

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

①1 N° de publication :

2 917 921

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

②1 N° d'enregistrement national :

07 04421

⑤1 Int Cl⁸ : **H 04 B 1/10** (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 TERMINAISON.

②2 Date de dépôt : 21.06.07.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 26.12.08 Bulletin 08/52.

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

⑥0 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 2 917 921 - B1



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

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.

Par conséquent, les spécialistes en compatibilité électromagnétique comprennent que 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.

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.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

Le dispositif d'interface selon l'invention a pour but de produire une transmission pseudo-différentielle dans une interconnexion à deux ou plus de deux conducteurs de transmission, cette transmission présentant des réflexions réduites et 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 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 étant un entier supérieur ou égal à 2 et inférieur ou égal à m , l'entrée du circuit de réception étant couplée à au moins p des dites bornes signal et à ladite borne commune, chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" étant principalement déterminé par la tension entre une des dites bornes signal et ladite borne commune ;
un circuit de terminaison couplé à chacune des dites bornes signal et à ladite borne commune, le circuit de terminaison étant, quand le circuit de terminaison est dans l'état activé, approximativement équivalent, pour lesdites bornes signal et ladite borne commune, à un réseau 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 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.

Selon l'invention, la borne commune n'est pas connectée à la borne de référence, en accord avec le principe des transmissions pseudo-différentielles. Selon l'invention, ledit circuit de réception délivre des "signaux de sortie du circuit de réception" correspondant chacun à une voie de transmission, quand le circuit de réception est dans l'état activé. Selon l'invention, il est possible qu'il existe un état désactivé du circuit de réception, dans lequel le comportement du circuit de réception est différent. Cependant, l'existence d'un état désactivé du circuit de réception n'est nullement une caractéristique de l'invention.

Selon l'invention, les dits dipôles utilisés dans le réseau équivalent défini pour modéliser le circuit de terminaison 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 ne sont pas nécessairement linéaires.

5 Selon l'invention, le circuit de terminaison dans l'état activé se comporte approximativement, pour lesdites bornes signal et ladite borne commune, comme un réseau comportant des dipôles passifs ayant chacun une borne maintenue à une tension fixe par rapport à ladite borne commune. Ladite tension peut être positive, négative ou nulle. Ladite tension peut être la même pour toutes les dites bornes maintenues à une tension fixe. Inversement, ladite tension peut être différente pour au moins deux des dites bornes maintenues à une tension fixe.

10 Selon l'invention, le circuit de terminaison dans l'état activé peut être tel que, en au moins un point de repos, chacun des dits dipôles passifs a une impédance en petits signaux (aussi appelée impédance dynamique) ayant, dans au moins une partie de ladite bande de fréquences connue, un module inférieur ou égal à mille ohms et une partie réelle supérieure ou égale à trois ohms et supérieure ou égale à un dixième du dit module. L'ensemble des
15 impédances dynamiques définies par ces inégalités a les trois propriétés suivantes :

- l'expérience montre qu'il contient les valeurs d'impédances capables de réduire efficacement les réflexions de signaux se propageant sur les interconnexions typiques ;

- il contient les impédances réelles de l'intervalle $[3 \Omega, 1000 \Omega]$, qui peuvent être obtenues avec une résistance ;

20 - il ne contient pas d'impédance susceptible d'apparaître fortuitement (par exemple du fait de capacités parasites) entre une borne signal et la borne de référence d'un récepteur pseudo-différentiel de l'état de l'art antérieur, à une fréquence de fonctionnement.

La condition sur les impédances en petits signaux définie plus haut devrait être applicable au fonctionnement normal du dispositif selon l'invention. Ledit point de repos
25 choisi pour déterminer les impédances en petits signaux devrait donc être tel que les tensions de repos entre chacune des dites bornes signal et ladite borne commune ont des valeurs susceptibles d'apparaître à un instant en fonctionnement normal. Les réflexions les plus faibles sont souvent obtenues quand ladite partie réelle de l'impédance en petits signaux prend des valeurs comprises entre 10Ω et 300Ω .

30 Selon l'invention, le circuit de terminaison peut comporter une borne TC connectée à ladite borne commune, m bornes TS connectées chacune à une des dites bornes signal, chacune des dites bornes signal étant connectée à une borne TS différente, et être tel que, lorsque le circuit de terminaison est dans l'état activé :

- la tension entre une quelconque des dites bornes TS et ladite borne TC est voisine de la

35 somme d'une tension constante et de la tension, déterminée en utilisant la convention de signe des générateurs, qui apparaîtrait aux bornes d'un dipôle passif qui serait parcouru par le courant sortant de ladite borne TS ;

- le courant sortant de ladite borne TC est voisin de l'opposé de la somme des courants sortant des dites m bornes TS.

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.

- 5 Cependant, l'existence d'un état désactivé du circuit de terminaison n'est nullement une caractéristique de l'invention. Les caractéristiques spécifiées pour l'état activé du circuit de terminaison sont, comme expliqué ci-dessous, particulièrement pertinentes lorsque le dispositif selon l'invention reçoit des signaux provenant de ladite interconnexion. Par conséquent, un dispositif selon l'invention peut être tel que ledit circuit de terminaison est dans l'état activé
- 10 lorsque ledit circuit de réception est dans l'état activé.

Le spécialiste voit que, pour le système de transmission pseudo-différentiel de l'état de l'art antérieur montré sur la figure 1 :

- la terminaison (4) n'a pas de matrice impédance par rapport à la borne commune ;
- la terminaison (4) a une matrice impédance \mathbf{Z}_{G1} par rapport à la borne de référence.

- 15 La matrice impédance \mathbf{Z}_{G1} est une matrice diagonale d'ordre 4, égale à

$$\mathbf{Z}_{G1} = \begin{pmatrix} R_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & R_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & R_4 \end{pmatrix} \quad (1)$$

où nous avons utilisé les notations de la figure 1 et une numérotation convenable des bornes signal. Le spécialiste voit que, pour le système de transmission pseudo-différentiel de l'état de l'art antérieur montré sur la figure 2 :

- 20 - la terminaison (4) a une matrice impédance \mathbf{Z}_{C2} par rapport à la borne commune ;
- la terminaison (4) a une matrice impédance \mathbf{Z}_{G2} par rapport à la borne de référence.

Les matrices impédance \mathbf{Z}_{C2} et \mathbf{Z}_{G2} sont des matrices carrées d'ordre 5, égales à

$$\mathbf{Z}_{C2} = \begin{pmatrix} R_1 + R_D & R_D & R_D & R_D & R_D \\ R_D & R_2 + R_D & R_D & R_D & R_D \\ R_D & R_D & R_3 + R_D & R_D & R_D \\ R_D & R_D & R_D & R_4 + R_D & R_D \\ R_D & R_D & R_D & R_D & R_D \end{pmatrix} \quad (2)$$

et

25

$$\mathbf{Z}_{G2} = \begin{pmatrix} R_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & R_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & R_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & R_D \end{pmatrix} \quad (3)$$

où nous avons utilisé les notations de la figure 2 et une numérotation convenable des bornes signal et de la borne commune. La matrice impédance \mathbf{Z}_{G2} par rapport à la borne de référence est diagonale tandis que la matrice impédance \mathbf{Z}_{C2} par rapport à la borne commune n'est pas une matrice diagonale, puisque un système de transmission pseudo-différentiel nécessite

5 $R_D \neq 0$.

Un dispositif selon l'invention peut être tel que les dits dipôles passifs peuvent 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 comportant m dipôles linéaires passifs, chaque

10 dipôle linéaire passif ayant une première borne connectée à une et une seule des dites bornes signal, chaque dipôle linéaire passif ayant une seconde borne connectée à un noeud ayant une tension fixe par rapport à ladite borne commune, chacune des dites bornes signal étant connectée à ladite première borne d'un et un seul des dits dipôles linéaires passifs. Un tel circuit de terminaison dans l'état activé présente, par rapport à ladite borne commune, à toute

15 fréquence, une matrice impédance diagonale d'ordre m . Cette caractéristique ne s'applique pas aux terminaisons de l'état de l'art antérieur pour lesquelles, à toute fréquence donnée :

- il n'est pas possible de définir une matrice impédance par rapport à la borne commune pour la terminaison (4) de la figure 1, constituée de $m = 4$ résistances (401) (402) (403) (404) ;
- il est possible de définir une matrice impédance \mathbf{Z}_{C2} par rapport à la borne commune pour la

20 terminaison (4) de la figure 2, constituée de $m + 1 = 5$ résistances (401) (402) (403) (404) (410), mais l'équation (2) montre que cette matrice carrée d'ordre $m + 1$ n'est pas diagonale, car, pour des transmission pseudo-différentielles, la borne commune ne peut pas être connectée à la borne de référence, d'où $R_D \neq 0$.

Un dipôle linéaire passif a une impédance qui peut être considérée comme une

25 impédance en petits signaux qui ne dépend pas du point de repos. Par conséquent, comme expliqué plus haut, selon l'invention, le circuit de terminaison dans l'état activé peut être tel que chacun des dits dipôles linéaires passifs a une impédance ayant, dans au moins une partie de ladite bande de fréquences connue, un module inférieur ou égal à mille ohms et une partie réelle supérieure ou égale à trois ohms et supérieure ou égale à un dixième du dit module.

30 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

35 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

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
 5 électrique. Par conséquent, ledit circuit de terminaison peut être tel que la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune, du dit circuit de terminaison dans l'état activé peut être réglée par des moyens électriques.

Dans le cas où le circuit de terminaison a un état activé et un état désactivé, l'impédance du canal d'un ou plusieurs MOSFET peut par exemple être contrôlée par un ou
 10 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
 15 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
 20 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.

Le spécialiste comprend que la première fonction du circuit de terminaison est de
 25 réduire les réflexions à l'extrémité de l'interconnexion à laquelle il est connecté. Comparé aux terminaisons pour transmission pseudo-différentielle de l'état de l'art antérieur, qui sont connectés au conducteur de référence (masse) comme montré sur les figures 1 et 2, un dispositif selon l'invention recevant des signaux lorsque son circuit de terminaison est dans l'état activé est avantageux parce que :

- 30 - le circuit de terminaison ne produit pas de courants de retour circulant principalement dans le conducteur de référence ou dans un conducteur d'alimentation ;
- les réflexions peuvent être très efficacement réduites.

Le spécialiste comprend que cette situation améliore la transmission et réduit les couplages non voulus avec d'autres circuits électroniques proches de l'interconnexion.

35 Un dispositif selon l'invention peut aussi comporter un circuit d'émission recevant q "signaux d'entrée du circuit d'émission" correspondant chacun à une voie de transmission, q étant un entier supérieur ou égal à 2 et inférieur ou égal à m , la sortie du circuit d'émission

délivrant, quand le circuit d'émission est dans l'état activé, q variables de transmission, chaque variable de transmission étant soit une tension appliquée à une des dites bornes signal 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".

5 Selon l'invention, la sortie du dit circuit d'émission est couplée à au moins q des dites bornes signal. La sortie du dit circuit d'émission peut aussi être couplée à ladite borne commune. Inversement, la sortie du dit circuit d'émission peut ne pas être couplée à ladite borne commune.

10 Selon l'invention, chaque variable de transmission délivrée par le 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 est possible qu'il existe un état désactivé du circuit d'émission, dans lequel le comportement du circuit d'émission est différent. Cependant, l'existence d'un état désactivé du circuit d'émission n'est nullement une caractéristique de l'invention.

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

20 Ladite interconnexion ayant au moins $m + 1$ 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
25 interconnexion réalisée à l'intérieur d'un circuit intégré monolithique.

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

30 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
35 plus de 16 bornes signal, la valeur absolue du courant pouvant circuler dans la borne commune peut devenir beaucoup plus grande que la valeur absolue maximale du courant circulant dans une seule borne signal. Par conséquent, dans ce cas, si une seule broche est attribuée à la borne

commune, une dégradation de la transmission peut se produire pour des signaux rapides, à cause de l'inductance d'une connexion utilisant une seule broche. Dans ce cas, utiliser plusieurs broches pour la borne commune réduit cette inductance et améliore la transmission.

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

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

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

Selon l'invention, ledit circuit de terminaison est couplé à chacune des dites bornes signal et à ladite borne commune, et le circuit de terminaison dans l'état activé est, pour lesdites bornes signal et ladite borne commune, approximativement équivalent à un réseau constitué de m branches ayant les caractéristiques indiquées plus haut. Ces caractéristiques impliquent que le circuit de terminaison dans l'état activé se comporte, pour lesdites bornes signal et ladite borne commune, comme s'il n'était pas connecté à ladite borne de référence. Cependant, un dispositif selon l'invention peut aussi comporter un circuit d'amortissement couplé à ladite borne commune, le circuit d'amortissement étant, pour ladite borne commune, approximativement équivalent à un réseau constitué d'un dipôle passif ayant une première borne connectée à ladite borne commune et une seconde borne connectée à la première borne d'une source de tension délivrant une tension constante, la seconde borne de ladite source de tension étant connectée à ladite borne de référence (masse). Comme une liaison pseudo-différentielle n'utilise pas de signaux appliqués entre le conducteur commun et la masse, la fonction du circuit d'amortissement n'est pas de réduire les réflexions des signaux. Le spécialiste comprend que le circuit d'amortissement procure un amortissement des résonances du circuit constitué par le conducteur commun et le conducteur de référence, qui peut être excité par le bruit produit par des couplages électromagnétiques non voulus. Le circuit d'amortissement peut donc réduire les effets des couplages électromagnétiques non voulus.

Un dispositif selon l'invention comportant un circuit d'amortissement peut être tel que ledit dipôle passif appartenant au dit réseau approximativement équivalent au dit circuit d'amortissement peut être considéré comme linéaire. Par conséquent, selon l'invention, ledit circuit d'amortissement peut être, pour ladite borne commune, approximativement équivalent
 5 à un réseau constitué d'un dipôle linéaire passif ayant une première borne couplée à ladite borne commune et une seconde borne maintenue à une tension fixe (positive, négative ou nulle) par rapport à ladite borne de référence. Un tel circuit d'amortissement est caractérisé, à toute fréquence non nulle, par une impédance scalaire.

Il est important d'observer que la combinaison d'un tel circuit d'amortissement et du
 10 dit circuit de terminaison présente, par rapport à ladite borne commune, à toute fréquence donnée, une matrice impédance diagonale d'ordre $m + 1$. Nous notons que cette caractéristique ne s'applique pas aux terminaisons de l'état de l'art antérieur des figures 1 et 2.

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

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

30 Selon l'invention, le circuit de réception et/ou le circuit d'émission peuvent avoir une fonction de filtrage, par exemple en vue de l'obtention d'une pré-accentuation, d'une 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.

35 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 de réception et/ou dans ledit circuit d'émission. Ce type de traitement, qui est aussi parfois appelé compensation, est bien connu des spécialistes et peut être mis en oeuvre en utilisant un traitement analogique du signal et/ou un traitement numérique du signal. Les spécialistes savent qu'il est classique d'utiliser des algorithmes adaptatifs pour mettre en oeuvre ce type de traitement dans les récepteurs pour transmission de données. Un dispositif selon l'invention peut utiliser une égalisation adaptative. Ce type de traitement est bien connu des spécialistes et est souvent mis en oeuvre en utilisant un traitement numérique du signal.

10 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 :

- 15 - 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 été commentée dans la partie consacrée à l'exposé de l'état de la technique ;
- 20 - la figure 3 représente un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 4 montre un réseau équivalent pour les bornes signal et la borne commune dans le premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 5 représente un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 6 montre un réseau équivalent pour les bornes signal et la borne commune dans le deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- 25 - la figure 7 représente un circuit de réception et un circuit de terminaison utilisés dans un troisième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 8 représente un circuit de terminaison et un circuit d'amortissement utilisés dans un quatrième mode de réalisation de l'invention ;
- 30 - la figure 9 représente un circuit de terminaison et un circuit d'amortissement utilisés dans un cinquième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 10 représente un circuit de terminaison utilisé dans un sixième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 11 représente un circuit de terminaison utilisé dans un septième mode de réalisation de l'invention ;
- 35

- la figure 12 représente une cellule du circuit de terminaison utilisé dans le septième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 13 représente un symbole pour la cellule de la figure 12 ;
- la figure 14 représente un circuit de réception, un circuit de terminaison et un circuit d'amortissement utilisés dans un huitième mode de réalisation de l'invention.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE CERTAINS MODES DE RÉALISATION

Premier mode de réalisation.

Au titre d'un premier mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné à titre non limitatif, nous avons représenté sur la figure 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) et 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 appliquée à une des dites bornes signal (101), chaque variable de transmission étant principalement déterminée par un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission". Lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, sa sortie présente une haute impédance, de sorte que le circuit d'émission (5) ne produit pas de variables de transmission et ne cause qu'un courant négligeable à travers les bornes signal (101) et la borne commune (100).

Un circuit de réception (6) délivre, quand le circuit de réception est dans l'état activé, $p = 4$ "signaux de sortie du circuit de réception" correspondant chacun à une voie de transmission, l'entrée du circuit de réception étant couplée aux 4 bornes signal (101) et à la borne commune (100), chacun des dits "signaux de sortie du circuit de réception" étant déterminé par la tension entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100). Les "signaux de sortie du circuit de réception" sont délivrés au destinataire (3). Lorsque le circuit de réception (6) n'est pas dans l'état activé, sa sortie présente une haute impédance, de sorte que le circuit de réception (6) ne délivre 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). 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 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.

Un circuit de terminaison (4) est couplé à chacune des dites bornes signal (101) et à ladite borne commune (100). Lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, le circuit de terminaison (4) est dans l'état activé et est, pour lesdites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), approximativement équivalent à un réseau représenté sur la figure 4, ce réseau étant constitué de m branches, chaque branche étant constituée d'un dipôle linéaire passif (811) (812) (813) (814) connecté en série avec une source de tension (821) (822) (823) (824) 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 dites branches étant connectée à ladite borne commune (100). Le spécialiste voit que, lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, à toute fréquence donnée :

- le circuit de terminaison (4) a une matrice impédance \mathbf{Z}_{CT} par rapport à ladite borne commune ;
- le circuit de terminaison (4) n'a pas de matrice impédance par rapport à ladite borne de référence.

Ladite matrice impédance \mathbf{Z}_{CT} est une matrice diagonale d'ordre m égale à

$$\mathbf{Z}_{CT} = \begin{pmatrix} Z_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Z_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Z_4 \end{pmatrix} \quad (4)$$

en utilisant les notations de la figure 4 et une numérotation convenable des bornes signal (101).

Une interconnexion couplée aux bornes signal (101) et à la borne commune (100) voit un élément de circuit ayant $m + 2 = 6$ bornes si nous incluons la borne de référence (masse). L'entrée du circuit de réception (6) présente toujours une haute impédance, de sorte que, lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, les courants à travers les bornes signal (101) et la borne commune (100) sont principalement déterminés par le circuit de terminaison (4). Par conséquent, la figure 4 correspond aussi à un réseau équivalent de l'élément de circuit à $m + 2$ bornes vu par l'interconnexion lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, dans une mise en oeuvre idéale. Les spécialistes comprennent qu'un tel réseau équivalent est seulement approprié pour déterminer les tensions entre ces

$m + 2$ bornes et les courants sortant de ces bornes. Nous notons que ce réseau équivalent ne comporte pas de connexion à la borne de référence (masse). Par conséquent, sur la figure 4, le courant i_C sortant de ladite borne commune (100) est égal à l'opposé de la somme des courants i_1, \dots, i_m sortant des dites bornes signal (101), c'est-à-dire

$$5 \quad i_C \approx - \sum_{\alpha=1}^m i_{\alpha} \quad (5)$$

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

Le spécialiste comprend comment il peut, en utilisant des techniques antérieures, concevoir un circuit de terminaison (4), un circuit d'émission (5) et un circuit de réception (6) répondant aux caractéristiques spécifiées pour ce premier mode de réalisation.

Deuxième mode de réalisation.

Au titre d'un deuxième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné à titre non limitatif, nous avons représenté sur la figure 5 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 $m + 1 = 5$ 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) et 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 un courant sortant d'une des dites bornes signal (101), chaque variable de transmission étant principalement déterminée par un seul des dits "signaux d'entrée du circuit d'émission". Lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, sa sortie présente une haute impédance, de sorte que le circuit d'émission (5) ne produit pas de variables de transmission et ne cause qu'un courant négligeable à travers les bornes signal (101) et la borne commune (100).

Un circuit de réception (6) identique à celui du premier mode de réalisation délivre, quand il est dans l'état activé, des "signaux de sortie du circuit de réception" au destinataire (3).

Un circuit de terminaison (4) identique à celui du premier mode de réalisation est couplé à chacune des dites bornes signal (101) et à ladite borne commune (100). Un circuit d'amortissement (9) est connecté à ladite borne commune (100). Le circuit de terminaison (4)

dans l'état activé et le circuit d'amortissement (9) sont, pour lesdites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), approximativement équivalents à un réseau représenté sur la figure 6, ce réseau étant constitué :

- de m branches correspondant au circuit de terminaison (4), chaque branche étant constituée d'un dipôle linéaire passif (811) (812) (813) (814) connecté en série avec une source de tension (821) (822) (823) (824) 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 dites branches étant connectée à ladite borne commune (100) ;
- d'une branche correspondant au circuit d'amortissement (9), cette branche étant constituée d'un dipôle linéaire passif (83) connecté en série avec une source de tension (84) délivrant une tension constante, la première borne de cette branche étant connectée à ladite borne commune (100), la seconde borne de cette branche étant connectée à ladite borne de référence.

Lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, le circuit de terminaison (4) est dans l'état activé, si bien que, à toute fréquence donnée :

- le circuit de terminaison (4) a une matrice impédance \mathbf{Z}_{CT} par rapport à ladite borne commune, donnée par l'équation (4) ;
- le circuit de terminaison (4) n'a pas de matrice impédance par rapport à ladite borne de référence ;
- la combinaison du circuit d'amortissement (9) et du circuit de terminaison (4) a une matrice impédance \mathbf{Z}_{CL} par rapport à ladite borne commune ;
- la combinaison du circuit d'amortissement (9) et du circuit de terminaison (4) a une matrice impédance \mathbf{Z}_{GL} par rapport à ladite borne de référence.

Ladite matrice impédance \mathbf{Z}_{CL} et ladite matrice impédance \mathbf{Z}_{GL} sont des matrices carrées d'ordre $m + 1$ égales à

$$\mathbf{Z}_{CL} = \begin{pmatrix} Z_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Z_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Z_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & Z_D \end{pmatrix} \quad (6)$$

et

$$\mathbf{Z}_{GL} = \begin{pmatrix} Z_1 + Z_D & Z_D & Z_D & Z_D & Z_D \\ Z_D & Z_2 + Z_D & Z_D & Z_D & Z_D \\ Z_D & Z_D & Z_3 + Z_D & Z_D & Z_D \\ Z_D & Z_D & Z_D & Z_4 + Z_D & Z_D \\ Z_D & Z_D & Z_D & Z_D & Z_D \end{pmatrix} \quad (7)$$

en utilisant les notations de la figure 6 et une numérotation convenable des bornes signal (101)

et de la borne de référence (100). Par conséquent, ladite matrice impédance Z_{CL} par rapport à ladite borne commune est une matrice diagonale tandis que ladite matrice impédance Z_{GL} par rapport à ladite borne de référence n'est pas une matrice diagonale si $Z_D \neq 0$.

Une interconnexion couplée aux bornes signal (101) et à la borne commune (100) voit
 5 un élément de circuit ayant $m + 2 = 6$ bornes si nous incluons la borne de référence (masse). L'entrée du circuit de réception (6) présentant toujours une haute impédance, les courants à travers les bornes signal (101) et la borne commune (100) sont principalement déterminés par le circuit de terminaison (4) et le circuit d'amortissement (9), lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé. Par conséquent, la figure 6 correspond aussi à un réseau équivalent
 10 de l'élément de circuit à $m + 2$ bornes vu par l'interconnexion lorsque le circuit d'émission (5) n'est pas dans l'état activé, dans une mise en oeuvre idéale. Dans la figure 6, le courant i_C sortant de ladite borne commune (100) est, à une fréquence f donnée,

$$\text{pour } f \neq 0 \quad i_C \approx -\sum_{\alpha=1}^m i_{\alpha} - \frac{v_C}{Z_D} \quad (8)$$

$$\text{et pour } f = 0 \quad i_C \approx -\sum_{\alpha=1}^m i_{\alpha} + \frac{v_{C0} - v_C}{Z_D} \quad (9)$$

15 Le spécialiste comprend que, dans une mise en oeuvre réelle, il est possible que ces égalités ne soient pas exactement satisfaites.

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 réception et le circuit de terminaison
 20 représentés sur la figure 7.

Le circuit de réception (6) et le circuit de terminaison (4) représentés sur la figure 7 sont tels que :

- 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) ;
- 25 - 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) d'une des dites paires différentielles ;
- 30 - la borne commune (100) est connectée à la grille des p seconds transistors (612) des dites paires différentielles ;
- le circuit de terminaison (4) est constitué de m résistances (411) de 100Ω , chacune étant

connectée entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100) ;
 - le circuit de réception (6) est constitué de tous les composants montrés sur la figure 7, excepté les m résistances (411) connectées entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100).

5 Le spécialiste comprend que les sources de courant (613) représentées sur la figure 7 sont des éléments de circuit idéaux qui peuvent être réalisés avec des composants réels, par exemple en utilisant des miroirs de courant. Notons qu'une des bornes de chacune des sources de courant (613) est mise à la masse, le symbole de masse utilisé dans la figure 7 (et ci-dessous dans la figure 14) ayant exactement la même signification que l'autre symbole de masse utilisé
 10 dans certains des autres dessins annexés. Le spécialiste voit que le circuit de réception (6) 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 tension entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100).

15 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 (4) produisent des courants dans les bornes signal (101) et dans la borne commune (100). Nous notons que, dans ce troisième mode de réalisation, le circuit de terminaison (4) est équivalent à un réseau constitué de m branches, chacune des dites branches étant constituée d'une résistance (411)
 20 connectée en série avec une source de tension délivrant une tension nulle. Nous notons aussi que, dans ce troisième mode de réalisation, le circuit de terminaison (4) est toujours dans l'état activé.

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

25 Quatrième mode de réalisation.

Le quatrième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, comporte le circuit de terminaison (4) et le circuit d'amortissement (9) représentés sur la figure 8, dans laquelle :

- chacune des $m = 3$ bornes signal (101) est connectée à la première borne d'une résistance
 30 (412) de valeur R_{412} ;
 - la borne commune (100) est connectée à la seconde borne de chacune des dites résistances (412) ;
 - un "signal de contrôle du circuit de terminaison" est appliqué à une entrée de contrôle (481) connectée à la grille d'un transistor de contrôle (424) dont le drain est connecté à une
 35 résistance (423) connectée en série avec l'entrée d'un miroir de courant comportant un

transistor d'entrée (422) et m transistors de sortie (421) ;

- le drain de chaque transistor de sortie (421) du miroir de courant est connecté à une des dites bornes signal (101) ;

- le circuit d'amortissement (9) est constitué d'une branche constituée d'un condensateur (91) connecté en série avec une résistance (92) de 10Ω , la première borne de ladite branche étant connectée à ladite borne commune (100), la seconde borne de ladite branche étant connectée à la borne de référence (masse).

Lorsque le "signal de contrôle du circuit de terminaison" appliqué à l'entrée de contrôle (481) est bas, le transistor de contrôle (424) est dans l'état ouvert et le circuit de terminaison (4) est considéré comme dans l'état désactivé. Dans ce cas, le courant à l'entrée du dit miroir de courant est égal à zéro et les drains des transistors de sortie (421) du miroir de courant ne délivrent pas de courant aux résistances (412) connectées aux bornes signal (101).

Lorsque le "signal de contrôle du circuit de terminaison" appliqué à l'entrée de contrôle (481) est haut, le transistor de contrôle (424) est dans l'état fermé et le circuit de terminaison (4) est considéré comme dans l'état activé. Dans ce cas, le courant à l'entrée du dit miroir de courant prend une valeur connue et, pour une polarisation convenable des bornes signal (101) et de la borne commune (100), les drains des transistors de sortie (421) du miroir de courant délivrent un courant I_{421} pratiquement constant et indépendant des signaux appliqués aux dites bornes signal (101) et à ladite borne commune (100). En d'autres termes, les drains des transistors de sortie (421) du miroir de courant se comportent pratiquement comme des sources de courant idéales délivrant le courant I_{421} pratiquement constant aux résistances (412) connectées aux bornes signal (101). Le circuit de terminaison (4) dans l'état activé est donc, pour lesdites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), approximativement équivalent à un réseau constitué de $m = 3$ branches ayant chacune une première borne connectée à une des dites bornes signal (101) et une seconde borne connectée à ladite borne commune (100), chaque branche étant constituée d'une résistance (412) de valeur R_{412} connectée en série avec une source de tension délivrant une tension constante égale à $R_{412} I_{421}$.

Le spécialiste comprend que le circuit de terminaison (4) représenté sur la figure 8 est particulièrement avantageux lorsque un ou plusieurs dispositifs (non représentés sur la figure 8) produisant les signaux sur l'interconnexion connectée aux dites bornes signal (101) et à ladite borne commune (100) sont tels qu'ils délivrent une tension constante au conducteur commun et tels qu'ils ont des sorties en drain ouvert connectées aux conducteurs de transmission.

Le spécialiste comprend que l'état désactivé du circuit de terminaison (4) représenté sur la figure 8 peut par exemple être utilisé de quatre façons différentes :

- le circuit de terminaison (4) est mis dans l'état désactivé seulement dans un mode basse consommation dans lequel l'interconnexion connectée aux dites bornes signal (101) et à ladite

borne commune (100) n'est pas utilisée, ou bien

- le circuit de terminaison (4) est mis dans l'état désactivé seulement quand le circuit de réception du dispositif d'interface selon l'invention n'est pas dans l'état activé, ou bien

5 - le circuit de terminaison (4) est mis dans l'état désactivé seulement quand tous les dispositifs pouvant produire des signaux sur l'interconnexion connectée aux dites bornes signal (101) et à ladite borne commune (100) ne sont pas dans l'état activé, ou bien

- dans le cas où le dispositif d'interface selon l'invention comporte un circuit d'émission, le circuit de terminaison (4) est mis dans l'état désactivé seulement quand le circuit d'émission du dispositif d'interface selon l'invention est dans l'état activé.

10 Le spécialiste comprend que le condensateur (91) et la résistance (92) du circuit d'amortissement (9) peuvent être dimensionnés pour amortir efficacement les résonances du circuit constitué par le conducteur commun et le conducteur de référence, quand ce circuit est excité par un bruit produit par des couplages électromagnétiques non voulus.

Cinquième mode de réalisation.

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

- chacune des $m = 3$ bornes signal (101) est connectée à la première borne d'une résistance (413) de valeur R_{413} ;

20 - un "signal de contrôle du circuit de terminaison" est appliqué à une entrée de contrôle (482) connectée à la grille de m transistors (425), le drain de chaque transistor (425) étant connecté à la seconde borne de chacune des dites résistances (413) ;

- la borne commune (100) est connectée à la source chaque transistor (425) ;

25 - le circuit d'amortissement (9) est constitué d'une résistance (93) ayant une première borne connectée à ladite borne commune (100) et une seconde borne connectée à un noeud ayant une tension constante V_{REF} par rapport à la borne de référence (masse).

Lorsque le "signal de contrôle du circuit de terminaison" appliqué à l'entrée de contrôle (482) est bas, les transistors (425) sont dans l'état ouvert pour une polarisation convenable de la borne commune (100), et le circuit de terminaison (4) est considéré comme dans l'état désactivé. Dans ce cas, nous pouvons considérer que les courants circulant dans les résistances (413) connectées aux bornes signal (101) sont nuls.

30 Lorsque le "signal de contrôle du circuit de terminaison" appliqué à l'entrée de contrôle (482) est haut, les transistors (425) sont dans l'état fermé pour une polarisation convenable de la borne commune (100), et le circuit de terminaison (4) est considéré comme dans l'état
35 activé. Dans ce cas, chaque transistor (425) présente une résistance $r_{DS(on)}$ entre sa source et son

drain. Le circuit de terminaison (4) dans l'état activé est donc, pour lesdites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), approximativement équivalent à un réseau constitué de $m = 3$ branches ayant chacune une première borne connectée à une des dites bornes signal (101) et une seconde borne connectée à ladite borne commune (100), chaque branche étant constituée

5 d'une résistance de valeur $R_{413} + r_{DS(on)}$ connectée en série avec une source de tension délivrant une tension nulle. Toutefois, chaque transistor (425) n'est qu'approximativement équivalent à une résistance $r_{DS(on)}$ entre sa source et son drain, car un MOSFET dans le régime ohmique a une caractéristique non linéaire : la résistance entre la source et le drain dépend de la tension drain-source. La linéarité peut néanmoins être améliorée si le MOSFET n'est utilisé que

10 comme interrupteur, c'est-à-dire dans le cas $R_{413} \gg r_{DS(on)}$.

Ce cinquième mode de réalisation est destiné à recevoir des signaux numériques, et le circuit de réception (non représenté sur la figure 9) du dispositif d'interface selon l'invention 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

15 brevets des États-Unis d'Amérique numéro 5,994,925 et 7,099,395.

Sixième mode de réalisation.

Le sixième mode de réalisation d'un dispositif d'interface selon l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, comporte le circuit de terminaison (4) représenté sur la figure 10, dans laquelle :

- 20 - chacune des $m = 3$ bornes signal (101) est connectée à la première borne d'une branche constituée d'un condensateur (414) connecté en série avec une résistance (415) de valeur R_{415} ;
- un "premier signal de contrôle du circuit de terminaison" est appliqué à une première entrée de contrôle (483) connectée à la grille de m transistors (426) canal n, le drain de chaque transistor canal n (426) étant connecté à la seconde borne d'une des dites branches ;
- 25 - un "second signal de contrôle du circuit de terminaison" est appliqué à une seconde entrée de contrôle (484) connectée à la grille de m transistors (427) canal p, le drain de chaque transistor canal p (427) étant connecté à la seconde borne d'une des dites branches ;
- la borne commune (100) est connectée à la source de chaque transistor (426) (427).

Lorsque le "premier signal de contrôle du circuit de terminaison" appliqué à la

30 première entrée de contrôle (483) est bas et que le "second signal de contrôle du circuit de terminaison" appliqué à la seconde entrée de contrôle (484) est haut, les transistors (426) (427) sont dans l'état ouvert pour une polarisation convenable de la borne commune (100), et le circuit de terminaison (4) est considéré comme dans l'état désactivé. Dans ce cas, nous pouvons considérer que les courants circulant dans les condensateurs (414) connectés aux

35 bornes signal (101) sont nuls.

Lorsque le “premier signal de contrôle du circuit de terminaison” appliqué à la première entrée de contrôle (483) est haut et que le “second signal de contrôle du circuit de terminaison” appliqué à la seconde entrée de contrôle (484) est bas, les transistors (426) canal n et/ou les transistors (427) canal p sont dans l’état fermé et le circuit de terminaison (4) est considéré comme dans l’état activé. Chaque cellule constituée d’un transistor (426) canal n et d’un transistor (427) canal p dont les drains sont connectés l’un à l’autre forme un commutateur CMOS produisant une résistance faible devant R_{415} dans l’état activé, pour une large plage de tensions entre la borne commune (100) et la borne de référence.

Par conséquent, le spécialiste comprend que le circuit de terminaison (4) dans l’état activé est, pour lesdites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), approximativement équivalent à un réseau constitué de $m = 3$ branches ayant chacune une première borne connectée à une des dites bornes signal (101) et une seconde borne connectée à ladite borne commune (100), chaque branche étant constituée d’un condensateur connecté en série avec une résistance connectée en série avec une source de tension délivrant une tension nulle. Le spécialiste comprend les avantages et limitations d’une conception dans laquelle chaque conducteur de transmission voit un condensateur connecté en série avec une résistance connectée à la borne commune (100).

Septième mode de réalisation.

Le septième mode de réalisation d’un dispositif d’interface selon l’invention, donné à titre d’exemple non limitatif, comporte le circuit de terminaison (4) représenté sur la figure 11, dans laquelle :

- chacune des $m = 3$ bornes signal (101) est connectée au drain d’un transistor (428) canal n et au drain d’un transistor (429) canal p ;
- un “premier signal de contrôle du circuit de terminaison” est appliqué à une première entrée de contrôle (485) connectée à la grille des m transistors (428) canal n ;
- un “second signal de contrôle du circuit de terminaison” est appliqué à une seconde entrée de contrôle (486) connectée à la grille des m transistors (429) canal p ;
- la borne commune (100) est connectée à la source de chaque transistor (428) (429).

Lorsque le “premier signal de contrôle du circuit de terminaison” appliqué à la première entrée de contrôle (485) est bas et que le “second signal de contrôle du circuit de terminaison” appliqué à la seconde entrée de contrôle (486) est haut, les transistors (428) (429) sont dans l’état ouvert pour une polarisation convenable de la borne commune (100), et le circuit de terminaison (4) est considéré comme dans l’état désactivé. Dans ce cas, nous pouvons considérer que les courants circulant dans les drains des transistors (428) (429) sont nuls.

Lorsque le “premier signal de contrôle du circuit de terminaison” appliqué à la première entrée de contrôle (485) est haut et que le “second signal de contrôle du circuit de terminaison” appliqué à la seconde entrée de contrôle (486) est bas, les transistors (428) canal n et/ou les transistors (429) canal p sont dans l’état fermé et le circuit de terminaison (4) est
 5 considéré comme dans l’état activé. En particulier, pour une polarisation convenable de la borne commune (100), les transistors (428) canal n et les transistors (429) canal p opèrent dans la région ohmique, et les spécialistes comprennent que les transistors (428) (429) peuvent être dimensionnés pour obtenir, entre chaque borne signal (101) et la borne commune (100), une résistance connue, avec une très bonne linéarité.

10 Par conséquent, le spécialiste comprend que le circuit de terminaison (4) dans l’état activé est, pour lesdites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), approximativement équivalent à un réseau constitué de $m = 3$ résistances ayant chacune une première borne connectée à une des dites bornes signal (101) et une seconde borne connectée à ladite borne commune (100), ces résistances étant réglables par des moyens électriques, en utilisant le
 15 “premier signal de contrôle du circuit de terminaison” et/ou le “second signal de contrôle du circuit de terminaison”.

Les circuits de terminaison (4) représentés sur la figure 10 et sur la figure 11 utilisent chacun trois fois la cellule (43) représentée sur la figure 12, constituée d’un transistor (428) canal n et d’un transistor (429) canal p dont les sources sont connectées l’une à l’autre et dont
 20 les drains sont connectés l’un à l’autre. Cette cellule (43) a 4 bornes : une borne de drain (431), une borne de source (432), une borne (433) pour le “premier signal de contrôle du circuit de terminaison” et une borne (434) pour le “second signal de contrôle du circuit de terminaison”. Cette cellule peut être représentée avec le symbole (43) de la figure 13, dans laquelle seules la borne de drain (431) et la borne de source (432) sont visibles, les deux autres bornes étant
 25 implicites. Le spécialiste comprend que les électrodes “source” et “drain” peuvent être échangées dans les figures 10, 11 et 12 lorsque les transistors sont symétriques, et qu’il est donc pas inopportun que le symbole (43) ne distingue pas ladite borne de drain (431) de ladite borne de source (432).

Huitième mode de réalisation.

30 Le huitième mode de réalisation d’un dispositif d’interface selon l’invention, donné à titre d’exemple non limitatif, comporte le circuit de réception, le circuit de terminaison et le circuit d’amortissement représentés sur la figure 14.

Dans le circuit de réception (6), le circuit de terminaison (4) et le circuit d’amortissement (9) représentés sur la figure 14 :

35 - chacun des $p = 3$ “signaux de sortie du circuit de réception” est délivré à une sortie (68) qui

- est une sortie unifilaire ;
- comme dans la figure 7, chacune des p sorties (68) correspond à une 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) ;
 - 5 - chacune des $m = 3$ bornes signal (101) est connectée à la première borne d'un condensateur (44) dont la seconde borne est connectée à la grille du premier transistor (611) d'une des dites paires différentielles ;
 - la borne commune (100) est connectée à la première borne d'un condensateur (45) dont la seconde borne est connectée à la grille des p seconds transistors (612) des dites paires
 - 10 différentielles ;
 - le circuit de terminaison (4) est constitué des dits condensateurs (44) (45) et de m cellules (43) définies plus haut dans la discussion des figures 12 et 13, chacune de ces cellules étant connectée entre les grilles des transistors (611) (612) d'une des dites paires différentielles ;
 - le circuit d'amortissement (9) est constitué d'une résistance (94) connectée entre un noeud
 - 15 à une tension d'alimentation et la grille des p seconds transistors (612) des dites paires différentielles, et d'une résistance (95) connectée entre la borne de référence (masse) et la grille des p seconds transistors (612) des dites paires différentielles ;
 - le circuit de réception (6) est constitué de tous les composants montrés sur la figure 7, excepté ceux déjà identifiés comme appartenant au circuit de terminaison (4) ou au circuit
 - 20 d'amortissement (9).

Le circuit de réception (6) n'est pas connecté directement aux dites bornes signal (101) et à ladite borne commune (100). Cependant, le circuit de réception (6) est couplé aux p bornes signal (101) à travers des condensateurs (44) et à ladite borne commune (100) à travers un condensateur (45), de telle façon que le circuit de réception (6) produit à ses sorties p "signaux

25 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 tension entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100).

Le circuit d'amortissement (9) n'est pas connecté directement à ladite borne commune (100). Cependant, le circuit d'amortissement (9) est couplé à ladite borne commune (100) à

30 travers un condensateur (45), de telle façon que le circuit d'amortissement (9) est, pour ladite borne commune (100), approximativement équivalent à un réseau constitué d'un dipôle passif ayant une première borne connectée à ladite borne commune (100) et une seconde borne connectée à la première borne d'une source de tension délivrant une tension constante, la seconde borne de ladite source de tension étant connectée à ladite borne de référence. Une

35 autre fonction du circuit d'amortissement (9) est de fournir une polarisation convenable à la grille des transistors (611) (612).

Dans la définition ci-dessus du circuit de terminaison (4), du circuit d'amortissement

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

Lorsque le "premier signal de contrôle du circuit de terminaison" appliqué aux cellules
15 (43) est bas et que le "second signal de contrôle du circuit de terminaison" appliqué aux cellules (43) est haut, le circuit de terminaison (4) est considéré comme dans l'état désactivé.

Lorsque le "premier signal de contrôle du circuit de terminaison" appliqué aux cellules (43) est haut et que le "second signal de contrôle du circuit de terminaison" appliqué aux cellules (43) est bas, le circuit de terminaison (4) est considéré comme dans l'état activé et le
20 circuit de terminaison (4) est, pour lesdites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), approximativement équivalent à un réseau constitué de $m = 3$ dipôles linéaires passifs ayant chacun une première borne connectée à une des dites bornes signal (101) et une seconde borne connectée à ladite borne commune (100), ces dipôles linéaires passifs étant réglables par des moyens électriques, en utilisant le "premier signal de contrôle du circuit de terminaison" et/ou
25 le "second signal de contrôle du circuit de terminaison".

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

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 7 à 14, les composants actifs sont des MOSFET. Ceci n'est nullement une caractéristique de l'invention, et les spécialistes comprennent qu'il eût également été possible d'utiliser des
35 transistors bipolaires ou d'autres types de composants actifs. Par conséquent, le dispositif d'interface selon l'invention peut être mis en oeuvre dans des circuits intégrés réalisés en

utilisant n'importe quel procédé de fabrication applicable.

L'invention est adaptée à la protection contre le bruit produit par des couplages électromagnétiques non voulus sur des circuits imprimés. Elle est particulièrement bénéfique aux circuits imprimés comportant des circuits analogiques à large bande ou des circuits
5 numériques rapides. Pour recevoir p voies de transmission, l'invention présente l'avantage de ne nécessiter que $p + 1$ broches sur un circuit intégré assurant les fonctions de circuit de réception et de circuit de terminaison, au lieu de $2p$ broches dans le cas d'un récepteur pour transmission différentielle.

Le circuit d'interface selon l'invention est particulièrement adapté à la transmission
10 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.

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

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

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

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

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) 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 2 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
- 15 réception" étant principalement déterminé par la tension entre une des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100) ;
- un circuit de terminaison (4) couplé à chacune des dites bornes signal (101) et à ladite borne commune (100), le circuit de terminaison (4) étant, quand le circuit de terminaison (4) est dans l'état activé, approximativement équivalent, pour lesdites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), à un réseau constitué de m branches, chacune des dites
- 20 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 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 dites branches étant connectée à ladite borne commune (100), chacune des dites
- 25 bornes signal (101) étant connectée à ladite première borne d'une et une seule des dites branches, le circuit de terminaison (4) dans l'état activé étant tel que, en au moins un point de repos tel que les tensions de repos entre chacune des dites bornes signal (101) et ladite borne commune (100) ont des valeurs susceptibles d'apparaître à un instant en fonctionnement normal, chacun des dits dipôles passifs a une impédance en petits
- 30 signaux ayant, dans au moins une partie de ladite bande de fréquences connue, un module inférieur ou égal à mille ohms et une partie réelle supérieure ou égale à trois ohms et supérieure ou égale à un dixième du dit module.
2. Dispositif pour la transmission de signaux selon la revendication 1, dans lequel ledit circuit de terminaison (4) est dans l'état activé lorsque ledit circuit de réception (6) est dans l'état
- 35 activé.

3. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit circuit de terminaison (4) dans l'état activé est, pour lesdites bornes signal (101) et ladite borne commune (100), approximativement équivalent à un réseau comportant m dipôles linéaires passifs, chaque dipôle linéaire passif ayant une première borne connectée à une et une seule des dites bornes signal (101), chaque dipôle linéaire passif ayant une seconde borne connectée à un noeud ayant une tension fixe par rapport à ladite borne commune (100), chacune des dites bornes signal (101) étant connectée à ladite première borne d'un et un seul des dits dipôles linéaires passifs, le circuit de terminaison (4) dans l'état activé étant tel que chacun des dits dipôles linéaires passifs a une impédance ayant, dans au moins une partie de ladite bande de fréquences connue, un module inférieur ou égal à mille ohms et une partie réelle supérieure ou égale à trois ohms et supérieure ou égale à un dixième du dit module.

4. Dispositif pour la transmission de signaux selon la revendication 3, 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.

5. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, dans lequel ledit circuit de terminaison (4) a un état activé et un état désactivé, la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune (100), du dit circuit de terminaison (4) dans l'état activé étant différente de la matrice impédance, par rapport à ladite borne commune (100), du dit circuit de terminaison (4) dans l'état désactivé.

6. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, dans lequel ledit circuit de terminaison (4) a un état activé et un état désactivé, chaque courant circulant depuis ledit circuit de terminaison (4) vers une des dites bornes signal (101) étant pratiquement nul lorsque ledit circuit de terminaison (4) est dans l'état désactivé.

7. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre un circuit d'émission (5) recevant q "signaux d'entrée du circuit d'émission" correspondant chacun à une voie de transmission, q étant un entier supérieur ou égal à 2 et inférieur ou égal à m , la sortie du circuit d'émission (5) délivrant, quand le circuit d'émission (5) est dans l'état activé, q variables de transmission, chaque variable de transmission étant soit une tension appliquée à une des dites bornes signal (101) 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".

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, ladite interconnexion étant réalisée à l'intérieur du dit circuit intégré.
9. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications
5 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.
10. Dispositif pour la transmission de signaux selon l'une quelconque des revendications
10 précédentes, comportant en outre un circuit d'amortissement (9) couplé à ladite borne commune (100), le circuit d'amortissement (9) étant, pour ladite borne commune (100), approximativement équivalent à un réseau constitué d'un dipôle passif ayant une première borne connectée à ladite borne commune (100) et une seconde borne connectée à la première
15 borne d'une source de tension délivrant une tension constante, la seconde borne de ladite source de tension étant connectée à ladite borne de référence.

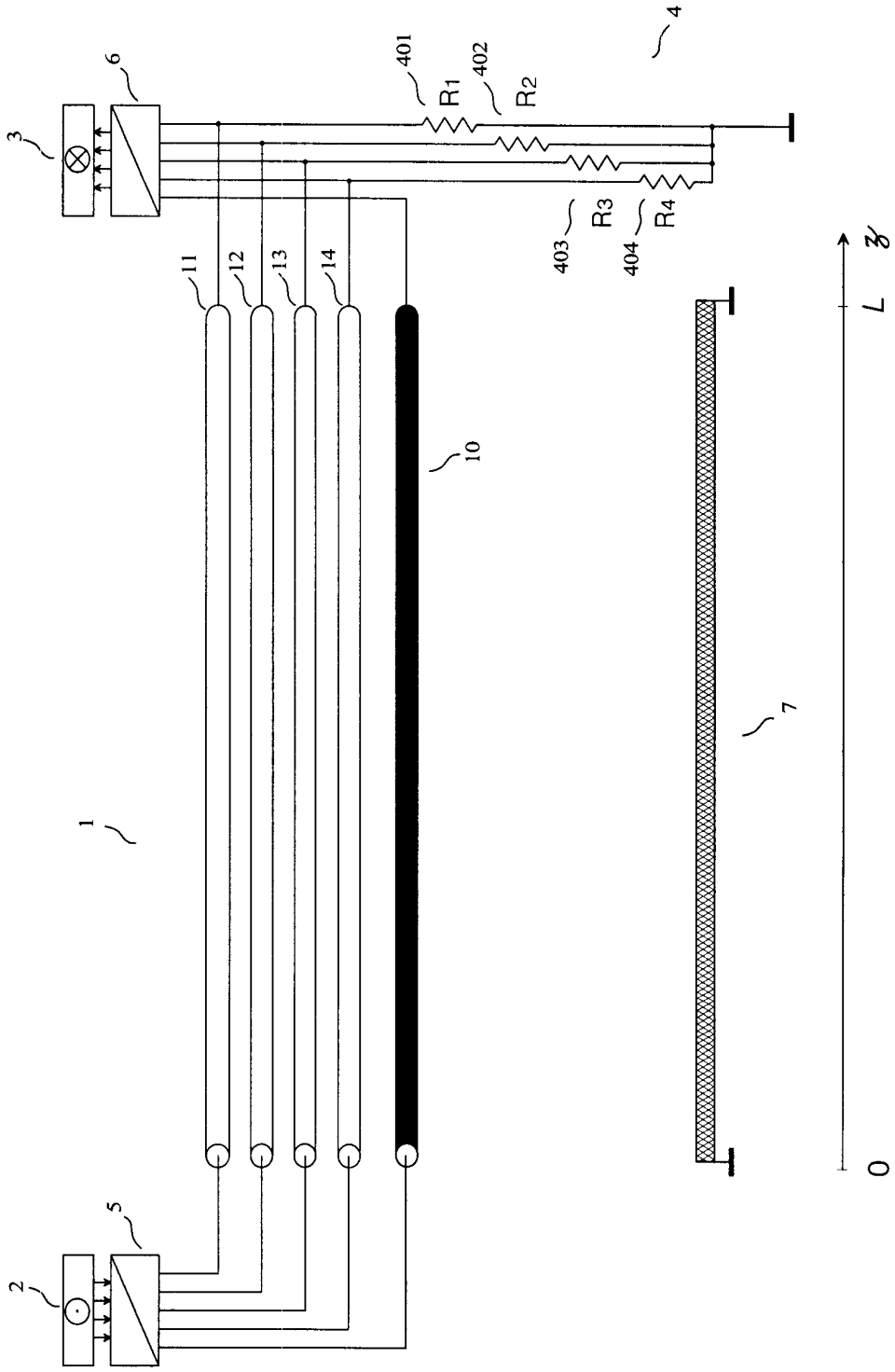


FIG. 1

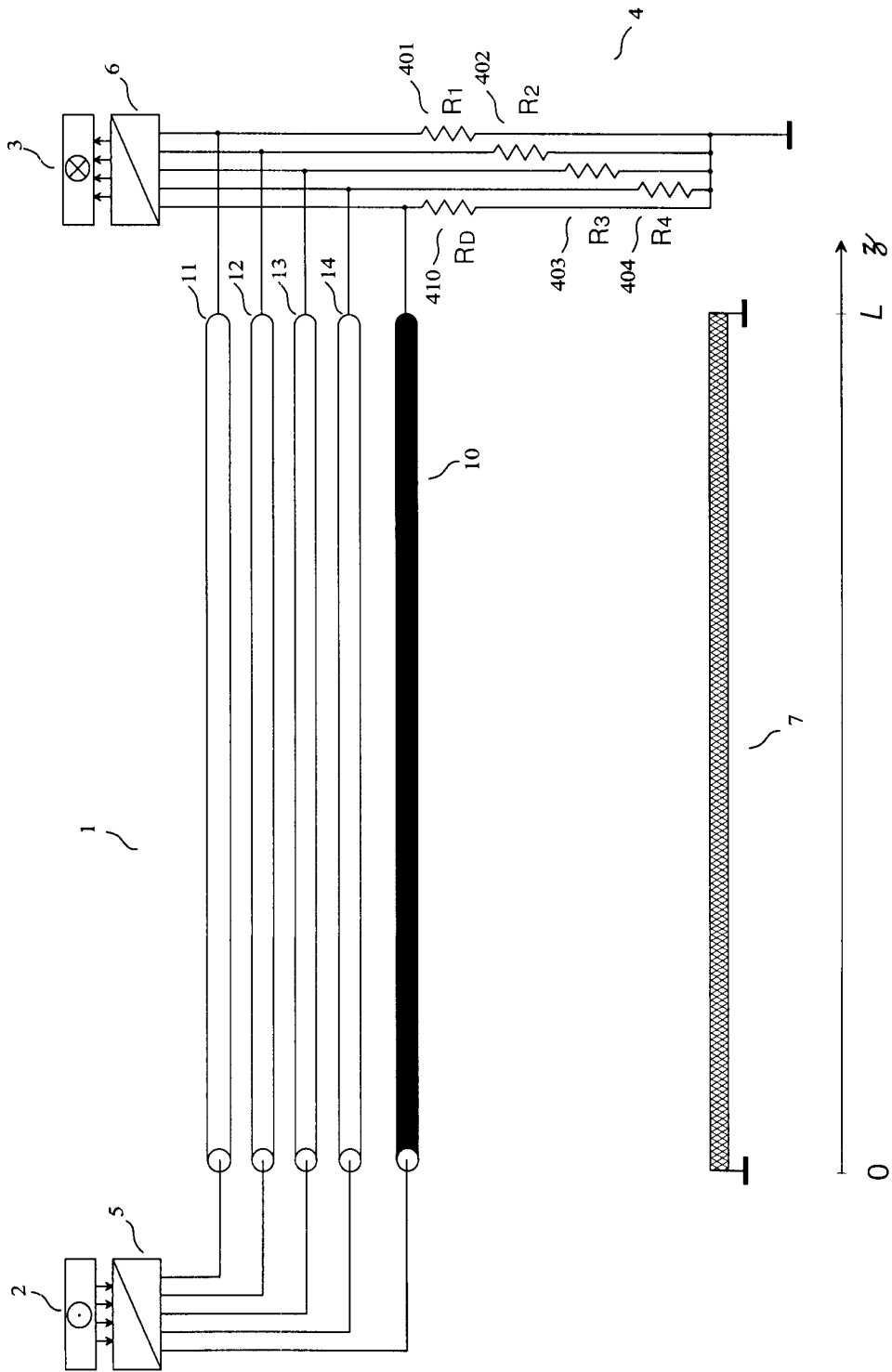


FIG. 2

3 / 10

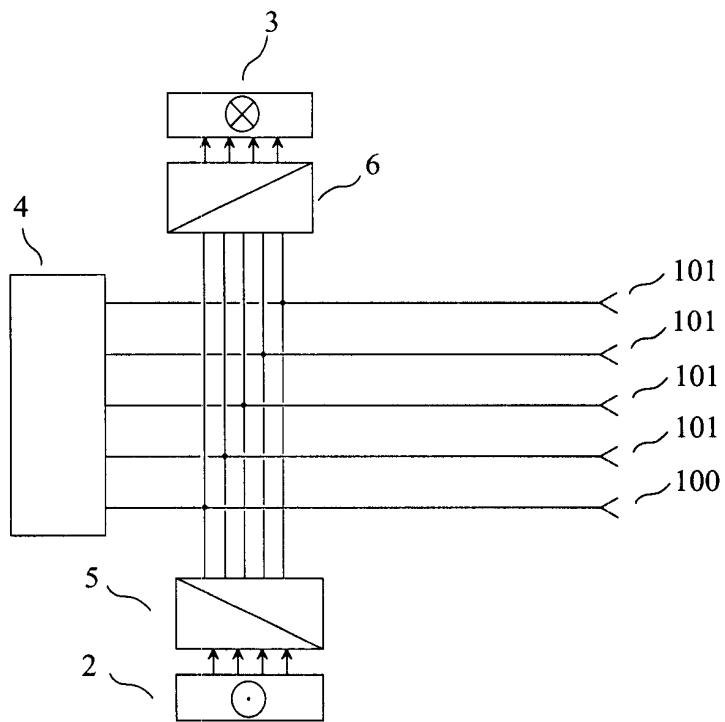


FIG. 3

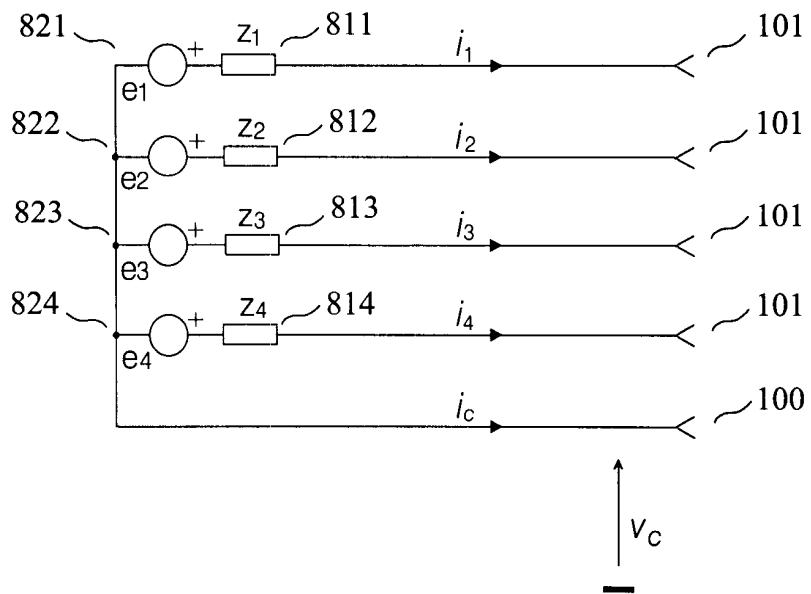


FIG. 4

4 / 10

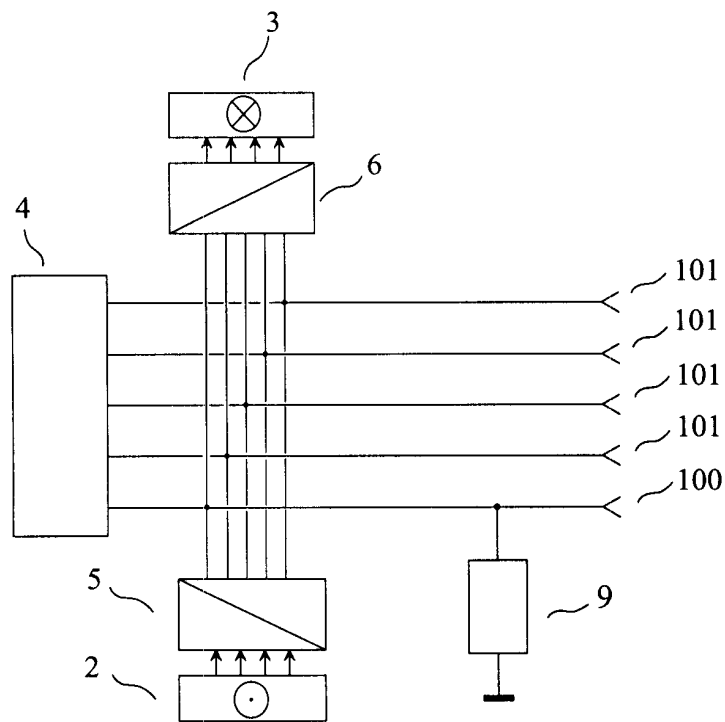


FIG. 5

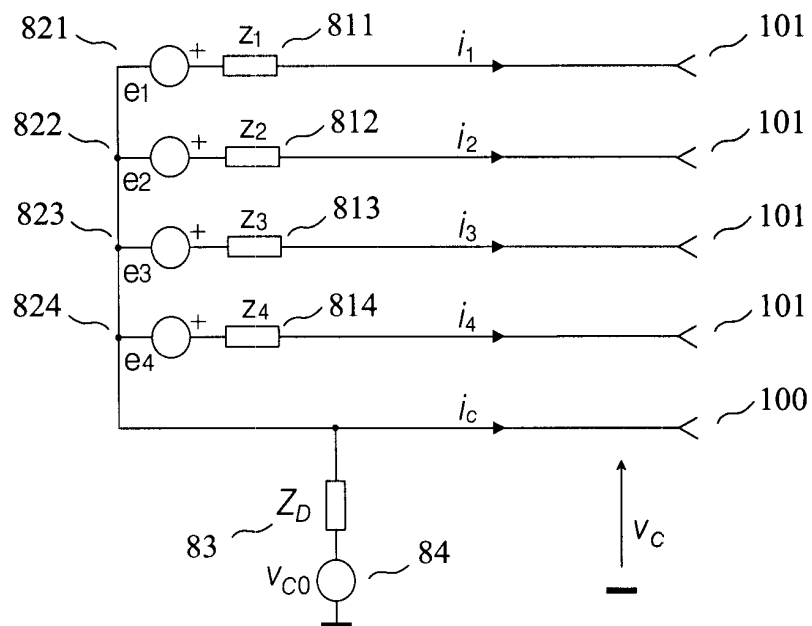


FIG. 6

5 / 10

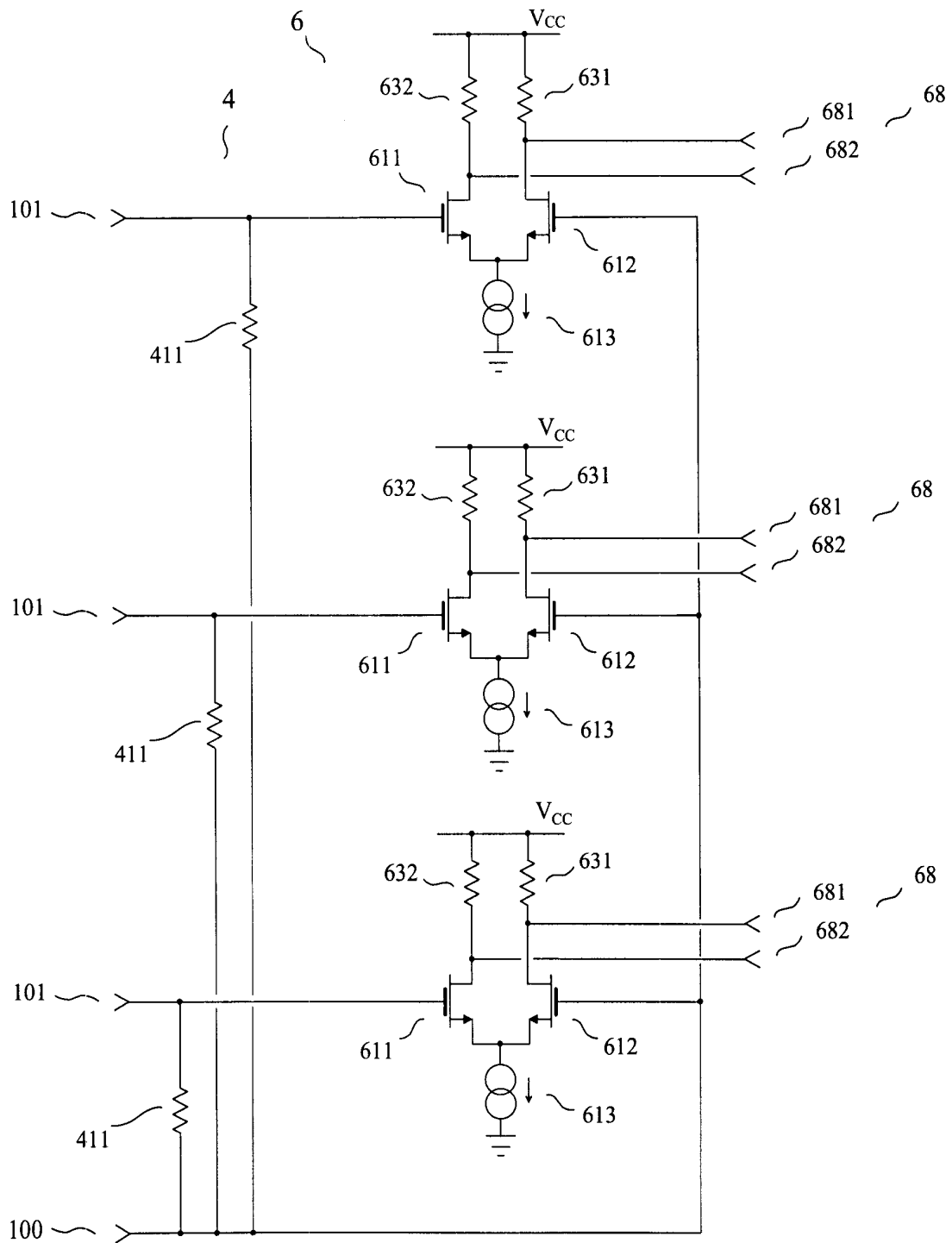


FIG. 7

6 / 10

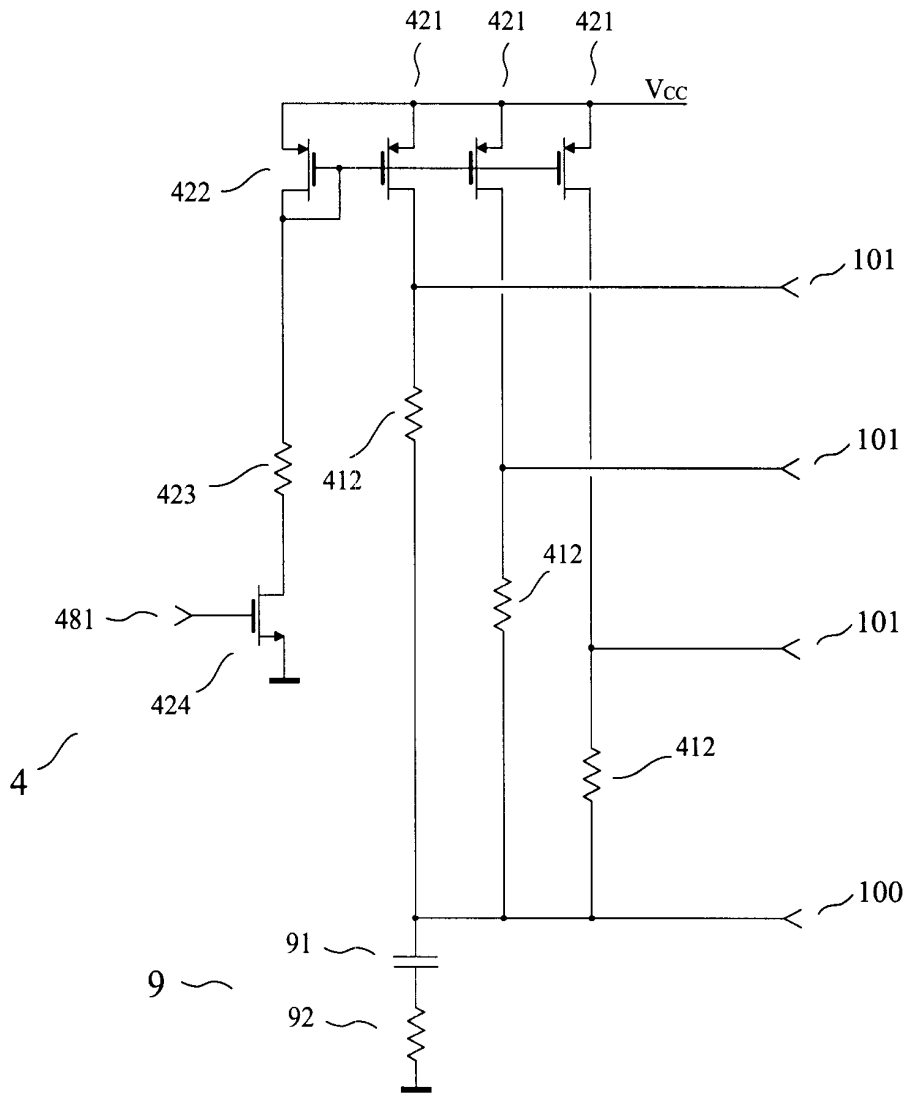


FIG. 8

7 / 10

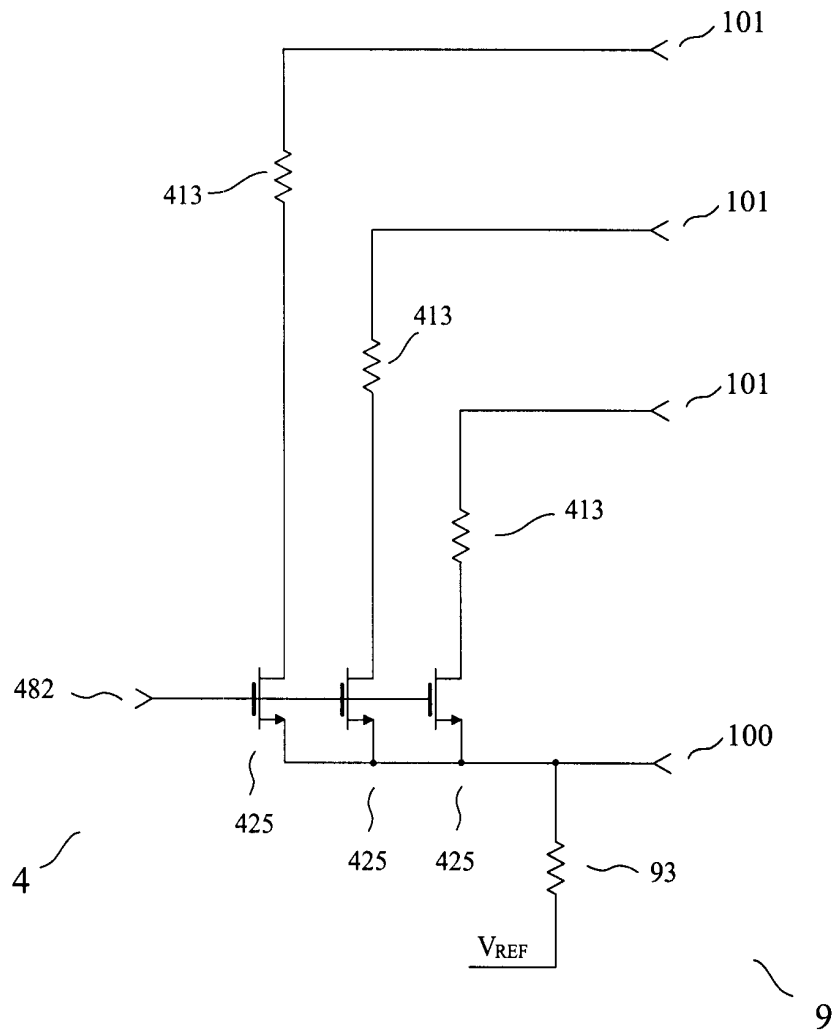


FIG. 9

8 / 10

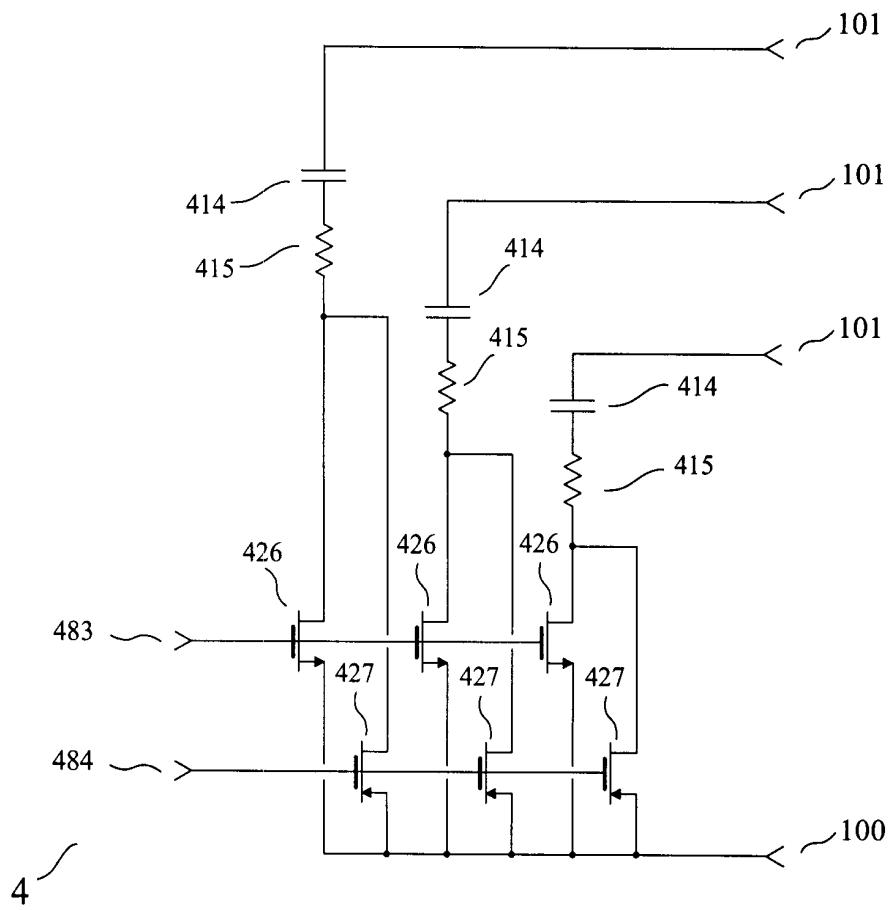


FIG. 10

9 / 10

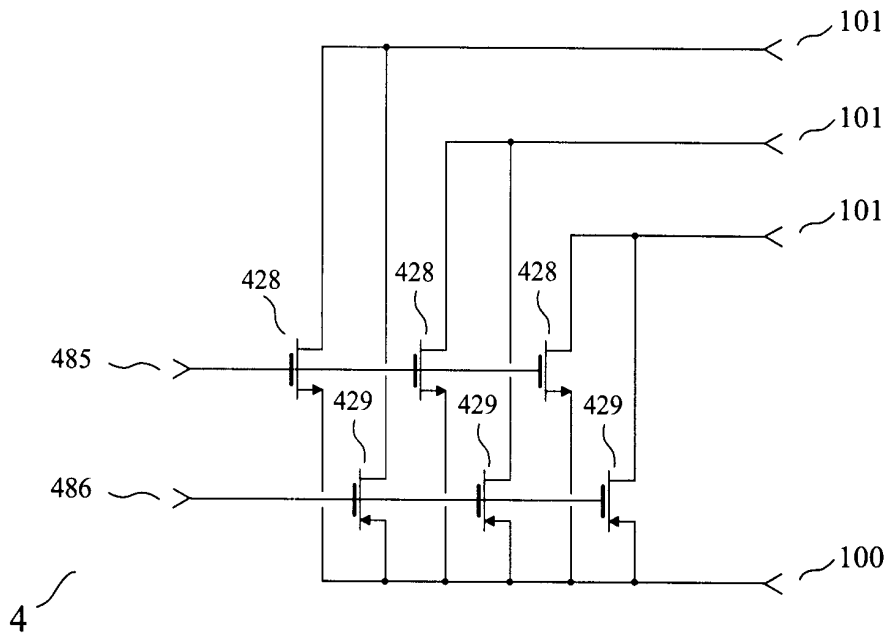


FIG. 11

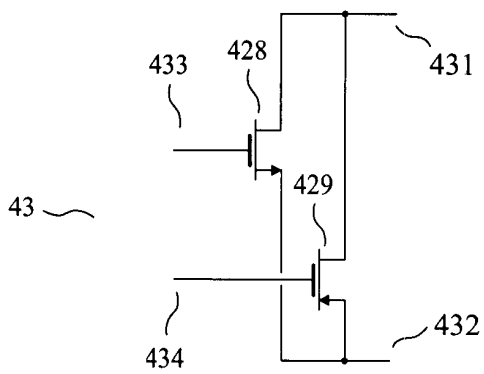


FIG. 12

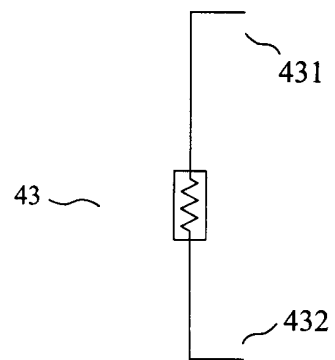


FIG. 13

10 / 10

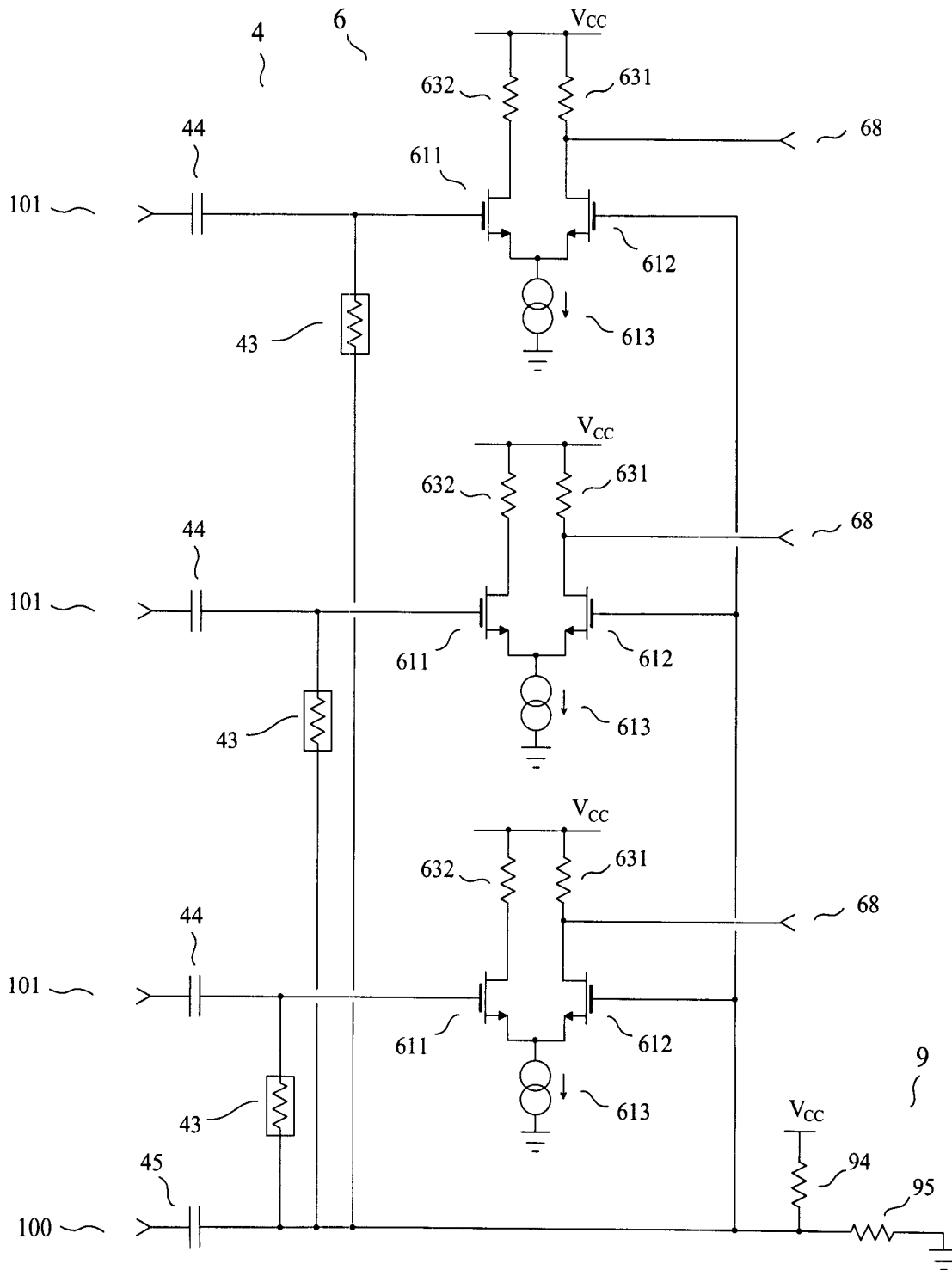


FIG. 14

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

US 2006/267633 A1 (KING GREG [US])
30 novembre 2006 (2006-11-30)

EP 0 531 630 A (UNITRODE CORP [US])
17 mars 1993 (1993-03-17)

US 6 812 734 B1 (SHUMARAYEV SERGEY [US] ET AL)
2 novembre 2004 (2004-11-02)

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

US 6 195 395 B1 (FRODSHAM TIM [US])
27 février 2001 (2001-02-27)

US 6 304 098 B1 (DROST ROBERT J [US] ET AL)
16 octobre 2001 (2001-10-16)

KUDOH J ET AL: "A CMOS GATE ARRAY WITH DYNAMIC-TERMINATION GTL I/O CIRCUITS"
INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER DESIGN: VLSI IN COMPUTERS AND
PROCESSORS. AUSTIN, OCT. 2 - 4, 1995, NEW YORK, IEEE, US, 2 octobre 1995 (1995-10-02),
pages
25-29, XP000631889 ISBN: 0-7803-3124-9

**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

N° d'enregistrement national : 0704421

N° de publication : 2917921

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