

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

①① N° de publication : **2 918 826**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **07 04949**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **H 04 B 3/18** (2006.01), H 05 K 1/02, H 03 K 19/0185,  
H 04 B 3/32

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ DISPOSITIF D'INTERFACE PSEUDO-DIFFERENTIEL AVEC CIRCUIT DE COMMUTATION.

②② Date de dépôt : 09.07.07.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 16.01.09 Bulletin 09/03.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 02.10.09 Bulletin 09/40.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

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

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

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) :

**FR 2 918 826 - B1**



Dispositif d'interface pseudo-différentiel avec circuit de commutation.

## DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

L'invention concerne un dispositif d'interface pour les transmissions pseudo-différentielles dans les 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  $m$  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 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 ;
- 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, par exemple les circuits intégrés de la famille HCMOS bien connue des spécialistes. Les signaux multiniveau, par exemple les signaux quaternaires (parfois appelés PAM-4 ou 4-PAM), sont utilisés pour obtenir des débits de décision élevés. L'utilisation de tels signaux multiniveau est par exemple discutée dans l'article de J. L. Zerbe *et al* intitulé "1.6 Gb/s/pin 4-PAM Signaling and Circuits for a Multidrop Bus", paru dans le *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, vol. 36, No. 5, en mai 2005.

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.

Le procédé de transmission le plus simple pour obtenir  $m$  voies de transmission utilise  $m$  liaisons unifilaires, aussi appelées liaisons asymétriques (single-ended links en anglais).

Avec  $m$  liaisons unifilaires, chaque voie de transmission utilise un conducteur de transmission de l'interconnexion, et le conducteur de référence (masse) est utilisé pour le courant de retour produit par les courants circulant sur les  $m$  conducteurs de transmission. Ce procédé est vulnérable au bruit produit par des couplages électromagnétiques entre des conducteurs de ladite interconnexion et d'autres conducteurs proches, par exemple lorsque ladite interconnexion et ces autres conducteurs sont réalisés sur un même circuit imprimé.

Cependant, il existe des procédés de transmission destinés à procurer une bonne protection contre le bruit produit par les couplages électromagnétiques non voulus : 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), et les liaisons pseudo-différentielles.

Un système de transmission différentiel procurant  $m$  voies de transmission utilise une interconnexion ayant  $2m$  conducteurs de transmission. Un système de transmission pseudo-différentiel procurant  $m$  voies de transmission utilise une interconnexion à  $m$  conducteurs de transmission et un conducteur commun distinct du conducteur de référence (masse).

Des dispositifs d'interface pour les transmissions pseudo-différentielles sont par exemple décrits dans le brevet des États-Unis d'Amérique numéro 5,818,261 intitulé "Pseudo-differential bus driver/receiver for field programmable devices", dans le brevet des États-Unis d'Amérique numéro 5,994,925 intitulé "Pseudo-differential logic receiver", dans le brevet des États-Unis d'Amérique numéro 6,195,395 intitulé "Multi-agent pseudo-differential signaling scheme", et dans le brevet des États-Unis d'Amérique numéro 7,099,395 intitulé "Reducing coupled noise in pseudo-differential signaling".

Deux systèmes de transmission pseudo-différentiels procurant chacun  $m = 4$  voies de transmission sont représentés sur les figures 1 et 2, ces systèmes comportant chacun :

- une interconnexion (1) ayant  $m = 4$  conducteurs de transmission (11) (12) (13) (14) plus un conducteur commun (10) distinct du conducteur de référence (7) ;
- un circuit d'émission (5) recevant en entrée les signaux des 4 voies de la source (2) ;
- un circuit de réception (6) ayant sa sortie connectée au destinataire (3).

Le circuit d'émission (5) reçoit en entrée les signaux des 4 voies de la source (2) et ses 5 bornes de sortie sont connectées aux  $m + 1 = 5$  conducteurs de l'interconnexion (1), un de ces conducteurs étant le conducteur commun (10). Le circuit de réception (6) a ses 5 bornes d'entrée connectées aux conducteurs de l'interconnexion (1), un de ces conducteurs étant le conducteur commun (10). Le circuit de réception (6) produit sur ses bornes de sortie connectées au destinataire (3) des tensions, chacune de ces tensions étant déterminée par une et une seule des tensions entre un des conducteurs de transmission et le conducteur commun. Les systèmes des figures 1 et 2 procurent 4 voies de transmission, telles que les signaux des 4 voies d'une source (2) sont transmis aux 4 voies du destinataire (3).

Sur les figures 1 et 2, nous trouvons une terminaison (4), comme dans ledit brevet des États-Unis d'Amérique numéro 6,195,395. Dans le cas de la figure 1, la terminaison (4) est constituée de  $m = 4$  résistances (401) (402) (403) (404) connectées chacune entre un conducteur de transmission et la masse. Dans le cas de la figure 2, la terminaison (4) est constituée de  $m + 1 = 5$  résistances,  $m = 4$  résistances (401) (402) (403) (404) étant connectées comme dans la figure 1, et une résistance (410) étant connectée entre le conducteur commun et le conducteur de référence.

Dans les figures 1 et 2, au lieu d'être connectées à la masse, les résistances de la terminaison (4) pourraient être connectées à un noeud destiné à présenter une tension fixe par rapport à la masse, par exemple à une tension d'alimentation. Cette technique est par exemple utilisée dans le procédé de signalisation pseudo-différentielle utilisant des circuits intégrés de la famille Gunning Transceiver Logic (GTL) bien connue des spécialistes. Chaque résistance connectée à un conducteur de l'interconnexion (1) pourrait aussi être remplacée par un autre type de terminaison connu (voir par exemple le chapitre 6 du livre de H. W. Johnson et M. Graham mentionné ci-dessus), par exemple par une "terminaison partagée" (en anglais: "split termination" ou "Thevenin termination") comportant 2 résistances, la première étant insérée entre ce conducteur de l'interconnexion et la masse, la seconde étant insérée entre ce conducteur de l'interconnexion et un noeud présentant une tension fixe par rapport à la masse.

Comme indiqué dans les dits brevets des États-Unis d'Amérique numéro 5,818,261, numéro 5,994,925, numéro 6,195,395 et numéro 7,099,395, le conducteur commun est utilisé principalement pour procurer une tension de référence fixe et n'est pas utilisé pour la transmission des signaux dans les dites  $m$  voies de transmission.

Par conséquent, lorsque le circuit d'émission émet des signaux, les courants injectés dans les conducteurs de transmission sont associés à des courants de retour circulant principalement dans le conducteur de référence ou dans un conducteur d'alimentation. Le spécialiste comprend que cette situation crée souvent des couplages non voulus avec d'autres circuits électroniques proches de l'interconnexion.

Les spécialistes comprennent que les terminaisons (4) des figures 1 et 2 sont utilisées pour réduire les réflexions, et que de telles terminaisons produisent des courants de retour circulant principalement dans le conducteur de référence ou dans un conducteur d'alimentation. Par conséquent, ces terminaisons augmentent la génération de perturbations électromagnétiques pouvant dégrader les performances des circuits proches, et la vulnérabilité aux perturbations électromagnétiques produites par des circuits proches.

La demande de brevet français numéro 07/04421 du 21 juin 2007, intitulée "Dispositif d'interface pseudo-différentiel avec circuit de terminaison" décrit des terminaisons qui ne produisent pas de courants de retour circulant principalement dans le conducteur de référence ou dans un conducteur d'alimentation. De telles terminaisons peuvent donc être utilisées pour

améliorer les transmissions pseudo-différentielles. Cependant, les circuits d'émission pour transmission pseudo-différentielle de l'état de l'art antérieur produisent néanmoins des courants de retour circulant principalement dans le conducteur de référence ou dans un conducteur d'alimentation. Par conséquent, à cause des limitations de ces circuits d'émission  
 5 connus, les systèmes de transmission pseudo-différentiels connus génèrent des perturbations électromagnétiques pouvant dégrader les performances des circuits proches, et sont vulnérables aux perturbations électromagnétiques produites par des circuits proches.

## EXPOSÉ DE L'INVENTION

Le dispositif d'interface selon l'invention a pour but de procurer une transmission  
 10 pseudo-différentielle dans une interconnexion à deux ou plus de deux conducteurs de transmission, cette transmission présentant des couplages non voulus réduits.

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 et  
 15 la borne commune étant destinées à être connectées à une interconnexion ayant au moins  $m + 1$  conducteurs,  $m$  étant un entier supérieur ou égal à 2, ladite borne commune n'étant pas connectée à ladite borne de référence ;

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,  $p$   
 20 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 la tension entre une et une seule des dites bornes signal et ladite borne commune ;

un circuit d'émission recevant  $q$  "signaux d'entrée du circuit d'émission" correspondant  
 25 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 au moins  $q$  des dites bornes signal, la sortie du circuit d'émission délivrant, quand le circuit d'émission est dans l'état activé,  $q$  variables de transmission, chaque variable de transmission étant soit une  
 30 tension entre une des dites bornes signal et ladite borne de référence soit un courant sortant d'une des dites bornes signal, chaque variable de transmission étant principalement déterminée par un et un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission" ;

un circuit de commutation de la borne commune ayant un état ouvert et un état fermé, le circuit  
 35 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 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 bornes d'un premier dipôle passif parcouru par le courant circulant depuis ladite borne de courant de retour vers ladite borne commune.

5  
10 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.

15 Selon l'invention, ledit circuit de réception délivre des "signaux de sortie du circuit de réception" correspondant chacun à une voie de transmission, quand le circuit de réception est dans l'état activé. Selon l'invention, il existe un état désactivé du circuit de réception, dans lequel le circuit de commutation de la borne commune peut être dans l'état fermé.

20 Selon l'invention, chaque variable de transmission délivrée par ledit circuit d'émission est déterminée par un et un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission", quand le circuit d'émission est dans l'état activé. 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.

25 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.

30 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.

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.

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 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 connectée à ladite borne de courant de retour. Ledit courant fixe peut être positif, négatif ou nul.

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 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 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 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 et ladite borne de référence, susceptible d'apparaître à un instant en fonctionnement normal,
- 5 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 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 commune et ladite borne de référence étant, dans au moins une partie de ladite bande de fréquences connue, inférieur ou égal à 1/2.

10

15

Notons  $v_{CO\ ON}$  ladite tension constante et notons  $i_{CO\ OFF}$  ledit courant constant. Selon l'invention,  $v_{CO\ ON}$  peut être positive, nulle ou négative et  $i_{CO\ OFF}$  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 dire que, pour toute fréquence  $f$  dans ladite partie de ladite bande de fréquences connue :

20

- 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 avons
- 25

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

30 En d'autres termes, nous avons

soit

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

soit

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

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 plus petit que le module de l'impédance dynamique du circuit de commutation de la borne commune dans l'état ouvert.

5 Selon l'invention, lorsque ledit 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 ledit 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  
10 ladite borne commune et ladite borne de référence peut être linéaire. Dans ce cas, nous pouvons, à une fréquence  $f$  donnée, écrire

$$\text{si } f = 0 \quad v_C - v_{C0\text{ON}} = -i_C Z_{ON} \quad (4)$$

$$\text{si } f \neq 0 \quad \underline{v}_C = -\underline{i}_C Z_{ON} \quad (5)$$

où  $Z_{ON}$  est l'impédance interne du circuit de commutation de la borne commune dans l'état  
15 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  
20 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

$$25 \text{ si } f = 0 \quad i_C - i_{C0\text{OFF}} = -v_C Y_{OFF} \quad (6)$$

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

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  
30 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 ;

- 5 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.

- 10 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  
15 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.

- Même dans le cas d'un dispositif selon l'invention dans lequel ledit circuit de  
20 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 la présence d'un circuit de commutation de la borne commune, d'un circuit d'émission et d'un  
25 circuit de réception, doit donc être interprétée comme une définition relative à des fonctions.

- A titre d'exemple non limitatif, un dispositif selon l'invention peut être utilisé de façon telle que ledit dispositif selon l'invention, appelé "dispositif selon l'invention A", voit approximativement ladite interconnexion et les autres dispositifs couplés à ladite interconnexion, dans une bande de fréquences spécifiée, lorsqu'il n'y a pas de source de bruit  
30 extérieure, comme un autre dispositif selon l'invention, appelé "dispositif selon l'invention B". Evidemment, lorsque le circuit d'émission du "dispositif selon l'invention A" est dans l'état activé, le circuit de réception du "dispositif selon l'invention B" doit être dans l'état activé, et lorsque le circuit d'émission du "dispositif selon l'invention B" est dans l'état activé, le circuit de réception du "dispositif selon l'invention A" doit être dans l'état activé. Dans la suite, nous  
35 appellerons "l'utilisation envisagée" cette utilisation, mais "l'utilisation envisagée" n'est qu'un exemple non limitatif d'un modèle pour une utilisation possible d'un dispositif selon l'invention. Dans "l'utilisation envisagée", en supposant qu'un dispositif selon l'invention

présente, lorsque le circuit de réception est dans l'état activé, une haute impédance entre chacune des dites bornes signal et ladite borne de référence, le spécialiste comprend que :

- (a) lorsque le circuit d'émission du "dispositif selon l'invention A" et le circuit de réception du "dispositif selon l'invention B" sont dans l'état activé, le courant circulant dans le conducteur de référence à cause des signaux transmis à travers l'interconnexion est faible puisque un seul circuit de commutation de la borne commune est dans l'état fermé (le circuit de commutation de la borne commune du "dispositif selon l'invention A") ;
- (b) lorsque le circuit de réception du "dispositif selon l'invention A" et le circuit d'émission du "dispositif selon l'invention B" sont dans l'état activé, le courant circulant dans le conducteur de référence à cause des signaux transmis à travers l'interconnexion est faible puisque un seul circuit de commutation de la borne commune est dans l'état fermé (le circuit de commutation de la borne commune du "dispositif selon l'invention B").

Par conséquent, le spécialiste en compatibilité électromagnétique comprend que, dans "l'utilisation envisagée", le but de procurer une transmission pseudo-différentielle présentant des couplages non voulus réduits est atteint.

Ladite interconnexion ayant  $m + 1$  conducteurs peut être réalisée avec un câble. Ladite interconnexion peut aussi être réalisée sans câble, par exemple une interconnexion réalisée dans ou sur un circuit imprimé rigide ou flexible (en utilisant des pistes et/ou des surfaces de cuivre), ou une interconnexion réalisée dans ou sur le substrat d'un module multi-puces (en anglais: multi-chip module ou MCM) ou d'un circuit hybride, ou une interconnexion réalisée à l'intérieur d'un circuit intégré monolithique.

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

plusieurs broches pour la borne commune réduit cette inductance et améliore la transmission.

Un dispositif selon l'invention peut comporter un dispositif de terminaison tel que les circuits de terminaison décrits dans ladite demande de brevet français numéro 07/04421. Par conséquent, un dispositif selon l'invention peut comporter un circuit de terminaison couplé à  
5 chacune des dites bornes signal et à ladite borne commune, le circuit de terminaison étant, quand le circuit de terminaison est dans l'état activé, approximativement équivalent, pour lesdites bornes signal et ladite borne commune, à un réseau constitué de  $m$  branches, chacune des dites branches ayant une première borne et une seconde borne, chacune des dites branches étant constituée d'un dipôle passif connecté en série avec une source de tension délivrant une  
10 tension constante, la première borne de chacune des dites branches étant connectée à une et une seule des dites bornes signal, la seconde borne de chacune des dites branches étant connectée à ladite borne commune, chacune des dites bornes signal étant connectée à ladite première borne d'une et une seule des dites branches. Le circuit de terminaison dans l'état activé se comporte approximativement, pour lesdites bornes signal et ladite borne commune,  
15 comme un réseau comportant des dipôles passifs ayant chacun une borne maintenue à une tension fixe par rapport à ladite borne commune. Ladite tension fixe peut être positive, négative ou nulle. Ladite tension fixe peut être la même pour toutes les dites bornes maintenues à une tension fixe. Inversement, ladite tension fixe peut être différente pour au moins deux des dites bornes maintenues à une tension fixe.

20 Dans cette définition d'un circuit de terminaison, il est possible que les dits dipôles passifs puissent être considérés comme linéaires. Par conséquent, selon l'invention, ledit circuit de terminaison dans l'état activé peut être, pour lesdites bornes signal et ladite borne commune, approximativement équivalent à un réseau constitué de  $m$  branches, chacune des dites branches ayant une première borne et une seconde borne, chacune des dites branches  
25 étant constituée d'un dipôle linéaire passif connecté en série avec une source de tension délivrant une tension constante, la première borne de chacune des dites branches étant connectée à une et une seule des dites bornes signal, la seconde borne de chacune des dites branches étant connectée à ladite borne commune, chacune des dites bornes signal étant connectée à ladite première borne d'une et une seule des dites branches. Un tel circuit de  
30 terminaison dans l'état activé présente, par rapport à ladite borne commune, à toute fréquence, une matrice impédance diagonale d'ordre  $m$ . 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.

35 Un dispositif d'interface selon l'invention peut être tel que ledit circuit de terminaison est constitué d'un réseau de  $m$  résistances, chacune des dites résistances étant connectée entre une des dites bornes signal et ladite borne commune, chacune des dites résistances étant

connectée à une borne signal différente. 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  
5 de fréquences pertinent, par exemple en incluant des réactances appropriées dans le circuit de terminaison. Selon un deuxième exemple, le circuit de terminaison pourrait incorporer des composants actifs, par exemple des transistors à effet de champ à grille isolée (MOSFET) opérant dans le régime ohmique. L'impédance du canal de tels composants peut être réglable par un moyen électrique. Par conséquent, ledit circuit de terminaison peut être tel que la  
10 matrice impédance, 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.

15 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  
20 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  
25 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  
30 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 tel circuit de terminaison peut par exemple utiliser un des principes montrés sur les Figures 10 et 11 de ladite demande de brevet français numéro  
35 07/04421.

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.

5 Selon l'invention, le nombre  $m$  de bornes signal peut être égal au nombre  $q$  de "signaux d'entrée du circuit d'émission". Dans le cas contraire,  $m > q$ , et les bornes signal qui ne sont pas attribuées à une variable de transmission peuvent avoir une autre fonction, par exemple fournir des tensions de référence ou l'alimentation.

10 Selon l'invention, le nombre  $m$  de bornes signal peut être égal au nombre  $p$  de "signaux de sortie du circuit de réception". Dans le cas contraire,  $m > p$ , et les bornes signal qui ne sont pas utilisées pour déterminer un "signal de sortie du circuit de réception" peuvent avoir une autre fonction, par exemple recevoir des tensions de référence ou l'alimentation. Un dispositif d'interface selon l'invention peut en particulier être tel que  $m$  soit supérieur ou égal à trois.

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

25 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 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.

30 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 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  
35 d'utiliser des algorithmes adaptatifs pour mettre en oeuvre ce type de traitement dans les récepteurs pour transmission de données. Un dispositif selon l'invention peut utiliser une égalisation adaptative. Ce type de traitement est bien connu des spécialistes et est souvent mis en oeuvre en utilisant un traitement numérique du signal.

## BRÈVE PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTES FIGURES

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

- 5           -       la figure 1 représente un premier système de transmission pseudo-différentiel comportant une interconnexion à quatre conducteurs de transmission, et a déjà été commentée dans la partie consacrée à l'exposé de l'état de la technique ;
- la figure 2 représente un deuxième système de transmission pseudo-différentiel comportant une interconnexion à quatre conducteurs de transmission, et a déjà
- 10           -       été commentée dans la partie consacrée à l'exposé de l'état de la technique ;
- la figure 3 représente un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 4 montre une utilisation d'un dispositif selon l'invention ;
- la figure 5 représente un circuit d'émission et un circuit de commutation de la borne commune utilisés dans un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- 15           -       la figure 6 représente un circuit de commutation de la borne commune utilisé dans un troisième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 7 représente un circuit de réception et un circuit de terminaison utilisés dans le deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 8 représente un circuit d'émission et un circuit de commutation de la
- 20           -       borne commune utilisés dans un quatrième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 9 représente un circuit d'émission et un circuit de commutation de la borne commune utilisés dans un cinquième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 10 représente un circuit d'émission et un circuit de commutation de la borne commune utilisés dans un sixième mode de réalisation de l'invention.

## 25 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 3 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 au moins  $m + 1 = 5$  conducteurs.

Un circuit d'émission (5) reçoit  $q = 4$  "signaux d'entrée du circuit d'émission" provenant d'une source (2), la sortie du circuit d'émission étant couplée aux 4 bornes signal

(101). La sortie du circuit d'émission 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,  $q = 4$  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  
5 principalement déterminée par un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission". Par conséquent, quand le circuit d'émission (5) est dans l'état activé, sa sortie présente une basse impédance entre lesdites 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 impédance, de sorte que le circuit d'émission (5) ne produit pas de variables de transmission et ne cause qu'un courant  
10 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 4 bornes signal (101) et à la borne commune (100), chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" étant  
15 déterminé par la tension 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 lesdites bornes signal (101) et ladite borne de référence. Les "signaux de sortie du circuit de réception" sont délivrés au destinataire (3) lorsque le 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  
20 impédance, de sorte que le circuit de réception (6) ne délivre pas de "signal de sortie du circuit de réception".

Les spécialistes connaissent plusieurs méthodes adaptées à produire un état haute impédance à la sortie du circuit d'émission (5) et à la sortie du circuit de réception (6).

Dans le dispositif selon l'invention représenté sur la figure 3, le circuit de réception (6)  
25 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 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 3. Nous notons aussi que les lignes  
30 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 3. Ces lignes d'adresse et/ou de contrôle pourraient être des conducteurs de ladite interconnexion.

Le circuit de commutation de la borne commune (9) a une borne de courant de retour  
35 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

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  
 5 tension  $v_C$  entre ladite borne commune (100) et la borne de référence (masse), cette tension  $v_C$   
 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 parcouru par le courant sortant de ladite borne de courant de retour. En d'autres  
 termes, dans l'état fermé, le circuit de commutation de la borne commune (9) est, pour la borne  
 10 commune (100), équivalent à un réseau comportant une source de tension délivrant une tension  
 constante  $v_{CO\ ON}$ , 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  
 15 courant sortant de ladite borne de courant de retour voisin de la somme d'un courant constant  
 $i_{CO\ OFF}$  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  $i_{CO\ OFF}$ , cette source  
 20 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  $|Z_{ON}(i_C\ BIAS, f)|$  par  $|Y_{OFF}(v_C\ BIAS, f)|$  est inférieur ou égal à 1/2.

25 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  
 30 réception du "dispositif selon l'invention B" est dans l'état activé. La figure 4 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  
 35  $m + 1$  bornes, une source de tension (813) délivrant la tension constante  $v_{CO\ ON}$  et un premier  
 dipôle passif (812) présentant une impédance dynamique  $Z_{ON}(i_C\ BIAS, f)$ . 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).

5 La figure 4 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  
10 (823) délivrant le courant constant  $i_{CO\ OFF}$  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  $m$  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  
15 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  
20 “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  
25 “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 “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,  $|Z_{ON}(i_C\ BIAS, f)| < 5\ \Omega$   
30 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 “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  
35 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 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 4 pour les dispositifs selon l'invention sont aussi simplifiés. Le schéma équivalent de la figure 4 n'est donc qu'une approximation.

Le spécialiste comprend qu'un récepteur pour signaux pseudo-différentiels de l'état de l'art antérieur peut être utilisé comme circuit de réception (6) délivrant des "signaux de sortie du circuit de réception" quand le circuit de réception est dans l'état activé, chacun des "signaux de sortie du circuit de réception" étant déterminé par la tension entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100).

Le spécialiste comprend qu'un driver pour liaisons unifilaires de l'état de l'art antérieur peut être utilisé comme circuit d'émission (5) délivrant des variables de transmission quand le circuit d'émission est dans l'état activé, chaque variable de transmission étant une tension entre une des dites bornes signal (101) et la masse.

Le spécialiste comprend comment il peut, en utilisant des techniques 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.

## 20 Deuxième mode de réalisation.

Le deuxième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, comporte :

- le circuit d'émission et le circuit de commutation de la borne commune représentés sur la figure 5,
- 25 - le circuit de réception et le circuit de terminaison représentés sur la figure 7.

Dans le circuit d'émission et le circuit de commutation de la borne commune montrés sur la figure 5 :

- chacun des  $q = 3$  "signaux d'entrée du circuit d'émission" est appliqué à une entrée signal (57) qui est du type entrée unifilaire ;
- 30 - chacune des  $q = 3$  entrées signal (57) correspond à une cellule à trois transistors constituée d'un transistor d'entrée (511) et d'un miroir de courant comportant deux transistors (512) (513) ;
- chacune des  $m = 3$  bornes signal (101) est couplée au drain du transistor de sortie (513) de la cellule à trois transistors correspondante ;
- 35 - le circuit d'émission est constitué des trois cellules à trois transistors, donc de 9 transistors

(511) (512) (513) ;

- un “signal de commutation de la borne commune” est appliqué à une entrée de contrôle (58) connectée à la grille d’un transistor (911) ;
- la borne commune (100) est connectée à la source de ce transistor (911) ;
- 5 - le circuit de commutation de la borne commune est constitué de ce transistor (911) qui peut commuter la borne commune (100) à une tension de référence positive  $V_{REF}$ .

Notons que les sources des transistors d’entrée (511) sont mises à la masse, le symbole de masse utilisé dans la figure 5 et dans les figures suivantes ayant exactement la même signification que l’autre symbole de masse utilisé dans les figures 1 à 4.

- 10 Le circuit d’émission montré sur la figure 5 délivre, quand la polarisation des entrées signal (57) est convenable, des variables de transmission, chaque variable de transmission étant un courant sortant d’une des bornes signal (101), chaque variable de transmission étant approximativement déterminée par un seul des “signaux d’entrée du circuit d’émission”, qui est la tension d’une des entrées signal (57). Le spécialiste comprend qu’appliquer une tension
- 15 voisine de zéro entre chaque entrée signal (57) et la masse désactive le circuit d’émission représenté sur la figure 5, et que dans ce cas sa sortie présente une haute impédance.

- Le circuit de commutation de la borne commune représenté sur la figure 5 comporte un transistor (911) qui peut être dans l’état ouvert ou dans l’état fermé (régime ohmique). Lorsque le circuit d’émission est dans l’état activé, le “signal de commutation de la borne
- 20 commune” appliqué à l’entrée de contrôle (58) est bas, le circuit de commutation de la borne commune est donc dans l’état fermé et la borne commune (100) est couplée à la tension de référence à travers une basse impédance correspondant approximativement au paramètre  $r_{DS(on)}$  du transistor. Lorsque le circuit d’émission est dans l’état désactivé, le “signal de commutation de la borne commune” appliqué à l’entrée de contrôle (58) est haut, le circuit de commutation
- 25 de la borne commune est donc dans l’état ouvert et la borne commune (100) n’est plus couplée à la tension de référence.

Dans le circuit de réception et le circuit de terminaison représentés sur la figure 7 :

- chacun des  $p = 3$  “signaux de sortie du circuit de réception” est délivré à une sortie (68) qui est une sortie différentielle comportant 2 bornes (681) (682) ;
- 30 - chacune des  $p$  sorties (68) correspond à la sortie d’une paire différentielle constituée de deux transistors (611) (612) dont les sources sont polarisées par une source de courant (613) et dont les drains sont polarisés par deux résistances (631) (632) ;
- chacune des  $m = 3$  bornes signal (101) est connectée à la grille du premier transistor (611) des dites paires différentielles ;
- 35 - la borne commune (100) est connectée à la grille de  $p$  seconds transistors (612) des dites paires différentielles ;
- le circuit de terminaison est constitué de  $m$  résistances (411), chacune de ces résistances étant

connectée entre une borne signal (101) et la borne commune (100).

Le spécialiste voit que le circuit de réception représenté sur la figure 7 produit à ses sorties  $p$  “signaux de sortie du circuit de réception” correspondant chacun à une des voies de transmission, chacun des “signaux de sortie du circuit de réception” étant déterminé par la  
5 tension entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100).

Une bonne réception pseudo-différentielle nécessite une impédance suffisamment haute entre la borne commune (100) et la borne de référence. Lorsque le circuit d’émission de la figure 5 est dans l’état activé, le circuit de réception de la figure 7 est considéré dans l’état désactivé, parce que, le circuit de commutation de la borne commune représenté sur la figure  
10 5 étant dans l’état fermé, une bonne réception pseudo-différentielle n’est pas possible (même avec un circuit hybride). Lorsque le circuit d’émission de la figure 5 est dans l’état désactivé, le circuit de réception de la figure 7 est considéré dans l’état activé, parce que, le circuit de commutation de la borne commune représenté sur la figure 5 étant dans l’état ouvert, une bonne réception pseudo-différentielle est possible.

15 Toutefois, nous notons que, dans ce deuxième mode de réalisation, les sorties (68) du circuit de réception ne présentent pas une haute impédance lorsque le circuit de réception est dans l’état désactivé.

Dans la figure 7, si nous négligeons les courants de grille des transistors (611) (612) des paires différentielles, seules les résistances (411) du circuit de terminaison produisent des  
20 courants dans les bornes signal (101) et dans la borne commune (100). Le spécialiste voit que les circuits des figures 5 et 7 conviennent à “l’utilisation envisagée” définie ci-dessus.

Les circuits représentés sur la figure 5 sont tels que le circuit de commutation de la borne commune et le circuit d’émission sont sans parties communes. Nous notons que, sur la figure 5, le circuit d’émission n’est pas couplé à la borne commune (100). Nous notons aussi  
25 que, sur la figure 5, quand le circuit d’émission est dans l’état activé, le courant instantané sortant de chaque borne signal (101) est positif et le courant instantané sortant de la borne commune (100) est négatif. Cependant, ceci n’est pas une caractéristique générale d’un dispositif selon l’invention.

Ce deuxième mode de réalisation convient à l’émission et à la réception de signaux  
30 analogiques ou numériques.

### Troisième mode de réalisation.

Le troisième mode de réalisation d’un dispositif d’interface selon l’invention, donné à titre d’exemple non limitatif, comporte le circuit de commutation de la borne commune représenté sur la figure 6, constitué d’un transistor (912) canal  $n$  et d’un transistor (913) canal  
35  $p$  dont les sources sont connectées l’une à l’autre et dont les drains sont connectés l’un à

l'autre. Les drains des transistors (912) (913) sont connectés à la borne commune (100) et les sources des transistors (912) (913) sont mises à la masse. Ce circuit de commutation de la borne commune est contrôlé par deux entrées de contrôle : une première entrée de contrôle (581) pour le "premier signal de commutation de la borne commune" et une seconde entrée de  
 5 contrôle (582) pour le "second signal de commutation de la borne commune". Le spécialiste voit que les deux transistors (912) (913) forment un commutateur CMOS et comprend que les électrodes "source" et "drain" peuvent être échangées dans la figure 6, lorsque les transistors sont symétriques.

Lorsque le "premier signal de commutation de la borne commune" appliqué à la  
 10 première entrée de contrôle (581) est bas et que le "second signal de commutation de la borne commune" appliqué à la seconde entrée de contrôle (582) est haut, le transistor (912) canal n et/ou le transistor (913) canal p sont dans l'état ouvert pour une polarisation convenable de la borne commune (100), et le circuit de commutation de la borne commune est considéré comme dans l'état ouvert.

Lorsque le "premier signal de commutation de la borne commune" appliqué à la  
 15 première entrée de contrôle (581) est haut et que le "second signal de commutation de la borne commune" appliqué à la seconde entrée de contrôle (582) est bas, le transistor (912) canal n et/ou le transistor (913) canal p sont dans l'état fermé et le circuit de commutation de la borne commune est considéré comme dans l'état fermé.

#### 20 Quatrième mode de réalisation.

Le quatrième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, comporte le circuit d'émission et le circuit de commutation de la borne commune représentés sur la figure 8, dans laquelle :

- chacun des  $q = 3$  "signaux d'entrée du circuit d'émission" est appliqué à une entrée signal  
 25 (57) qui est une entrée différentielle comportant 2 bornes (571) (572) ;
- chacune des  $q = 3$  entrées signal (57) correspond à l'entrée d'une paire différentielle constituée de deux transistors (514) (516) dont les sources sont polarisées par une source de courant (515) fournissant un courant  $I$  pratiquement constant ;
- chacune des  $m = 3$  bornes signal (101) est connectée au drain du premier transistor (514) de  
 30 chacune des dites paires différentielles et à une source de courant (531) fournissant un courant voisin de  $I/2$  et pratiquement constant ;
- le circuit d'émission est constitué des trois paires différentielles (514) (516) et des six sources de courant (515) (531) ;
- un "signal de commutation de la borne commune" est appliqué à une entrée de contrôle (58)  
 35 connectée à la grille d'un transistor (915) ;

- la borne commune (100) est connectée au drain de ce transistor (915) et à une résistance (916) connectée en série avec un condensateur (914) mis à la masse ;
- le circuit de commutation de la borne commune est constitué de ce transistor (915), qui peut commuter la borne commune (100) à une tension de référence  $V_{REF}$ , de ladite résistance (916) et du dit condensateur (914).

Le circuit de commutation de la borne commune représenté sur la figure 8 comporte un transistor (915) qui peut être dans l'état ouvert ou dans l'état fermé. Lorsque le circuit d'émission est dans l'état activé, le "signal de commutation de la borne commune" appliqué à l'entrée de contrôle (58) est haut, le circuit de commutation de la borne commune est donc dans l'état fermé et la borne commune (100) est couplée à la tension de référence à travers une basse impédance. Lorsque le circuit d'émission est dans l'état désactivé, le "signal de commutation de la borne commune" appliqué à l'entrée de contrôle (58) est bas, le circuit de commutation de la borne commune est donc dans l'état ouvert et la borne commune (100) n'est plus couplée à la tension de référence. Lorsque le circuit de commutation de la borne commune est dans l'état ouvert, l'admittance  $Y_{OFF}(V_C, BIAS, f)$  est principalement déterminée par ladite résistance (916) et ledit condensateur (914). Lorsque le circuit de réception (non représenté sur la figure 8) est dans l'état activé, le circuit d'émission est dans l'état désactivé.

Le spécialiste comprend que les sources de courant (515) (531) représentées sur la figure 8 sont des éléments de circuit idéaux qui peuvent être réalisés avec des composants réels, par exemple en utilisant des miroirs de courant. Le circuit d'émission montré sur la figure 8 délivre, quand le circuit d'émission est dans l'état activé, des variables de transmission, chaque variable de transmission étant un courant sortant d'une des bornes signal (101), chaque variable de transmission étant approximativement déterminée par un des "signaux d'entrée du circuit d'émission". Le spécialiste comprend qu'il est facile de réaliser un circuit contrôlant le paramètre  $I$  déterminant le courant fourni par les sources de courant (515) (531), et qu'un niveau bas du "signal de commutation de la borne commune" peut assigner à ce paramètre une valeur voisine de zéro. Dans ce cas, le circuit d'émission représenté sur la figure 8 n'est pas dans l'état activé et sa sortie présente une haute impédance.

Nous notons que, sur la figure 8, quand le circuit d'émission est dans l'état activé, le courant instantané sortant de chaque borne signal (101) et le courant instantané sortant de la borne commune (100) peuvent prendre des valeurs positives et/ou négatives.

Ce quatrième mode de réalisation convient à l'émission et à la réception de signaux analogiques ou numériques.

#### Cinquième mode de réalisation.

Le cinquième 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. Il comporte le circuit d'émission et le circuit de commutation de la borne commune représentés sur la figure 9, dans laquelle :

- chacun des  $q = 2$  "signaux d'entrée du circuit d'émission" est appliqué à une entrée signal (57) qui est une entrée unifilaire ;
- chacune des  $q = 2$  entrées signal (57) est connectée à une entrée de deux portes logiques (519) (520), la sortie de la première porte logique (519) étant connectée à un transistor de sortie (517) dont la source est connectée à un conducteur d'alimentation, la sortie de la seconde porte logique (520) étant connectée à un transistor de sortie (518) dont la source est connectée à la masse ;
- chacune des  $m = 2$  bornes signal (101) est connectée aux drains de ces deux transistors de sortie (517) (518) ;
- un "signal de commutation de la borne commune" est appliqué à une entrée de contrôle (58) connectée à l'entrée d'un inverseur (901) et agit sur les dites portes logiques (519) (520), de telle façon que les drains des dits transistors de sortie (517) (518) présentent une haute impédance lorsque le "signal de commutation de la borne commune" est bas, et de telle façon que la tension de drain des transistors de sortie (517) (518) connectés à une borne signal (101) donnée suit le "signal d'entrée du circuit d'émission" correspondant, lorsque le "signal de commutation de la borne commune" est haut ;
- la borne commune (100) est connectée aux sources des transistors de sortie (906) (907) d'un dispositif comportant six transistors (902) (903) (904) (905) (906) (907) et deux sources de courant (908) (909), ce dispositif étant dimensionné de façon à ce que les sources de ses transistors de sortie (906) (907) présentent une haute impédance lorsque le "signal de commutation de la borne commune" est bas, et de telle façon que les sources de ses transistors de sortie (906) (907) délivrent une tension voisine d'une tension de référence  $V_{REF}$  donnée lorsque le "signal de commutation de la borne commune" est haut ;
- le circuit de commutation de la borne commune est constitué du dit inverseur (901) et du dit dispositif comportant six transistors (902) (903) (904) (905) (906) (907) et deux sources de courant (908) (909), le circuit d'émission étant composé des autres composants montrés sur la figure 9.

Le circuit d'émission montré sur la figure 9 délivre, quand le circuit d'émission est dans l'état activé, des 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 approximativement déterminée par un et un seul des "signaux d'entrée du circuit d'émission". Il est clair pour le spécialiste que les circuits représentés sur la figure 9 conviennent à "l'utilisation envisagée" définie ci-dessus.

Les circuits représentés sur la figure 9 sont définis de telle façon que le circuit de

commutation de la borne commune et le circuit d'émission sont sans parties communes. Cependant, il est clair que l'inverseur (901), défini comme faisant partie du circuit de commutation de la borne commune, est nécessaire au fonctionnement du circuit d'émission. Par conséquent, il serait également possible de considérer que le circuit de commutation de la

5 borne commune et le circuit d'émission ont des parties communes.

Nous notons que, sur la figure 9, quand le circuit d'émission est dans l'état activé, le courant instantané sortant de chaque borne signal (101) et le courant instantané sortant de la borne commune (100) peuvent prendre des valeurs positives et/ou négatives.

Dans ce cinquième mode de réalisation, le dispositif d'interface selon l'invention

10 comporte aussi un circuit de réception (non représenté sur la figure 9), qui 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 les dits brevets des États-Unis d'Amérique numéro 5,994,925 et 7,099,395.

#### Sixième mode de réalisation.

15 Le sixième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, est un exemple de dispositif selon l'invention utilisant un couplage en courant alternatif avec l'interconnexion. Le sixième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention comporte le circuit d'émission et le circuit de commutation de la borne commune représentés sur la figure 10, qui sont identiques à ceux

20 représentés sur la figure 9 sauf deux différences :

- dans la figure 10, chacune des  $m = 2$  bornes signal (101) est couplée aux drains des deux transistors de sortie (517) (518) correspondants, à travers un condensateur (521), au lieu d'une connexion directe dans la figure 9 ;
- dans la figure 10, la borne commune (100) est couplée aux sources des deux transistors de

25 sortie (906) (907) correspondants, à travers un condensateur (920), au lieu d'une connexion directe dans la figure 9.

Le circuit d'émission montré sur la figure 10 délivre, quand le circuit d'émission est dans l'état activé, des variables de transmission, chaque variable de transmission étant une tension entre une des dites bornes signal (101) et la borne de référence (masse), chaque

30 variable de transmission étant approximativement déterminée par un et un seul des "signaux d'entrée du circuit d'émission". Les variables de transmission utilisent les fréquences comprises entre 1 MHz et 2 GHz. Dans cette bande de fréquences, le circuit de commutation de la borne commune dans l'état fermé présente une "basse" impédance entre la borne commune (100) et la masse, et le circuit de commutation de la borne commune dans l'état

35 ouvert présente une "haute" impédance entre la borne commune (100) et la masse.

## 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 conducteurs de transmission, la transmission présentant des couplages non voulus réduits.

5 Nous notons que, dans les modes de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donnés ci-dessus à titre d'exemples non limitatifs et représentés sur les figures 5 à 10, les composants actifs sont des MOSFET. Ceci n'est nullement une caractéristique de l'invention, et les spécialistes comprennent qu'il eût également été possible d'utiliser des transistors bipolaires ou d'autres types de composants actifs. Par conséquent, le dispositif  
10 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 sur des circuits imprimés. Elle est particulièrement avantageuse pour les circuits imprimés comportant des circuits analogiques à large bande ou des circuits  
15 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 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  
20 contre le bruit lié aux courants circulant dans le conducteur de référence et dans le substrat du circuit intégré.

Un dispositif d'interface selon l'invention peut être réalisé à l'intérieur d'un circuit intégré, mais ceci n'est nullement une caractéristique de l'invention. Par exemple, il pourrait  
25 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.

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  
30 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.

## REVENDECATIONS

1. Dispositif pour la transmission de signaux dans une pluralité de voies de transmission, dans une bande de fréquences connue, comportant :
- 5  $m$  bornes signal (101), une borne commune (100) et une borne de référence, les bornes signal (101) et la borne commune (100) étant destinées à être connectées à une interconnexion ayant au moins  $m + 1$  conducteurs,  $m$  étant un entier supérieur ou égal à 2, ladite borne commune (100) n'étant pas connectée à ladite borne de référence ;
- 10 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 la tension entre une et une seule des
- 15 dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100) ;
- 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 au moins  $q$  des dites bornes signal (101), la sortie du circuit d'émission (5) délivrant, quand le circuit
- 20 d'émission (5) est dans l'état activé,  $q$  variables de transmission, chaque variable 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), chaque variable de transmission étant principalement déterminée par un et un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission" ;
- 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
- 30 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 parcouru par le
- 35 courant circulant depuis ladite borne de courant de retour vers ladite borne commune (100).

2. Dispositif pour la transmission de signaux selon la revendication 1, 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
- 10 3. 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.
- 15 4. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la relation entre le courant sortant de ladite borne de courant de retour et la tension entre ladite borne commune (100) et ladite borne de référence est linéaire lorsque ledit circuit de commutation de la borne commune (9) est dans l'état fermé et/ou lorsque ledit circuit de commutation de la borne commune (9) est dans l'état ouvert.
- 20 5. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel 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.
- 25 6. 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.
- 30 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, 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 broches du dit circuit intégré.

8. 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, pour lesdites bornes signal (101) et ladite
- 5 borne commune (100), approximativement équivalent à un réseau constitué de  $m$  branches, chacune des dites branches ayant une première borne et une seconde borne, chacune des dites branches étant constituée d'un dipôle linéaire passif connecté en série avec une source de tension délivrant une tension constante, la première borne de chacune des dites branches étant connectée à une et une seule des dites bornes signal (101), la seconde borne de chacune des
- 10 dites branches étant connectée à ladite borne commune (100), chacune des dites bornes signal (101) étant connectée à ladite première borne d'une et une seule des dites branches.
9. Dispositif pour la transmission de signaux selon la revendication 8, dans lequel la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune (100), du dit circuit de terminaison (4) dans l'état activé peut être réglée par des moyens électriques.
- 15 10. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, dans lequel ledit circuit de terminaison (4) a un état activé et un état désactivé, chaque courant circulant depuis ledit circuit de terminaison (4) vers une des dites bornes signal (101) étant pratiquement nul lorsque ledit circuit de terminaison (4) est dans l'état désactivé.

1 / 8

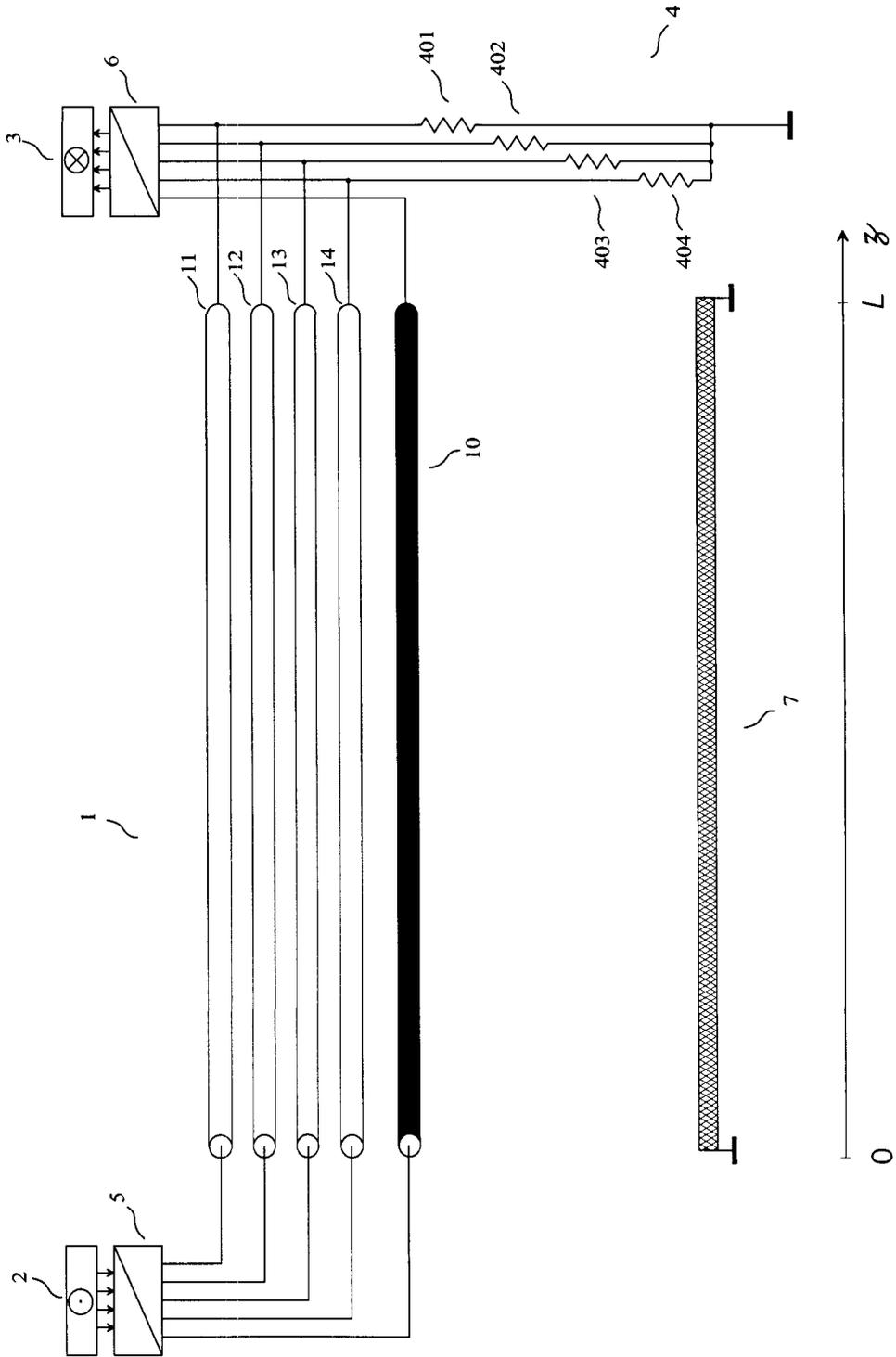


FIG. 1



3 / 8

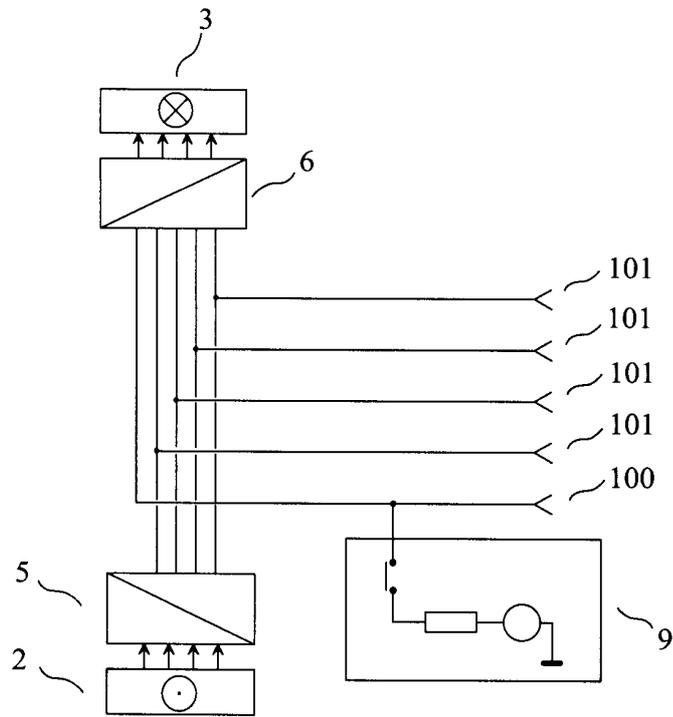


FIG. 3

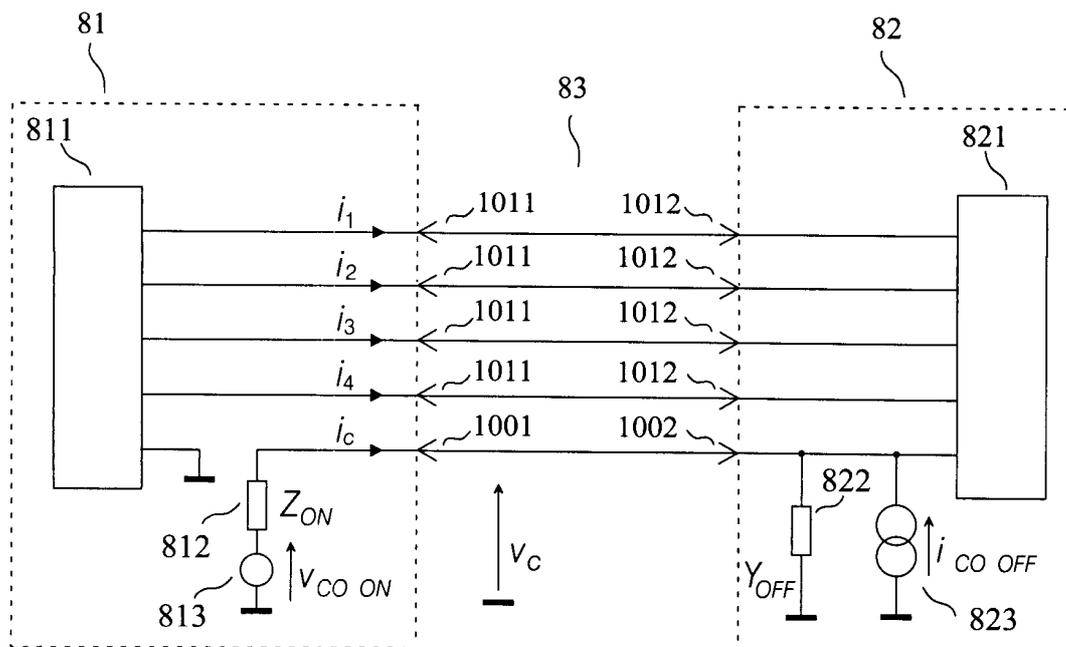


FIG. 4

4 / 8

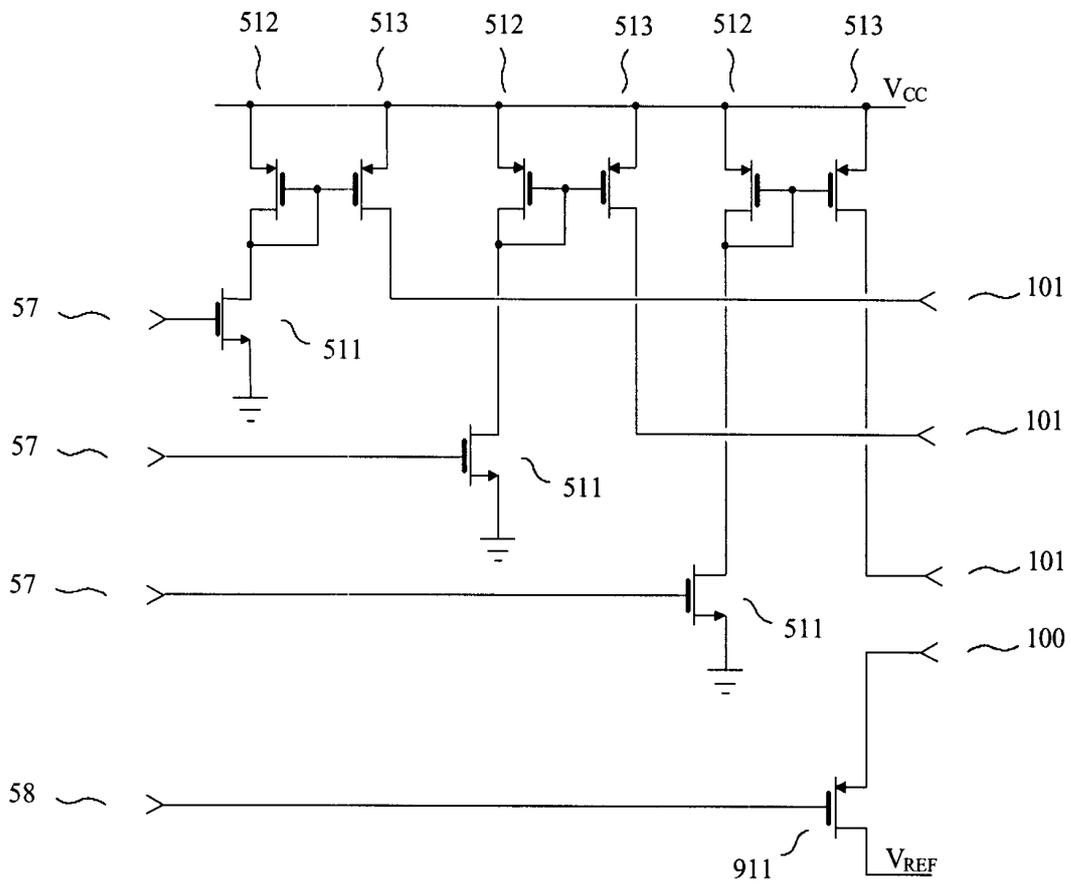


FIG. 5

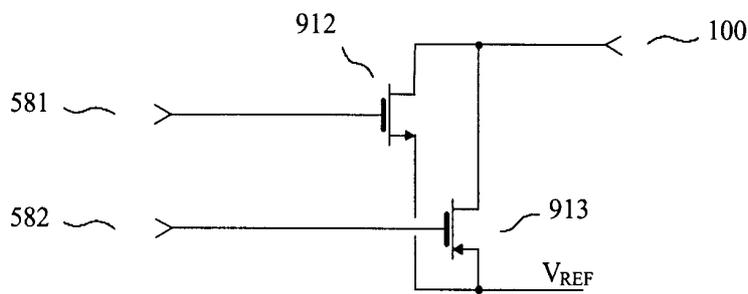


FIG. 6

5 / 8

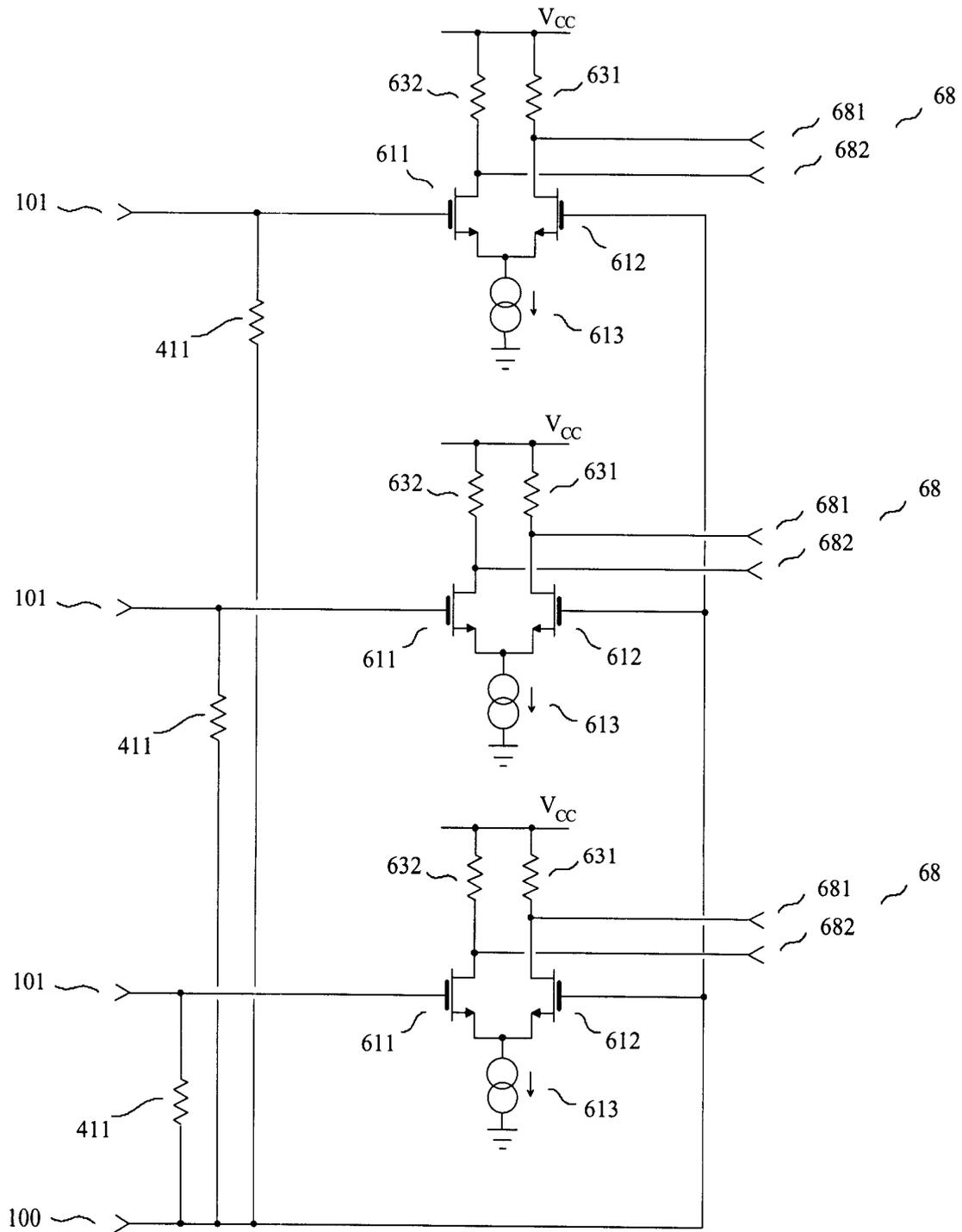


FIG. 7

6/8

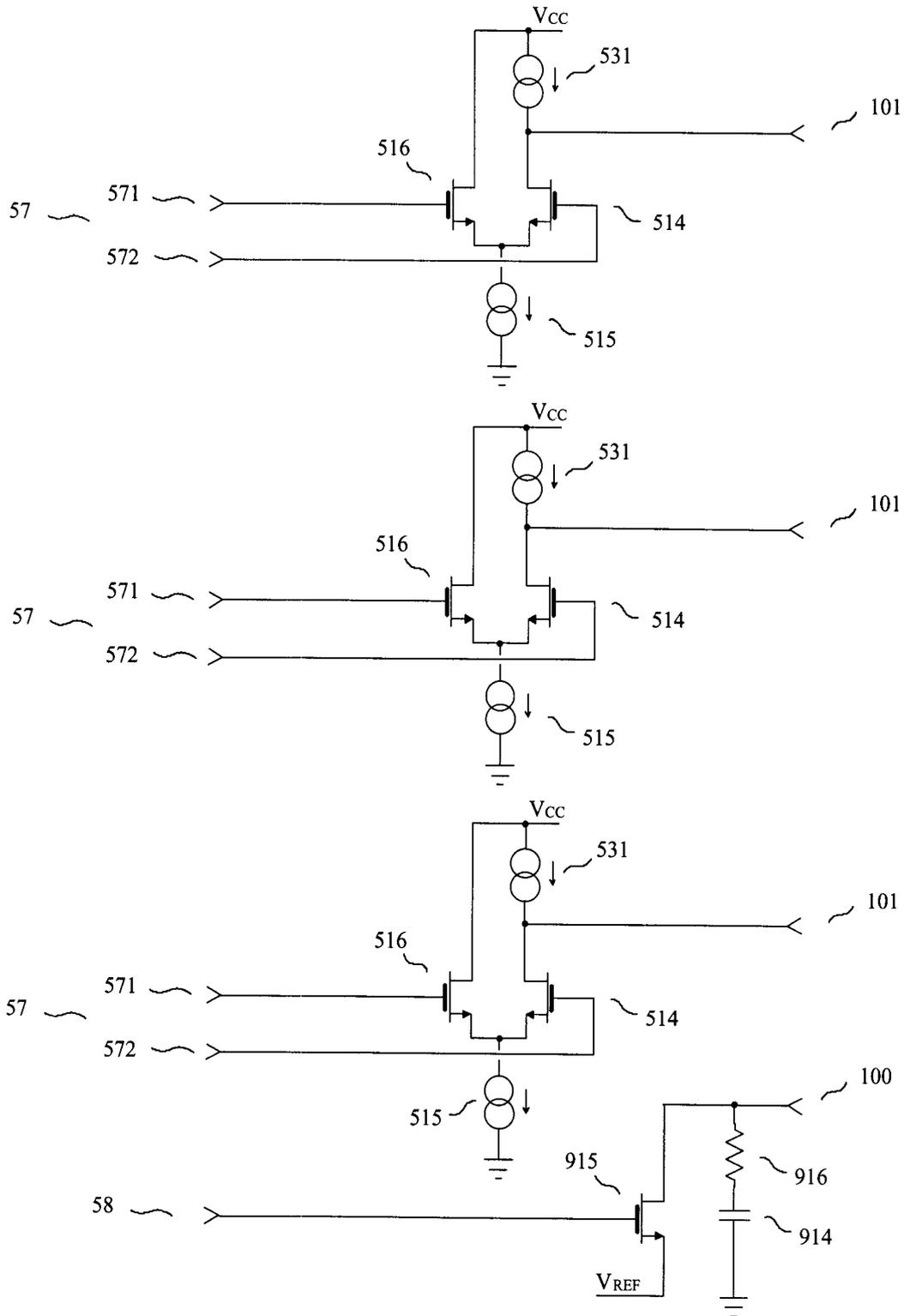


FIG. 8

7/8

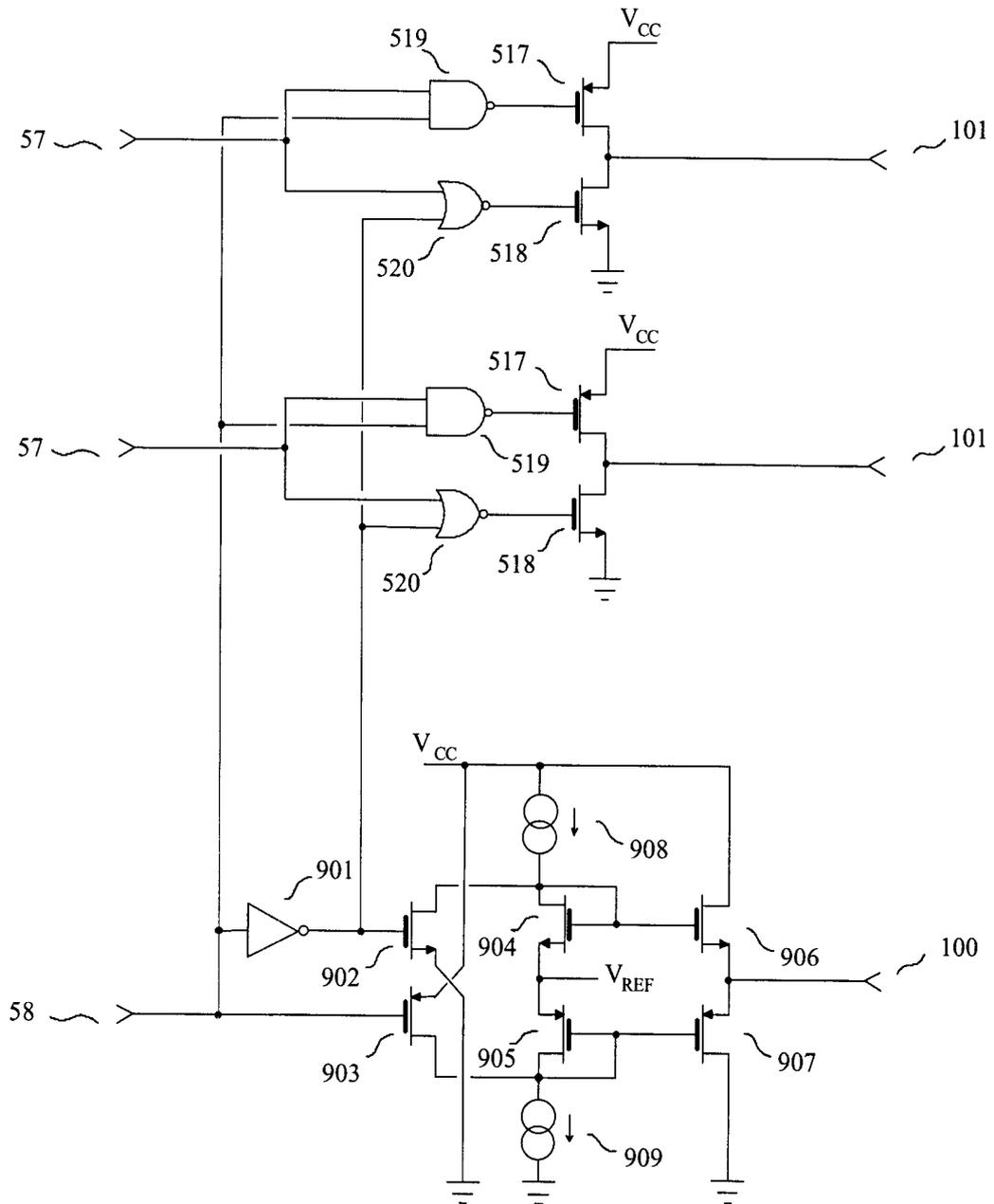


FIG. 9

8 / 8

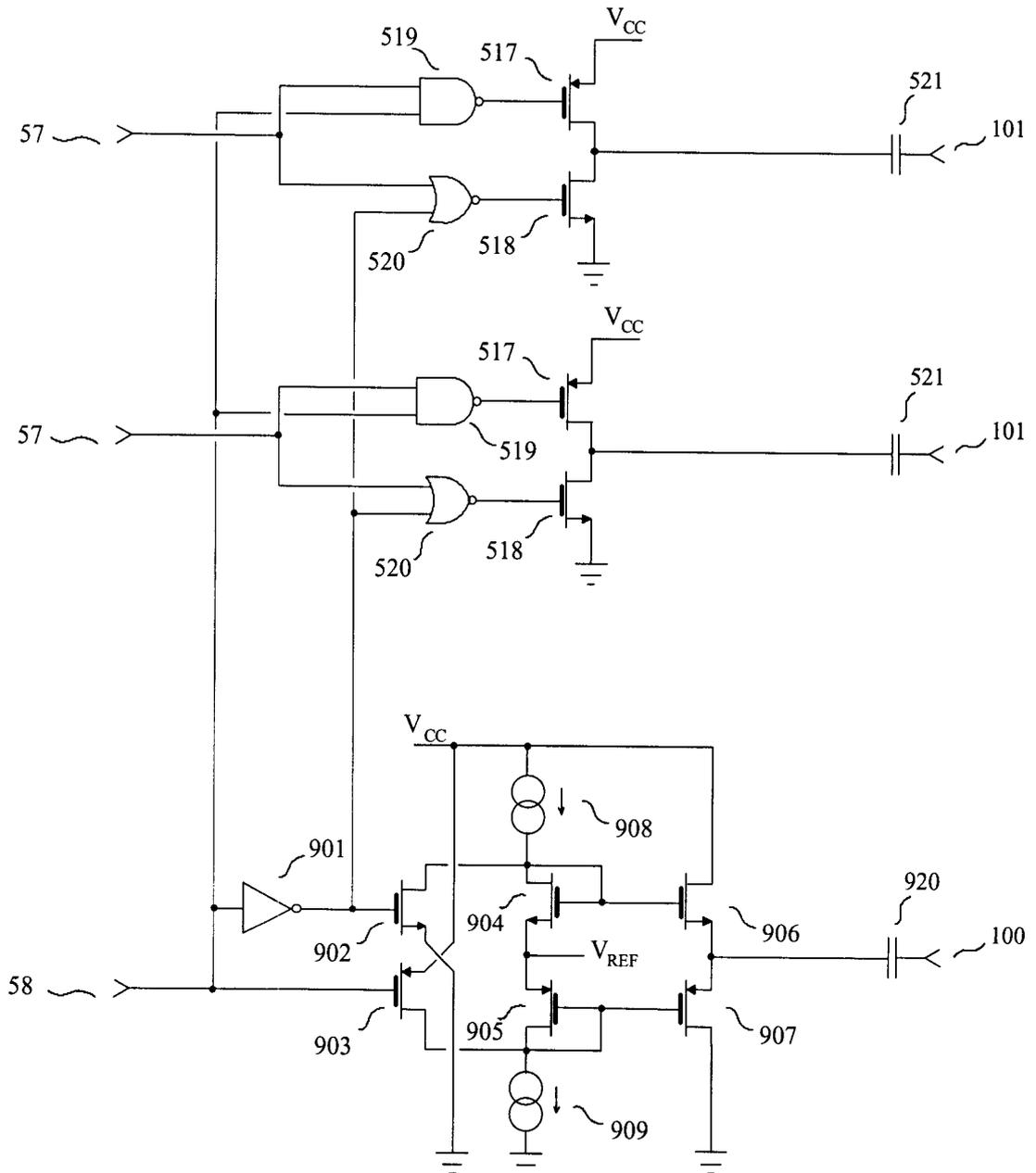


FIG. 10

# 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**

US 7 099 395 B1 (SIDIROPOULOS STEFANOS  
(US) ET AL) 29 août 2006 (2006-08-29)

EP 0 836 274 A (SGS THOMSON  
MICROELECTRONICS (IT) ST MICROELECTRONICS  
SRL (IT)) 15 avril 1998 (1998-04-15)

US 6 166 570 A (HEDBERG MATS (SE))  
26 décembre 2000 (2000-12-26)

BAINBRIDGE W J ET AL: "Delay insensitive  
system-on-chip interconnect using 1-of-4  
data encoding"  
ASYNCHRONOUS CIRCUITS AND SYSTEMS, 2001.  
ASYNC 2001. SEVENTH INTERNATIONAL  
SYMPOSIUM ON 11-14 MAR 2001, PISCATAWAY,  
NJ, USA,IEEE, 11 mars 2001 (2001-03-11),  
pages 118-126, XP010537930 ISBN: 0-7695-1034-5

EP 1 030 450 A (TEXAS INSTRUMENTS  
DEUTSCHLAND (DE))  
23 août 2000 (2000-08-23)

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

**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