

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

①① N° de publication :

2 940 869

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

②① N° d'enregistrement national :

09 00042

⑤① Int Cl⁸ : **H 04 B 3/32** (2006.01), H 04 B 3/02

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF D'INTERFACE MULTICANAL AVEC CIRCUIT DE COMMUTATION.

②② Date de dépôt : 08.01.09.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 09.07.10 Bulletin 10/27.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 11.02.11 Bulletin 11/06.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

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

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

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

⑦④ Mandataire(s) : EXCEM.

FR 2 940 869 - B1



Dispositif d'interface multicanal avec circuit de commutation.

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 à travers une interconnexion comportant $m + 1$
conducteurs, dont m conducteurs de transmission. Nous considérerons trois dégradations de
la transmission : l'écho, la diaphonie interne et la diaphonie externe. La diaphonie interne est
la diaphonie à l'intérieur de l'interconnexion, entre les différentes voies de transmission. La
diaphonie externe est la diaphonie impliquant des couplages entre l'interconnexion et le monde

extérieur.

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. Dans ce procédé, l'écho peut être réduit (mais non éliminé) en utilisant une terminaison convenable. Il est bien connu que cette méthode est sujette à la diaphonie interne.

L'état de la technique antérieure concernant les transmissions sans écho et sans diaphonie interne est exposé dans les 3 brevets suivants :

- 10 - 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" ;
- 15 - 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".

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 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 des mailles comportant un chemin dans le conducteur de référence. Ce cas particulier de diaphonie externe est parfois appelé "ground noise" ou "ground bounce" en anglais.

Si l'interconnexion est utilisée pour réaliser m liaisons unifilaires, 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 est donc vulnérable à la diaphonie externe (il est aussi sujet à la diaphonie interne).

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 courant de retour produit par les courants circulant sur les m conducteurs de transmission. Ces inventions, qui conviennent pour réduire ou éliminer la diaphonie interne, sont donc sujettes à la diaphonie externe.

5 Cependant, il existe des procédés de transmission destinés à procurer une bonne 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
10 "Differential signaling with a reduced number of signal paths" publié dans *IEEE Transactions 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 en 2007).

 Un dispositif de transmission différentiel procurant m voies de transmission utilise une
15 interconnexion ayant $n = 2 m$ conducteurs de transmission. Un dispositif de transmission 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
20 07/05260 et la demande internationale correspondante.

 Il doit être noté que l'expression "pseudo-différentiel" est aussi appliquée à des dispositifs qui ne concernent en aucune façon les transmissions pseudo-différentielles. Par exemple, la demande de brevet des Etats-Unis d'Amérique numéro US 2006/0267633 intitulée
25 "Pseudo-differential output driver with high immunity to noise and jitter" concerne un dispositif ayant une voie d'entrée différentielle et une voie de sortie unifilaire : ce dispositif n'est en aucune façon relatif à une transmission pseudo-différentielle. Par exemple, le brevet des Etats-Unis d'Amérique numéro 5,638,322 intitulé "Apparatus and method for improving common mode noise rejection in pseudo-differential sense amplifiers" concerne des amplificateurs de détection qui dans une certaine mesure ressemblent à des amplificateurs
30 différentiels conventionnels : cette invention n'est en aucune façon relative à une transmission pseudo-différentielle.

 Le procédé divulgué dans ladite demande de brevet numéro 07/05260 et la demande internationale correspondante surmonte ces limitations et est très efficace pour supprimer la diaphonie externe et l'écho. Cependant, ce procédé ne réduit pas la diaphonie interne. Par
35 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, France,

en mai 2008, montre que ce procédé ne procure pas de réduction de la diaphonie interne. Par exemple, l'article de F. Broydé et E. Clavelier intitulé "Pseudo-differential links using a wide return conductor and a floating termination circuit" publié dans les actes du "2008 IEEE International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)", qui s'est tenu à
 5 Knoxville, Tennessee, dans les États-Unis d'Amérique, en août 2008, montre aussi que de la diaphonie interne est présente dans une liaison pseudo-différentielle utilisant le procédé de ladite demande de brevet numéro 07/05260 et de la demande internationale correspondante.

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

La demande de brevet français numéro 08/03985 du 11 juillet 2008, intitulée "Dispositif d'interface multicanal avec circuit d'équilibrage" décrit un dispositif d'interface qui peut remplacer un circuit d'émission utilisé dans un des dispositifs décrits dans les dits
 15 brevets français numéro 0300064, numéro 0302814 et numéro 0303087, et les demandes internationales correspondantes, et qui peut de cette façon procurer une réduction de la diaphonie externe. Cependant, ce dispositif d'interface ne réduit pas la diaphonie externe se produisant dans l'interconnexion.

La demande de brevet français numéro 08/04429 du 4 août 2008, intitulée "Procédé de
 20 transmission pseudo-différentiel utilisant des variables électriques modales" et la demande de brevet français numéro 08/04430 du 4 août 2008, intitulée "Procédé de transmission pseudo-différentiel utilisant des variables électriques naturelles" décrivent des dispositifs pseudo-différentiels pour la transmission qui peuvent être utilisés pour obtenir un écho réduit, une diaphonie interne réduite et une diaphonie externe réduite. Un tel dispositif pseudo-différentiel
 25 pour la transmission est montré sur la figure 1, ce dispositif comportant une interconnexion (1) ayant $n = 4$ conducteurs de transmission et un conducteur de retour (10) distinct du conducteur de référence (7). Dans la figure 1, chaque extrémité de l'interconnexion (1) est connectée à un circuit de terminaison (4) qui n'est pas connecté au conducteur de référence (7). Trois circuits d'amortissement (8) sont connectés entre le conducteur de retour (10) et le conducteur de
 30 référence (7). Les circuits d'émission (5) reçoivent à leurs entrées les signaux des $m = 4$ voies des deux sources (2), et sont connectés aux conducteurs de l'interconnexion (1). Les circuits de réception (6) sont connectés aux conducteurs de l'interconnexion (1). Le dispositif pseudo-différentiel pour la transmission procure m voies de transmission, tels que les signaux des m voies d'une source (2) connectée à un circuit d'émission (5) dans l'état activé sont transmis
 35 aux m voies des destinataires (3), sans écho, diaphonie interne ou diaphonie externe notables. Nous notons que le dispositif pseudo-différentiel pour la transmission représenté sur la figure 1 procure une transmission bidirectionnelle.

Un tel dispositif pseudo-différentiel pour la transmission peut comporter un dispositif d'interface décrit dans ladite demande de brevet français 08/03985. Le spécialiste voit que, dans le cas où une transmission bidirectionnelle est nécessaire, le dispositif pseudo-différentiel pour la transmission décrit dans ladite demande de brevet français numéro 08/04429 doit, selon l'état de la technique antérieure, utiliser un dispositif d'interface décrit dans ladite demande de brevet français 08/03985. Par exemple, le cinquième mode réalisation de ladite demande de brevet français numéro 08/04429, représenté sur la figure 1, doit utiliser un dispositif d'interface décrit dans ladite demande de brevet français 08/03985. Le spécialiste voit aussi que, de la même façon, cette exigence s'applique au dispositif pseudo-différentiel pour la transmission décrit dans ladite demande de brevet français numéro 08/04430, dans le cas où une transmission bidirectionnelle est nécessaire et où les variables de transmission délivrées par un circuit d'émission sont des combinaisons linéaires de signaux chacun principalement déterminé par un et un seul des m "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des combinaisons linéaires étant telle qu'au moins deux des coefficients de ladite au moins une des combinaisons linéaires ne sont pas égaux à zéro.

Malheureusement, il n'est pas aisé de construire un circuit d'équilibrage rapide et précis pour le dispositif d'interface décrit dans ladite demande de brevet français 08/03985. De plus, la difficulté augmente lorsque des transistors plus petits sont utilisés, à cause de la basse impédance de sortie des MOSFETs en technologie CMOS submicronique profond (en anglais : deep sub-micron CMOS technology). Par conséquent, il est souvent coûteux de construire des dispositifs d'interface à hautes performances pour les dispositifs pseudo-différentiels pour la transmission décrits dans les dites demandes de brevet français numéros 08/04429 et 08/04430, dans le cas où une transmission bidirectionnelle est nécessaire.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

Le dispositif d'interface selon l'invention a pour but de procurer 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 au moins 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 1 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 au moins une des tensions entre une des dites bornes signal et ladite borne commune ;

5 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 étant couplée à chacune des dites bornes signal, la sortie du circuit d’émission délivrant, quand le circuit d’émission est dans l’état activé, m variables de transmission, chacune des dites variables de transmission
10 étant soit une tension entre une des dites bornes signal et ladite borne de référence soit un courant sortant d’une des dites bornes signal, chacune des dites variables de transmission étant principalement déterminée par au moins un des dits “signaux d’entrée du circuit d’émission”, au moins une des dites variables de transmission n’étant pas principalement déterminée par un seul des dits “signaux d’entrée du circuit
15 d’émission” ;

un circuit de commutation de la borne commune ayant un état ouvert et un état fermé, le circuit de commutation de la borne commune ayant une borne de courant de retour connectée à ladite borne commune, le circuit de commutation de la borne commune étant dans l’état fermé lorsque le circuit d’émission est dans l’état activé, le circuit de
20 commutation de la borne commune étant dans l’état ouvert lorsque le circuit de réception est dans l’état activé, le circuit de commutation de la borne commune dans l’état fermé procurant, entre ladite borne commune et ladite borne de référence, une tension approximativement égale à la somme d’une tension constante et de la tension, déterminée en utilisant la convention de signe des générateurs, qui apparaîtrait aux
25 bornes d’un premier dipôle passif à travers lequel circulerait le courant circulant depuis ladite borne de courant de retour vers ladite borne commune.

Selon l’invention, la borne commune n’est pas connectée à la borne de référence, en accord avec le principe des transmissions pseudo-différentielles. Dans la suite, les expressions “est dans l’état désactivé” et “n’est pas dans l’état activé” sont équivalentes.

30 Selon l’invention, les dits “signaux de sortie du circuit de réception” peuvent être des signaux analogiques ou des signaux numériques. Selon l’invention, les dits “signaux d’entrée du circuit d’émission” peuvent être des signaux analogiques ou des signaux numériques.

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
35 dans l’état activé. Selon l’invention, il existe un état désactivé du circuit de réception, dans lequel le circuit de commutation de la borne commune peut être dans l’état fermé.

Selon l’invention, le circuit d’émission dans l’état activé délivre des variables de

transmission, chacune des dites variables de transmission étant principalement déterminée par au moins un des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des dites variables de transmission n'étant pas principalement déterminée par un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission". Selon l'invention, il existe un état désactivé du circuit d'émission, dans lequel le circuit de commutation de la borne commune peut être dans l'état ouvert.

Par conséquent, selon l'invention, ledit circuit de réception et ledit circuit d'émission ne peuvent pas être simultanément dans l'état activé, mais ledit circuit de réception et ledit circuit d'émission peuvent être simultanément dans l'état désactivé. Lorsque le circuit de réception est dans l'état activé, la sortie du circuit d'émission dans l'état désactivé doit être telle que la tension entre la borne commune et la masse peut varier (ceci est nécessaire pour une liaison pseudo-différentielle) et telle que les tensions entre les bornes signal couplées à l'entrée du circuit de réception et ladite borne commune peuvent varier. Par contre, il n'y a pas d'exigence générale similaire relative à la sortie du circuit de réception dans l'état désactivé, selon la définition donnée ci-dessus d'un dispositif selon l'invention.

Selon l'invention, chacune des dites variables de transmission est principalement déterminée par au moins un des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des dites variables de transmission n'étant pas principalement déterminée par un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission". Ceci doit être interprété dans un sens large, comme : chacune des dites variables de transmission est principalement déterminée, à chaque instant, par l'histoire, jusqu'au dit instant, d'au moins un des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des dites variables de transmission n'étant pas principalement déterminée par l'histoire, jusqu'au dit instant, d'un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission".

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, chacune des dites variables de transmission délivrées par ledit circuit d'émission peut être une combinaison linéaire de signaux chacun principalement déterminé par un et un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des dites combinaisons linéaires étant telle qu'au moins deux des coefficients de ladite au moins une des dites combinaisons linéaires ne sont pas égaux à zéro.

Le circuit d'émission utilisé dans un dispositif selon l'invention peut par exemple seulement utiliser un traitement analogique du signal pour produire les dites variables de transmission. Il est également possible que le circuit d'émission utilisé dans un dispositif selon l'invention emploie un traitement numérique du signal pour produire les dites variables de transmission.

Le spécialiste comprend aussi que, selon l'invention, chaque variable de transmission délivrée par ledit circuit d'émission peut être principalement déterminée par une combinaison

linéaire de “signaux d’entrée du circuit d’émission” filtrés, au moins une des dites variables de transmission n’étant pas principalement déterminée par un et un seul des dits “signaux d’entrée du circuit d’émission” filtrés, chacun des dits “signaux d’entrée du circuit d’émission” filtrés étant le résultat de l’application d’un filtrage linéaire à un des dits “signaux d’entrée du circuit d’émission”. Chacun des dits “signaux d’entrée du circuit d’émission” filtrés peut être pratiquement égal au signal d’entrée correspondant du circuit d’émission. Par conséquent, selon l’invention, chacune des dites variables de transmission délivrées par ledit circuit d’émission peut être principalement déterminée par une combinaison linéaire des dits “signaux d’entrée du circuit d’émission”, au moins une des dites combinaisons linéaires étant telle qu’au moins deux des coefficients de ladite au moins une des dites combinaisons linéaires ne sont pas égaux à zéro.

Pour ledit circuit de réception, chacun des dits “signaux de sortie du circuit de réception” est principalement déterminé par au moins une 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 et ladite borne commune. Par conséquent, 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 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 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.

Selon l’invention, l’expression “tension, déterminée en utilisant la convention de signe des générateurs, qui apparaîtrait aux bornes d’un dipôle à travers lequel circulerait le courant circulant depuis ladite borne de courant de retour vers ladite borne commune” fait évidemment référence à la plus générale “tension, déterminée en utilisant la convention de signe des générateurs, qui apparaîtrait aux bornes d’un dipôle soumis au courant circulant depuis ladite borne de courant de retour vers ladite borne commune”, c’est-à-dire une tension qui, à chaque instant, est uniquement déterminée par l’histoire, jusqu’au dit instant, du courant circulant depuis ladite borne de courant de retour vers ladite borne commune. Le spécialiste comprend que cette expression n’implique pas qu’un dipôle soumis au courant circulant depuis ladite borne de courant de retour vers ladite borne commune est réellement présent dans un dispositif

selon l'invention : le dipôle est seulement utilisé pour modéliser la tension entre ladite borne commune et ladite borne de référence (cette tension étant égale à la tension entre ladite borne de courant de retour et ladite borne de référence).

5 Selon l'invention, ledit circuit de commutation de la borne commune dans l'état fermé se comporte approximativement, pour ladite borne commune, comme un premier dipôle passif ayant une première borne maintenue à une tension fixe par rapport à ladite borne de référence, et une seconde borne connectée à ladite borne de courant de retour. Ladite tension fixe peut être positive, négative ou nulle.

10 Un dispositif selon l'invention peut être tel que, dans l'état ouvert, le circuit de commutation de la borne commune procure un courant sortant de ladite borne de courant de retour voisin de zéro. Cependant, ceci n'est nullement une caractéristique de l'invention.

15 Un dispositif selon l'invention peut être tel que, dans l'état ouvert, ledit circuit de commutation de la borne commune procure un courant circulant depuis ladite borne de courant de retour vers ladite borne commune approximativement égal à la somme d'un courant constant et du courant qui sortirait d'un second dipôle passif soumis à la tension entre ladite borne commune et ladite borne de référence, le produit du module de l'impédance en petits signaux (aussi appelée impédance dynamique) du dit premier dipôle passif en un premier point de repos, par le module de l'admittance en petits signaux (aussi appelée admittance dynamique) du dit second dipôle passif en un second point de repos étant, dans au moins une
20 partie de ladite bande de fréquences connue, inférieur ou égal à $1/2$.

Dans ce cas, ledit circuit de commutation de la borne commune dans l'état ouvert se comporte approximativement, pour ladite borne commune, comme un deuxième dipôle passif connecté en parallèle avec une source de courant délivrant un courant fixe, ce deuxième dipôle passif ayant une première borne connectée à ladite borne de référence, et une seconde borne
25 connectée à ladite borne de courant de retour. Ledit courant fixe peut être positif, négatif ou nul.

L'expression "courant qui sortirait d'un dipôle soumis à la tension entre ladite borne commune et ladite borne de référence" utilisée ci-dessus fait évidemment référence au plus général "courant sortant d'un dipôle soumis à la tension entre ladite borne commune et ladite
30 borne de référence", c'est-à-dire un courant qui, à chaque instant, est uniquement déterminé par l'histoire, jusqu'au dit instant, de la tension entre ladite borne commune et ladite borne de référence (cette tension étant égale à la tension entre ladite borne de courant de retour et ladite borne de référence). Le spécialiste comprend que cette expression n'implique pas qu'un dipôle soumis à la tension entre ladite borne commune et ladite borne de référence est réellement
35 présent dans un dispositif selon l'invention : le dipôle est seulement utilisé pour modéliser le courant sortant de ladite borne commune.

Selon l'invention, ledit premier dipôle utilisé pour modéliser le circuit de commutation

de la borne commune dans l'état fermé et ledit second dipôle utilisé pour modéliser le circuit de commutation de la borne commune dans l'état ouvert sont des dipôles passifs au sens de la théorie des circuits (un élément de circuit passif est un élément de circuit dans lequel l'énergie absorbée peut seulement être positive ou nulle), mais ces dipôles passifs ne sont pas
 5 nécessairement linéaires.

Selon l'invention, le circuit de commutation de la borne commune dans l'état fermé peut être tel que, au dit premier point de repos, ledit premier dipôle passif a une impédance en petits signaux ayant, dans ladite bande de fréquences connue, un module inférieur ou égal à trois cents ohms. L'ensemble des impédances dynamiques définies par cette inégalité est tel
 10 que, lorsque ledit circuit d'émission est dans l'état activé, les courants injectés dans les conducteurs de transmission peuvent être associés à des courants de retour circulant principalement dans le conducteur commun de ladite interconnexion, qui doit être connecté à ladite borne commune. Le spécialiste comprend que cette situation permet des couplages non voulus réduits avec les autres circuits électroniques proches de l'interconnexion.

L'inégalité ci-dessus concernant le produit du module de l'impédance en petits signaux du dit premier dipôle passif par le module de l'admittance en petits signaux du dit second dipôle passif devrait être applicable au fonctionnement normal du dispositif selon l'invention.
 Par conséquent :

- ledit premier point de repos choisi pour déterminer l'impédance en petits signaux du dit
 20 premier dipôle passif devrait correspondre à un courant de repos, sortant de ladite borne de courant de retour, susceptible d'apparaître à un instant en fonctionnement normal, lorsque le circuit de commutation de la borne commune est dans l'état fermé ;
- ledit second point de repos choisi pour déterminer l'admittance en petits signaux du dit second dipôle passif devrait correspondre à une tension de repos, entre ladite borne commune
 25 et ladite borne de référence, susceptible d'apparaître à un instant en fonctionnement normal, lorsque le circuit de commutation de la borne commune est dans l'état ouvert.

Un dispositif selon l'invention peut aussi être tel que, dans l'état ouvert, ledit circuit de commutation de la borne commune procure un courant sortant de ladite borne de courant de retour voisin de la somme d'un courant constant et du courant qui sortirait d'un second
 30 dipôle passif soumis à la tension entre ladite borne commune et ladite borne de référence, le produit du module de l'impédance en petits signaux du dit premier dipôle passif en un point de repos quelconque pris dans un intervalle spécifié de courants sortant de ladite borne de courant de retour, par le module de l'admittance en petits signaux du dit second dipôle passif en un point de repos quelconque pris dans un intervalle spécifié de tensions entre ladite borne
 35 commune et ladite borne de référence étant, dans au moins une partie de ladite bande de fréquences connue, inférieur ou égal à $1/2$.

Notons $v_{CO\ ON}$ ladite tension constante et notons $i_{CO\ OFF}$ ledit courant constant. Selon

l'invention, v_{C0ON} peut être positive, nulle ou négative et i_{C0OFF} peut être positif, nul ou négatif. Notons $[i_{C1}, i_{C2}]$ ledit intervalle spécifié de courants sortant de ladite borne de courant de retour et notons $[v_{C1}, v_{C2}]$ ledit intervalle spécifié de tensions entre ladite borne commune et ladite borne de référence, dans le cas où ces intervalles sont fermés. Selon l'invention, nous pouvons

5 dire que, pour toute fréquence f dans ladite partie de ladite bande de fréquences connue :

1) pour tout point de repos $i_{C\ BIAS} \in [i_{C1}, i_{C2}]$ du circuit de commutation de la borne commune dans l'état fermé, nous pouvons définir une impédance en petits signaux du dit premier dipôle passif, cette impédance en petits signaux $Z_{ON}(i_{C\ BIAS}, f)$ étant en général un nombre complexe ;

2) pour tout point de repos $v_{C\ BIAS} \in [v_{C1}, v_{C2}]$ du circuit de commutation de la borne commune dans l'état ouvert, nous pouvons définir une admittance en petits signaux du dit second dipôle passif, cette admittance en petits signaux $Y_{OFF}(v_{C\ BIAS}, f)$ étant en général un nombre complexe ;

3) nous pouvons avoir

$$\left| Z_{ON}(i_{C\ BIAS}, f) \right| \left| Y_{OFF}(v_{C\ BIAS}, f) \right| \leq \frac{1}{2} \quad (1)$$

En d'autres termes, nous avons

$$15 \quad \text{soit} \quad \left| Y_{OFF}(v_{C\ BIAS}, f) \right| = 0 \quad (2)$$

$$\text{soit} \quad \left| Z_{ON}(i_{C\ BIAS}, f) \right| \leq \frac{1}{2 \left| Y_{OFF}(v_{C\ BIAS}, f) \right|} \quad (3)$$

En quelque sorte, nous pouvons dire que, pour la borne commune, dans ladite partie de ladite bande de fréquences connue, le module de l'impédance dynamique du circuit de commutation de la borne commune dans l'état fermé est inférieur ou égal à la moitié du module de l'impédance dynamique du circuit de commutation de la borne commune dans l'état ouvert.

Selon l'invention, lorsque le circuit de commutation de la borne commune est dans l'état fermé, la relation entre le courant sortant de ladite borne de courant de retour et la tension entre ladite borne commune et ladite borne de référence peut être non linéaire. Inversement, selon l'invention, lorsque le circuit de commutation de la borne commune est dans l'état ouvert, la relation entre le courant sortant de ladite borne de courant de retour et la tension entre ladite borne commune et ladite borne de référence peut être linéaire. Dans ce cas, nous pouvons, à une fréquence f donnée, écrire

$$\text{si } f = 0 \quad v_C - v_{C0ON} = -i_C Z_{ON} \quad (4)$$

$$30 \quad \text{si } f \neq 0 \quad v_C = -i_C Z_{ON} \quad (5)$$

où Z_{ON} est l'impédance interne du circuit de commutation de la borne commune dans l'état

fermé, où la tension \underline{v}_C est le phaseur correspondant à la tension réelle v_C qui est la tension entre ladite borne commune et ladite borne de référence, et où le courant \underline{i}_C est le phaseur correspondant au courant réel i_C qui est le courant sortant de ladite borne de courant de retour.

Selon l'invention, lorsque ledit circuit de commutation de la borne commune est dans l'état ouvert, la relation entre le courant sortant de ladite borne de courant de retour et la tension entre ladite borne commune et ladite borne de référence peut être non linéaire. Inversement, selon l'invention, lorsque ledit circuit de commutation de la borne commune est dans l'état ouvert, la relation entre le courant sortant de ladite borne de courant de retour et la tension entre ladite borne commune et ladite borne de référence peut être linéaire. Dans ce cas, nous pouvons, à une fréquence f donnée, écrire

$$\text{si } f = 0 \quad \quad \quad \underline{i}_C - i_{C0OFF} = -v_C Y_{OFF} \quad (6)$$

$$\text{si } f \neq 0 \quad \quad \quad \underline{i}_C = -\underline{v}_C Y_{OFF} \quad (7)$$

où Y_{OFF} est l'admittance interne du circuit de commutation de la borne commune dans l'état ouvert.

Nous notons que les équations (4) à (7) ne sont pas limitées aux petits signaux et qu'elles ne font pas référence à un point de repos.

Dans le cas où l'équation (1) et les équations (4) à (7) sont applicables, pour toute fréquence f dans ladite partie de ladite bande de fréquences connue, nous notons que l'équation (1) peut être remplacée par :

$$|Z_{ON}| |Y_{OFF}| \leq \frac{1}{2} \quad (8)$$

Dans ce cas, nous pouvons dire que, en quelque sorte, pour la borne commune :
 le circuit de commutation de la borne commune dans l'état fermé est équivalent à un réseau comportant une source de tension délivrant une tension constante connectée en série avec un premier dipôle linéaire passif présentant une "basse" impédance ;
 le circuit de commutation de la borne commune dans l'état ouvert est équivalent à un réseau comportant une source de courant délivrant un courant constant connectée en parallèle avec un second dipôle linéaire passif présentant une "haute" impédance.

Les spécialistes comprennent comment ils peuvent réaliser un circuit de commutation de la borne commune utilisé dans le dispositif d'interface selon l'invention.

Un dispositif selon l'invention peut être tel que ledit circuit de commutation de la borne commune, ledit circuit d'émission et ledit circuit de réception sont tous deux à deux sans parties communes. Par conséquent, un dispositif selon l'invention peut être tel que ledit circuit de commutation de la borne commune n'a pas de partie commune avec ledit circuit d'émission. Inversement, un dispositif d'interface selon l'invention peut être tel que ledit circuit de

commutation de la borne commune, ledit circuit d'émission et ledit circuit de réception ne sont pas tous deux à deux sans parties communes. En particulier, un dispositif selon l'invention peut être tel que ledit circuit de commutation de la borne commune a au moins une partie commune avec ledit circuit d'émission.

5 Même dans le cas d'un dispositif selon l'invention dans lequel ledit circuit de commutation de la borne commune, ledit circuit d'émission et ledit circuit de réception ne sont pas tous deux à deux sans parties communes, le spécialiste comprend que les fonctions du circuit de commutation de la borne commune, du circuit d'émission et du circuit de réception sont distinctes. La définition d'un dispositif selon l'invention, cette définition étant basée sur
10 la présence d'un circuit de commutation de la borne commune, d'un circuit d'émission et d'un circuit de réception, doit donc être interprétée comme une définition relative à des fonctions.

Ladite interconnexion ayant 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
15 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
20 est possible que les 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
25 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
30 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.

Un dispositif selon l'invention peut comporter un circuit de terminaison couplé à chacune des dites bornes signal et à ladite borne commune, le circuit de terminaison étant,
35 quand le circuit de terminaison est dans l'état activé, approximativement équivalent, pour les dites 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 ladite 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 diagonale recherchée. Par conséquent, si chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" est principalement déterminé par une et une seule des tensions entre une des dites bornes signal et ladite borne commune, un
5 dispositif selon l'invention peut comporter un "Dispositif d'interface pseudo-différentiel avec circuit de terminaison" décrit dans 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".

10 Un dispositif selon l'invention peut comporter 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 les dites 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 ladite partie de ladite bande de fréquences
15 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. Par conséquent, un dispositif selon l'invention peut comporter un "Dispositif d'interface multicanal avec circuit de terminaison" décrit dans la demande de brevet français numéro 08/03876 du 8 juillet 2008, intitulée "Dispositif d'interface multicanal avec circuit de terminaison".

20 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.

Un dispositif d'interface selon l'invention peut être tel que ledit circuit de terminaison
25 est constitué d'un réseau de résistances.

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 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
30 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,
35 par rapport à ladite borne commune, du dit circuit de terminaison dans l'état activé peut être réglée par des moyens électriques.

De la même façon, un dispositif selon l'invention peut être tel que ladite impédance en

petits signaux du dit premier dipôle passif et/ou ladite admittance en petits signaux du dit second dipôle passif peuvent être réglées 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. Les concepteurs, en vue de réduire la puissance dissipée par le circuit de terminaison, peuvent choisir de mettre un tel circuit de terminaison dans l'état désactivé quand ledit circuit d'émission est dans l'état activé.

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 commutation de la borne commune et/ou avec ledit circuit d'émission et/ou avec ledit circuit de réception. 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 commutation de la borne commune et/ou avec ledit circuit d'émission et/ou avec ledit circuit de réception.

Selon l'invention, le nombre m de bornes signal peut être égal au nombre q de "signaux d'entrée du circuit d'émission". Selon l'invention, le nombre m de bornes signal peut être égal au nombre p de "signaux de sortie du circuit de réception". Un dispositif d'interface selon l'invention peut en particulier être tel que m soit supérieur ou égal à trois.

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

délivrés en utilisant des liaisons différentielles.

Selon l'invention, le circuit d'émission et/ou le circuit de réception peuvent avoir une fonction de filtrage, par exemple en vue de l'obtention d'une pré-accentuation, d'une désaccentuation ou d'une égalisation améliorant la transmission. Il devient alors nécessaire de
 5 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 propagation. La réduction de ces distorsions peut être obtenue, dans un dispositif selon
 10 l'invention, en utilisant une égalisation réduisant les effets des distorsions dues à la propagation, ladite égalisation étant mise en oeuvre dans ledit circuit d'émission et/ou dans ledit circuit de réception. 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 signal ou un traitement numérique du signal. Les spécialistes savent qu'il est classique
 15 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

20 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 :

- la figure 1 représente un système de transmission pseudo-différentiel comportant une interconnexion à quatre conducteurs de transmission, et a déjà
 25 été commentée dans la partie consacrée à l'exposé de l'état de la technique ;
- la figure 2 représente le schéma-bloc d'un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 3 montre une utilisation d'un dispositif selon l'invention ;
- la figure 4 représente le schéma-bloc d'un second mode, d'un troisième mode
 30 et d'un quatrième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 5 montre une utilisation d'un dispositif selon l'invention ;
- la figure 6 représente le circuit d'émission utilisé dans le troisième 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 d'exemple non limitatif, nous avons représenté sur la figure 2 un dispositif
5 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 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 m bornes signal
10 (101). La sortie du circuit d'émission (5) n'est pas couplée à la borne commune (100). La sortie du circuit d'émission (5) délivre, quand le circuit d'émission est dans l'état activé, m variables de transmission, chaque variable de transmission étant une tension entre une des dites bornes signal (101) et la borne de référence (masse), chaque variable de transmission étant une combinaison linéaire de signaux chacun principalement déterminé par un et un seul des dits
15 q "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des dites combinaisons linéaires étant telle qu'au moins deux des coefficients de ladite au moins une des dites combinaisons linéaires ne sont pas égaux à zéro. Quand le circuit d'émission (5) est dans l'état activé, sa sortie présente une basse impédance entre les dites bornes signal (101) et ladite borne de référence. Lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, sa sortie présente une haute
20 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).

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 m bornes signal (101) et à la
25 borne commune (100), chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" étant principalement déterminé par une combinaison linéaire des tensions entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100). L'entrée du circuit de réception (6) présente toujours une haute impédance entre les dites bornes signal (101) et ladite borne de référence. Les "signaux de sortie du circuit de réception" sont délivrés au destinataire (3) lorsque le
30 circuit de réception (6) est dans l'état activé. 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 pas de "signal de sortie du circuit de réception".

Le spécialiste connaît 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). Le spécialiste
35 comprend comment il peut concevoir, avec des techniques de l'état de l'art antérieur, un circuit

d'émission (5) effectuant les dites combinaison linéaires de signaux chacun principalement déterminé par un et un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des dites combinaisons linéaires étant telle qu'au moins deux des coefficients de ladite au moins une des dites combinaisons linéaires ne sont pas égaux à zéro, en utilisant un traitement
 5 analogique du signal et/ou un traitement numérique de signal pour effectuer les dites combinaisons linéaires. Par exemple, de tels circuits d'émissions sont utilisés dans ledit brevet français numéro 0300064, ledit brevet français numéro 0302814 et les demandes internationales correspondantes. Le spécialiste comprend comment il peut concevoir, avec des techniques de l'état de l'art antérieur, un circuit de réception (6) tel que chacun des dits
 10 "signaux de sortie du circuit de réception" soit principalement déterminé par une combinaison linéaire des tensions entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), en utilisant un traitement analogique du signal et/ou un traitement numérique de signal pour effectuer les dites combinaisons linéaires. Par exemple, de tels circuits de réception sont divulgués dans la demande de brevet français numéro 08/03830 du 7 juillet 2008, intitulée
 15 "Circuit de réception pseudo-différentiel".

Dans le dispositif selon l'invention représenté sur la figure 2, le circuit de réception (6) et le circuit d'émission (5) ne peuvent pas être simultanément dans l'état activé. 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
 20 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 2. 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 2. Ces lignes d'adresse et/ou de contrôle pourraient être
 25 des conducteurs de ladite interconnexion.

Un circuit de commutation de la borne commune (9) a une borne de courant de retour connectée à ladite borne commune (100). Le circuit de commutation de la borne commune (9) a un état ouvert et un état fermé. Le circuit de commutation de la borne commune (9) est dans l'état fermé lorsque le circuit d'émission (5) est dans l'état activé et est dans l'état ouvert
 30 lorsque le circuit de réception (6) est dans l'état activé. Lorsque le circuit d'émission (5) est dans l'état désactivé et que le circuit de réception (6) est dans l'état désactivé, le circuit de commutation de la borne commune (9) est par exemple dans l'état ouvert.

Dans l'état fermé, le circuit de commutation de la borne commune (9) procure une tension v_C entre ladite borne commune (100) et la borne de référence (masse), cette tension v_C
 35 étant voisine de la somme d'une tension constante $v_{CO\ ON}$ et de la tension, déterminée en utilisant la convention de signe des générateurs, qui apparaîtrait aux bornes d'un premier dipôle passif soumis au courant circulant depuis ladite borne de courant de retour vers ladite

borne commune. En d'autres termes, dans l'état fermé, le circuit de commutation de la borne commune (9) est, pour la borne commune (100), équivalent à un réseau comportant une source de tension délivrant une tension constante v_{COON} , cette source de tension ayant une première borne connectée à la masse et une deuxième borne connectée à la première borne du premier dipôle passif, la deuxième borne du premier dipôle passif étant connectée à ladite borne commune (100).

Dans l'état ouvert, le circuit de commutation de la borne commune (9) procure un courant sortant de ladite borne de courant de retour voisin de la somme d'un courant constant i_{COFF} et du courant qui sortirait d'un second dipôle passif soumis à la tension entre ladite borne commune (100) et ladite borne de référence. En d'autres termes, dans l'état ouvert, le circuit de commutation de la borne commune (9) est, pour la borne commune (100), équivalent à un réseau comportant une source de courant délivrant un courant constant i_{COFF} , cette source de courant ayant une première borne connectée à la masse et une deuxième borne connectée à ladite borne commune (100), cette source de courant étant connectée en parallèle avec le second dipôle passif.

A toute fréquence f telle que $f < 1$ GHz, l'équation (1) est applicable, c'est-à-dire : le produit de $|Z_{ON}(i_{CBIAS}, f)|$ par $|Y_{OFF}(v_{CBIAS}, f)|$ est inférieur ou égal à 1/2.

Considérons une utilisation d'un dispositif selon l'invention A, cette utilisation faisant aussi intervenir un dispositif selon l'invention B identique au dispositif selon l'invention A pour recevoir les variables de transmission envoyées par le dispositif selon l'invention A à travers ladite interconnexion. Nous considérons donc le cas dans lequel le circuit d'émission du dispositif selon l'invention A est dans l'état activé et le circuit de réception du dispositif selon l'invention B est dans l'état activé. La figure 3 montre un réseau équivalent (81) pour l'élément de circuit à $m + 2$ bornes vu par l'extrémité de gauche de l'interconnexion (83) lorsque le circuit d'émission du dispositif selon l'invention A est dans l'état activé. Ce réseau équivalent (81) pour le dispositif selon l'invention A ayant son circuit d'émission dans l'état activé comporte un premier circuit isolé (811) ayant exactement $m + 1$ bornes, une source de tension (813) délivrant la tension constante v_{COON} et un premier dipôle passif (812) présentant une impédance dynamique $Z_{ON}(i_{CBIAS}, f)$. Le premier circuit isolé (811) ayant exactement $m + 1$ bornes a m bornes connectées aux bornes signal (1011) du dispositif selon l'invention A, a une borne connectée à la masse et présente une basse impédance entre chacune des bornes signal (1011) du dispositif selon l'invention A et la masse. La borne commune (1001) du dispositif selon l'invention A est connectée au premier dipôle passif (812) connecté en série avec la source de tension (813).

La figure 3 montre aussi un réseau équivalent (82) pour l'élément de circuit à $m + 2$ bornes vu par l'extrémité de droite de l'interconnexion (83) lorsque le circuit de réception du dispositif selon l'invention B est dans l'état activé. Ce réseau équivalent (82) pour

le dispositif selon l'invention B ayant son circuit de réception dans l'état activé comporte un second circuit isolé (821) ayant exactement $m + 1$ bornes, une source de courant (823) délivrant le courant constant i_{COFF} et un second dipôle passif (822) présentant une admittance dynamique $Y_{OFF}(v_C BIAS, f)$. Le second circuit isolé (821) ayant exactement $m + 1$ bornes a 5 bornes connectées aux bornes signal (1012) du dispositif selon l'invention B et a une borne connectée à la borne commune (1002) du dispositif selon l'invention B. La borne commune (1002) du dispositif selon l'invention B est aussi connectée au second dipôle passif (822) connecté en parallèle avec la source de courant (823).

Selon un premier exemple, dans une bande de fréquences donnée, $|Z_{ON}(i_C BIAS, f)| < 10 \Omega$ et $|Y_{OFF}(v_C BIAS, f)| < 100 \mu S$. Par conséquent, $|Z_{ON}(i_C BIAS, f)| |Y_{OFF}(v_C BIAS, f)| < 1/1000$. Dans ce premier exemple, la borne commune (1001) du dispositif selon l'invention A présente une "basse" impédance par rapport à la masse et la borne commune (1002) du dispositif selon l'invention B présente une "haute" impédance par rapport à la masse.

Selon un deuxième exemple, dans la bande de fréquences donnée, $Z_{ON}(i_C BIAS, f) \approx 78 \Omega$ et $|Y_{OFF}(v_C BIAS, f)| < 120 \mu S$. Par conséquent, $|Z_{ON}(i_C BIAS, f)| |Y_{OFF}(v_C BIAS, f)| < 1/100$. Dans ce deuxième exemple, la borne commune (1002) du dispositif selon l'invention B présente une "haute" impédance par rapport à la masse et le premier dipôle passif (812) amortit efficacement les résonances du conducteur commun de l'interconnexion (83), qui relie les bornes communes (1001) (1002). Ici, $Z_{ON}(i_C BIAS, f)$ est telle que le circuit de réception du 20 dispositif selon l'invention B doit rejeter efficacement l'influence de la tension entre sa borne commune (1002) et la masse sur les "signaux de sortie du circuit de réception".

Selon un troisième exemple, dans la bande de fréquences donnée, $|Z_{ON}(i_C BIAS, f)| < 5 \Omega$ et $Y_{OFF}(v_C BIAS, f) \approx 6 mS$. Par conséquent, $|Z_{ON}(i_C BIAS, f)| |Y_{OFF}(v_C BIAS, f)| < 3/100$. Dans ce troisième exemple, la borne commune (1001) du dispositif selon l'invention A présente une 25 "basse" impédance par rapport à la masse et le second dipôle passif (822) amortit efficacement les résonances du conducteur commun de l'interconnexion (83).

Les spécialistes peuvent comparer les avantages de ces trois exemples de dimensionnement du premier dipôle passif (812) et du second dipôle passif (822), en fonction de la longueur et des caractéristiques de l'interconnexion (83), et en fonction de la bande de 30 fréquences considérée.

Le spécialiste comprend que, pour une modélisation précise d'une utilisation donnée, il serait nécessaire de décrire la propagation et les couplages dans l'interconnexion (83), en utilisant par exemple la théorie des lignes multiconductrices pour prendre en compte les capacités réparties et les inductances réparties. Les réseaux équivalents (81) (82) de la figure 3 pour les dispositifs selon l'invention sont aussi simplifiés. Le schéma équivalent de la figure 35 3 n'est donc qu'une approximation.

Le spécialiste comprend comment il peut, en utilisant des techniques de l'état de l'art

antérieures, concevoir un circuit de commutation de la borne commune (9) procurant un état ouvert lorsque le circuit de réception (6) est dans l'état activé et un état fermé lorsque le circuit d'émission (5) est dans l'état activé. Par exemple, de tels circuits de commutation de la borne commune sont utilisés dans la demande de brevet français numéro 07/04949 du 9 juillet 2007, intitulée "Dispositif d'interface pseudo-différentiel avec circuit de commutation", correspondant à la demande internationale PCT/IB2008/051982 du 20 mai 2008 intitulée "Pseudo-differential interfacing device having a switching circuit".

Deuxième mode de réalisation.

Au titre d'un deuxième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, nous avons représenté sur la figure 4 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 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 m bornes signal (101). La sortie du circuit d'émission (5) n'est pas couplée à la borne commune (100). La sortie du circuit d'émission (5) délivre, quand le circuit d'émission est dans l'état activé, m variables de transmission, chaque variable de transmission étant une tension entre une des dites bornes signal (101) et la borne de référence (masse), chaque variable de transmission étant principalement déterminée par une combinaison linéaire des dits q "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des dites combinaisons linéaires étant telle qu'au moins deux des coefficients de ladite au moins une des dites combinaisons linéaires ne sont pas égaux à zéro.

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 m bornes signal (101) et à la borne commune (100). Lorsque le circuit de réception (6) est dans l'état activé, les "signaux de sortie du circuit de réception" sont délivrés au destinataire (3).

Un circuit de commutation de la borne commune (9) a une borne de courant de retour connectée à ladite borne commune (100).

Ce deuxième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention comporte un circuit de terminaison (4), le circuit de terminaison étant connecté aux m bornes signal (101) et à la borne commune (100), le circuit de terminaison étant, quand le circuit de terminaison est dans l'état activé, approximativement équivalent, pour les dites bornes signal et ladite borne commune, à un réseau linéaire à $m + 1$ bornes tel que, dans la bande de

fréquences connue utilisée pour la transmission, 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 diagonale recherchée. Cette matrice carrée d'ordre m diagonale recherchée peut dépendre de la fréquence.

5 Dans ce deuxième mode de réalisation, chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" est principalement déterminé par une et une seule des tensions entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100). Par conséquent, le circuit de terminaison (4) et le circuit de réception (6) forment un "Dispositif d'interface pseudo-différentiel avec circuit de terminaison" divulgué dans ladite demande de brevet français numéro 07/04421 et
10 la demande internationale correspondante.

La figure 5 montre une utilisation de dispositifs d'interface selon l'invention, cette utilisation comportant une interconnexion (1) ayant $m = 4$ conducteurs de transmission (11) (12) (13) (14) et un conducteur de retour (10), l'interconnexion étant structurellement combinée avec un conducteur de référence (7), c'est-à-dire un conducteur de masse. Toutes
15 les entités montrées sur la figure 5 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) et le conducteur de retour (10) sont des pistes réalisées dans le circuit imprimé. A chaque extrémité de l'interconnexion (1), nous trouvons un dispositif d'interface selon le deuxième mode de réalisation de l'invention, comportant un
20 circuit d'émission (5), un circuit de commutation de la borne commune (9), un circuit de réception (6) et un circuit de terminaison (4). La figure 5 montre aussi une source (2) et un destinataire (3) à chaque extrémité de l'interconnexion (1).

Lorsque le circuit d'émission (5) du dispositif d'interface selon l'invention apparaissant à gauche sur la figure 5 est dans l'état activé, le circuit de réception (6) du dispositif d'interface
25 selon l'invention apparaissant à droite sur la figure 5 doit être dans l'état activé. Dans ce cas, le courant circulant dans le conducteur de référence (7) à cause des signaux transmis à travers l'interconnexion (1) est faible puisqu'un seul circuit de commutation de la borne commune (9) est dans l'état fermé (le circuit de commutation de la borne commune apparaissant à gauche sur la figure 5). Lorsque le circuit d'émission (5) du dispositif d'interface selon l'invention
30 apparaissant à droite sur la figure 5 est dans l'état activé, le circuit de réception (6) du dispositif d'interface selon l'invention apparaissant à gauche sur la figure 5 doit être dans l'état activé. Dans ce cas, le courant circulant dans le conducteur de référence (7) à cause des signaux transmis à travers l'interconnexion (1) est faible puisqu'un seul circuit de commutation de la borne commune (9) est dans l'état fermé (le circuit de commutation de la
35 borne commune apparaissant à droite sur la figure 5). Par conséquent, le spécialiste en compatibilité électromagnétique comprend que le but d'une diaphonie externe réduite est atteint.

L'interconnexion (1) et les deux dispositifs d'interface selon le deuxième mode de réalisation de l'invention montrés sur la figure 5 sont dimensionnés pour qu'ils forment un dispositif pour les transmissions pseudo-différentielles divulgué dans ladite demande de brevet français numéro 07/05260 et la demande internationale correspondante. Par conséquent, un

5 écho réduit est obtenu. Cependant, l'impédance du conducteur de retour (10) et l'impédance d'un circuit de commutation de la borne commune (9) dans l'état fermé produisent un peu de diaphonie interne (ce phénomène est similaire à celui expliqué dans le premier mode de réalisation de ladite demande de brevet français numéro 08/03830). Le spécialiste comprend que les combinaisons linéaires de signaux chacun principalement déterminé par un et un seul

10 des dits q "signaux d'entrée du circuit d'émission", effectuées dans un des dits circuits d'émission (5) quand ce circuit d'émission est dans l'état activé, peuvent être utilisées pour réduire cette cause de diaphonie interne.

Troisième mode de réalisation.

Le troisième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné

15 à titre d'exemple non limitatif, correspond aussi au dispositif d'interface selon l'invention représenté sur la figure 4, 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 conducteurs de transmission.

Un circuit d'émission (5) reçoit $q = 4$ "signaux d'entrée du circuit d'émission"

20 provenant d'une source (2), la sortie du circuit d'émission étant couplée aux m bornes signal (101). La sortie du circuit d'émission (5) n'est pas couplée à la borne commune (100). La sortie du circuit d'émission (5) délivre, quand le circuit d'émission est dans l'état activé, m variables de transmission, chaque variable de transmission étant un courant sortant d'une des dites bornes signal (101), chaque variable de transmission étant une combinaison linéaire de

25 signaux chacun principalement déterminé par un et un seul des dits q "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des dites combinaisons linéaires étant telle qu'au moins deux des coefficients de ladite au moins une des dites combinaisons linéaires ne sont pas égaux à zéro. Quand le circuit d'émission (5) est dans l'état activé, sa sortie présente une haute impédance entre les dites bornes signal (101) et ladite borne de référence. Lorsque le circuit

30 d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, sa sortie présente aussi une haute impédance et ne produit qu'un courant négligeable à travers les bornes signal (101).

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 m bornes signal (101) et à la

35 borne commune (100). Les "signaux de sortie du circuit de réception" sont délivrés au

destinataire (3).

Un circuit de commutation de la borne commune (9) a une borne de courant de retour connectée à ladite borne commune (100).

Ce troisième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention comporte
 5 un circuit de terminaison (4), le circuit de terminaison étant connecté aux m bornes signal (101) et à la borne commune (100), le circuit de terminaison étant, quand le circuit de terminaison est dans l'état activé, approximativement équivalent, pour les dites bornes signal et ladite borne commune, à un réseau linéaire à $m + 1$ bornes tel que, dans la bande de fréquences connue utilisée pour la transmission, la matrice impédance, par rapport à ladite
 10 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 peut dépendre de la fréquence. Le circuit de terminaison (4) et le circuit de réception (6) forment un "Dispositif d'interface multicanal avec circuit de terminaison" divulgué dans ladite demande de brevet français numéro 08/03876.

15 Dans ce troisième mode de réalisation, 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 et ladite borne commune, au moins une des dites combinaisons linéaires étant telle qu'au moins deux des coefficients de ladite au moins une des dites combinaisons linéaires ne sont pas égaux à zéro.

20 Le circuit d'émission (5) est représenté sur la figure 6, dans laquelle :

- chacun des q "signaux d'entrée du circuit d'émission" est appliqué à une entrée (57) qui est une entrée différentielle comportant 2 bornes (571) (572) ;
- chacune des q entrées (57) est connectée à une entrée d'un dispositif de traitement du signal à entrées multiples et sorties multiples (521) ayant q entrées et m sorties ;
- 25 - chacune des m sorties du dit dispositif de traitement du signal à entrées multiples et sorties multiples (521) correspond à une entrée d'un convertisseur tension/courant (en anglais : "voltage-to-current converter" ou "transconductor") comportant une résistance (511) connectée à l'entrée d'un miroir de courant constitué de deux transistors (512) (513) canal n ;
- la sortie de chacun des dits miroirs de courant est polarisée par une source de courant (514)
 30 fournissant un courant pratiquement constant ;
- chacune des m bornes signal (101) est connectée au drain du transistor de sortie (513) de chacun des dits miroirs de courant.

Le spécialiste comprend que les sources de courant (514) représentées sur la figure 6 sont des éléments de circuit idéaux qui peuvent être réalisées avec des composants réels, par
 35 exemple en utilisant des miroirs de courant.

Chaque tension de sortie du dispositif de traitement du signal à entrées multiples et sorties multiples (521) est une combinaison linéaire de signaux chacun principalement

déterminé par un et un seul des dits q "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des dites combinaisons linéaires étant telle qu'au moins deux des coefficients de ladite au moins une des dites combinaisons linéaires ne sont pas égaux à zéro.

Par exemple, ledit dispositif de traitement du signal à entrées multiples et sorties multiples (521) peut être un amplificateur à entrées multiples et sorties multiples similaire à un des circuits d'émission décrits dans ledit brevet français numéro 0300064 et la demande internationale correspondante, par exemple un des circuits d'émission montrés sur les figures 7 ou 9 du dit brevet français numéro 0300064 et de la demande internationale correspondante.

Par exemple, ledit dispositif de traitement du signal à entrées multiples et sorties multiples (521) peut être un dispositif de traitement numérique du signal similaire à un des circuits d'émission décrits dans ledit brevet français numéro 0302814 et la demande internationale correspondante, par exemple le circuit d'émission montré dans la figure 2 du dit brevet français numéro 0302814 et de la demande internationale correspondante dans le cas où les "signaux d'entrée du circuit d'émission" sont des signaux numériques, ou le circuit d'émission montré dans la figure 4 du dit brevet français numéro 0302814 et de la demande internationale correspondante dans le cas où les "signaux d'entrée du circuit d'émission" sont des signaux analogiques.

Nous pouvons à présent considérer une autre utilisation de dispositifs d'interface selon l'invention, représentée sur la figure 5, telle que, à chaque extrémité de l'interconnexion (1), nous trouvons un dispositif d'interface selon le troisième mode de réalisation de l'invention, comportant un circuit d'émission (5), un circuit de commutation de la borne commune (9), un circuit de réception (6) et un circuit de terminaison (4).

L'interconnexion (1) et les deux dispositifs d'interface selon le troisième mode de réalisation de l'invention montrés sur la figure 5 sont dimensionnés pour qu'ils forment un dispositif de transmission pseudo-différentiel utilisant des variables électriques modales divulgué dans ladite demande de brevet français numéro 08/04429. Par conséquent, un écho réduit et une diaphonie interne réduite sont obtenus.

Quatrième mode de réalisation.

Un quatrième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, est destiné à l'émission et à la réception de signaux numériques binaires. Ce quatrième mode de réalisation correspond aussi au dispositif d'interface selon l'invention représenté sur la figure 4, 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 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 m bornes signal (101). La sortie du circuit d'émission (5) n'est pas couplée à la borne commune (100). La sortie du circuit d'émission (5) délivre, quand le circuit d'émission est dans l'état activé, m variables de transmission, chaque variable de transmission étant un courant sortant d'une des dites bornes signal (101), chaque variable de transmission étant principalement déterminée par une combinaison linéaire des dits q "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des dites combinaisons linéaires étant telle qu'au moins deux des coefficients de ladite au moins une des dites combinaisons linéaires ne sont pas égaux à zéro. Le circuit d'émission (5) est un amplificateur à entrées multiples et sorties multiples divulgué dans la demande de brevet français numéro 06/00388 du 17 janvier 2006 intitulée "Amplificateur à entrées multiples et sorties multiples" correspondant à la demande internationale numéro PCT/IB2006/003950 du 19 décembre 2006, intitulée "multiple-input and multiple-output amplifier" ou dans la demande de brevet français numéro 08/03982 du 11 juillet 2008 intitulée "Amplificateur à entrées multiples et sorties multiples ayant des entrées pseudo-différentielles".

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 m bornes signal (101) et à la borne commune (100). Les "signaux de sortie du circuit de réception" sont délivrés au destinataire (3). Chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" est principalement déterminé par une et une seule des tensions entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100). Le circuit de réception (6) peut être de n'importe quel type connu convenable de récepteur pseudo-différentiel pour signaux numériques, par exemple un des récepteurs pseudo-différentiels décrits dans le brevet des États-Unis d'Amérique numéro 5,994,925 intitulé "Pseudo-differential logic receiver" ou dans le brevet des États-Unis d'Amérique numéro 7,099,395 intitulé "Reducing coupled noise in pseudo-differential signaling".

Un circuit de commutation de la borne commune (9) a une borne de courant de retour connectée à ladite borne commune (100).

Ce quatrième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention comporte un circuit de terminaison (4), le circuit de terminaison étant connecté aux m bornes signal (101) et à la borne commune (100), le circuit de terminaison étant, quand le circuit de terminaison est dans l'état activé, approximativement équivalent, pour les dites bornes signal et ladite borne commune, à un réseau linéaire à $m + 1$ bornes tel que, dans la bande de fréquences connue utilisée pour la transmission, 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. Le circuit de terminaison (4) et le circuit de réception (6) forment un "Dispositif d'interface multicanal avec circuit de terminaison" divulgué dans ladite demande

de brevet français numéro 08/03876.

Nous pouvons à présent considérer une autre utilisation de dispositifs d'interface selon l'invention, représentée sur la figure 5, telle que, à chaque extrémité de l'interconnexion (1), nous trouvons un dispositif d'interface selon le quatrième mode de réalisation de l'invention, 5 comportant un circuit d'émission (5), un circuit de commutation de la borne commune (9), un circuit de réception (6) et un circuit de terminaison (4).

L'interconnexion (1) et les deux dispositifs d'interface selon le quatrième mode de réalisation de l'invention montrés sur la figure 5 sont dimensionnés pour qu'ils forment un dispositif de transmission pseudo-différentiel utilisant des variables électriques naturelles 10 divulgué dans ladite demande de brevet français numéro 08/04430. Par conséquent, un écho réduit et une diaphonie interne réduite sont obtenus.

INDICATIONS SUR LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Le circuit d'interface selon l'invention est adapté à la transmission pseudo-différentielle entre circuits intégrés dans une interconnexion à deux ou plus de deux 15 conducteurs de transmission, la transmission présentant des couplages non voulus réduits.

Nous notons que, dans le mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné ci-dessus à titre d'exemple non limitatif et représenté sur la figure 6, 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 20 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 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 dans des circuits imprimés. L'invention est particulièrement 25 avantageuse pour les circuits imprimés comportant des circuits analogiques à large bande ou des circuits numériques rapides. Pour émettre dans q voies de transmission, l'invention présente l'avantage de ne nécessiter que $q + 1$ broches sur un circuit intégré assurant les fonctions de circuit d'émission, de circuit de réception et de circuit de commutation de la borne commune, au lieu de $2q$ broches dans le cas d'un émetteur-récepteur pour transmission 30 différentielle.

Le circuit d'interface selon l'invention est particulièrement adapté à la transmission pseudo-différentielle 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.

35 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 pourrait être intéressant que le circuit d'émission, le circuit de réception et le circuit de commutation de la borne commune soient réalisés à l'intérieur d'un circuit intégré, un circuit de terminaison étant réalisé à l'extérieur de ce circuit intégré.

- 5 Puisque l'invention inclut la possibilité d'un état désactivé pour les bornes prévues pour être connectées à ladite interconnexion, par exemple un état haute impédance, 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.

REVENDEICATIONS

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 au moins 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 1 et inférieur ou égal à m , l'entrée 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 au moins une des tensions entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100) ;
- 10
- 15 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) étant couplée à chacune des dites bornes signal (101), la sortie du circuit d'émission (5) délivrant, quand le circuit d'émission (5) est dans l'état activé, m variables de transmission, chacune des dites variables de transmission étant soit une tension entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne de référence soit un courant sortant d'une des dites bornes signal (101), chacune des dites variables de transmission étant principalement déterminée par au moins un des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des dites variables de transmission n'étant pas principalement déterminée par un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission" ;
- 20
- 25 un circuit de commutation de la borne commune (9) ayant un état ouvert et un état fermé, le circuit de commutation de la borne commune (9) ayant une borne de courant de retour connectée à ladite borne commune (100), le circuit de commutation de la borne commune (9) étant dans l'état fermé lorsque le circuit d'émission (5) est dans l'état activé, le circuit de commutation de la borne commune (9) étant dans l'état ouvert lorsque le circuit de réception (6) est dans l'état activé, le circuit de commutation de la borne commune (9) dans l'état fermé procurant, entre ladite borne commune (100) et ladite borne de référence, une tension approximativement égale à la somme d'une tension constante et de la tension, déterminée en utilisant la convention de signe des générateurs, qui apparaîtrait aux bornes d'un premier dipôle passif soumis au courant circulant depuis ladite borne de courant de retour vers ladite borne commune (100).
- 30
- 35

2. Dispositif pour la transmission de signaux selon la revendication 1, dans lequel chacune des dites variables de transmission délivrées par ledit circuit d'émission (5) est une combinaison linéaire de signaux chacun principalement déterminé par un et un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des dites combinaisons linéaires étant telle qu'au moins deux des coefficients de ladite au moins une des dites combinaisons linéaires ne sont pas égaux à zéro.

3. Dispositif pour la transmission de signaux selon la revendication 1, dans lequel chacune des dites variables de transmission délivrées par ledit circuit d'émission (5) est principalement déterminée par une combinaison linéaire des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission", au moins une des dites combinaisons linéaires étant telle qu'au moins deux des coefficients de ladite au moins une des dites combinaisons linéaires ne sont pas égaux à zéro.

4. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit circuit de commutation de la borne commune (9) dans l'état ouvert procure un courant circulant depuis ladite borne de courant de retour vers ladite borne commune (100) approximativement égal à la somme d'un courant constant et du courant qui sortirait d'un second dipôle passif soumis à la tension entre ladite borne commune (100) et ladite borne de référence, le produit du module de l'impédance en petits signaux du dit premier dipôle passif en un premier point de repos, par le module de l'admittance en petits signaux du dit second dipôle passif en un second point de repos étant, dans au moins une partie de ladite bande de fréquences connue, inférieur ou égal à $1/2$.

5. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit circuit de commutation de la borne commune (9) dans l'état fermé est tel que, au dit premier point de repos, ledit premier dipôle passif a une impédance en petits signaux ayant, dans ladite bande de fréquences connue, un module inférieur ou égal à trois cents ohms.

6. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'impédance en petits signaux du dit premier dipôle passif et/ou l'admittance en petits signaux du dit second dipôle passif peuvent être réglées par des moyens électriques.

7. 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, ladite interconnexion étant réalisée à l'intérieur du dit circuit intégré.

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 m bornes signal (101) étant couplée à une ou plusieurs broches du dit circuit intégré, ladite borne commune (100) étant couplée à une ou plusieurs
5 broches du dit circuit intégré.
9. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre 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 les dites
10 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 ladite 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 .
10. Dispositif pour la transmission de signaux selon la revendication 9, dans lequel la matrice
15 impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit circuit de terminaison (4) dans l'état activé peut être réglée par des moyens électriques.
11. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications 9 ou 10, 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)
20 étant pratiquement nul lorsque ledit circuit de terminaison (4) est dans l'état désactivé.

1 / 5

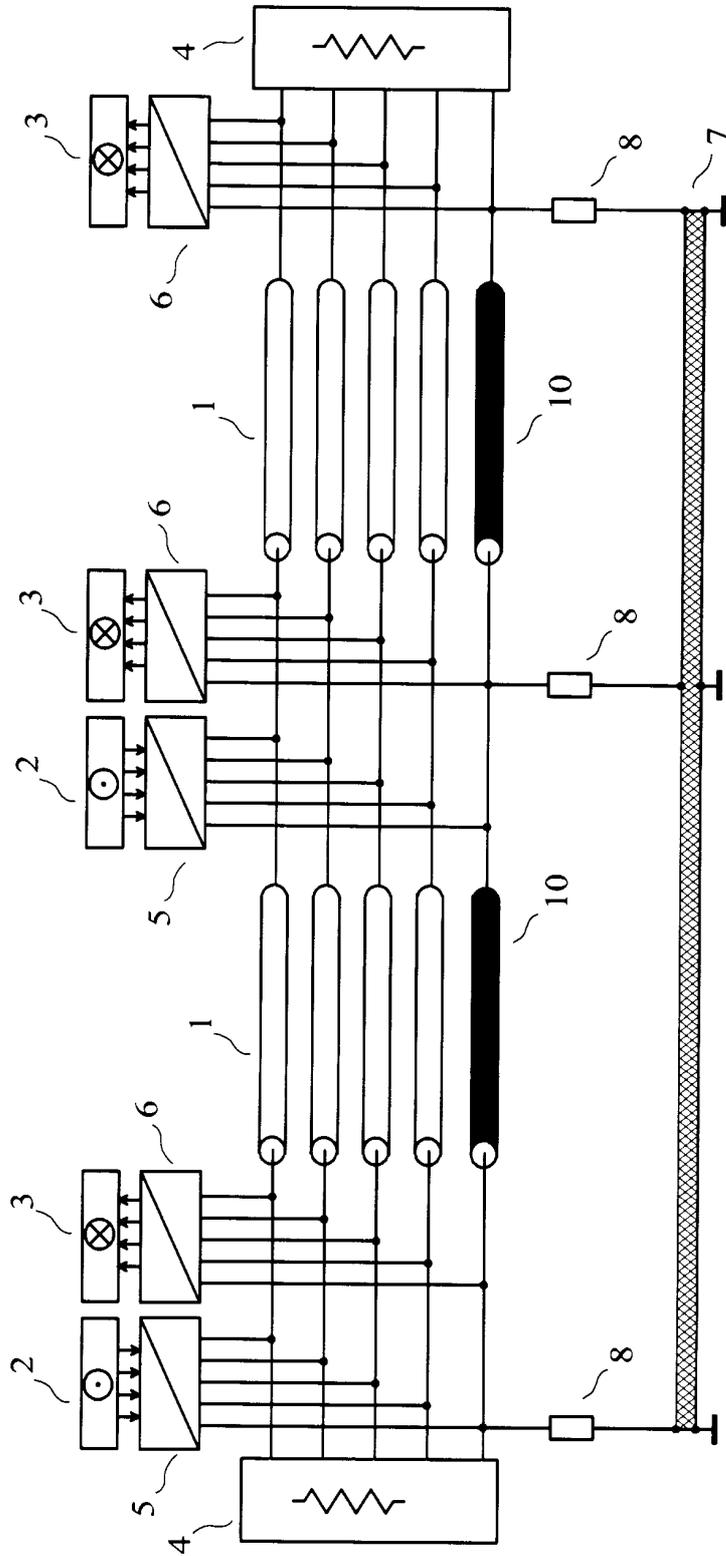


FIG. 1

2 / 5

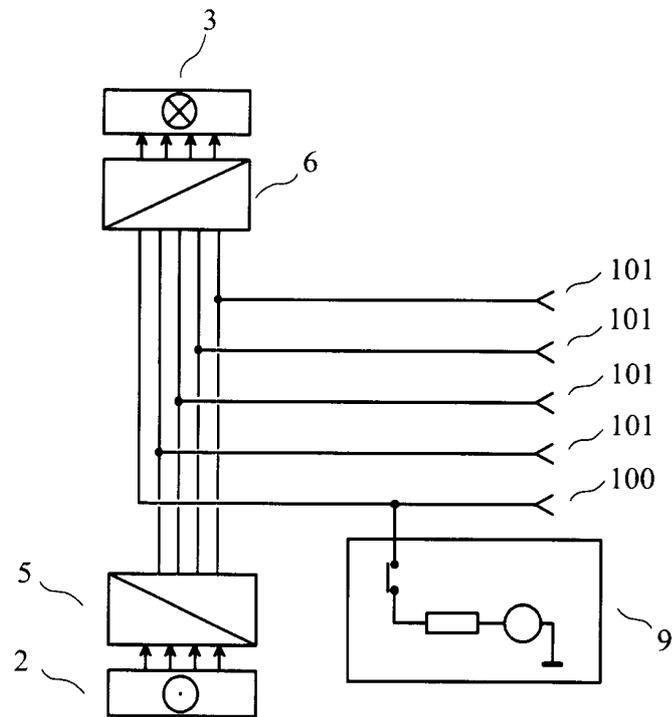


FIG. 2

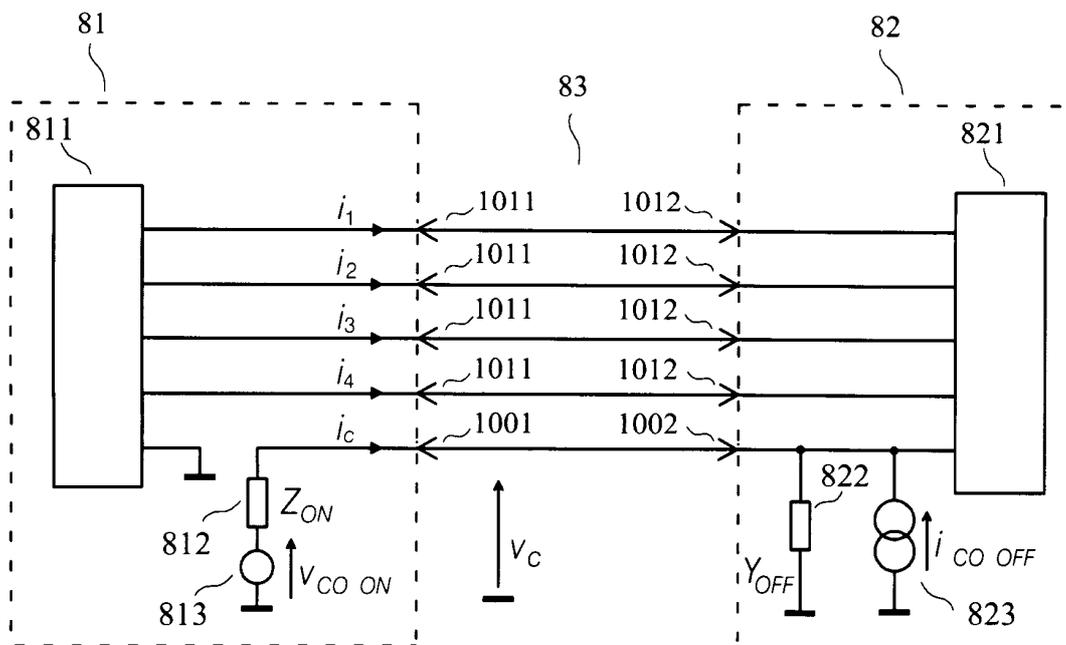


FIG. 3

3 / 5

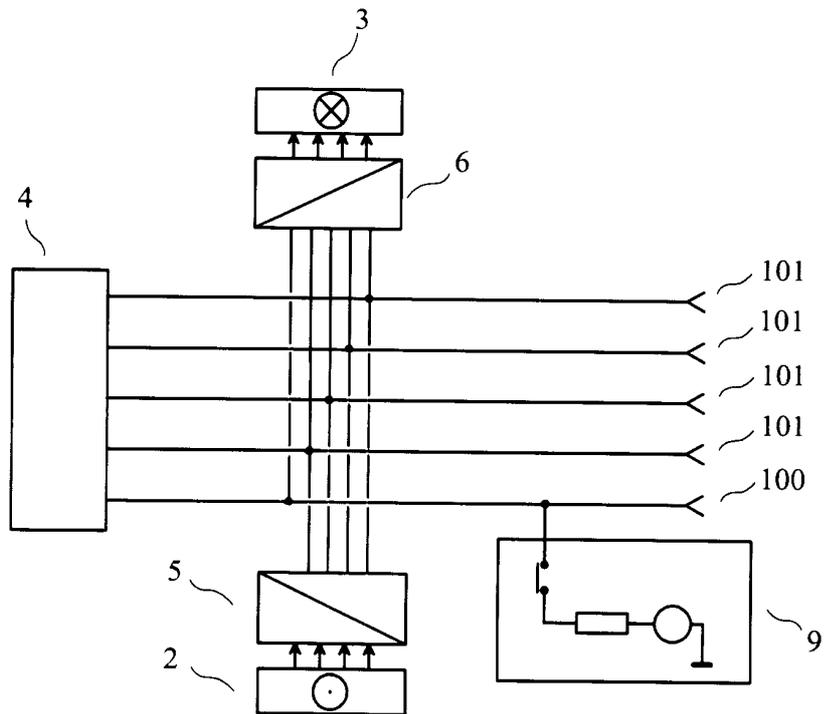


FIG. 4

4 / 5

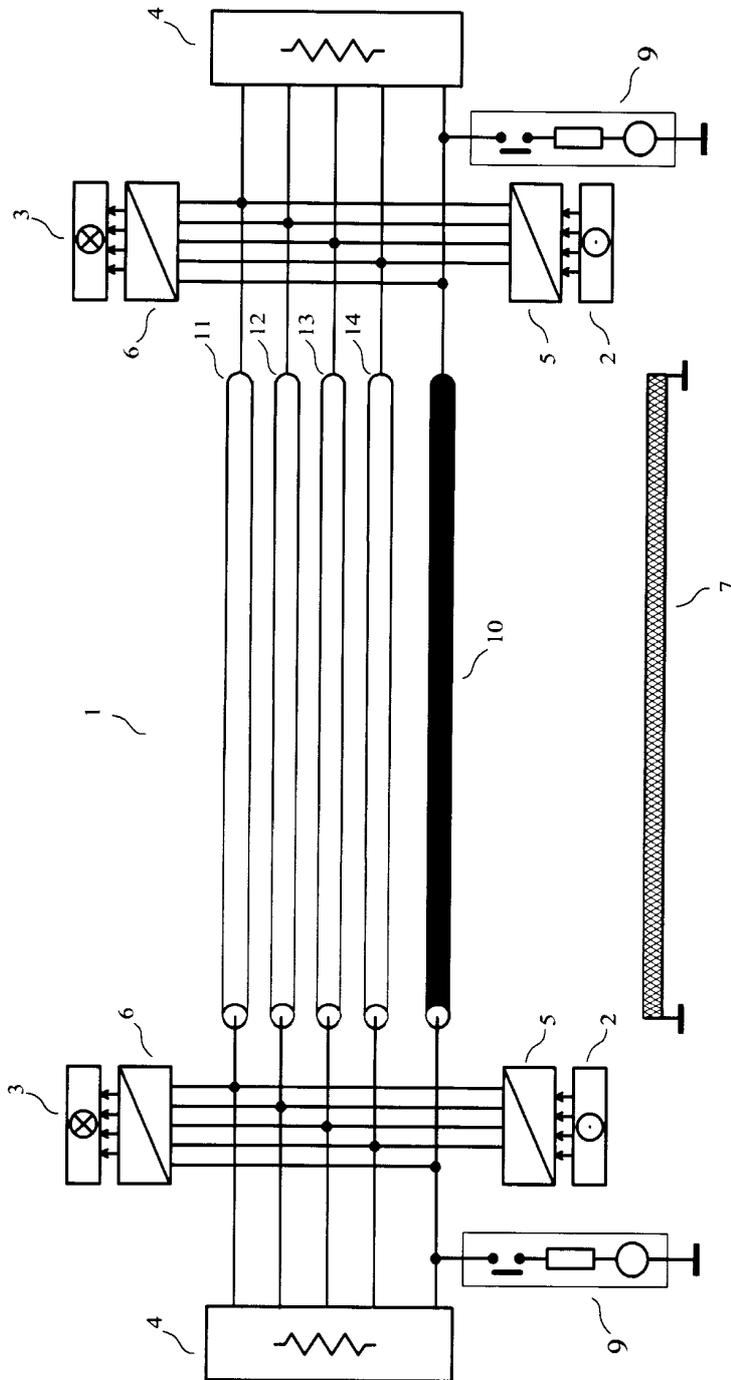


FIG. 5

5 / 5

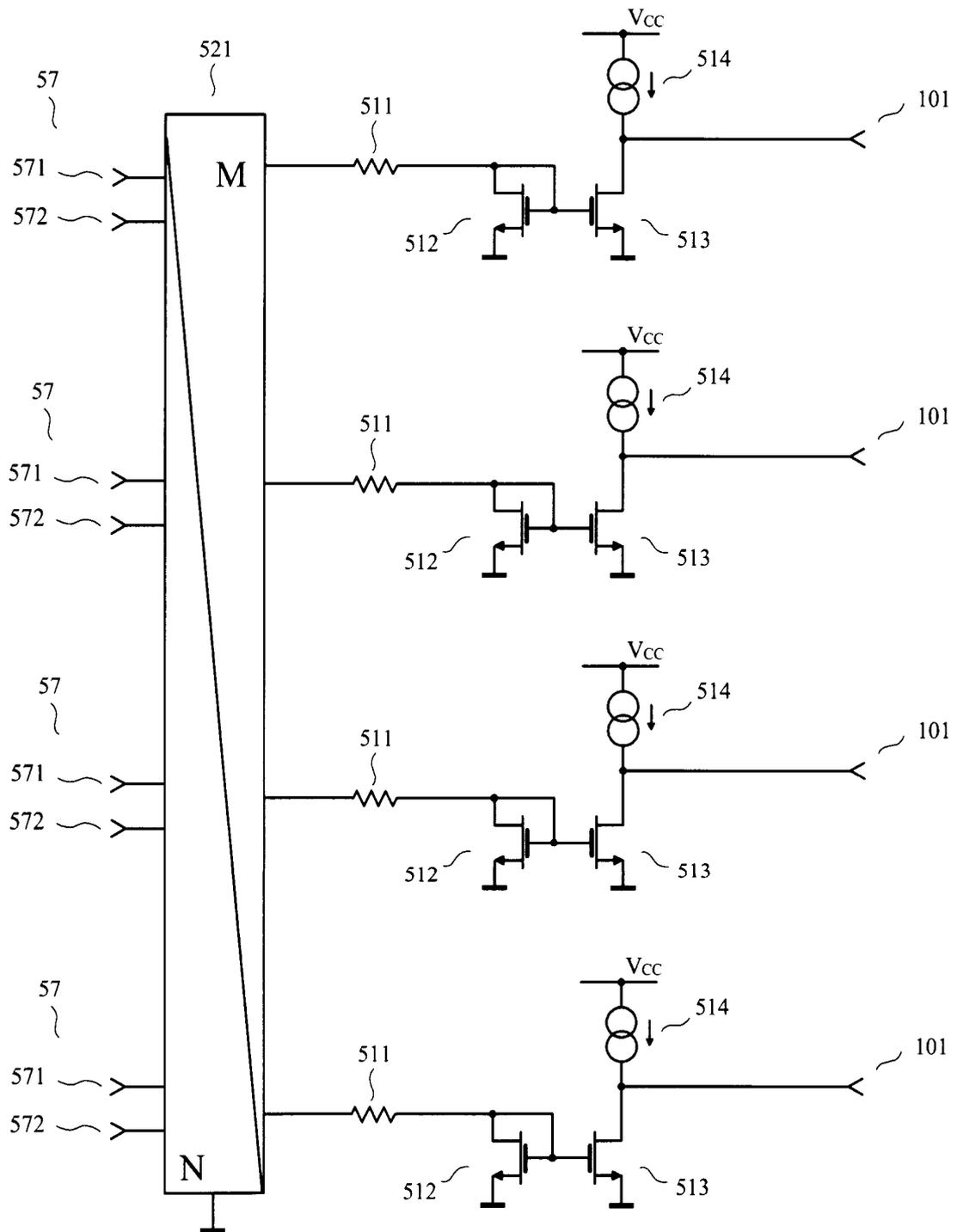


FIG. 6

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

WO 2009/007866 A (EXCEM [FR]; BROYDE FREDERIC [FR]; CLAVELIER EVELYNE [FR])
15 janvier 2009 (2009-01-15)
document ne pouvant être pris en considération que pour apprécier la nouveauté de l'invention

FR 2 917 921 A (EXCEM SOC PAR ACTIONS SIMPLIFI [FR])
26 décembre 2008 (2008-12-26)

FREDERIC BROYDE ET AL: "A pseudo-differential transmitting circuit causing reduced common-mode current variations" ELECTRONICS, CIRCUITS AND SYSTEMS, 2008. ICECS 2008. 15TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 31 août 2008 (2008-08-31), pages 17-20, XP031362414 ISBN: 978-1-4244-2181-7

US 5 731 711 A (GABARA THADDEUS JOHN [US])
24 mars 1998 (1998-03-24)

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

NEANT

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

NEANT