

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

⑪ N° de publication :

2 933 828

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

⑫① N° d'enregistrement national :

08 03876

⑤① Int Cl⁸ : **H 04 B 3/32**, H 04 L 25/02

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF D'INTERFERENCE MULTICANAL AVEC CIRCUIT DE TERMINAISON.

⑫② Date de dépôt : 08.07.08.

⑫③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *EXCEM Société par actions
simplifiée* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 15.01.10 Bulletin 10/02.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 28.10.11 Bulletin 11/43.

⑦② Inventeur(s) : BROYDE FREDERIC et CLAVELIER
EVELYNE.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

⑦③ Titulaire(s) : EXCEM Société par actions simplifiée.

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦④ Mandataire(s) : EXCEM.

FR 2 933 828 - B1



Dispositif d'interface multicanal avec circuit de terminaison.

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

L'invention concerne un dispositif d'interface pour les transmissions dans les
5 interconnexions servant à transmettre une pluralité de signaux électriques, telles que les
interconnexions réalisées avec des câbles multiconducteurs, ou avec les pistes d'un circuit
imprimé, ou encore à l'intérieur d'un circuit intégré.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

Considérons le problème de la transmission dans une interconnexion, pour obtenir m
10 voies de transmission, m étant un entier supérieur ou égal à 2. Chaque voie de transmission
peut être utilisée pour transmettre des signaux de type quelconque, par exemple des signaux
analogiques ou des signaux numériques, entre une source et un destinataire. Nous considérons
ici qu'un signal numérique est un signal dont la valeur n'est définie qu'à des instants discrets,
l'ensemble des valeurs que peut prendre ce signal étant discret. Nous considérons aussi que
15 chaque valeur d'un signal numérique correspond à un intervalle de tension ou de courant. Cette
définition d'un signal numérique comme un "signal numérique défini par des intervalles de
tension ou de courant" inclut :

- les signaux binaires utilisés en signalisation binaire, c'est-à-dire tout signal tel que, dans
chaque voie de transmission, l'ensemble des valeurs que peut prendre ce signal a 2 éléments ;
- 20 - les signaux N -aires (N étant un entier supérieur ou égal à 3) utilisés en signalisation
multiniveau (en anglais: multilevel signaling), c'est-à-dire tout signal tel que, dans chaque voie
de transmission, l'ensemble des valeurs que peut prendre ce signal a N éléments.

Les signaux binaires sont ceux qui sont aujourd'hui le plus fréquemment utilisés par
les circuits intégrés numériques. Les signaux multiniveau, par exemple les signaux
25 quaternaires (parfois appelés PAM-4 ou 4-PAM), sont utilisés pour obtenir des débits de
décision élevés. Nous considérerons que tout signal ne satisfaisant pas à cette définition d'un
signal numérique est un signal analogique. Par conséquent, le résultat de tout type de
modulation d'une porteuse par un signal numérique sera considéré comme un signal
analogique.

30 Ladite transmission peut être obtenue dans une interconnexion comportant $m+1$
conducteurs, dont m conducteurs de transmission. Un dispositif pour la transmission dans une
telle interconnexion est représenté sur la figure 1, ce dispositif comprenant une interconnexion
(1) ayant $m = 4$ conducteurs de transmission (11) (12) (13) (14) et un conducteur de référence
(7), c'est-à-dire un conducteur de masse. Sur la figure 1, chaque extrémité de l'interconnexion

est connectée à un circuit de terminaison (4). Le circuit d'émission (5) reçoit en entrée les signaux des 4 voies de la source (2), et ses 5 bornes de sortie sont connectées aux conducteurs de l'interconnexion (1), un de ces conducteurs étant la masse. Le circuit de réception (6) a ses 5 bornes d'entrée connectées aux conducteurs de l'interconnexion (1), un de ces conducteurs étant la masse. Le dispositif représenté sur la figure 1 procure 4 voies de transmission, telles que les signaux des 4 voies de la source (2) sont transmis aux 4 voies du destinataire (3). Le dispositif représenté sur la figure 1 est assez général. Par exemple, selon le cas, l'une et/ou l'autre terminaison peuvent ne comporter aucun composant. Par exemple, selon le cas, le circuit d'émission (5) et/ou le circuit de réception (6) peuvent ne comporter aucun composant.

10 Cependant, des dispositifs différents de celui de la figure 1 sont également envisageables, par exemple des dispositifs pour la transmission comportant plusieurs sources et/ou plusieurs destinataires, basés sur une architecture en bus de données.

Le procédé de transmission le plus simple pour obtenir m voies de transmission utilise m liaisons unifilaires, aussi appelées liaisons asymétriques (single-ended links en anglais). Avec m liaisons unifilaires, chaque voie de transmission utilise un conducteur de transmission de l'interconnexion, et le conducteur de référence (masse) est utilisé pour le courant de retour produit par les courants circulant sur les m conducteurs de transmission. Ce procédé peut être mis en oeuvre conformément à la figure 1. Ce procédé est sujet à deux phénomènes néfastes : l'écho et la diaphonie entre les différentes voies de transmission.

20 L'état de la technique antérieure concernant les transmissions sans écho et sans diaphonie, applicable à la présente demande de brevet, est exposé dans les 3 brevets suivants :

- le brevet français numéro 0300064 du 6 janvier 2003 intitulé "Procédé et dispositif pour la transmission avec une faible diaphonie", correspondant à la demande internationale numéro PCT/EP2003/015036 du 24 décembre 2003 (WO 2004/062129), intitulée "Method and device for transmission with reduced crosstalk" ;
- le brevet français numéro 0302814 du 6 mars 2003 intitulé "Procédé et dispositif numériques pour la transmission avec une faible diaphonie", correspondant à la demande internationale numéro PCT/EP2004/002382 du 18 février 2004 (WO 2004/079941), intitulée "Digital method and device for transmission with reduced crosstalk" ;
- 30 - le brevet français numéro 0303087 du 13 mars 2003 intitulé "Procédé et dispositif pour la transmission sans diaphonie", correspondant à la demande internationale numéro PCT/EP2004/002383 du 18 février 2004 (WO 2004/082168), intitulée "Method and device for transmission without crosstalk".

Les inventions décrites dans ces trois brevets peuvent être mises en oeuvre conformément à la figure 1. L'article de F. Broydé et E. Clavelier intitulé "A New Method for the Reduction of Crosstalk and Echo in Multiconductor Interconnections", paru dans le journal *IEEE Transactions on Circuits and Systems I*, vol. 52, No. 2, pages 405 à 416, en février 2005,

corrigé et complété par l'article de F. Broydé et E. Clavelier intitulé "Corrections to «A New Method for the Reduction of Crosstalk and Echo in Multiconductor Interconnections»", paru dans le journal *IEEE Transactions on Circuits and Systems I*, vol. 53, No. 8, p. 1851 en août 2006, démontre que les inventions décrites dans les dits brevets français numéro 0300064, 5 numéro 0302814, numéro 0303087 et les demandes internationales correspondantes permettent bien d'éliminer la diaphonie entre les différentes voies de transmission obtenues avec ladite interconnexion, et aussi l'écho.

Cependant il existe d'autres phénomènes de diaphonie pouvant produire du bruit. De tels phénomènes sont produits par des couplages électromagnétiques entre des conducteurs de 10 ladite interconnexion et d'autres conducteurs proches, par exemple lorsque ladite interconnexion et ces autres conducteurs sont réalisés sur un même circuit imprimé. Un tel autre conducteur proche peut par exemple être un conducteur d'alimentation, un conducteur d'une liaison pour signaux numériques, etc. Nous appellerons "diaphonie externe" ces phénomènes, pour les distinguer de la diaphonie entre lesdites voies de transmissions, que nous 15 appellerons "diaphonie interne".

Comme expliqué dans la partie sur l'état de la technique antérieure de la demande de brevet français numéro 07/05260 du 20 juillet 2007 intitulée "Procédé et dispositif pour les transmissions pseudo-différentielles", correspondant à la demande internationale numéro PCT/IB2008/052102 du 29 mai 2008, intitulée "Method and device for pseudo-differential 20 transmission", un procédé de transmission utilisant le conducteur de référence, qui est souvent appelé le conducteur de masse, comme chemin de retour pour le courant de retour produit par les courants circulant dans les conducteurs de transmission, présente souvent un fort couplage entre les dites voies de transmission et d'autres mailles comportant un chemin dans le conducteur de référence. Ce cas particulier de diaphonie externe est parfois appelé "ground 25 noise" ou "ground bounce" en anglais.

Si l'interconnexion est utilisée pour réaliser m liaisons unifilaires, le conducteur de référence (masse) est aussi utilisé pour le courant de retour produit par les courants circulant sur les m conducteurs de transmission, comme dans le cas montré sur la figure 1. Ce procédé est donc vulnérable à la diaphonie externe (il est aussi sujet à la diaphonie interne). Si les 30 liaisons unifilaires sont utilisées pour émettre des signaux qui contiennent des fréquences pour lesquelles les phénomènes de propagation dans l'interconnexion ne sont pas négligeables (par exemple des fréquences plus élevées que la plus basse vitesse de propagation dans l'interconnexion divisée typiquement par 15 fois la longueur de l'interconnexion), il devient nécessaire d'utiliser au moins un circuit de terminaison (4), comme montré dans la figure 1, 35 pour réduire les réflexions. Un tel circuit de terminaison (4) peut par exemple correspondre au schéma montré sur la figure 2, dans le cas de $m = 4$ liaisons unifilaires. Le circuit de terminaison (4) montré sur la figure 2 comprend m bornes signal (101), une borne de référence

(masse) et m résistances (401) (402) (403) (404), chacune des dites résistances étant connectée entre la masse et une et une seule des dites bornes signal (101). Chaque borne signal (101) est destinée à être connectée à un conducteur de transmission de l'interconnexion, et le circuit de terminaison (4) montré sur la figure 2 est caractérisé, pour l'interconnexion, par une matrice
 5 impédance par rapport à la masse, ladite matrice impédance par rapport à la masse étant une matrice diagonale d'ordre m .

Notons que le symbole de masse utilisé dans la figure 2 (et aussi dans les figures 3, 13 et 14 ci-dessous) a la même signification que l'autre symbole de masse utilisé dans certains des autres dessins annexés (figures 1, 9, 10, 11 et 12).

10 La section III dudit article intitulé "A New Method for the Reduction of Crosstalk and Echo in Multiconductor Interconnections" explique qu'un circuit de terminaison (4) tel que celui montré sur la figure 2 ne peut être adapté, à moins que les conducteurs de transmission ne soient éloignés et ne soient donc pas couplés. Il explique aussi que les effets néfastes des réflexions peuvent être minimisés, si les valeurs des résistances (401) (402) (403) (404)
 15 montrées sur la figure 2 sont des impédances pseudo-adaptées minimisant une norme matricielle de la matrice $\mathbf{P}_G$ des coefficients de réflexion en tension, par rapport au conducteur de référence, du circuit de terminaison (4). Ceci procure une réduction de l'écho, et, dans une faible mesure, une réduction de la diaphonie interne. Malheureusement, le circuit de terminaison (4) montré sur la figure 2 produit des courants de retour circulant principalement
 20 dans le conducteur de référence, une caractéristique qui est en contradiction avec la réduction de la diaphonie externe.

Si l'interconnexion est utilisée selon l'une des inventions décrites dans les dits brevets français numéro 0300064, numéro 0302814 et numéro 0303087 et les demandes internationales correspondantes, le conducteur de référence (masse) est aussi utilisé pour le
 25 courant de retour produit par les courants circulant sur les m conducteurs de transmission, comme montré sur la figure 1. Ces inventions, qui conviennent pour réduire ou éliminer la diaphonie interne, sont donc sujettes à la diaphonie externe. Un circuit de terminaison (4) utilisé dans ces inventions doit être adapté à la ligne de transmission multiconductrice à $(m + 1)$ conducteurs utilisée pour modéliser l'interconnexion, c'est-à-dire que la matrice
 30 impédance par rapport à la masse du circuit de terminaison doit être voisine de la matrice impédance caractéristique $\mathbf{Z}_{GC}$, par rapport à la masse, de ladite ligne de transmission multiconductrice à $(m + 1)$ conducteurs ($\mathbf{Z}_{GC}$ est une matrice carrée d'ordre m). Un tel circuit de terminaison (4) peut par exemple correspondre au schéma montré sur la figure 3. Le circuit de terminaison (4) montré sur la figure 3 comprend m bornes signal (101), une borne de
 35 référence (masse), m résistances connectées à la masse (401) (402) (403) (404) utilisées comme sur la figure 2 et des résistances non connectées à la masse (4012) (4013) (4014) (4023) (4024) (4034), chacune des résistances non connectées à la masse étant connectée entre

deux bornes signal. Chaque borne signal (101) est destinée à être connectée à un conducteur de transmission de l'interconnexion. Le circuit de terminaison (4) montré sur la figure 3 est caractérisé, pour l'interconnexion, par une matrice impédance par rapport à la masse, ladite matrice impédance par rapport à la masse étant une matrice carrée non-diagonale d'ordre m .

- 5 Les résistances connectées à la masse et les résistances non connectées à la masse sont dimensionnées de telle façon que la matrice impédance par rapport à la masse du circuit de terminaison (4) est voisine de ladite matrice impédance caractéristique par rapport à la masse. Ledit article intitulé "A New Method for the Reduction of Crosstalk and Echo in Multiconductor Interconnections" montre qu'une telle terminaison peut être utilisée pour
 10 obtenir l'élimination de l'écho et de la diaphonie interne. Malheureusement, le circuit de terminaison (4) montré sur la figure 3 produit des courants de retour circulant principalement dans le conducteur de référence, une caractéristique qui est en contradiction avec la réduction de la diaphonie externe.

- Cependant, il existe des procédés de transmission destinés à procurer une bonne
 15 protection contre la diaphonie externe : les liaisons différentielles (voir par exemple le livre de H. W. Johnson et M. Graham intitulé *High-speed digital design: a handbook of black magic*, publié par Prentice Hall PTR en 1993), et les liaisons pseudo-différentielles (voir par exemple la section II de l'article de A. Carusone, K. Farzan and D.A. Johns intitulé "Differential signaling with a reduced number of signal paths" publié dans *IEEE Transactions*
 20 *on Circuits and Systems II*, vol. 48, No. 3, pp. 294-300 en mars 2001 et la section 4.2.3 du livre de F. Yuan intitulé *CMOS current-mode circuits for data communications*, publié par Springer in 2007).

- Un dispositif de transmission différentiel procurant m voies de transmission utilise une interconnexion ayant $n = 2m$ conducteurs de transmission. Un dispositif de transmission
 25 pseudo-différentiel procurant m voies de transmission utilise une interconnexion ayant $n = m$ conducteurs de transmission et un conducteur commun distinct du conducteur de référence (masse). Le conducteur commun est appelé "conducteur de retour" dans le cas du procédé de transmission pseudo-différentiel décrit dans ladite demande de brevet français numéro 07/05260 et la demande internationale correspondante.

- 30 La demande de brevet français numéro 07/04421 du 21 juin 2007, intitulée "Dispositif d'interface pseudo-différentiel avec circuit de terminaison", correspondant à la demande internationale numéro PCT/IB2008/051826 du 8 mai 2008, intitulée "Pseudo-differential interfacing device having a termination circuit", décrit des circuits de terminaison qui ne produisent pas de courants de retour circulant principalement dans le conducteur de référence
 35 ou dans un conducteur d'alimentation. De tels circuits de terminaison peuvent être utilisées dans le procédé de transmission pseudo-différentiel décrit dans ladite demande de brevet français numéro 07/05260 et la demande internationale correspondante.

La figure 4 montre un premier exemple d'un circuit de terminaison (4) décrit dans ladite demande de brevet français numéro 07/04421 et la demande internationale correspondante, comprenant m bornes signal (101), une borne commune (100) et m résistances (405) (406) (407) (408), chacune des dites résistances étant connectée entre la borne commune (100) et une et une seule des dites bornes signal (101). Chaque borne signal (101) est destinée à être connectée à un conducteur de transmission de l'interconnexion et la borne commune (100) est destinée à être connectée au conducteur de retour.

La cellule (42) représentée sur la figure 5 est constituée d'un transistor (425) canal n et d'un transistor (426) canal p dont les sources sont connectées l'une à l'autre et dont les drains sont connectés l'un à l'autre. Cette cellule (42) a 4 bornes : une borne de drain (421), une borne de source (422), une borne (423) pour un "premier signal de contrôle" et une borne (424) pour un "second signal de contrôle". Cette cellule peut être représentée avec le symbole (42) de la figure 6, dans laquelle seules la borne de drain (421) et la borne de source (422) sont visibles, les deux autres bornes étant implicites. Pour des petits signaux, une telle cellule peut être considérée comme une résistance, cette résistance étant réglable par des moyens électriques, en utilisant le "premier signal de contrôle" et/ou le "second signal de contrôle". La figure 7 montre un second exemple de circuit de terminaison (4) décrit dans ladite demande de brevet français numéro 07/04421 et la demande internationale correspondante, cet exemple étant identique à celui montré sur la figure 4, excepté que, dans la figure 7, m cellules (405) (406) (407) (408) définies ci-dessus sont utilisées à la place des résistances (405) (406) (407) (408) de la figure 4.

La méthode de ladite demande de brevet numéro 07/05260 et la demande internationale correspondante est très efficace pour la suppression de la diaphonie externe. Cependant, elle n'élimine pas la diaphonie interne. Par exemple, l'article de F. Broydé et E. Clavelier intitulé "A new pseudo-differential transmission scheme for on-chip and on-board interconnections" publié dans les actes du "14^{ème} colloque international sur la compatibilité électromagnétique - CEM 08", qui s'est tenu à Paris en mai 2008, montre que de la diaphonie interne peut être présente lorsque cette méthode est utilisée.

Inversement, comme expliqué plus haut, les inventions décrites dans les dits brevets français numéro 0300064, numéro 0302814 et numéro 0303087 et les demandes internationales correspondantes sont appropriées pour supprimer la diaphonie interne et l'écho, mais elles ne réduisent pas la diaphonie externe.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

Le dispositif d'interface selon l'invention a pour but de produire une transmission dans une interconnexion à deux ou plus de deux conducteurs de transmission, cette transmission

présentant une diaphonie externe réduite et une diaphonie interne réduite.

L' invention concerne un dispositif pour la transmission de signaux dans une pluralité de voies de transmission, dans une bande de fréquences connue, comportant :

m bornes signal, une borne commune et une borne de référence (masse), les bornes signal étant destinées à être connectées à une interconnexion ayant m conducteurs de transmission, m étant un entier supérieur ou égal à 2 ;

un circuit de réception délivrant, quand le circuit de réception est dans l'état activé, p "signaux de sortie du circuit de réception" correspondant chacun à une voie de transmission, p étant un entier supérieur ou égal à 2 et inférieur ou égal à m , l'entrée du circuit de réception étant couplée à au moins p des dites bornes signal et à ladite borne commune, chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" étant principalement déterminé par une ou plusieurs des tensions entre une des dites bornes signal et ladite borne commune ;

un circuit de terminaison couplé à chacune des dites bornes signal et à ladite borne commune, le circuit de terminaison étant, quand le circuit de terminaison est dans l'état activé, approximativement équivalent, pour lesdites bornes signal et ladite borne commune, à un réseau à $m + 1$ bornes tel que, en au moins un point de repos, pour des petits signaux dans une partie de ladite bande de fréquences connue, la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit réseau à $m + 1$ bornes est égale à une matrice carrée d'ordre m non diagonale recherchée.

Dans le circuit de réception d'un dispositif selon l'invention, la borne commune est distincte de la borne de référence, parce que la borne de référence est utilisée par le circuit de réception comme une entrée en mode tension, de manière telle que chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" est pratiquement seulement déterminé par une ou plusieurs des tensions entre une des dites bornes signal et ladite borne commune. Par conséquent, la borne commune n'est pas connectée à la borne de référence à l'intérieur du circuit de réception d'un dispositif selon l'invention, et la tension entre la borne commune et la borne de référence n'a que peu ou pas d'influence sur les dits "signaux de sortie du circuit de réception". Cependant ceci n'exclut pas une utilisation d'un dispositif selon l'invention dans laquelle la borne commune du dispositif selon l'invention est mise à la masse (c'est-à-dire connectée à la borne de référence) à l'extérieur du dispositif selon l'invention, comme expliqué ci-dessous dans le premier mode de réalisation et le deuxième mode de réalisation.

Dans la suite, les expressions "est dans l'état désactivé" et "n'est pas dans l'état activé" sont équivalentes. Selon l'invention, ledit circuit de réception délivre des "signaux de sortie du circuit de réception" correspondant chacun à une voie de transmission, quand le circuit de réception est dans l'état activé. Selon l'invention, il est possible qu'il existe un état désactivé du circuit de réception, dans lequel le comportement du circuit de réception est différent.

Cependant, l'existence d'un état désactivé du circuit de réception n'est nullement une caractéristique de l'invention.

Selon l'invention, les "signaux de sortie du circuit de réception" peuvent être des signaux analogiques ou des signaux numériques.

5 Selon l'invention, chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" est principalement déterminé par une ou plusieurs des tensions entre une des dites bornes signal et ladite borne commune. Ceci doit être interprété dans un sens large, comme : chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" est principalement déterminé, à chaque instant, par l'histoire, jusqu'au dit instant, d'une ou plusieurs des tensions entre une des dites bornes signal
10 et ladite borne commune.

Ainsi, une combinaison linéaire d'éléments $x_1, \dots, x_r$ étant une somme $\lambda_1 x_1 + \dots + \lambda_r x_r$, où $\lambda_1, \dots, \lambda_r$ sont les coefficients de la combinaison linéaire, le spécialiste comprend que, selon l'invention, chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" peut être principalement déterminé par une combinaison linéaire de "tensions entre une des dites bornes signal et ladite
15 borne commune filtrées", chacune des dites "tensions entre une des dites bornes signal et ladite borne commune filtrées" étant le résultat de l'application d'un filtrage linéaire à une des tensions entre une des dites bornes signal et ladite borne commune.

Chacune des dites "tensions entre une des dites bornes signal et ladite borne commune filtrées" peut être pratiquement égale à la tension correspondante entre une des dites bornes
20 signal et ladite borne commune. Par conséquent, selon l'invention, chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" peut être principalement déterminé par une combinaison linéaire des tensions entre une des dites bornes signal et ladite borne commune.

Il est possible que chacune des dites combinaisons linéaires soit telle que seulement un des coefficients de ladite chacune des dites combinaisons linéaires n'est pas égal à zéro. Dans
25 ce cas, le spécialiste comprend que le circuit de réception utilisé dans un dispositif selon l'invention peut être un des circuits de réception pour transmission pseudo-différentielle de l'état de l'art antérieur, par exemple un des circuits de réception pour recevoir des signaux analogiques et/ou numériques mentionné dans ladite demande de brevet français numéro 07/04421 et la demande internationale correspondante.

Il est aussi possible qu'au moins une des dites combinaisons linéaires soit telle qu'au moins deux des coefficients de ladite au moins une des dites combinaisons linéaires ne sont pas égaux à zéro. Dans ce cas, le spécialiste comprend que le circuit de réception utilisé dans un dispositif selon l'invention, capable de délivrer p "signaux de sortie du circuit de réception" à partir d'au moins p des tensions entre une des dites bornes signal et ladite borne commune,
35 peut être un circuit de réception selon l'invention présentée dans la demande de brevet français numéro 08/03830 du 7 juillet 2008, intitulée "Circuit de réception pseudo-différentiel". Un tel circuit de réception peut utiliser un traitement analogique du signal et/ou un traitement

numérique du signal pour produire les dites combinaisons linéaires. Ce type de circuit de réception peut être tel qu'au moins un des dits coefficients des dites combinaisons linéaires peut être réglé par des moyens électriques. Nous notons que ce type de circuit de réception s'appuie sur un traitement analogique du signal pour effectuer les différences de tension
 5 nécessaires pour obtenir que les dits "signaux de sortie du circuit de réception" soient principalement déterminés par les tensions entre une des dites bornes signal et ladite borne commune.

Cependant, il est également concevable que ledit circuit de réception utilisé dans un dispositif selon l'invention s'appuie sur un traitement numérique du signal pour effectuer les
 10 différences de tension nécessaires pour obtenir que les dits "signaux de sortie du circuit de réception" soient principalement déterminés par les tensions entre une des dites bornes signal et ladite borne commune. Par exemple, le circuit de réception utilisé dans un dispositif selon l'invention, produisant p "signaux de sortie du circuit de réception" à partir d'au moins p des tensions entre une des dites bornes signal et ladite borne commune, peut être un dispositif à
 15 entrées multiples utilisant le traitement numérique du signal ayant au moins $p + 1$ entrées analogiques, une des dites entrées analogiques étant couplée à la borne commune.

Le circuit de terminaison utilisé dans un dispositif selon l'invention est, quand le circuit de terminaison est dans l'état activé, approximativement équivalent, pour lesdites bornes signal et ladite borne commune, à un réseau à $m + 1$ bornes, c'est-à-dire un réseau ayant un nombre
 20 de bornes égal à $m + 1$. Ledit réseau à $m + 1$ bornes est tel que, en au moins un point de repos, pour des petits signaux dans une partie de ladite bande de fréquences connue, la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit réseau à $m + 1$ bornes est égale à ladite matrice carrée d'ordre m non diagonale recherchée. Ceci contraste avec les circuits de terminaison de l'état de l'art antérieur montrés sur les figures 4 et 7, dont il est attendu qu'ils
 25 fournissent, pour lesdites bornes signal et ladite borne commune, une matrice impédance par rapport à ladite borne commune égale à une matrice diagonale d'ordre m . Nous notons que, par conséquent, un dispositif selon l'invention ne peut être utilisé dans aucune méthode de transmission pseudo-différentielle de l'état de l'art antérieur. Les éléments de ladite matrice carrée d'ordre m non diagonale recherchée peuvent être des nombres complexes dépendant de
 30 la fréquence dans ladite partie de ladite bande de fréquences connue. Cependant, les éléments de ladite matrice carrée d'ordre m non diagonale recherchée peuvent aussi être des nombres réels et/ou des nombres indépendants de la fréquence.

La condition définie plus haut, relative à la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit réseau à $m + 1$ bornes utilisé pour modéliser le circuit de terminaison,
 35 devrait être applicable au fonctionnement normal du dispositif selon l'invention. Ledit point de repos choisi pour déterminer la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit réseau à $m + 1$ bornes devrait donc être tel que les tensions de repos entre chacune des dites

bornes signal et ladite borne commune ont des valeurs susceptibles d'apparaître à un instant donné en fonctionnement normal.

Selon l'invention, le circuit de terminaison dans l'état activé peut être tel que chaque élément diagonal de ladite matrice carrée d'ordre m non diagonale recherchée a, dans ladite
 5 partie de ladite bande de fréquences connue, un module inférieur ou égal à mille ohms et une partie réelle supérieure ou égale à trois ohms et supérieure ou égale à un dixième du dit module. L'expérience montre que l'ensemble des impédances dynamiques définies par ces inégalités contient les valeurs d'impédances capables de réduire efficacement les réflexions de signaux se propageant sur les interconnexions typiques.

10 Selon l'invention, le circuit de terminaison dans l'état activé peut être tel qu'au moins un des éléments non diagonaux de ladite matrice carrée d'ordre m non diagonale recherchée a, dans ladite partie de ladite bande de fréquences connue, un module supérieur ou égal à 1% du module d'au moins un des éléments diagonaux de ladite matrice carrée d'ordre m non diagonale recherchée.

15 Selon l'invention, il est possible qu'il existe un état désactivé du circuit de terminaison, dans lequel le comportement du circuit de terminaison est différent de celui défini ci-dessus. Cependant, l'existence d'un état désactivé du circuit de terminaison n'est nullement une caractéristique de l'invention. Les caractéristiques spécifiées pour l'état activé du circuit de terminaison sont particulièrement pertinentes lorsque le dispositif selon l'invention reçoit des
 20 signaux provenant de ladite interconnexion. Par conséquent, un dispositif selon l'invention peut être tel que ledit circuit de terminaison est dans l'état activé lorsque ledit circuit de réception est dans l'état activé.

Un dispositif selon l'invention peut être tel que ledit réseau à $m + 1$ bornes peut être considéré comme linéaire. Par conséquent, selon l'invention, ledit circuit de terminaison dans
 25 l'état activé peut être, pour lesdites bornes signal et ladite borne commune, approximativement équivalent à un réseau linéaire à $m + 1$ bornes tel que, dans une partie de ladite bande de fréquences connue, la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit réseau linéaire à $m + 1$ bornes est égale à ladite matrice carrée d'ordre m non diagonale recherchée.

Un dispositif d'interface selon l'invention peut être tel que ledit circuit de terminaison
 30 est constitué d'un réseau de résistances, m des dites résistances étant connectées entre une des dites bornes signal et ladite borne commune, au moins une des dites résistances étant connectée entre deux des dites bornes signal.

Un circuit de terminaison constitué d'un réseau de résistances n'est cependant nullement une caractéristique de l'invention. Selon un premier exemple, les concepteurs, en
 35 vue de réduire la puissance dissipée par le circuit de terminaison, peuvent choisir de ne permettre au circuit de terminaison d'être efficace que dans un intervalle de fréquences pertinent, par exemple en incluant des réactances appropriées dans le circuit de terminaison.

Selon un deuxième exemple, le circuit de terminaison pourrait incorporer des composants actifs, par exemple des transistors à effet de champ à grille isolée (MOSFET) opérant dans le régime ohmique. L'impédance du canal de tels composants peut être réglable par un moyen électrique. Par conséquent, ledit circuit de terminaison peut être tel que la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit circuit de terminaison dans l'état activé peut être réglée par des moyens électriques.

Dans le cas où le circuit de terminaison a un état activé et un état désactivé, l'impédance du canal d'un ou plusieurs MOSFET peut par exemple être contrôlée par un ou plusieurs signaux de contrôle prenant des valeurs différentes dans l'état activé et dans l'état désactivé. Par conséquent, ledit circuit de terminaison peut être tel que ledit circuit de terminaison a un état activé et un état désactivé, la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit circuit de terminaison dans l'état activé étant différente de la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit circuit de terminaison dans l'état désactivé.

Dans le cas où le circuit de terminaison a un état activé et un état désactivé, des composants tels que des transistors peuvent par exemple être utilisés comme des commutateurs ayant un état fermé et un état ouvert. Dans ce cas, les dits transistors peuvent par exemple être dans l'état fermé quand le circuit de terminaison est dans l'état activé, et être dans l'état ouvert quand le circuit de terminaison est dans l'état désactivé. Par conséquent, ledit circuit de terminaison peut être tel que ledit circuit de terminaison a un état activé et un état désactivé, chaque courant circulant depuis ledit circuit de terminaison vers une des dites bornes signal étant pratiquement nul lorsque ledit circuit de terminaison est dans l'état désactivé.

Un dispositif selon l'invention peut aussi comporter un circuit d'émission recevant q "signaux d'entrée du circuit d'émission" correspondant chacun à une voie de transmission, q étant un entier supérieur ou égal à 2 et inférieur ou égal à m , la sortie du circuit d'émission délivrant, quand le circuit d'émission est dans l'état activé, au moins q variables de transmission aux dites bornes signal, chaque variable de transmission étant principalement déterminée par un ou plusieurs des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission". Par exemple, chaque variable de transmission peut être principalement déterminée par un et un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission" ou par une combinaison linéaire des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission". Par exemple, le dit circuit d'émission pourrait être similaire à un des circuits d'émission décrits dans les dits brevets français numéro 0300064, numéro 0302814 et numéro 0303087 et les demandes internationales correspondantes.

Selon l'invention, chaque variable de transmission délivrée par le circuit d'émission est déterminée par un ou plusieurs des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission", quand le circuit d'émission est dans l'état activé. Selon l'invention, il est possible qu'il existe un état désactivé du circuit d'émission, dans lequel le comportement du circuit d'émission est

différent. Cependant, l'existence d'un état désactivé du circuit d'émission n'est nullement une caractéristique de l'invention.

Un dispositif d'interface selon l'invention peut être tel que ledit circuit de terminaison n'a pas de partie commune avec ledit circuit de réception et/ou, si le dispositif selon l'invention comporte un circuit d'émission, avec ledit circuit d'émission. Inversement, un dispositif d'interface selon l'invention peut être tel que ledit circuit de terminaison a une ou plusieurs parties communes avec ledit circuit de réception et/ou avec ledit circuit d'émission.

Ladite interconnexion ayant au moins m conducteurs de transmission peut être réalisée avec un câble. Ladite interconnexion peut aussi être réalisée sans câble, par exemple une interconnexion réalisée dans ou sur un circuit imprimé rigide ou flexible (en utilisant des pistes et/ou des surfaces de cuivre), ou une interconnexion réalisée dans ou sur le substrat d'un module multi-puces (en anglais: multi-chip module ou MCM) ou d'un circuit hybride, ou une interconnexion réalisée à l'intérieur d'un circuit intégré monolithique.

Un dispositif selon l'invention peut être tel qu'il constitue une partie d'un circuit intégré, ladite interconnexion étant réalisée à l'intérieur du dit circuit intégré. Dans ce cas, il est possible que des dites m bornes signal et/ou ladite borne commune ne soient pas couplées à des broches du dit circuit intégré.

Un dispositif selon l'invention peut être tel qu'il constitue une partie d'un circuit intégré, chacune des dites m bornes signal étant couplée à une ou plusieurs broches du dit circuit intégré, ladite borne commune étant couplée à une ou plusieurs broches du dit circuit intégré. Cette configuration convient lorsque ladite interconnexion est réalisée à l'extérieur du dit circuit intégré. Le spécialiste note que s'il y a de nombreuses bornes signal, par exemple plus de 16 bornes signal, la valeur absolue du courant pouvant circuler dans la borne commune peut devenir beaucoup plus grande que la valeur absolue maximale du courant circulant dans une seule borne signal. Par conséquent, dans ce cas, si une seule broche est attribuée à la borne commune, une dégradation de la transmission peut se produire pour des signaux rapides, à cause de l'inductance d'une connexion utilisant une seule broche. Dans ce cas, utiliser plusieurs broches pour la borne commune réduit cette inductance et améliore la transmission.

Le nombre m de bornes signal peut être égal au nombre p de "signaux de sortie du circuit de réception".

Si le dispositif selon l'invention comporte ledit circuit d'émission, le nombre m de bornes signal peut être égal au nombre q de "signaux d'entrée du circuit d'émission".

En particulier, m peut être supérieur ou égal à trois.

Selon l'invention, les p "signaux de sortie du circuit de réception" peuvent par exemple être délivrés en utilisant p liaisons unifilaires. Selon l'invention, les p "signaux de sortie du circuit de réception" peuvent par exemple être délivrés en utilisant p liaisons différentielles. Selon l'invention, les q "signaux d'entrée du circuit d'émission" peuvent par exemple être

appliqués au circuit d'émission en utilisant q liaisons unifilaires. Selon l'invention, les q "signaux d'entrée du circuit d'émission" peuvent par exemple être appliqués au circuit d'émission en utilisant q liaisons différentielles.

Selon l'invention, ledit circuit de terminaison est couplé à chacune des dites bornes signal et à ladite borne commune, et le circuit de terminaison dans l'état activé est, pour lesdites bornes signal et ladite borne commune, approximativement équivalent à un réseau à $m + 1$ bornes. Ces caractéristiques impliquent que le circuit de terminaison dans l'état activé se comporte, pour lesdites bornes signal et ladite borne commune, comme s'il n'était pas connecté à ladite borne de référence.

Cependant, un dispositif selon l'invention peut aussi comporter un circuit d'amortissement couplé à ladite borne commune, le circuit d'amortissement étant, pour ladite borne commune, approximativement équivalent à un réseau constitué d'un dipôle passif connecté en série avec une source de tension délivrant une tension constante, ledit réseau ayant une première borne connectée à ladite borne commune, ledit réseau ayant une seconde borne connectée à ladite borne de référence (masse).

Un dispositif selon l'invention comportant un circuit d'amortissement peut être tel que ledit dipôle passif appartenant au dit réseau approximativement équivalent au dit circuit d'amortissement peut être considéré comme linéaire. Par conséquent, selon l'invention, ledit circuit d'amortissement peut être, pour ladite borne commune, approximativement équivalent à un réseau constitué d'un dipôle linéaire passif ayant une première borne couplée à ladite borne commune et une seconde borne maintenue à une tension fixe (positive, négative ou nulle) par rapport à ladite borne de référence. Un tel circuit d'amortissement est caractérisé, à toute fréquence non nulle, par une impédance scalaire. Nous observons que la combinaison d'un tel circuit d'amortissement et du dit circuit de terminaison dans l'état activé est approximativement équivalente, pour les dites bornes signal et à ladite borne commune, à un réseau à $m + 2$ bornes, une des bornes du dit réseau à $m + 2$ bornes étant mise à la masse, ledit réseau à $m + 2$ bornes ayant, en au moins un point de repos, pour des petits signaux dans une partie de ladite bande de fréquences connue, une matrice impédance par rapport à ladite borne commune qui est une matrice carrée d'ordre $m + 1$, et une matrice impédance par rapport à la borne de référence qui est une matrice carrée d'ordre $m + 1$.

Le spécialiste comprend qu'un dispositif selon l'invention peut aussi comporter un circuit d'amortissement couplé à ladite borne commune, le circuit d'amortissement étant, pour ladite borne commune, approximativement équivalent à un dipôle passif connecté en parallèle avec une source de courant délivrant un courant constant, ledit dipôle passif ayant une première borne connectée à ladite borne commune, ledit dipôle passif ayant une seconde borne connectée à ladite borne de référence (masse).

Un dispositif d'interface selon l'invention peut être tel que ledit circuit d'amortissement n'a pas de partie commune avec ledit circuit de réception et/ou avec le circuit de terminaison et/ou, si le dispositif selon l'invention comporte un circuit d'émission, avec ledit circuit d'émission. Inversement, un dispositif d'interface selon l'invention peut être tel que ledit
5 circuit d'amortissement a une ou plusieurs parties communes avec ledit circuit de réception et/ou avec ledit circuit de terminaison et/ou avec ledit circuit d'émission.

Même dans le cas d'un dispositif selon l'invention dans lequel ledit circuit de réception, ledit circuit de terminaison, ledit circuit d'amortissement (si le dispositif selon l'invention comporte un circuit d'amortissement) et ledit circuit d'émission (si le dispositif
10 selon l'invention comporte un circuit d'émission) ne sont pas tous deux à deux sans parties communes, le spécialiste comprend que les fonctions du circuit de réception, du circuit de terminaison, du circuit d'amortissement (si le dispositif selon l'invention comporte un circuit d'amortissement) et du circuit d'émission (si le dispositif selon l'invention comporte un circuit d'émission) sont distinctes. La définition d'un dispositif selon l'invention, cette définition étant
15 basée sur la présence d'un circuit de réception, d'un circuit de terminaison et éventuellement d'un circuit d'amortissement et/ou d'un circuit d'émission, doit donc être interprétée comme une définition relative à des fonctions.

Selon l'invention, le circuit de réception et/ou le circuit d'émission peuvent avoir une fonction de filtrage, par exemple en vue de l'obtention d'une pré-accentuation, d'une
20 désaccentuation ou d'une égalisation améliorant la transmission. Il devient alors nécessaire de synthétiser les filtres correspondants, soit sous la forme de filtres analogiques, soit sous la forme de filtres numériques, par une des nombreuses méthodes connues des spécialistes.

Lorsque les pertes ne sont pas négligeables dans l'interconnexion, des distorsions de phase et d'amplitude peuvent se produire, dont on dit qu'elles sont les distorsions dues à la
25 propagation. La réduction de ces distorsions peut être obtenue, dans un dispositif selon l'invention, en utilisant une égalisation réduisant les effets des distorsions dues à la propagation, ladite égalisation étant mise en oeuvre dans ledit circuit de réception et/ou dans ledit circuit d'émission. Ce type de traitement, qui est aussi parfois appelé compensation, est bien connu des spécialistes et peut être mis en oeuvre en utilisant un traitement analogique du
30 signal et/ou un traitement numérique du signal. Les spécialistes savent qu'il est classique d'utiliser des algorithmes adaptatifs pour mettre en oeuvre ce type de traitement dans les récepteurs pour transmission de données. Un dispositif selon l'invention peut utiliser une égalisation adaptative. Ce type de traitement est bien connu des spécialistes et est souvent mis en oeuvre en utilisant un traitement numérique du signal.

BRÈVE PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTES FIGURES

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, et représentés dans les dessins annexés sur lesquels :

- 5 - la figure 1 représente un système de transmission comportant une interconnexion à quatre conducteurs de transmission, et a déjà été commentée dans la partie consacrée à l'exposé de l'état de la technique ;
- la figure 2 représente une première terminaison pouvant être utilisée dans le système de transmission de la figure 1, et a déjà été commentée dans la partie
- 10 consacrée à l'exposé de l'état de la technique ;
- la figure 3 représente une seconde terminaison pouvant être utilisée dans le système de transmission de la figure 1, et a déjà été commentée dans la partie consacrée à l'exposé de l'état de la technique ;
- la figure 4 représente un premier circuit de terminaison pouvant être utilisé
- 15 dans un système de transmission pseudo-différentiel, et a déjà été commentée dans la partie consacrée à l'exposé de l'état de la technique ;
- la figure 5 représente une cellule du circuit de terminaison montré sur la figure 7, et a déjà été commentée dans la partie consacrée à l'exposé de l'état de la technique ;
- 20 - la figure 6 représente un symbole pour la cellule de la figure 5, et a déjà été commentée dans la partie consacrée à l'exposé de l'état de la technique ;
- la figure 7 représente un second circuit de terminaison pouvant être utilisé dans un système de transmission pseudo-différentiel, et a déjà été commentée dans la partie consacrée à l'exposé de l'état de la technique ;
- 25 - la figure 8 représente un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 9 montre un réseau équivalent pour les bornes signal et la borne commune dans le premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 10 représente une utilisation du premier mode de réalisation de l'invention ;
- 30 - la figure 11 représente un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 12 montre un réseau équivalent pour les bornes signal et la borne commune dans le deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 13 représente un troisième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 14 représente un quatrième mode de réalisation de l'invention et un
- 35 cinquième mode de réalisation de l'invention.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE CERTAINS MODES DE RÉALISATION

Premier mode de réalisation.

Au titre d'un premier mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné à titre non limitatif, nous avons représenté sur la figure 8 un dispositif d'interface selon l'invention réalisé à l'intérieur d'un circuit intégré, comportant $m = 4$ bornes signal (101) et une borne commune (100), les bornes signal (101) et la borne commune (100) étant destinées à être connectées à une interconnexion ayant $m = 4$ conducteurs de transmission. Les bornes signal (101) sont numérotées de 1 à m .

Un circuit de réception (6) délivre, quand le circuit de réception est dans l'état activé, $p = 4$ "signaux de sortie du circuit de réception" correspondant chacun à une voie de transmission, l'entrée du circuit de réception étant couplée aux 4 bornes signal (101) et à la borne commune (100), chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" étant déterminé par une combinaison linéaire des tensions entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100). Plus précisément, si nous notons v_{Cj} la tension entre la borne signal numéro j et la borne commune, chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" est, à chaque instant, uniquement déterminé par l'histoire, jusqu'à cet instant, d'une combinaison linéaire des tensions $v_{C1}, \dots, v_{Cm}$. Le circuit de réception (6) ne comporte aucune connexion entre ladite borne commune et la borne de référence. Les "signaux de sortie du circuit de réception" sont délivrés au destinataire (3). Lorsque le circuit de réception (6) n'est pas dans l'état activé, sa sortie présente une haute impédance, de sorte que le circuit de réception (6) ne délivre aucun des dits "signaux de sortie du circuit de réception". Les spécialistes connaissent plusieurs méthodes adaptées à produire un état haute impédance à la sortie du circuit de réception (6). Nous notons que les circuits nécessaires pour contrôler l'état activé du circuit de réception (6) à un instant donné ne sont pas représentés sur la figure 8.

Un circuit de terminaison (4) est couplé à chacune des dites bornes signal (101) et à ladite borne commune (100). Lorsque le circuit de réception (6) est dans l'état activé, le circuit de terminaison (4) est dans l'état activé et est, pour lesdites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), approximativement équivalent au réseau à $m + 1$ bornes représenté sur la figure 9, en un point de repos, pour des petits signaux dans une partie de la bande de fréquences connue utilisée pour la transmission. Ce réseau à $m + 1$ bornes est constitué de $m = 4$ résistances (801) (802) (803) (804) connectées entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100) et de $m(m - 1)/2 = 6$ autres résistances (8012) (8013) (8014) (8023) (8024) (8034), chacune des dites autres résistances étant connectée entre deux des dites bornes signal (101). Le réseau équivalent montré sur la figure 9 est caractérisé, pour l'interconnexion, par une matrice impédance $\mathbf{Z}_{CT}$ par rapport à la borne commune, $\mathbf{Z}_{CT}$ étant

une matrice carrée d'ordre m non diagonale. Le spécialiste comprend comment les résistances montrées sur la figure 9 peuvent être dimensionnées pour que $\mathbf{Z}_{CT}$ soit voisine d'une matrice réelle carrée d'ordre m non diagonale recherchée.

Une interconnexion couplée aux bornes signal (101) et à la borne commune (100) voit
 5 un élément de circuit ayant $m + 2 = 6$ bornes si nous incluons la borne de référence (masse). L'entrée du circuit de réception (6) présente toujours une haute impédance dans ladite partie de ladite bande de fréquences connue, de sorte que, lorsque le circuit de réception (6) est dans l'état activé, les courants à travers les bornes signal (101) et la borne commune (100) sont principalement déterminés par le circuit de terminaison (4). Par conséquent, la figure 9
 10 correspond aussi à un réseau équivalent de l'élément de circuit à $m + 2$ bornes vu par l'interconnexion lorsque le circuit de réception (6) est dans l'état activé, dans une mise en oeuvre idéale, en un point de repos, pour des petits signaux dans ladite partie de ladite bande de fréquences connue. Les spécialistes comprennent qu'un tel réseau équivalent est seulement approprié pour déterminer les tensions entre ces $m + 2$ bornes et les courants sortant de ces
 15 bornes. Nous notons que ce réseau équivalent ne comporte pas de connexion à la borne de référence (masse). Par conséquent, le réseau équivalent montré sur la figure 9 n'a pas de matrice impédance par rapport à la borne de référence et le courant en petit signal i_C sortant de ladite borne commune (100) est égal à l'opposé de la somme des courants en petit signal $i_1, \dots, i_m$ sortant des dites bornes signal (101), c'est-à-dire

$$20 \quad i_C \approx - \sum_{\alpha=1}^m i_{\alpha} \quad (1)$$

La tension en petit signal v_C entre ladite borne commune (100) et la masse est donc sans effet sur i_C . Le spécialiste comprend que, dans une mise en oeuvre réelle, il est possible que cette égalité ne soit pas exactement satisfaite.

Le spécialiste comprend comment il peut, en utilisant des techniques antérieures,
 25 concevoir un circuit de terminaison (4) et un circuit de réception (6) répondant aux caractéristiques spécifiées pour ce premier mode de réalisation.

La figure 10 montre une utilisation d'un dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention, cette utilisation comportant une interconnexion (1) ayant $m = 4$ conducteurs de transmission (11) (12) (13) (14) et un conducteur de référence (7), c'est-à-dire un conducteur
 30 de masse. Toutes les entités montrées sur la figure 10 appartiennent à la même carte électronique et le conducteur de référence (7) est un plan de masse du circuit imprimé de cette carte électronique. Les dits conducteurs de transmission (11) (12) (13) (14) sont des pistes réalisées dans le circuit imprimé. Dans la figure 10, le circuit d'émission (5) reçoit en entrée les signaux des 4 voies de la source (2), et ses 5 bornes de sortie sont connectées aux
 35 conducteurs de l'interconnexion (1), un de ces conducteurs étant la masse. Comme dit plus haut, le dispositif d'interface selon l'invention comportant le circuit de réception (6) et le

circuit de terminaison (4) est réalisé à l'intérieur d'un circuit intégré (669) qui comporte aussi le destinataire (3). Le circuit intégré (669) est alimenté à travers au moins une broche (6691) connectée au dit plan de masse et au moins une broche (6692) connectée à un plan d'alimentation du circuit imprimé. Le noeud de borne commune du circuit de réception (6) et
 5 le circuit de terminaison (4) ne sont pas mis à la masse à l'intérieur du dit circuit intégré (669). Ainsi, la borne commune (100) du dispositif selon l'invention n'est pas mise à la masse à l'intérieur du dispositif selon l'invention. Les bornes signal (101) du dispositif selon l'invention sont connectées aux conducteurs de transmission (11) (12) (13) (14) de l'interconnexion (1) et la borne commune (100) du dispositif selon l'invention est connectée
 10 au dit conducteur de référence (7). Ainsi, la borne commune (100) du dispositif selon l'invention est mise à la masse à l'extérieur du dispositif selon l'invention. L'utilisation montrée sur la figure 10 procure 4 voies de transmission, les signaux des 4 voies de la source (2) étant transmis aux 4 voies du destinataire (3).

Dans la figure 10, le circuit d'émission (5) et le circuit de terminaison (4) sont conçus
 15 comme expliqué dans ledit brevet français numéro 0300064, la demande internationale correspondante, et ledit article intitulé "A New Method for the Reduction of Crosstalk and Echo in Multiconductor Interconnections", sauf que le circuit de terminaison (4) n'est pas directement connecté au conducteur de référence (7). Le circuit de réception (6) combine les tensions naturelles présentes sur les conducteurs de transmission (11) (12) (13) (14) suivant
 20 des combinaisons linéaires définies par l'inverse de la matrice de passage des variables électriques naturelles aux variables électriques modales utilisée dans le circuit d'émission (5), chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" étant principalement déterminé par une et une seule des variables électriques modales apparaissant à l'entrée du dit circuit de réception (6). Puisque la borne commune (100) du dispositif selon l'invention est connectée
 25 au conducteur de référence (7), le spécialiste comprend que le circuit de réception (6) capte effectivement les tensions naturelles présentes sur les conducteurs de transmission (11) (12) (13) (14), c'est-à-dire les tensions entre chacun des conducteurs de transmission (11) (12) (13) (14) et le conducteur de référence (7). Par conséquent, chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" peut être précisément déterminé par une et une seule des variables
 30 électriques modales apparaissant à l'entrée du dit circuit de réception (6).

Si l'invention décrite dans ledit brevet français numéro 0300064, la demande internationale correspondante, et ledit article intitulé "A New Method for the Reduction of Crosstalk and Echo in Multiconductor Interconnections" avait été directement utilisée, chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" aurait été principalement déterminé par une
 35 combinaison linéaire des tensions entre une des dites bornes signal (101) et les conducteurs de masse internes du circuit intégré (669), ces conducteurs de masse étant connectés à ladite au moins une broche (6691) connectée au dit plan de masse. Par conséquent, le fonctionnement

du circuit de réception (6) aurait été perturbé par la diaphonie externe, puisque les courants variables d'alimentation circulant dans ladite au moins une broche (6691) connectée au dit plan de masse auraient induit des tensions de bruit à l'entrée du circuit de réception (6). Par conséquent, chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" n'aurait pas pu être

5 précisément déterminé par une et une seule des variables électriques modales apparaissant à l'entrée du dit circuit de réception (6). Le spécialiste comprend que le dispositif selon l'invention procure une protection contre cette cause de diaphonie externe parce qu'aucun courant d'alimentation variable ne circule dans la connexion entre la borne commune (100) et le conducteur de référence (7). Ainsi, l'utilisation montrée sur la figure 10 procure une

10 diaphonie externe réduite, en plus de la réduction de la diaphonie interne et de l'écho inhérente à l'invention décrite dans ledit brevet français numéro 0300064 et la demande internationale correspondante.

Deuxième mode de réalisation.

Au titre d'un deuxième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon

15 l'invention, donné à titre non limitatif, nous avons représenté sur la figure 11 un dispositif d'interface selon l'invention comportant $m = 4$ bornes signal (101) et une borne commune (100), les bornes signal (101) et la borne commune (100) étant destinées à être connectées à une interconnexion ayant $m = 4$ conducteurs de transmission.

Un circuit d'émission (5) reçoit $q = 4$ "signaux d'entrée du circuit d'émission" provenant d'une source (2), la sortie du circuit d'émission étant couplée aux 4 bornes signal (101). La sortie du circuit d'émission (5) délivre, quand le circuit d'émission est dans l'état activé, $q = 4$ variables de transmission, chaque variable de transmission étant un courant sortant d'une des dites bornes signal (101), chaque variable de transmission étant

20 principalement déterminée par une combinaison linéaire des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission". Lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, sa sortie présente une haute impédance, de sorte que le circuit d'émission (5) ne produit pas de variables de transmission et ne cause qu'un courant négligeable à travers les bornes signal (101).

25

Un circuit de réception (6) identique à celui du premier mode de réalisation délivre, quand il est dans l'état activé, des "signaux de sortie du circuit de réception" au destinataire

30 (3).

Les spécialistes connaissent plusieurs méthodes adaptées à produire un état haute impédance à la sortie du circuit d'émission (5) et à la sortie du circuit de réception (6). La possibilité de contrôler l'état activé d'un circuit d'émission et/ou d'un circuit de réception est habituellement utilisée dans les architectures en bus de données. Nous notons que les circuits

35 nécessaires pour contrôler l'état activé du circuit d'émission (5) et du circuit de réception (6)

à un instant donné ne sont pas représentés sur la figure 11. Nous notons aussi que les lignes d'adresse et/ou de contrôle nécessaires pour coordonner l'état activé du circuit d'émission (5) et du circuit de réception (6) avec le fonctionnement des autres entités connectées à un tel bus ne sont pas représentées sur la figure 11.

- 5 Un circuit de terminaison (4) est couplé à chacune des dites bornes signal (101) et à ladite borne commune (100). Lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, le circuit de terminaison (4) est dans l'état activé. Un circuit d'amortissement (9) est connecté à ladite borne commune (100). Le circuit de terminaison (4) dans l'état activé et le circuit d'amortissement (9) sont, pour les dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100),
- 10 approximativement équivalents, en un point de repos, pour des petits signaux dans une partie de la bande de fréquences connue utilisée pour la transmission, au réseau à $m + 1$ bornes représenté sur la figure 12, ce réseau à $m + 1$ bornes étant constitué :
- d'un réseau à $m + 1$ bornes constitué de $m = 4$ dipôles linéaires passifs (801) (802) (803) (804) connectés entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100) et
 - 15 de $m(m - 1)/2 = 6$ autres dipôles linéaires passifs (8012) (8013) (8014) (8023) (8024) (8034), chacun des dits autres dipôles linéaires passifs étant connecté entre deux des dites bornes signal (101) ;
 - d'un dipôle linéaire passif (81) correspondant au circuit d'amortissement (9), ce dipôle linéaire passif étant connecté entre ladite borne commune (100) et ladite borne de référence.
- 20 Lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, le circuit de terminaison (4) est dans l'état activé, si bien que, en un point de repos, pour des petits signaux dans ladite partie de ladite bande de fréquences connue :
- le circuit de terminaison (4) a une matrice impédance $\mathbf{Z}_{CT}$ par rapport à ladite borne commune, $\mathbf{Z}_{CT}$ étant une matrice carrée d'ordre m non diagonale ;
 - 25 - le circuit de terminaison (4) n'a pas de matrice impédance par rapport à ladite borne de référence ;
 - la combinaison du circuit d'amortissement (9) et du circuit de terminaison (4) a une matrice impédance $\mathbf{Z}_{CL}$ par rapport à ladite borne commune, $\mathbf{Z}_{CL}$ étant une matrice carrée d'ordre $m + 1$ non diagonale ;
 - 30 - la combinaison du circuit d'amortissement (9) et du circuit de terminaison (4) a une matrice impédance $\mathbf{Z}_{GL}$ par rapport à ladite borne de référence, $\mathbf{Z}_{GL}$ étant une matrice carrée d'ordre $m + 1$ non diagonale.

Les matrices $\mathbf{Z}_{CT}$, $\mathbf{Z}_{CL}$ et $\mathbf{Z}_{GL}$ peuvent dépendre de la fréquence.

- Une interconnexion couplée aux bornes signal (101) et à la borne commune (100) voit
- 35 un élément de circuit ayant $m + 2 = 6$ bornes si nous incluons la borne de référence (masse). L'entrée du circuit de réception (6) présentant toujours une haute impédance dans ladite partie de ladite bande de fréquences connue, les courants à travers les bornes signal (101) et la borne

commune (100) sont principalement déterminés par le circuit de terminaison (4) et le circuit d'amortissement (9), lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé. Par conséquent, la figure 12 correspond aussi à un réseau équivalent de l'élément de circuit à $m + 2$ bornes vu par l'interconnexion lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, dans une mise en oeuvre idéale, en un point de repos, pour des petits signaux dans ladite partie de ladite bande de fréquences connue. Dans la figure 12, le courant i_c en petit signal sortant de ladite borne commune (100) est, à une fréquence f donnée,

$$i_c \approx -\sum_{\alpha=1}^m i_{\alpha} - \frac{v_c}{Z_D} \quad (2)$$

où les notations précédentes ont été utilisées et où Z_D est l'impédance, à la fréquence f , du dipôle linéaire passif (81) correspondant au circuit d'amortissement (9). Le spécialiste comprend que, dans une mise en oeuvre réelle, il est possible que cette égalité ne soit pas exactement satisfaite.

Une utilisation du dispositif selon le deuxième mode de réalisation de l'invention comporte une interconnexion ayant $m = 4$ conducteurs de transmission et un conducteur de référence. Dans cette utilisation, le circuit d'émission (5), la source (2), le circuit de réception (6), le destinataire (3) et le circuit d'amortissement (9) montrés sur la figure 11 sont réalisés à l'intérieur d'un seul circuit intégré, tandis que le circuit de terminaison (4) est réalisé dans un composant différent. Ledit circuit intégré, ledit composant et ladite interconnexion appartiennent à la même carte électronique et le conducteur de référence est un plan de masse du circuit imprimé de cette carte électronique. Les dits conducteurs de transmission sont des pistes réalisées dans le circuit imprimé. Les bornes signal (101) du dispositif selon l'invention sont connectées aux conducteurs de transmission de l'interconnexion et la borne commune (100) du dispositif selon l'invention est connectée au dit conducteur de référence. De façon à obtenir les meilleures performances en hautes fréquences, la(les) broche(s) du dit composant correspondant au noeud du circuit de terminaison (4) connecté à la borne commune (100) est(sont) directement connectée(s) au dit plan de masse. Pour la même raison, la(les) broche(s) du dit circuit intégré correspondant au noeud du circuit de réception (6) et du circuit d'amortissement (9) connecté à la borne commune (100) est(sont) directement connectée(s) au dit plan de masse. Considérant que la partie du plan de masse où ces connexions sont réalisées est une partie de la borne commune (100) du dispositif selon l'invention, nous pouvons considérer que la borne commune (100) du dispositif selon l'invention est mise à la masse en dehors du dispositif selon l'invention. Cependant, il aurait également été possible de considérer que la borne commune (100) du dispositif selon l'invention est mise à la masse à l'intérieur du dispositif selon l'invention, mais à l'extérieur du circuit de réception (6). Le spécialiste comprend que le dispositif selon l'invention procure une protection contre la diaphonie externe liée aux courants d'alimentation variables causés par ledit circuit intégré.

Troisième mode de réalisation.

Le troisième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, est représenté sur la figure 13. Le circuit de réception (6) et le circuit de terminaison (4) représentés sur la figure 13 sont tels que :

- 5 - chacun des $p = 3$ "signaux de sortie du circuit de réception" est délivré à une sortie (68) qui est une sortie différentielle comportant 2 bornes (681) (682) ;
- chacune des p sorties (68) correspond à la sortie d'une paire différentielle constituée de deux transistors (611) (612) dont les sources sont polarisées par une source de courant (613) et dont les drains sont polarisés par deux résistances (631) (632) ;
- 10 - chacune des $m = 3$ bornes signal (101) est connectée à la grille du premier transistor (611) d'une des dites paires différentielles ;
- la borne commune (100) est connectée à la grille des p seconds transistors (612) des dites paires différentielles ;
- le circuit de terminaison (4) est constitué de m résistances (431) connectées entre une des
- 15 dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100) et de $m - 1$ autres résistances (432), chacune des dites autres résistances étant connectée entre deux des dites bornes signal (101) ;
- le circuit de réception (6) est constitué de tous les composants montrés sur la figure 13, excepté les $2m - 1$ résistances (431) (432) du circuit de terminaison (4).

- Le spécialiste comprend que les sources de courant (613) représentées sur la figure 13
- 20 sont des éléments de circuit idéaux qui peuvent être réalisés avec des composants réels, par exemple en utilisant des miroirs de courant. Notons qu'une des bornes de chacune des sources de courant (613) est mise à la masse. Le spécialiste voit que le circuit de réception (6) représenté sur la figure 13 produit à ses sorties p "signaux de sortie du circuit de réception" correspondant chacun à une des voies de transmission, chacun des "signaux de sortie du circuit
 - 25 de réception" étant déterminé par une combinaison linéaire des tensions entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), chacune des dites combinaisons linéaires étant telle que seulement un des coefficients de ladite chacune des dites combinaisons linéaires n'est pas égal à zéro. En d'autres termes, chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" est déterminé par une et une seule des tensions entre une des dites bornes signal
 - 30 (101) et ladite borne commune (100).

- Dans la figure 13, si nous négligeons les courants de grille des transistors (611) (612) des paires différentielles, seules les résistances (431) (432) du circuit de terminaison (4) produisent des courants dans les bornes signal (101) et dans la borne commune (100). Nous notons que, dans ce troisième mode de réalisation, le circuit de terminaison (4) est équivalent,
- 35 pour lesdites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), à un réseau à $m + 1$ bornes tel que la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit réseau à $m + 1$ bornes

est égale à une matrice carrée d'ordre m non diagonale recherchée. Nous notons aussi que, dans ce troisième mode de réalisation, le circuit de terminaison (4) est toujours dans l'état activé.

Ce troisième mode de réalisation convient à la réception de signaux analogiques ou
5 numériques.

Quatrième mode de réalisation.

Le quatrième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, comporte le circuit de réception (6), le circuit de terminaison (4) et le circuit d'amortissement (9) représentés sur la figure 14, dans laquelle :

- 10 - chacun des $p = 3$ "signaux de sortie du circuit de réception" est délivré à une sortie (68) qui est une sortie unifilaire ;
- chacune des p sorties (68) correspond à une sortie d'un circuit de combinaison (64) ayant m entrées et p sorties ;
- chaque entrée du dit circuit de combinaison (64) correspond à la sortie d'une paire
15 différentielle constituée de deux transistors (611) (612) dont les sources sont polarisées par une source de courant (613) et dont les drains sont polarisés par deux résistances (631) (632) ;
- chacune des $m = 3$ bornes signal (101) est connectée à la première borne d'un condensateur (44) dont la seconde borne est connectée à la grille du premier transistor (611) d'une des dites paires différentielles ;
- 20 - la borne commune (100) est connectée à la première borne d'un condensateur (45) dont la seconde borne est connectée à la grille des p seconds transistors (612) des dites paires différentielles ;
- le circuit de terminaison (4) est constitué des dits condensateurs (44) (45) et de $2m + 1$ cellules (441) (442) définies plus haut dans la discussion des figures 5 et 6, m des dites cellules
25 (441) étant chacune connectée entre les grilles des transistors (611) (612) d'une des dites paires différentielles, et $m - 1$ des dites cellules (442) étant chacune connectée entre les grilles des premiers transistors (611) de deux des dites paires différentielles ;
- le circuit d'amortissement (9) est constitué d'une résistance (94) connectée entre un noeud à une tension d'alimentation et la grille des p seconds transistors (612) des dites paires
30 différentielles, et d'une résistance (95) connectée entre la borne de référence (masse) et la grille des p seconds transistors (612) des dites paires différentielles ;
- le circuit de réception (6) est constitué de tous les composants montrés sur la figure 14, excepté ceux déjà identifiés comme appartenant au circuit de terminaison (4) ou au circuit d'amortissement (9).

35 Ledit circuit de combinaison (64) est un amplificateur à entrées multiples et sorties

multiples ayant m entrées et p sorties, chaque tension de sortie du dit amplificateur à entrées multiples et sorties multiples étant une combinaison linéaire de ses tensions d'entrée telle qu'au moins deux des coefficients de ladite combinaison linéaire ne sont pas égaux à zéro. Le spécialiste voit que le circuit de réception (6) est un des circuits de réception décrits dans ladite
 5 demande de brevet français numéro 08/03830.

Le circuit de réception (6) n'est pas connecté directement aux dites bornes signal (101) et à ladite borne commune (100). Cependant, le circuit de réception (6) est couplé aux p bornes signal (101) à travers des condensateurs (44) et à ladite borne commune (100) à travers un condensateur (45), de telle façon que le circuit de réception (6) produit à ses sorties p "signaux
 10 de sortie du circuit de réception" correspondant chacun à une des voies de transmission, chacun des "signaux de sortie du circuit de réception" étant déterminé par une combinaison linéaire des tensions entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune, telle qu'au moins deux des coefficients de ladite combinaison linéaire ne sont pas égaux à zéro.

Le circuit d'amortissement (9) n'est pas connecté directement à ladite borne commune
 15 (100). Cependant, le circuit d'amortissement (9) est couplé à ladite borne commune (100) à travers un condensateur (45), de telle façon que le circuit d'amortissement (9) est, pour ladite borne commune (100), approximativement équivalent à un réseau constitué d'un dipôle passif connecté en série avec une source de tension délivrant une tension constante, ledit réseau ayant une première borne connectée à ladite borne commune (100), ledit réseau ayant une seconde
 20 borne connectée à ladite borne de référence (masse). Une autre fonction du circuit d'amortissement (9) est de fournir une polarisation convenable à la grille des transistors (611) (612).

Dans la définition ci-dessus du circuit de terminaison (4), du circuit d'amortissement (9) et du circuit de réception (6), les condensateurs (44) (45) procurant un couplage en courant
 25 alternatif sont définis comme faisant uniquement partie du circuit de terminaison (4). Par conséquent, le circuit de terminaison (4), le circuit d'amortissement (9) et le circuit de réception (6) sont deux à deux sans parties communes. Cependant, il est clair que les condensateurs (44) connectés aux dites bornes signal (101) sont nécessaires au fonctionnement du circuit de réception (6) et que le condensateur (45) connecté à ladite borne commune (100)
 30 est nécessaire au fonctionnement du circuit de réception (6) et du circuit d'amortissement (9). Par conséquent, il serait possible de considérer que les condensateurs (44) connectés aux dites bornes signal (101) appartiennent au circuit de réception (6) et/ou que le condensateur (45) connecté à ladite borne commune (100) appartient au circuit de réception (6) ou au circuit d'amortissement (9). Il serait également possible de considérer que le circuit de terminaison
 35 (4), le circuit d'amortissement (9) et le circuit de réception (6) ne sont pas deux à deux sans parties communes.

Lorsque le "premier signal de contrôle du circuit de terminaison" appliqué aux cellules

(441) (442) est bas et que le “second signal de contrôle du circuit de terminaison” appliqué aux cellules (441) (442) est haut, le circuit de terminaison (4) est considéré comme dans l’état désactivé.

Lorsque le “premier signal de contrôle du circuit de terminaison” appliqué aux cellules
 5 (441) (442) est haut et que le “second signal de contrôle du circuit de terminaison” appliqué aux cellules (441) (442) est bas, le circuit de terminaison (4) est considéré comme dans l’état activé et le circuit de terminaison (4) est, pour lesdites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), approximativement équivalent à un réseau à $m + 1$ bornes tel que, en un point de repos spécifié, pour des petits signaux dans une partie de ladite bande de fréquences connue, la
 10 matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit réseau à $m + 1$ bornes est égale à une matrice carrée d’ordre m non diagonale recherchée, cette matrice carrée d’ordre m non diagonale recherchée étant réglable par des moyens électriques, en utilisant le “premier signal de contrôle du circuit de terminaison” et/ou le “second signal de contrôle du circuit de terminaison”.

15 Ce quatrième mode de réalisation comporte aussi un circuit d’émission, qui n’est pas représenté sur la figure 14. Le quatrième mode de réalisation convient pour émettre et recevoir des signaux analogiques ou numériques sans composante en courant continu intentionnelle.

Cinquième mode de réalisation.

Le cinquième mode de réalisation d’un dispositif d’interface selon l’invention, donné
 20 à titre d’exemple non limitatif, correspond également au circuit de réception, au circuit de terminaison et au circuit d’amortissement représentés sur la figure 14.

Le cinquième mode de réalisation est identique au quatrième mode de réalisation sauf que, dans le cinquième mode de réalisation, le circuit de combinaison (64) est un dispositif à entrées multiples utilisant le traitement numérique du signal ayant p entrées analogiques, au
 25 lieu de l’amplificateur à entrées multiples et sorties multiples utilisé dans le quatrième mode de réalisation. Chaque signal de sortie du dit dispositif à entrées multiples utilisant le traitement numérique du signal est déterminé par une combinaison linéaire de ses tensions d’entrée telle qu’au moins deux des coefficients de ladite combinaison linéaire ne sont pas égaux à zéro. Le spécialiste voit que le circuit de réception (6) est un des circuits de réception
 30 décrits dans ladite demande de brevet français numéro 08/03830.

Ce circuit de réception (6) est tel que chacun des dits “signaux de sortie du circuit de réception” est un signal numérique disponible à l’une des sorties (68). Alternativement, chacun des dits “signaux de sortie du circuit de réception” pourrait être délivré par une interface parallèle utilisant plusieurs bornes de sortie. Alternativement, tous les dits “signaux de sortie
 35 du circuit de réception” pourraient partager la même interface série ou parallèle, chacun des

dits “signaux de sortie du circuit de réception” correspondant à une voie de transmission logique créée à cette interface.

INDICATIONS SUR LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Le dispositif d'interface selon l'invention est adapté à la transmission entre circuits
5 intégrés dans une interconnexion à deux ou plus de deux conducteurs de transmission, la transmission présentant des couplages non voulus réduits. Un dispositif d'interface selon l'invention peut prendre la place d'un circuit de réception et d'un circuit de terminaison utilisés dans un des dispositifs décrits dans les dits brevets français numéro 0300064, numéro 0302814 et numéro 0303087 et les demandes internationales correspondantes, et fournir de cette façon
10 une réduction de la diaphonie externe. Ceci est par exemple expliqué dans la discussion de l'utilisation montrée sur la figure 10. Cependant, nous notons que le dispositif d'interface selon l'invention n'est compatible avec aucun procédé connu de transmission pseudo-différentielle, puisque ni l'état de l'art antérieur ni cette demande ne contiennent la description d'un procédé de transmission pseudo-différentielle pouvant utiliser un circuit de terminaison
15 approximativement équivalent à un réseau à $m + 1$ bornes tel que la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit réseau à $m + 1$ bornes est égale à une matrice carrée d'ordre m non diagonale recherchée. Par exemple, nous notons que l'utilisation montrée sur la figure 10 ne correspond pas à un procédé de transmission pseudo-différentielle au sens de ladite demande de brevet français numéro 07/05260 et de ladite demande internationale
20 correspondante, parce qu'elle utilise une interconnexion qui ne comporte ni un conducteur commun ni un conducteur de retour distinct du conducteur de référence.

Par conséquent, le dispositif d'interface selon l'invention est très différent de l'invention décrite dans ladite demande de brevet français numéro 07/04421 et ladite demande internationale correspondante, qui est destinée à être utilisée dans un procédé de transmission
25 pseudo-différentielle mais qui ne peut pas prendre la place d'un circuit de réception et d'un circuit de terminaison utilisés dans un des dispositifs décrits dans les dits brevets français numéro 0300064, numéro 0302814 et numéro 0303087 et les demandes internationales correspondantes.

Nous notons que, dans les modes de réalisation d'un dispositif d'interface selon
30 l'invention, donnés ci-dessus à titre d'exemples non limitatifs et représentés sur les figures 5, 13 et 14, les composants actifs sont des MOSFET. Ceci n'est nullement une caractéristique de l'invention, et les spécialistes comprennent qu'il eût également été possible d'utiliser des transistors bipolaires ou d'autres types de composants actifs. Par conséquent, le dispositif d'interface selon l'invention peut être mis en oeuvre dans des circuits intégrés réalisés en
35 utilisant n'importe quel procédé de fabrication applicable.

L'invention est adaptée à la protection contre le bruit produit par des couplages électromagnétiques non voulus sur des circuits imprimés. Elle est particulièrement bénéfique aux circuits imprimés comportant des circuits analogiques à large bande ou des circuits numériques rapides.

- 5 Le dispositif d'interface selon l'invention est particulièrement adapté à la transmission à l'intérieur d'un circuit intégré, car il procure une bonne protection contre le bruit lié aux courants circulant dans le conducteur de référence et dans le substrat du circuit intégré.

- Un dispositif d'interface selon l'invention peut être réalisé à l'intérieur d'un circuit intégré, mais ceci n'est nullement une caractéristique de l'invention. Par exemple, il peut être
10 intéressant que le circuit de réception soit réalisé à l'intérieur d'un circuit intégré, le circuit de terminaison étant réalisé à l'extérieur de ce circuit intégré.

L'invention est adaptée à une mise en oeuvre dans une architecture en bus de données.

L'invention est particulièrement adaptée à la signalisation multiniveau, car ce type de procédé de transmission est plus sensible au bruit que la signalisation binaire.

- 15 L'invention, en particulier lorsque les variables de transmission utilisées par ledit circuit d'émission sont des courants, est particulièrement adaptée à la signalisation bidirectionnelle simultanée, car ce type de procédé de transmission est plus sensible au bruit que la signalisation unidirectionnelle.

REVENDECATIONS

1. Dispositif pour la transmission de signaux dans une pluralité de voies de transmission, dans une bande de fréquences connue, comportant :
 - 5 m bornes signal (101), une borne commune (100) et une borne de référence, les bornes signal (101) étant destinées à être connectées à une interconnexion ayant m conducteurs de transmission, m étant un entier supérieur ou égal à 2 ;
 - un circuit de réception (6) délivrant, quand le circuit de réception (6) est dans l'état activé, p "signaux de sortie du circuit de réception" correspondant chacun à une voie de transmission, p étant un entier supérieur ou égal à 2 et inférieur ou égal à m , l'entrée
 - 10 du circuit de réception (6) étant couplée à au moins p des dites bornes signal (101) et à ladite borne commune (100), chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" étant principalement déterminé par une ou plusieurs des tensions entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100) ;
 - 15 un circuit de terminaison (4) couplé à chacune des dites bornes signal (101) et à ladite borne commune (100), le circuit de terminaison (4) étant, quand le circuit de terminaison (4) est dans l'état activé, approximativement équivalent, pour lesdites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), à un réseau à $m + 1$ bornes tel que, en au moins un point de repos, pour des petits signaux dans une partie de ladite bande de fréquences
 - 20 connue, la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit réseau à $m + 1$ bornes est égale à une matrice carrée d'ordre m non diagonale recherchée.
2. Dispositif pour la transmission de signaux selon la revendication 1, dans lequel chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" est principalement déterminé par une combinaison linéaire des tensions entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne
 - 25 commune (100).
3. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" est déterminé par une et une seule des tensions entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100).
- 30 4. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit circuit de terminaison (4) est dans l'état activé lorsque ledit circuit de réception (6) est dans l'état activé.

5. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit circuit de terminaison (4) dans l'état activé peut être réglée par des moyens électriques.
6. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit circuit de terminaison (4) a un état activé et un état désactivé, chaque courant circulant depuis ledit circuit de terminaison (4) vers une des dites bornes signal (101) étant pratiquement nul lorsque ledit circuit de terminaison (4) est dans l'état désactivé.
7. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre un circuit d'émission (5) recevant q "signaux d'entrée du circuit d'émission" correspondant chacun à une voie de transmission, q étant un entier supérieur ou égal à 2 et inférieur ou égal à m , la sortie du circuit d'émission (5) délivrant, quand le circuit d'émission (5) est dans l'état activé, au moins q variables de transmission aux dites bornes signal (101), chaque variable de transmission étant principalement déterminée par un ou plusieurs des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission".
8. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit dispositif pour la transmission de signaux constitue une partie d'un circuit intégré, chacune des dites bornes signal (101) étant couplée à une ou plusieurs broches du dit circuit intégré, ladite borne commune (100) étant couplée à une ou plusieurs broches du dit circuit intégré.
9. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre un circuit d'amortissement couplé à ladite borne commune (100), le circuit d'amortissement étant, pour ladite borne commune (100), approximativement équivalent à un réseau constitué d'un dipôle passif connecté en série avec une source de tension délivrant une tension constante, ledit réseau ayant une première borne connectée à ladite borne commune (100), ledit réseau ayant une seconde borne connectée à ladite borne de référence.
10. Utilisation d'un dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la borne commune (100) du dit dispositif pour la transmission de signaux est mise à la masse.

1 / 8

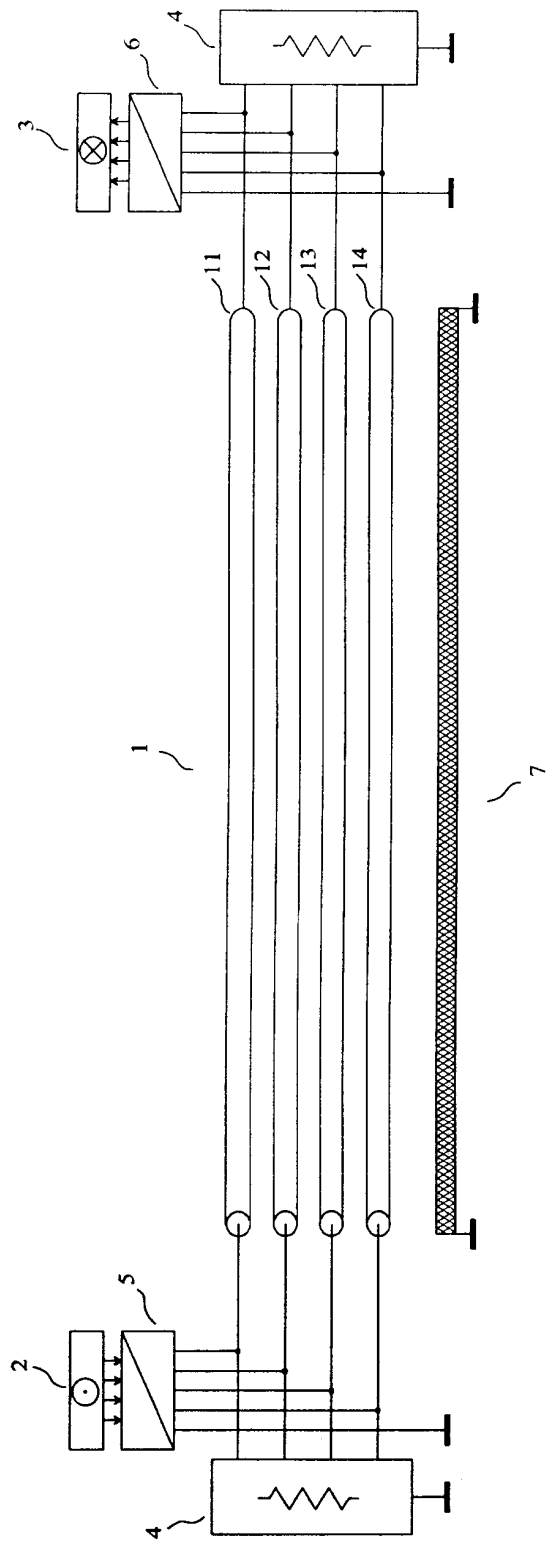
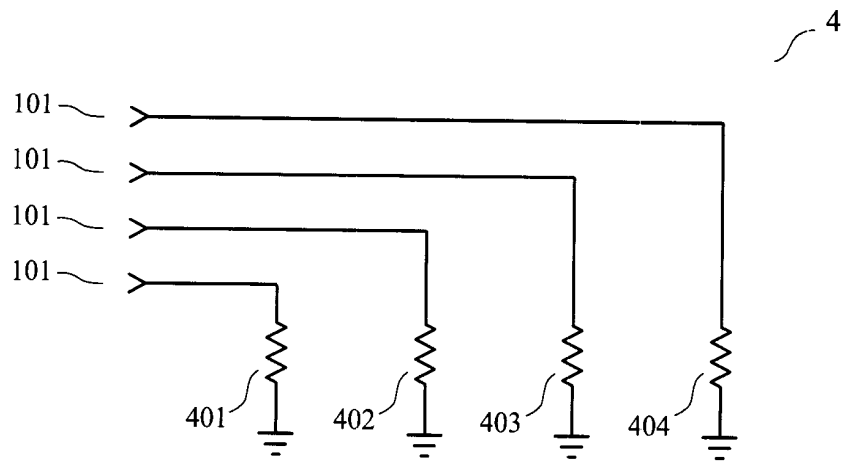
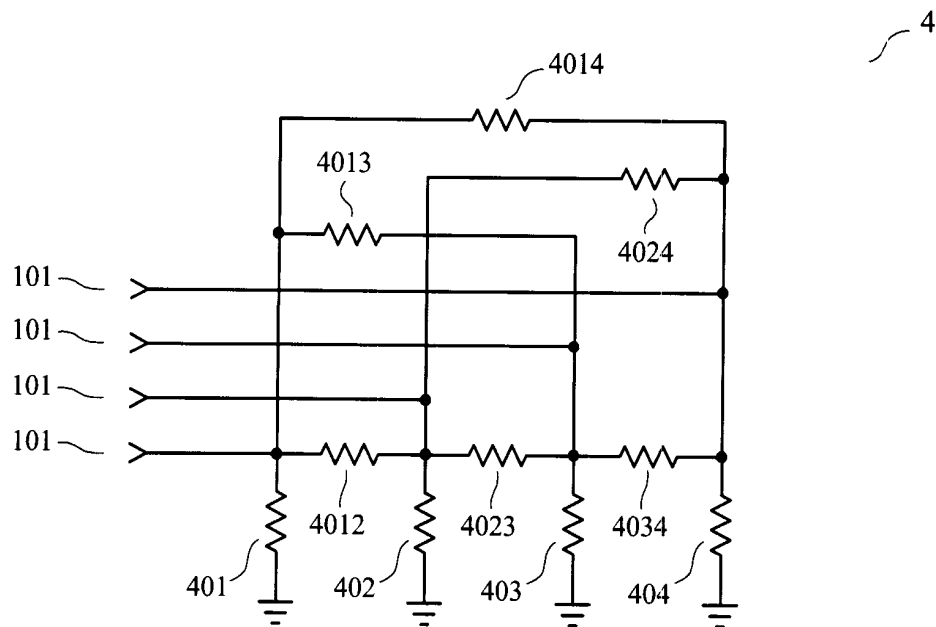
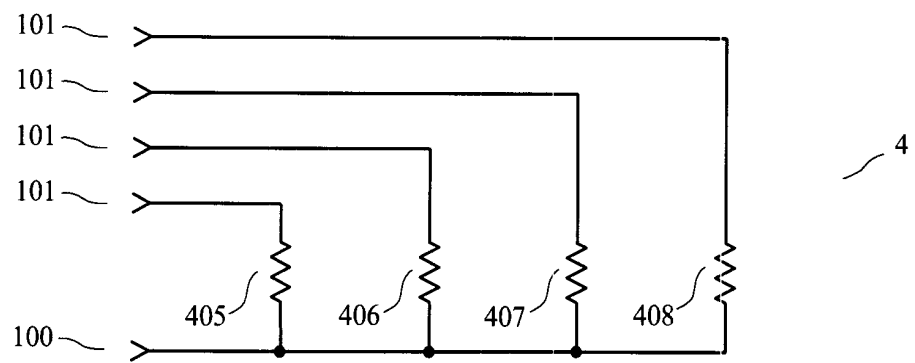
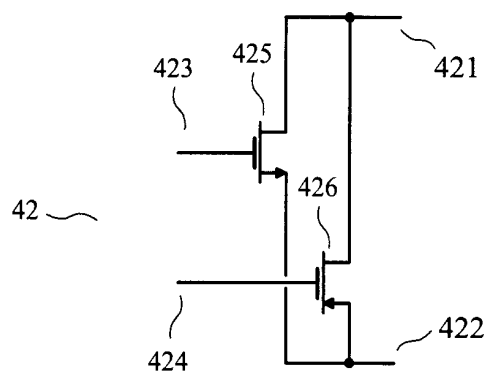
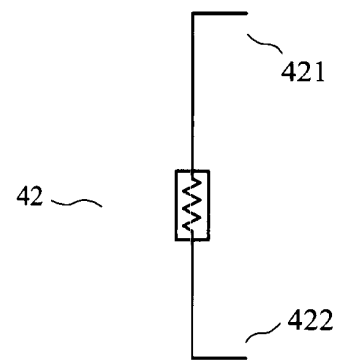
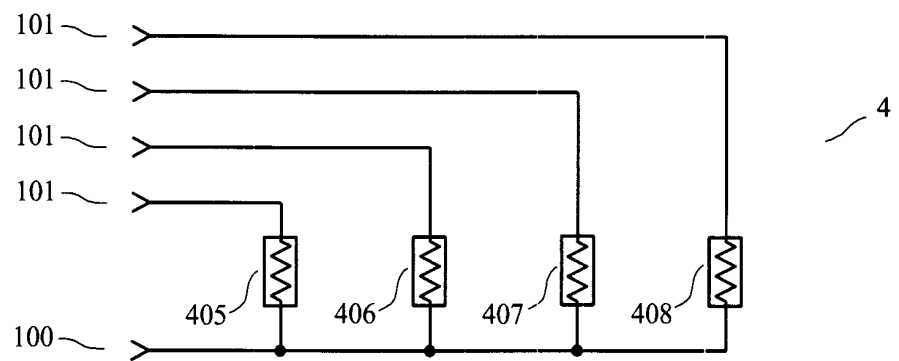


FIG. 1

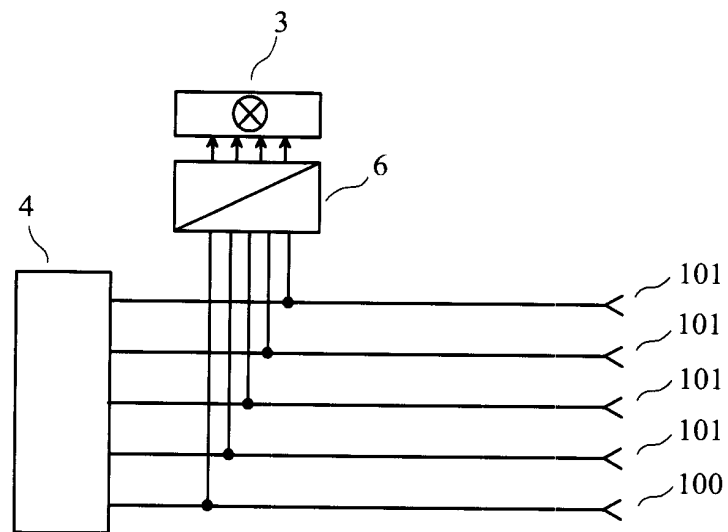
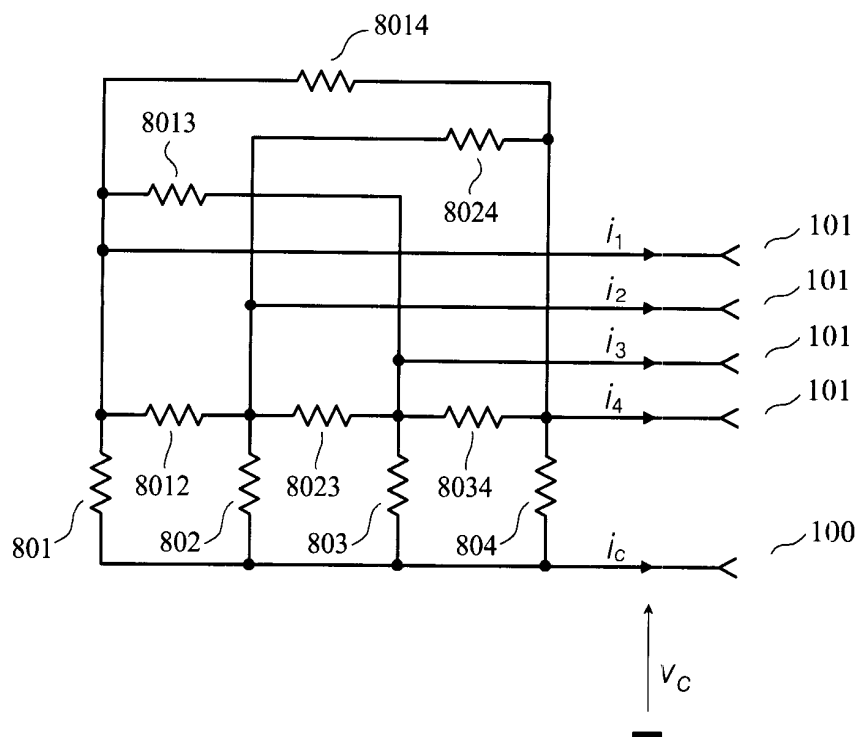
2 / 8

**FIG. 2****FIG. 3**

3 / 8

**FIG. 4****FIG. 5****FIG. 6****FIG. 7**

4 / 8

**FIG. 8****FIG. 9**

5 / 8

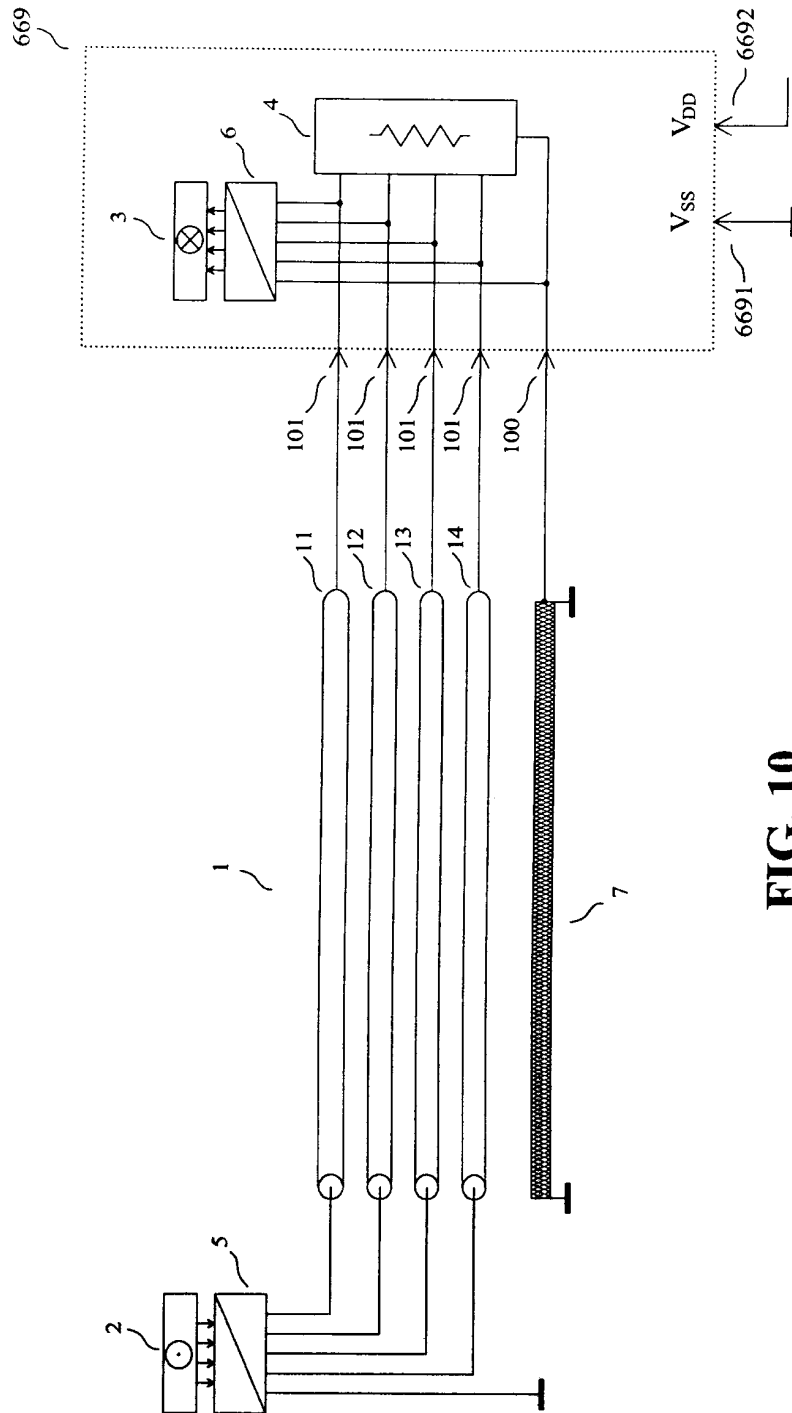


FIG. 10

6 / 8

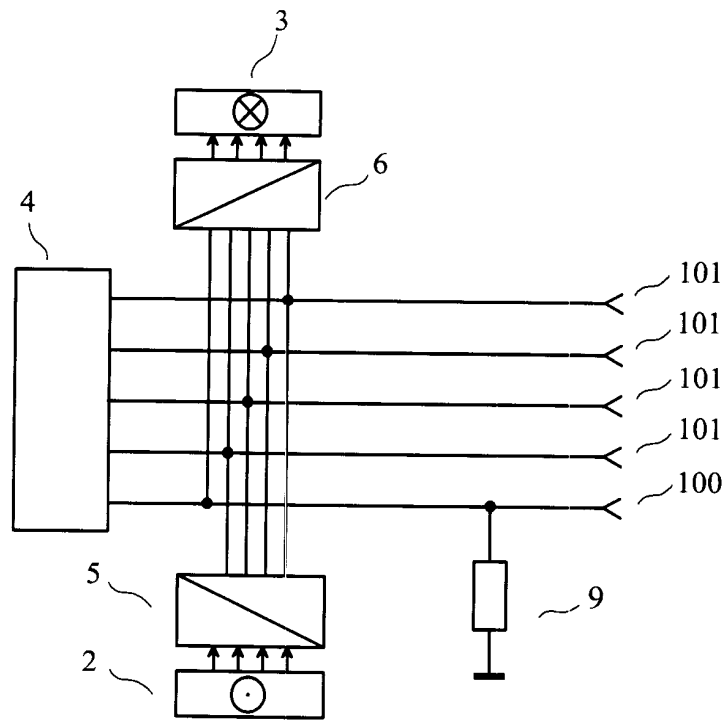


FIG. 11

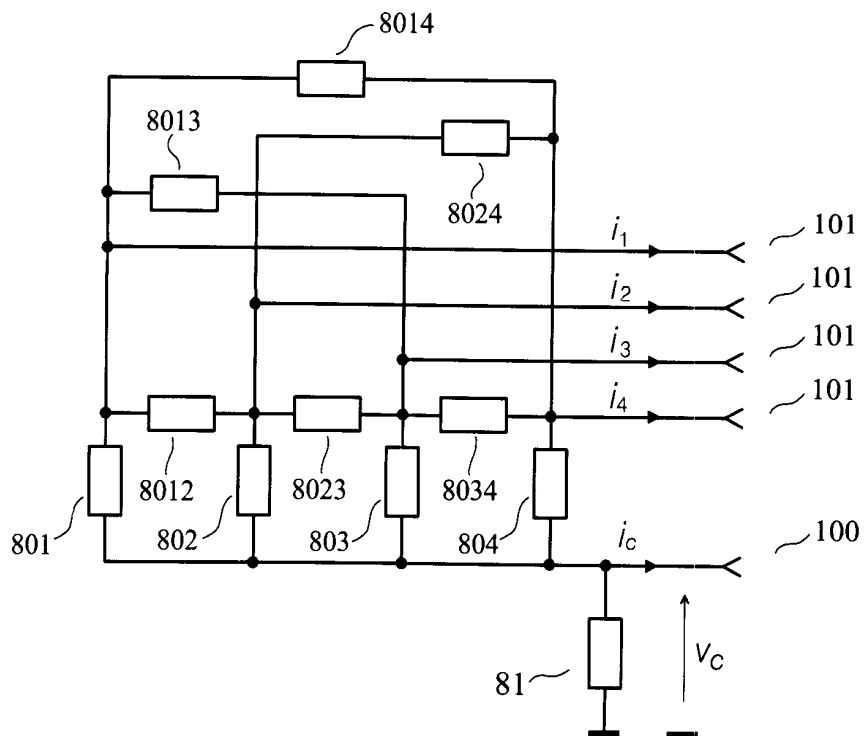


FIG. 12

7/8

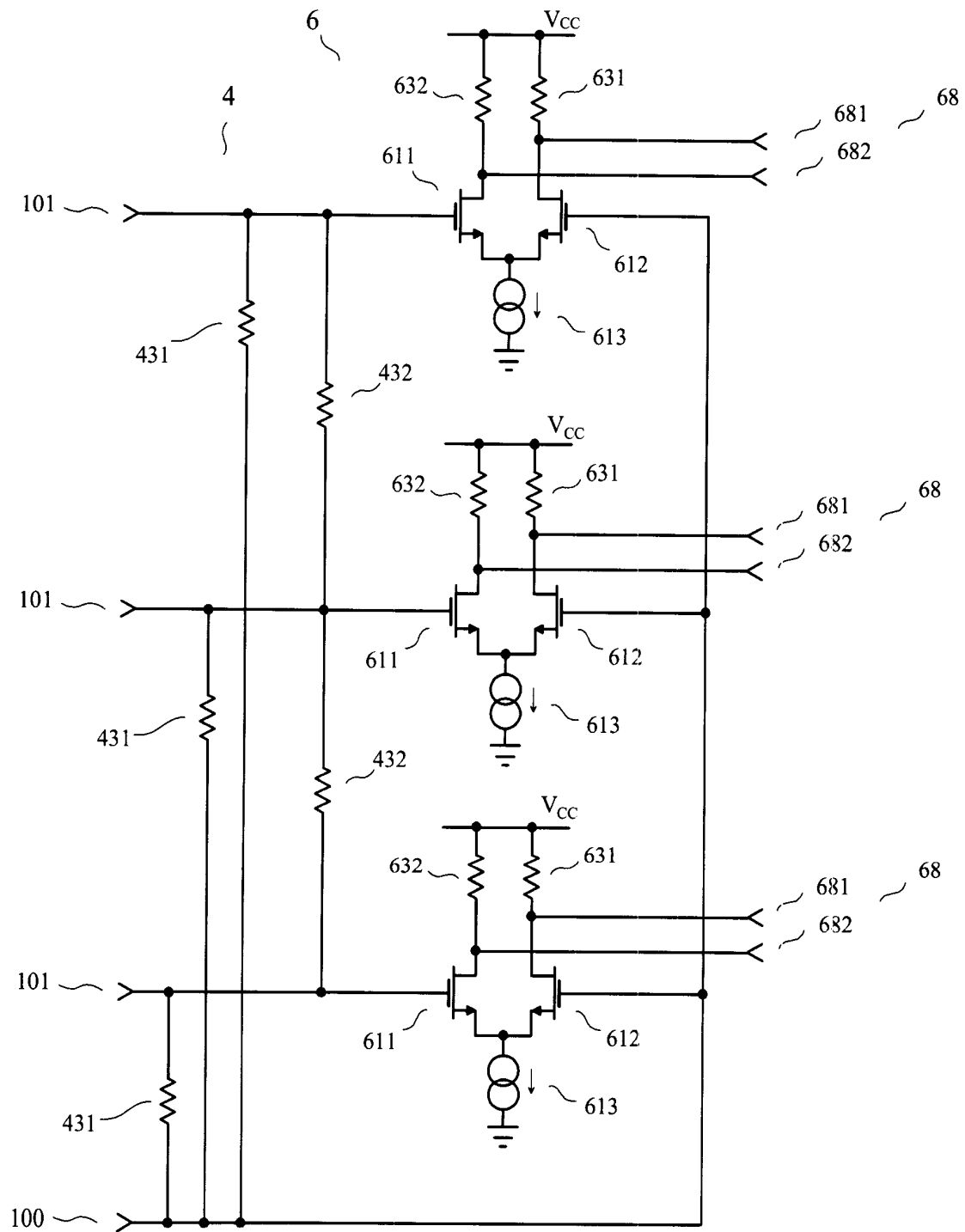


FIG. 13

8 / 8

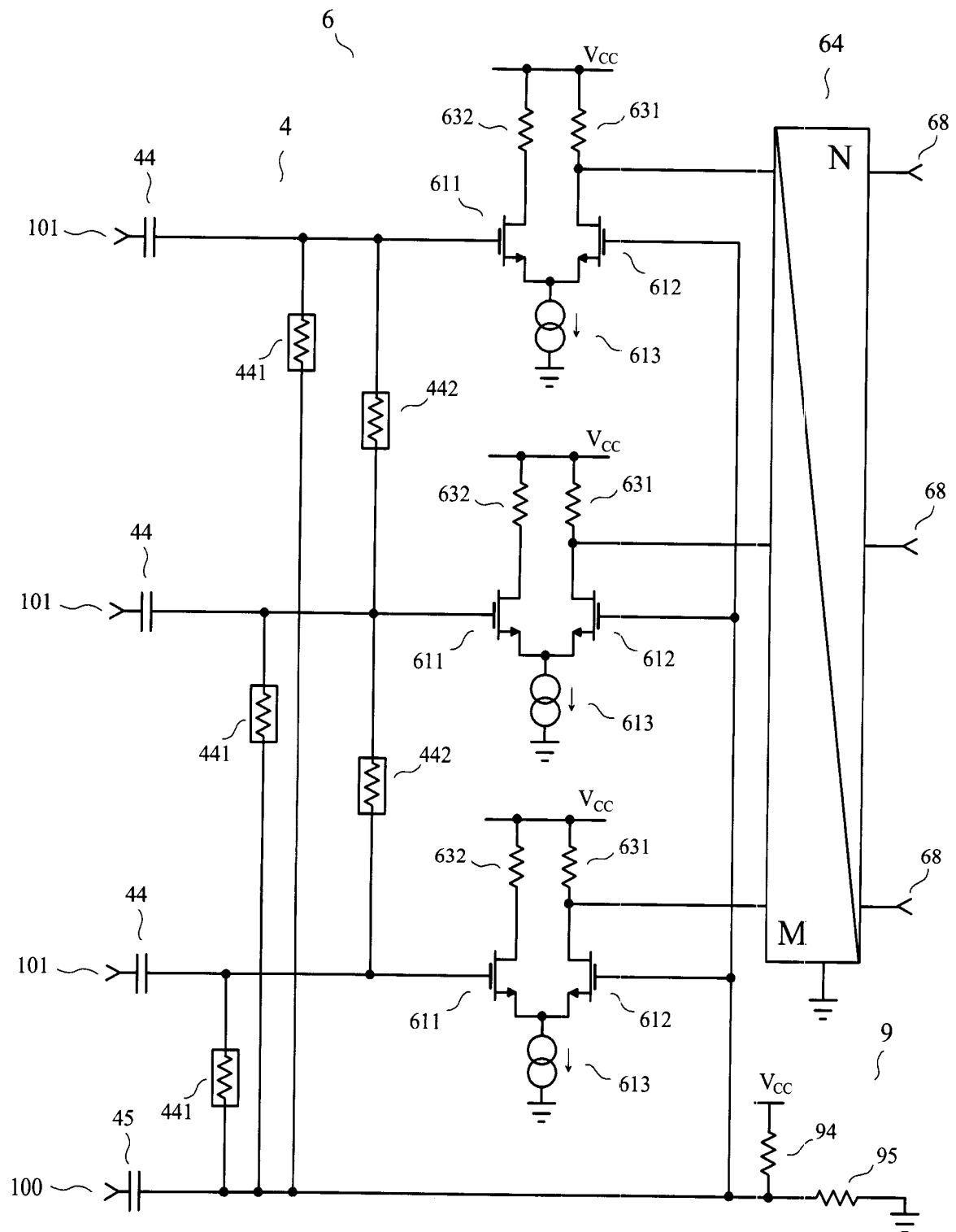


FIG. 14

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- ☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Le demandeur a maintenu les revendications.
- ☒ Le demandeur a modifié les revendications.
- ☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- ☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- ☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- ☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- ☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

FR 2 849 728 A (EXCEM [FR])
9 juillet 2004 (2004-07-09)

BROYDE: "Clear as a bell [controlling crosstalk in uniform interconnections]" IEEE CIRCUITS AND
DEVICES MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 20, no. 6, 1 novembre
2004 (2004-11-01), pages
29-37, XP011142067 ISSN: 8755-3996

BROYDÉ F, CLAVELIER E: "A new pseudo-differential transmission scheme for on-chip and on-board
interconnections" PROCEEDINGS OF THE CEM 08 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY, 20 mai 2008 (2008-05-20), - 23 mai
2008 (2008-05-23) XP002499431 Paris

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 6 226 330 B1 (MANSUR DANIEL C [US])
1 mai 2001 (2001-05-01)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT