(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 987 202**

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **12 00456**

(51) Int Cl[8] : ***H 04 L 12/40*** *(2013.01), H 04 L 29/08*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 16.02.12.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 23.08.13 Bulletin 13/34.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *THALES Société anonyme* — FR et *SYSTEMES EMBARQUES AEROSPATIAUX* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** DUBROVIN ALEXIS, LE BORGNE OLIVIER, MIGNOT AUGUSTIN, TOILLON PATRICE et ORTAIS PAUL.

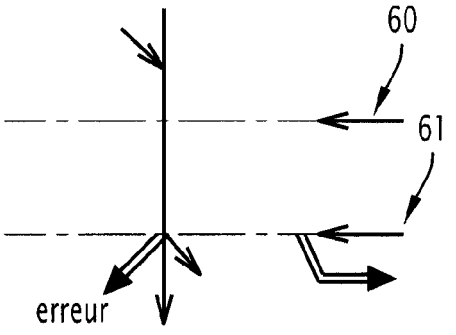
(73) **Titulaire(s) :** THALES Société anonyme, SYSTEMES EMBARQUES AEROSPATIAUX.

(74) **Mandataire(s) :** CABINET LAVOIX Société par actions simplifiée.

(54) NOEUD ET RESEAU DE TRANSMISSION D'INFORMATIONS.

(57) Ce réseau comportant des noeuds fonctionnels raccordés en série par des moyens de transmission d'informations, dans lequel les informations se présentent sous la forme de messages discrets se propageant de noeud en noeud dans le réseau, est caractérisé en ce que les moyens de transmission d'informations entre les noeuds sont bidirectionnels pour permettre à des informations de se propager dans les deux sens de circulation du réseau, et chaque noeud comporte au moins un premier et un deuxième ports associés, d'entrée/sortie d'informations, raccordés par des moyens de transmission d'informations correspondants à des noeuds voisins et dont le fonctionnement est piloté de façon exclusive et séquentielle, par des moyens formant automate de communication, entre un mode de fonctionnement en réception asynchrone d'informations de ses noeuds voisins et un mode de fonctionnement en émission synchrone d'informations vers ses noeuds voisins, et en ce que l'automate de communication est adapté pour faire basculer les ports associés du noeud de leur mode de fonctionnement en réception vers leur mode de fonctionnement en émission, après, pour chacun de ceux-ci :

- soit la réception d'informations valides et la réception d'un signal de cadencement interne (60) au noeud ;
- soit l'expiration d'une période de temps prédéterminée (61) de non réception d'informations valides.



FR 2 987 202 - A1

Nœud et réseau de transmission d'informations

La présente invention concerne un réseau de transmission d'informations et un noeud de réseau correspondant.

Plus particulièrement, l'invention se rapporte à un tel réseau qui comporte des nœuds fonctionnels raccordés en série par des moyens de transmission d'informations, dans lequel les informations se présentent sous la forme de messages discrets se propageant de nœud en nœud dans le réseau.

On connaît déjà du document FR A 2 857 805 un procédé et un dispositif de transmission de données.

Un tel procédé et un tel système sont mis en œuvre par exemple dans un système fermé de calculateurs de contrôle embarqué par exemple dans un véhicule aérien ou terrestre.

Le procédé décrit dans ce document comporte une étape de transmission de données point à point entre deux nœuds de transmission par exemple via un réseau filaire, chaque nœud possédant un ou plusieurs canaux autorisant chacun la transmission avec un unique nœud, une étape de conversion des données pour leur transmission, par exemple en série, et le calculateur de chacun des nœuds répond à la réception d'un message par une transmission inconditionnelle qui propage les flux d'informations le long de chaînes fermées, le contrôle de flux de données étant alors déterminé implicitement par la topologie câblée mise en œuvre, et la transmission entre nœuds utilise un mode asynchrone ou isochrone.

Tout en se basant sur l'utilisation d'un tel réseau dans lequel des nœuds fonctionnels sont raccordés en série par des moyens de transmission d'informations, l'invention cherche à optimiser un certain nombre de caractéristiques de ces réseaux, comme par exemple leur fiabilité, leur débit, la prise en charge des modes de défaillance, etc ...

A cet effet, l'invention a pour objet un réseau de transmission d'informations, du type comportant des nœuds fonctionnels raccordés en série par des moyens de transmission d'informations, dans lequel les informations se présentent sous la forme de messages discrets se propageant de nœud en nœud dans le réseau, caractérisé en ce que les moyens de transmission d'informations entre les nœuds sont bidirectionnels pour permettre à des informations de se propager dans les deux sens de circulation du réseau, chaque nœud comporte au moins un premier et un deuxième ports associés, d'entrée/sortie d'informations, raccordés par des moyens de transmission d'informations correspondants à des nœuds voisins et dont le fonctionnement est piloté de façon exclusive et séquentielle, par des moyens formant automate de communication, entre un

mode de fonctionnement en réception asynchrone d'informations de ses nœuds voisins et un mode de fonctionnement en émission synchrone d'informations vers ses nœuds voisins, et en ce que l'automate de communication est adapté pour faire basculer les ports associés du nœud de leur mode de fonctionnement en réception vers leur mode de fonctionnement en émission, après, pour chacun de ceux-ci :

- soit la réception d'informations valides et la réception d'un signal de cadencement interne au nœud,
- soit l'expiration d'une période de temps prédéterminée de non réception d'informations valides.

Selon d'autres caractéristiques du réseau suivant l'invention prises seules ou en combinaison :

- le signal de cadencement interne et le début de la période de temps prédéterminée sont asservis aux émissions.

Selon un autre aspect l'invention a également pour objet un nœud de réseau correspondant.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente un schéma synoptique illustrant la structure générale de nœuds fonctionnels raccordés en série dans un réseau de transmission d'informations selon l'invention,
- la figure 2 représente un schéma synoptique illustrant la structure générale d'un exemple de réalisation d'un nœud entrant dans la constitution d'un réseau de transmission selon l'invention,
- les figues 3 et 4 illustrent le principe général de fonctionnement d'un réseau de transmission d'informations selon l'invention,
- la figure 5 illustre le basculement du fonctionnement d'un nœud entre son mode de réception et son mode d'émission,
- la figure 6 illustre de façon détaillée une structure à registres entrant dans la constitution d'un nœud,
- la figure 7 illustre le fonctionnement normal d'un nœud entrant dans la constitution d'un réseau selon l'invention,
- la figure 8 représente un mode dégradé de fonctionnement d'un réseau de transmission selon l'invention,
- la figure 9 illustre la structure d'un nœud comportant plus de deux ports d'entrée et de sortie d'informations,

- la figure 10 illustre un exemple de réalisation d'un réseau constitué à partir de nœuds,

- la figure 11 illustre un exemple de réalisation d'un format de trame de messages utilisés dans un réseau de transmission selon l'invention ;

- les figures 12 à 15 illustrent différents exemples de réalisation de moyens d'alimentation en énergie électrique d'un réseau selon l'invention ;

- les figures 16 à 18 représentent différents modes de fonctionnement d'un réseau selon l'invention ;

- la figure 19 illustre l'anticipation de l'établissement d'une communication dans un réseau selon l'invention ; et

- la figure 20 représente une portion de réseau selon l'invention illustrant un dysfonctionnement.

On a en effet illustré, sur la figure 1, un exemple de réalisation d'une portion d'un réseau de transmission d'informations qui comporte des nœuds fonctionnels raccordés en série par des moyens de transmission d'informations.

Sur cette figure 1, le réseau est désigné par la référence générale 1 et comporte dans l'exemple décrit trois nœuds désignés par les références 2, 3 et 4 respectivement.

Ces nœuds fonctionnels sont donc raccordés en série par des moyens de transmission d'informations désignés par exemple par les références 5, 6, 7 et 8 respectivement.

Ces moyens de transmission d'informations peuvent être basés sur des moyens de transmission filaires formés par exemple par des paires de fils torsadés ou encore des câbles coaxiaux ou autres.

Cependant, d'autres modes de réalisation peuvent être envisagés tels que par exemple l'utilisation de fibres optiques, ou autre, de même que des moyens de liaison sans fil comme par exemple acoustique.

Ce réseau est alors adapté pour transmettre des informations qui se présentent sous la forme de messages discrets se propageant de nœud en nœud dans le réseau.

Dans le réseau de transmission selon l'invention, les moyens de transmission d'informations entre les nœuds sont bidirectionnels pour permettre à des informations de se propager dans les deux sens de circulation du réseau.

Un tel fonctionnement est par exemple illustré sur les figures 2, 3 et 4.

Sur la figure 2 on a illustré un exemple de réalisation d'un nœud entrant dans la constitution d'un tel réseau, ce nœud étant désigné par la référence générale 10.

Ce nœud est alors raccordé par exemple par l'intermédiaire de deux moyens de transmission d'informations respectivement 11 et 12 à des nœuds voisins dans le réseau.

En fait, chaque nœud comporte au moins un premier et un deuxième ports associés d'entrée et de sortie d'informations, désignés par les références par exemple 13 et 14 sur cette figure 2, raccordés par les moyens de transmission d'informations correspondants 11 et 12 respectivement aux nœuds voisins dans le réseau. Le fonctionnement de ces ports associés d'entrée et de sortie d'informations est alors piloté de façon séquentielle et exclusive, par des moyens formant automate de communication désignés par la référence générale 15, entre un mode de fonctionnement en réception asynchrone d'informations des nœuds voisins et un mode de fonctionnement en émission synchrone d'informations vers les nœuds voisins.

On conçoit alors que, rapporté à un réseau tel que celui illustré sur les figures 3 et 4, dans lequel les nœuds sont par exemple raccordés en boucle fermée, chaque nœud bascule de façon exclusive et séquentielle, entre un fonctionnement en émetteur d'informations vers ses nœuds voisins, qui sont alors en mode de fonctionnement en réception, et un fonctionnement en réception d'informations de ses voisins qui sont alors eux en mode de fonctionnement en émission.

Les figures 3 et 4 illustrent en effet deux cycles successifs n et n+1, permettant aux nœuds de transmettre les informations dans le réseau.

En fait, et comme cela est illustré sur la figure 5, pour chaque nœud, le basculement entre le mode de réception R et le mode d'émission E, est déclenché par l'automate de communication à partir du moment où le nœud correspondant a reçu des informations de ses voisins. C'est dans ce sens que l'on utilise l'expression « mode de fonctionnement en réception asynchrone d'informations de ses nœuds voisins ».

Une fois des informations reçues de ses voisins, l'automate de communication fait alors basculer les ports associés correspondants du nœud vers leur mode de fonctionnement en émission, tous les ports associés du nœud passant alors en mode d'émission d'informations vers les nœuds voisins. C'est dans ce sens que l'on utilise l'expression « mode de fonctionnement en émission synchrone d'informations vers les nœuds voisins».

En fait, l'automate de communication est adapté pour faire basculer l'ensemble des ports associés du nœud de leur mode de fonctionnement en réception vers leur mode de fonctionnement en émission après, pour chacun de ceux-ci, soit la réception d'informations valides, soit l'expiration d'une période de temps prédéterminée de non réception d'informations valides.

Dans l'autre sens, l'automate de communication est adapté pour faire basculer en retour chacun des ports associés, de son mode de fonctionnement en émission E vers

son mode de fonctionnement en réception R, après la fin de l'émission des informations par le port.

On conçoit alors que ceci permet d'éviter toute collision de messages sur les moyens de transmission d'informations, dans la mesure où en fait des nœuds voisins ne peuvent pas émettre en même temps sur les moyens de transmission d'informations les reliant l'un à l'autre.

Comme cela a été indiqué dans le document antérieur précité, ceci permet d'éviter l'utilisation dans les nœuds, de moyens extrêmement lourds de gestion des collisions sur le réseau ce qui se traduit par une simplification très importante de ceux-ci.

Un exemple de réalisation d'un tel nœud est illustré sur la figure 6.

En fait, le nœud illustré sur cette figure est désigné par la référence générale 20 et les ports associés de celui-ci comprennent par exemple des moyens en forme de registres FIFO « First In-First Out », montés tête-bêche entre les moyens de transmission d'informations raccordant ce nœud à ses voisins.

Bien entendu toute autre structure utilisant des moyens en forme de tampon en logique premier entré premier sorti peut également être utilisée.

Ces moyens en forme de registres FIFO sont désignés par les références générales 21 et 22.

L'un de ces moyens permet alors de transmettre les informations dans un sens et l'autre dans l'autre sens du réseau. Ces moyens en forme de registres reçoivent en effet des informations en provenance d'un nœud pour les transmettre en les propageant à l'autre nœud voisin et inversement.

Le fonctionnement d'un tel nœud est illustré sur la figure 7.

On reconnaît en effet sur cette figure les registres 21 et 22 décrits précédemment dans leurs différents états en fonction de l'état dans lequel est le nœud sous la commande de l'automate de communication.

Le premier état illustré dans la partie supérieure de cette figure, est l'état du nœud en réception d'informations.

Chaque moyen en forme de registre FIFO 21, 22 a déjà en mémoire un message reçu précédemment et désigné par m0 et m'0 pour les messages circulant dans l'un et l'autre sens de ce réseau.

Dans l'état illustré dans la partie supérieure de la figure, le nœud est en mode de fonctionnement de réception de messages suivants, comme par exemple les messages m1 et m'1.

Une fois les deux messages m1 et m'1 reçus, le nœud passe, comme décrit précédemment, sous la commande de l'automate de communication, en mode d'émission

des messages précédents, c'est-à-dire de m0 et m'0 qui sont alors émis vers les nœuds voisins correspondants.

Cet état est illustré dans la partie intermédiaire de cette figure 7.

Dans la partie inférieure de cette figure 7, les messages m0 et m'0 ont été émis de sorte que le nœud passe alors en attente de réception de messages de la part de ses voisins et ainsi de suite.

On conçoit alors que les messages sont mis en file d'attente et sont émis dès que de nouveaux messages sont reçus.

Comme cela a été indiqué précédemment, dans le cas nominal de fonctionnement de ce réseau, c'est-à-dire quand tous les nœuds et tous les moyens de transmission d'informations sont opérationnels, le réseau permet alors une circulation complète des informations dans les deux sens de circulation des messages sur le réseau.

Ainsi par exemple, et dans le cas où celui-ci est formé par des nœuds connectés en boucle fermée, le réseau peut alors être assimilé à deux anneaux logiques dans lesquels des messages circulent.

En cas de perte de l'un des moyens de transmission d'informations entre deux nœuds voisins, comme cela est illustré sur la figure 8, la topologie de communication est modifiée pour restituer un anneau unique.

Dans ce cas, les nœuds d'extrémités de la branche ainsi formée sont adaptés pour fonctionner en mode miroir de renvoi des informations vers le nœud voisin émetteur.

Ceci est alors réalisé par pilotage des ports correspondants de ces nœuds par les moyens formant automate de communication correspondants. Ces moyens formant automate détectent alors ce dysfonctionnement et commandent un basculement des ports en mode miroir.

Comme cela a été indiqué précédemment, des nœuds du réseau peuvent également comporter plus de deux ports d'entrée et de sortie associés comme celui illustré sur la figure 9.

Le nœud représenté sur cette figure, et désigné par la référence générale 30, comporte alors par exemple trois ou plus de ports associés désignés par les références 31, 32 et 33, associés éventuellement à des moyens de routage 34 d'informations.

Ceci permet alors de multiplier le nombre de configurations de réseaux possibles avec de tels nœuds comme cela est illustré sur la figure 10, où l'on peut constater que des nœuds peuvent être raccordés en boucle fermée par des moyens de transmission d'informations correspondants.

Par ailleurs, des nœuds peuvent également être raccordés par des moyens de transmission d'informations en au moins une branche dont les nœuds d'extrémités sont

adaptés pour fonctionner en mode miroir de renvoi des informations vers le nœud voisin émetteur, ou encore en branches de liaison d'autres nœuds raccordés en boucle fermée par des moyens de transmission d'informations.

Bien entendu, d'autres configurations encore peuvent être envisagées.

Enfin, on a illustré sur la figure 11, un exemple de réalisation possible d'un format de messages, celui-ci comportant de façon classique, un en-tête de message 40, des données 41 et une portion de contrôle désignée par la référence générale 42.

A cet effet, on pourra noter qu'au moins certains nœuds peuvent également comporter des moyens de génération d'informations d'erreur destinées à être émises en cas de non réception d'informations valides d'un nœud voisin dans une période de temps prédéterminée.

De même au moins certains de ces nœuds peuvent également comporter de façon classique dans ce type d'applications, des moyens de génération d'informations de service destinées à être émises sur le réseau.

Plusieurs autres caractéristiques du réseau de transmission d'informations et des moyens mis en œuvre peuvent être relevées. C'est ainsi que :

- Les moyens de transmission d'informations peuvent comporter un lien série ou parallèle entre les nœuds.

- Les moyens de transmission d'informations peuvent comporter un support half ou full duplex physique entre les nœuds c'est-à-dire utilisant un même support dans les deux sens de circulation d'informations sur le réseau ou un support par sens, respectivement.

- Les moyens de transmission d'informations peuvent utiliser une couche physique choisie dans le groupe comprenant : un réseau RS422, RS 485, Flexray, LIN, CAN, ARINC429, BD 429, ARINC629, Safebus, Ethernet, ARINC859, ATM, MIL-STD-1553, Digibus, ASCB, Spacewire, SCI, SPI, I2C, PCI, PCIexpress, Fibre Channel, Firewire, USB et FDDI.

- Les moyens de transmission d'informations peuvent utiliser des formats de messages choisis dans le groupe comprenant des formats de trames: Flexray, LIN, CAN, TTP, ARINC429, ARINC629, Safebus, Ethernet, ATM, MIL-STD-1553, Digibus, ASCB, Spacewire, SCI, I2C, PCI, PCIexpress, Fibre Channel, Firewire, USB et FDDI.

- Lesdits ports associés du nœud sont associés par programmation par exemple par les moyens formant automate de communication. Ces moyens formant automate de communication reçoivent alors des informations de programmation correspondante de l'association des ports, par exemple par le réseau directement, par un canal externe séparé et/ou indépendant de ce réseau ou encore à partir de moyens de stockage local

de celles-ci, par exemple intégrés aux moyens formant automate de communication ou de façon générale, au noeud correspondant (Bitstream d'un FPGA,...).

Bien entendu, d'autres modes de réalisation encore peuvent être envisagés.

Ainsi par exemple, on a illustré sur les figures 12, 13, 14 et 15, différents exemples de réalisation de moyens d'alimentation en énergie électrique d'un tel réseau.

L'exemple illustré est le cas d'une alimentation dite sur données également connue sous l'expression anglaise de « Power On Data ».

Sur ces figures, le réseau est désigné par la référence générale 50 et celui-ci comporte par exemple six nœuds respectivement 52, 53, 54, 55 et 56, raccordés en série par des moyens de transmission d'informations bidirectionnels permettant à des informations de se propager dans les deux sens de circulation du réseau.

Dans le réseau illustré sur ces figures et en particulier sur cette figure 12, les moyens de transmission d'informations entre les nœuds sont des moyens filaires, qui servent également de réseau d'alimentation en énergie électrique des nœuds à partir d'au moins l'un des nœuds du réseau, comme par exemple le noeud désigné par la référence générale 55.

L'alimentation électrique se propage alors de nœud en nœud dans les deux sens du réseau à partir par exemple d'une source d'alimentation 57 raccordée à ce nœud 55, pour alimenter les autres noeuds du réseau.

Bien entendu d'autres modes de réalisation peuvent être envisagés et le ou chaque nœud d'alimentation peut être raccordé à plusieurs sources d'alimentation telles que par exemple un réseau d'alimentation embarqué par exemple à bord d'un aéronef ou d'un véhicule et une batterie par exemple de secours, permettant un mode de fonctionnement de sauvegarde.

Bien entendu et comme cela est illustré sur la figure 13, plusieurs nœuds tels que par exemple les nœuds 52 et 55, peuvent être raccordés à au moins une source d'alimentation en énergie électrique externe, comme la source désignée par la référence générale 58 pour le nœud 52 et celle désignée par la référence 57 pour le nœud 55.

Ces nœuds raccordés aux sources d'alimentation peuvent être distants les uns des autres dans le réseau.

On conçoit ainsi qu'au moins deux nœuds du réseau 52 et 55 par exemple, sont raccordés à au moins deux sources d'alimentation différentes 57 et 58 par exemple, ce qui permet d'assurer une continuité d'alimentation du réseau à partir d'un nœud et d'une source d'alimentation.

En effet et comme cela est illustré par exemple sur les figures 14 et 15, en cas de perte d'un des liens entre deux noeuds, comme cela est illustré sur la figure 14 entre les

nœuds 51 et 56, ou en cas de perte d'un nœud comme cela est illustré sur la figure 15 pour la perte du nœud 52, l'alimentation en énergie électrique du reste du réseau et donc des autres nœuds de celui-ci, est assurée par le reste de la boucle cette alimentation étant présente de chaque côté de l'organe en défaut.

Ceci permet alors d'assurer une très grande fiabilité de fonctionnement du réseau selon l'invention.

On notera par ailleurs que pour améliorer encore cette sécurité, les nœuds eux-mêmes peuvent comporter des moyens de stockage d'énergie électrique intégrés, tels que par exemple des condensateurs ou autres, rechargeables par l'alimentation du réseau et permettant d'assurer un fonctionnement de sauvegarde de ceux-ci.

Ce fonctionnement de sauvegarde peut par exemple consister en une sauvegarde d'informations, une tentative de rétablissement d'une communication, une tentative de réinitialisation, etc...et être utile en particulier lors des phases de reconfiguration du réseau d'alimentation pour ne pas interrompre la circulation des données.

Bien entendu d'autres modes de réalisation encore peuvent être envisagés.

Comme cela a été illustré et décrit en regard de la figure 5, les moyens formant automate de communication peuvent être adaptés pour faire basculer les ports associés du nœud, de leur mode de fonctionnement en réception vers leur mode de fonctionnement en émission, après, pour chacun de ceux-ci, soit la réception d'informations valides, soit l'expiration d'une période de temps prédéterminée de non réception d'informations valides.

Selon un autre mode de réalisation, une information supplémentaire peut être prise en compte par les moyens formant automate de communication pour provoquer ce basculement, comme cela est illustré sur les figures 16, 17 et 18.

Sur ces figures, on a en effet illustré ce mode de fonctionnement spécifique, dans lequel les moyens formant automate de communication sont adaptés pour faire basculer les ports associés du nœud de leur mode de fonctionnement en réception vers leur mode de fonctionnement en émission, après, pour chacun d'eux, soit la réception d'informations valides et la réception d'un signal de cadencement interne au nœud soit l'expiration d'une période de temps prédéterminée de non réception d'informations valides.

Sur ces figures, le signal de cadencement interne au nœud est désigné par la référence générale 60 et l'instant d'expiration de la période de temps prédéterminée par la référence 61.

Comme cela est illustré sur la figure 16, dans le cas où des informations valides ont été reçues par chaque port du nœud, les moyens formant automate de

communication attendent alors la réception du signal de cadencement interne 60 pour déclencher le mode de fonctionnement en émission.

Sur la figure 17, on a illustré un autre exemple de fonctionnement dans lequel le signal de cadencement interne désigné toujours par la référence générale 60, est arrivé après la réception d'informations sur l'un des ports du nœud, mais avant la réception d'informations sur l'autre port de ce nœud.

Dans ce cas les moyens formant automate de communication déclenchent le basculement des ports associés du nœud, de leur mode de fonctionnement en réception vers leur mode de fonctionnement en émission dès la réception des informations de l'autre port du nœud, dans la mesure où il a déjà reçu des informations sur le premier port et qu'il a également reçu le signal de cadencement interne.

Sur la figure 18, on a illustré le cas où des informations ne sont pas reçues sur l'un et/ou l'autre des ports du nœud avant l'expiration de la période de temps prédéterminée de non réception d'informations valides 61.

Dans ce cas par exemple un message d'erreur est émis.

On notera également que le signal de cadencement interne peut être asservi aux émissions (figure 17) ou à l'expiration de la période de temps 61 (figure 18).

Sur la figure 11, on a représenté de façon schématique un exemple d'une trame d'un message pouvant circuler dans un réseau selon l'invention.

Une telle trame est illustrée de façon beaucoup plus détaillée sur la figure 19.

On a en effet illustré sur cette figure les signaux transitant sur les deux ports en réception, comme par exemple en réception A et en réception B et en émission, comme par exemple en transmission A et en transmission B.

En fait et comme cela est illustré, les informations qui transitent sur le réseau se présentent sous la forme de messages qui comportent de façon classique un préambule 70, un début de trame 71, un en-tête 72, une charge utile 73 et un mot de contrôle 74, connus également respectivement sous les noms anglais de PREAMBLE, START OF FRAME (SOF ou S), HEADER (H), PAYLOAD (P) et CRC.

Le terme anglais « IDLE » désigne quant à lui le temps de retournement/inactivité du réseau.

Ces structures de messages sont classiques et bien connues dans l'état de la technique.

Une analyse de l'arrivée de ces signaux dans le nœud correspondant permet d'optimiser le fonctionnement de celui-ci.

Ainsi par exemple les moyens formant automate de communication peuvent être adaptés pour déclencher l'activation de la communication d'informations du nœud avec

ses nœuds voisins à la suite du début de la réception d'informations de chacun de ceux-ci.

Ainsi par exemple dans le cas illustré sur cette figure 19, les moyens formant automate de communication de ce nœud surveillent la réception des informations sur les ports correspondants de ce nœud pour, lorsque le réseau est prêt c'est-à-dire notamment que le temps d'attente inter trame « IDLE » a été respecté et après avoir reçu sur ces deux ports par exemple la portion de préambule et la portion de début de trame respectivement 70 et 71, sur chaque port, déclencher l'activation de la communication d'informations du nœud avec ses nœuds voisins, en provoquant la réémission vers ces nœuds voisins de façon synchrone, des préambules des messages reçus.

Ainsi dès le début de la réception de la trame la plus en retard comme par exemple dans le cas illustré, la trame B, il est possible d'anticiper la transmission des préambules de ces messages pour déclencher par anticipation, l'activation de la communication.

Ceci correspond à la situation décrite par 1 sur cette figure 19.

A la fin de la réception des deux trames A et B, on peut alors démarrer l'émission du signal de début de trame S des trames à transmettre comme cela est illustré par la situation 2 sur cette figure 19.

En 3 on décrit une situation dans laquelle on ne peut pas anticiper la transmission du préambule car le réseau n'est pas prêt, le temps d'attente inter trame « IDLE » n'étant pas respecté.

Enfin on a représenté sur la figure 20, une portion de réseau pour illustrer un dysfonctionnement possible d'un réseau selon l'invention.

Ainsi par exemple et comme cela a été indiqué précédemment, chaque nœud est adapté pour commuter en mode de fonctionnement en miroir de renvoi des informations vers le nœud voisin suivant en cas de détection d'un dysfonctionnement d'un nœud voisin précédent par les moyens formant automate de communication du nœud courant.

Ainsi par exemple dans cette figure 20, le nœud courant est désigné par la référence générale 80, le nœud précédent par la référence générale 81 et le nœud suivant par la référence générale 82 dans le réseau. Ces nœuds sont raccordés par des moyens de transmission d'informations.

Ainsi par exemple si le nœud 80 et si plus particulièrement les moyens formant automate de communication de celui-ci, détectent un dysfonctionnement du nœud précédent 81, les moyens formant automate de communication du nœud 80 provoquent alors la commutation de ce nœud 80 en mode de fonctionnement en miroir de renvoi des informations vers le nœud suivant 82.

De plus les moyens formant automate de communication du nœud courant 80 peuvent également être adaptés pour lancer une phase de diagnostic de défaut de fonctionnement du nœud précédent 81 et/ou de rétablissement de la communication d'informations avec ce nœud précédent 81, détecté comme présentant un défaut de fonctionnement.

Ainsi par exemple les moyens formant automate de communication peuvent être adaptés pour mettre en œuvre l'un ou plusieurs des tests choisis dans le groupe comprenant des tests/contrôles :

- d'intégrité des informations,
- de cohérence des informations,
- de longueur des informations,
- de densité de trafic des informations, et/ou
- de datage des informations,
- de cohérence de séquencement,
- du vieillissement.

Bien entendu d'autres tests peuvent être envisagés.

On conçoit alors que tout ceci présente un certain nombre d'avantages par rapport aux réseaux de l'état de la technique, notamment pour la détection d'un nœud défaillant par un nœud sain ou la garantie de l'isolation d'un nœud défaillant afin qu'il ne puisse pas produire des informations erronées vers les autres nœuds.

REVENDICATIONS

1.- Réseau de transmission d'informations, du type comportant des nœuds fonctionnels (2, 3, 4 ; 10 ; 20 ; 30) raccordés en série par des moyens de transmission d'informations (5, 6, 7, 8 ; 11 ; 12), dans lequel les informations se présentent sous la forme de messages discrets se propageant de nœud en nœud (2, 3, 4 ; 10 ; 20 ; 30) dans le réseau, caractérisé en ce que :

- les moyens de transmission d'informations (5, 6, 7, 8 ; 11 ; 12) entre les nœuds (2, 3, 4 ; 10 ; 20 ; 30) sont bidirectionnels pour permettre à des informations de se propager dans les deux sens de circulation du réseau,

- chaque nœud (2, 3, 4 ; 10 ; 20 ; 30) comporte au moins un premier et un deuxième ports associés, d'entrée/sortie d'informations (13, 14 ; 21, 22 ; 31, 32, 33), raccordés par des moyens de transmission d'informations correspondants (5, 6, 7, 8 ; 11 ; 12) à des nœuds voisins et dont le fonctionnement est piloté de façon exclusive et séquentielle, par des moyens formant automate de communication (15), entre un mode de fonctionnement en réception asynchrone d'informations de ses nœuds voisins et un mode de fonctionnement en émission synchrone d'informations vers ses nœuds voisins, et

en ce que l'automate de communication (15) est adapté pour faire basculer les ports associés du nœud (2, 3, 4 ; 10 ; 20 ; 30) de leur mode de fonctionnement en réception vers leur mode de fonctionnement en émission, après, pour chacun de ceux-ci :

- soit la réception d'informations valides et la réception d'un signal de cadencement interne (60) au nœud,

- soit l'expiration d'une période de temps prédéterminée (61) de non réception d'informations valides.

2.- Réseau de transmission d'informations selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal de cadencement interne (60) et le début de la période de temps prédéterminée (61) sont asservis aux émissions.

3.- Noeud de réseau de transmission d'informations destiné à un réseau selon l'une quelconque des revendications précédentes.

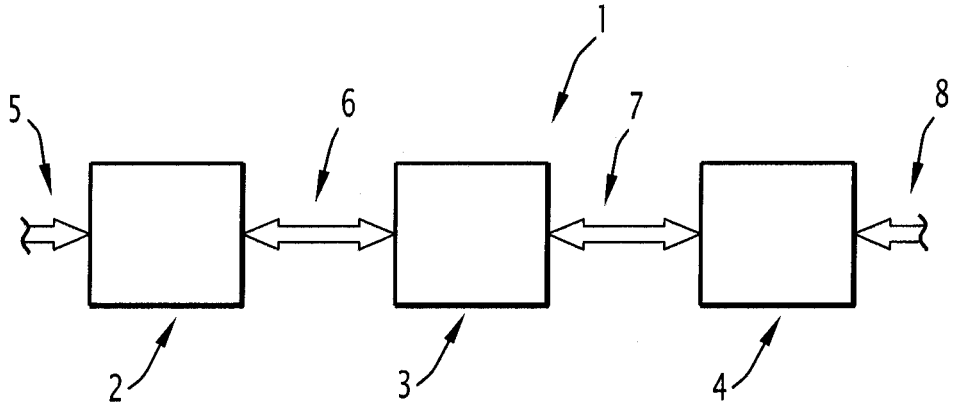


FIG.1

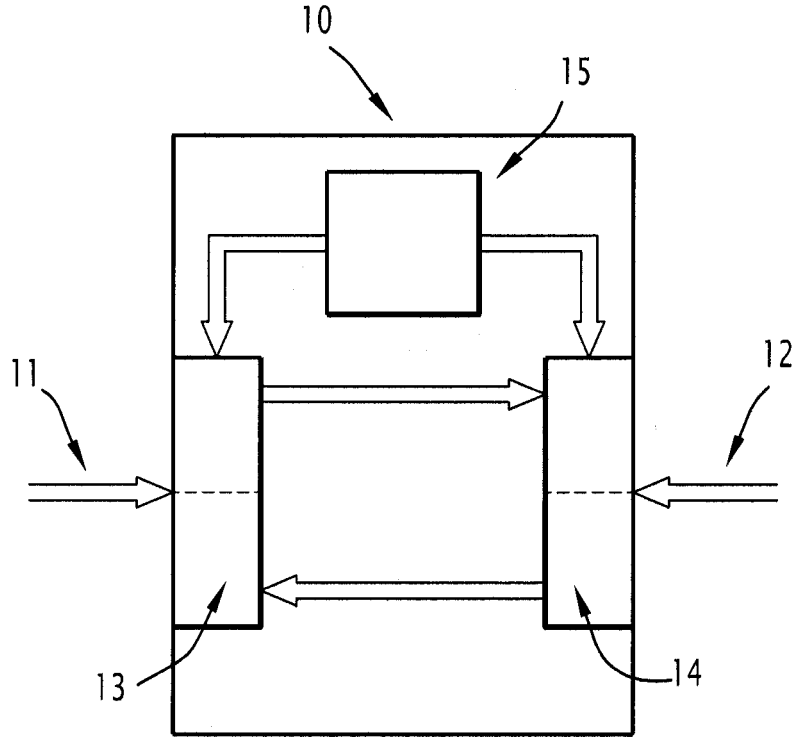


FIG.2

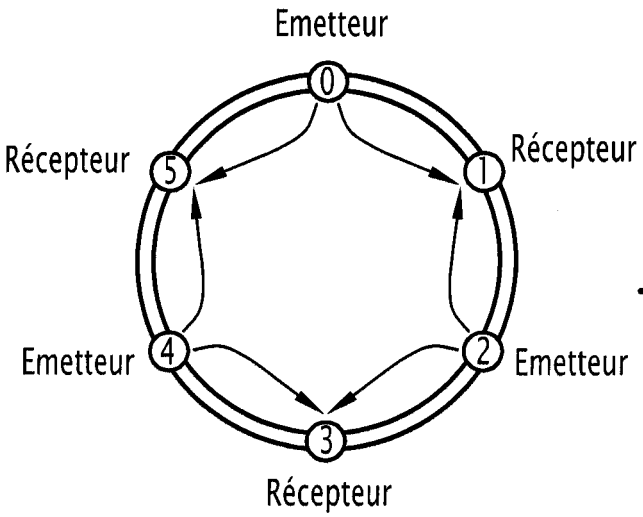


FIG.3

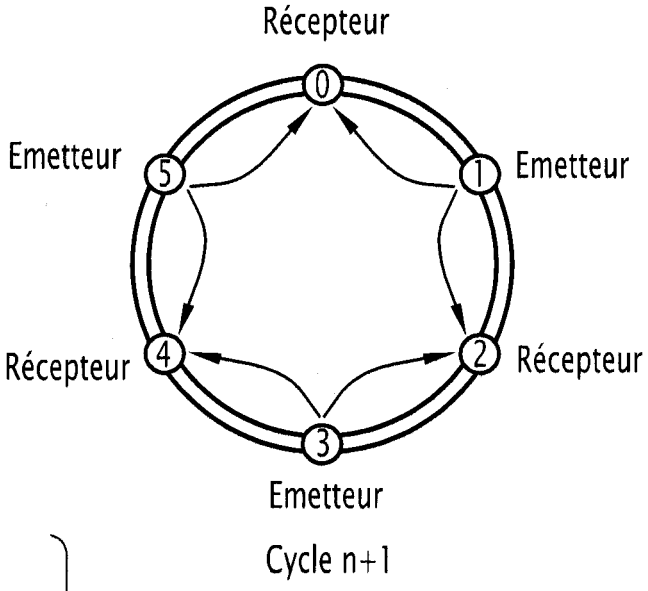
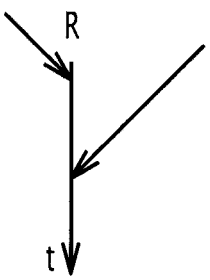


FIG.4



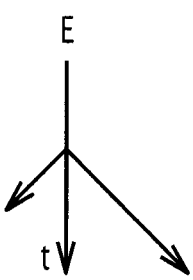


FIG.5

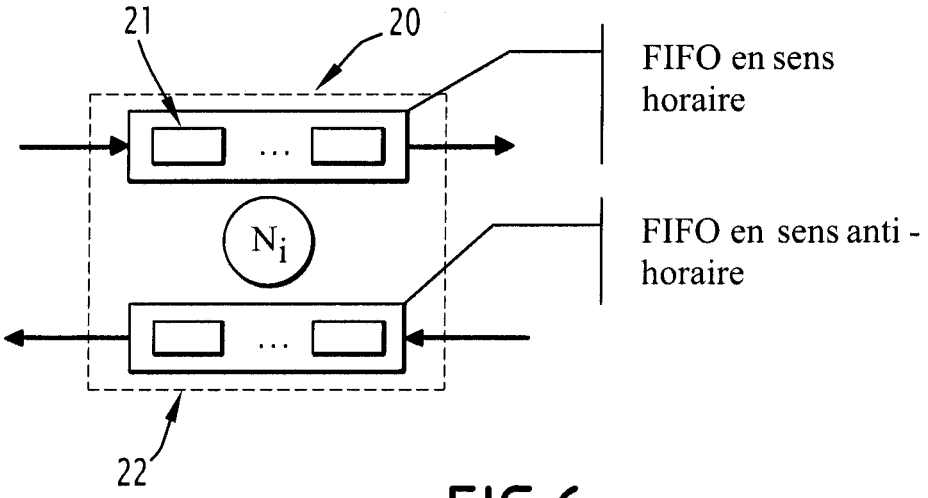

21
20
FIFO en sens horaire
FIFO en sens anti - horaire
N_i
22

FIG.6

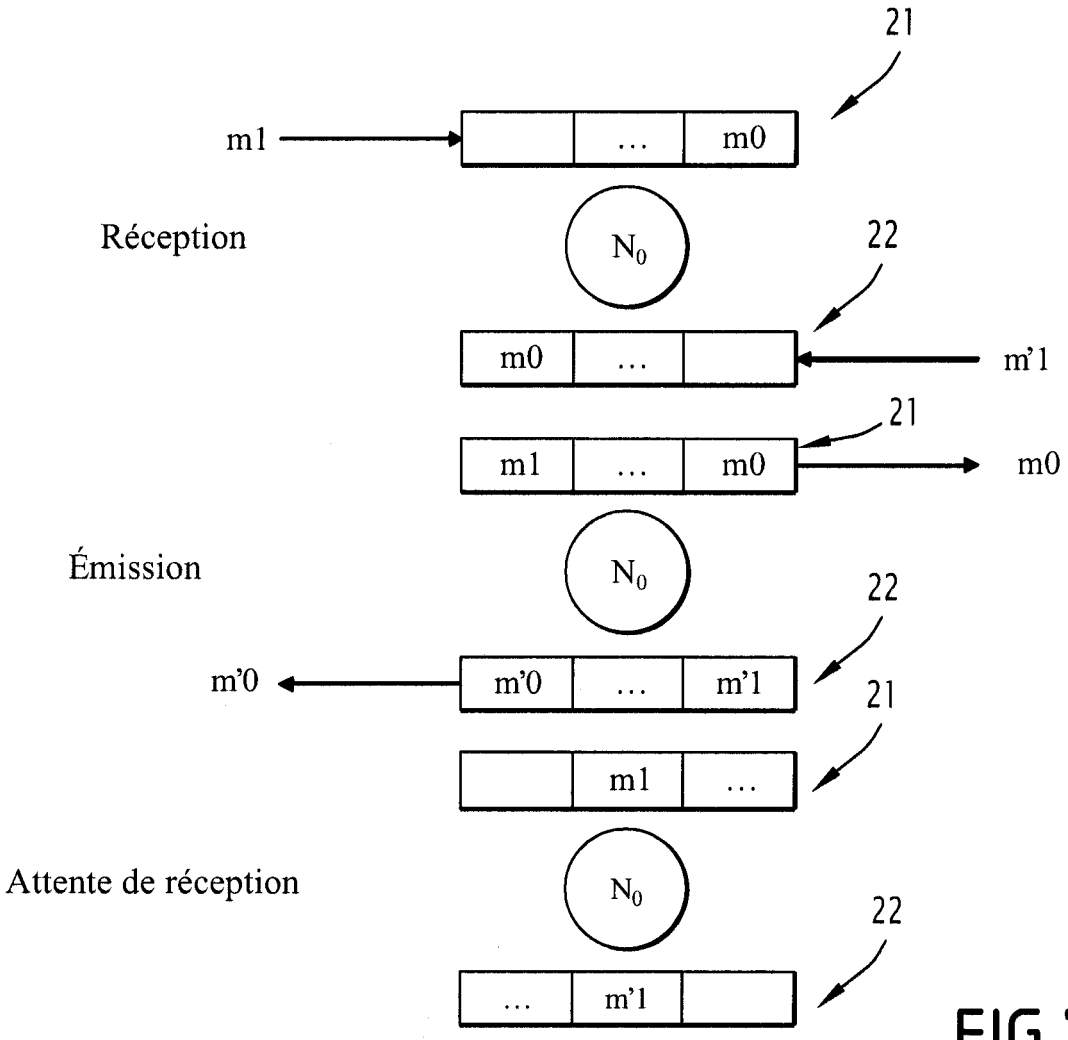

21
m1
m0
Réception
N_0
22
m0
m'1
21
m1
m0
m0
Émission
N_0
22
m'0
m'0
m'1
21
m1
Attente de réception
N_0
22
m'1

FIG.7

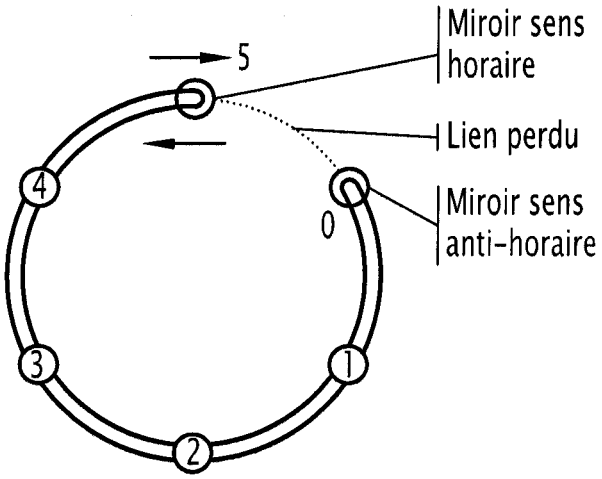

5
Miroir sens horaire
Lien perdu
Miroir sens anti-horaire
0
1
2
3
4

FIG.8

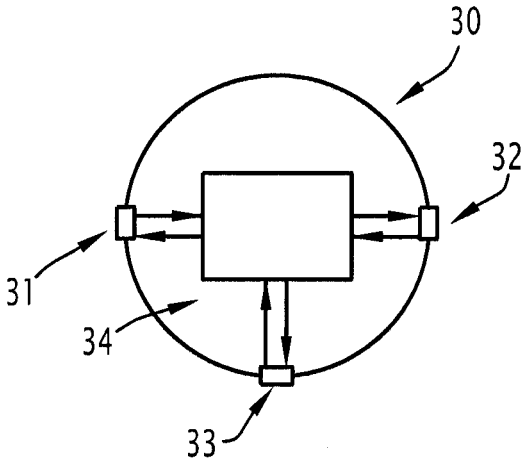

30
32
31
34
33

FIG.9

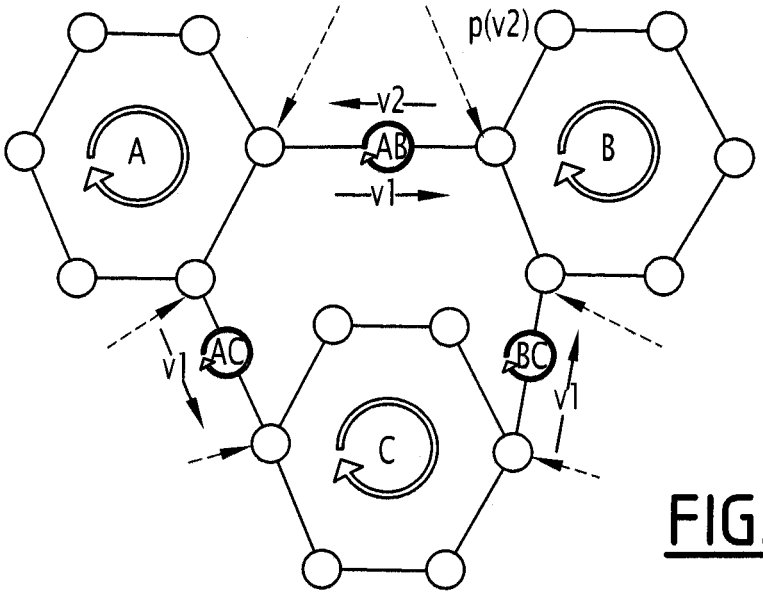

p(v2)
v2
A
AB
B
v1
v1
AC
BC
v1
C

FIG.10

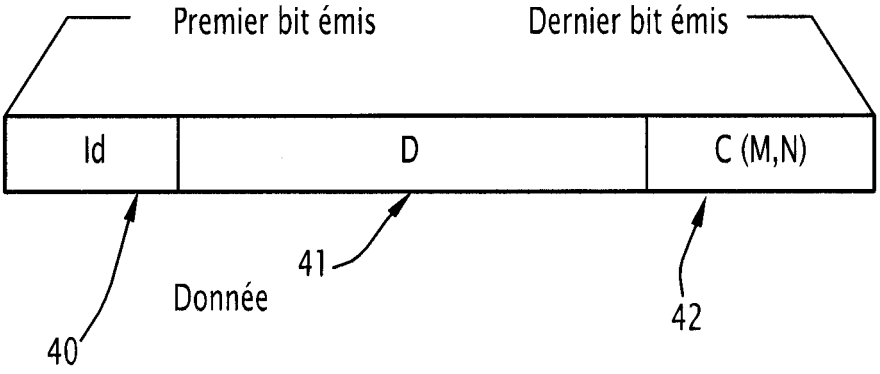

Premier bit émis
Dernier bit émis
Id
D
C (M,N)
40
Donnée
41
42

FIG.11

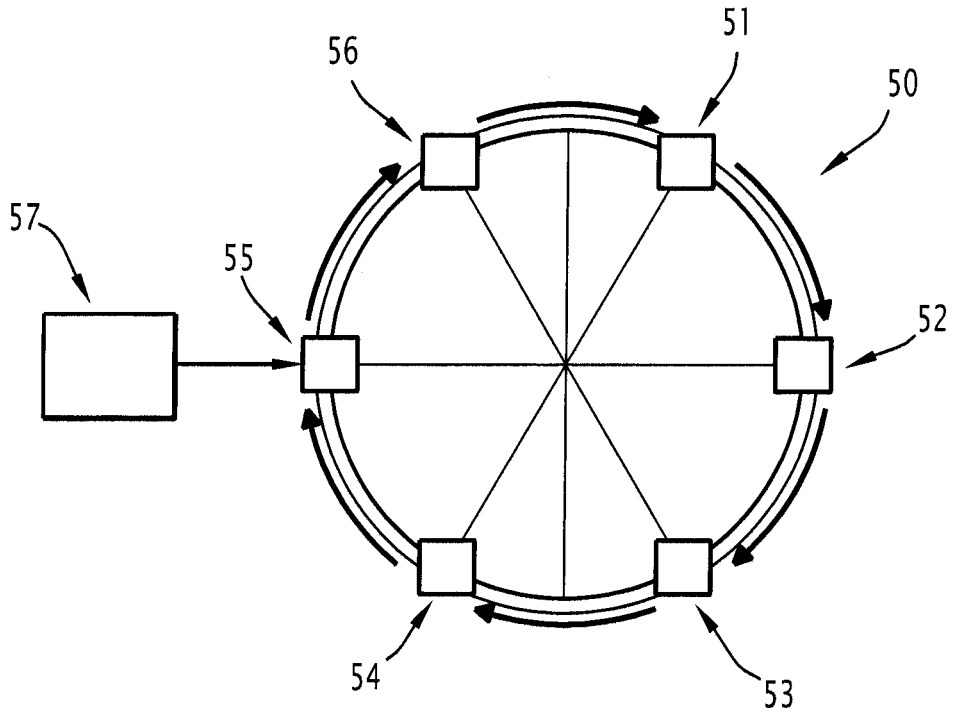


FIG.12

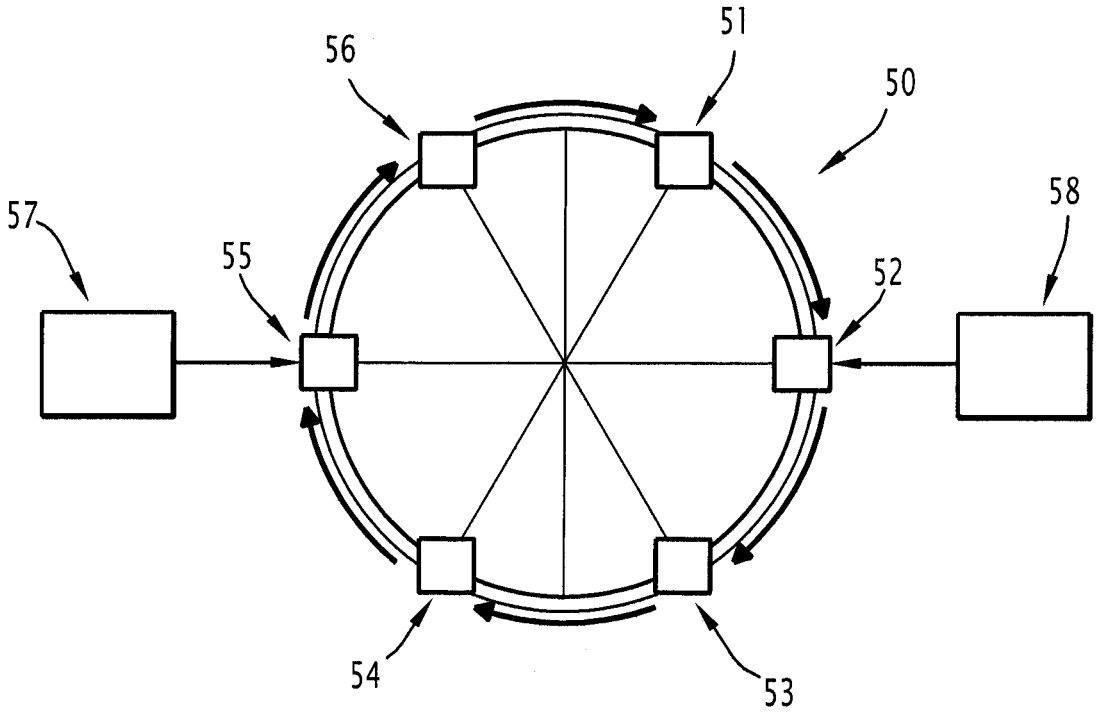


FIG.13

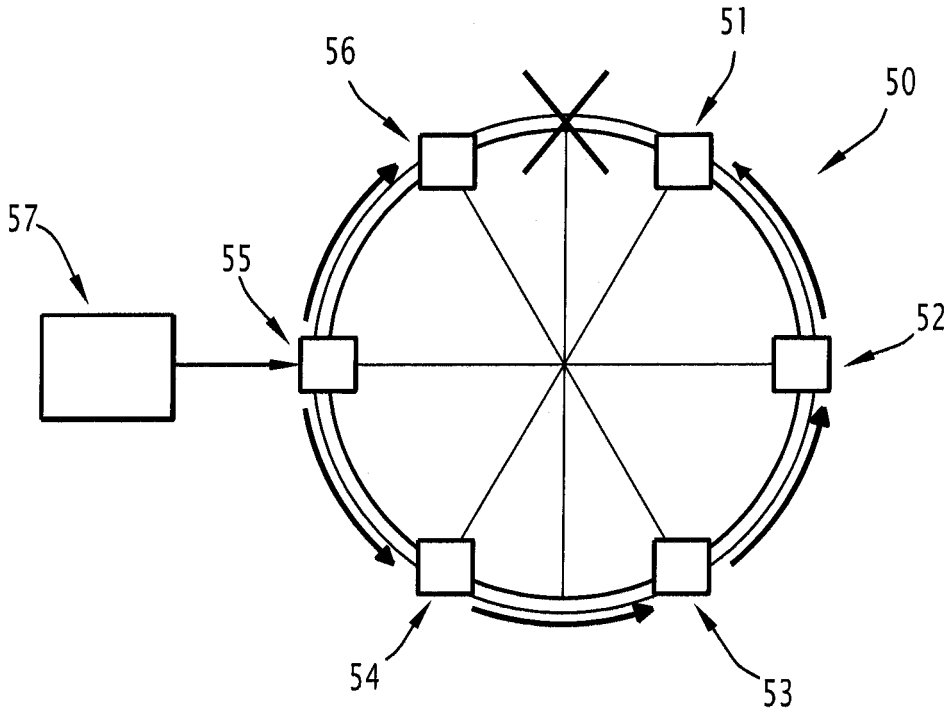


FIG.14

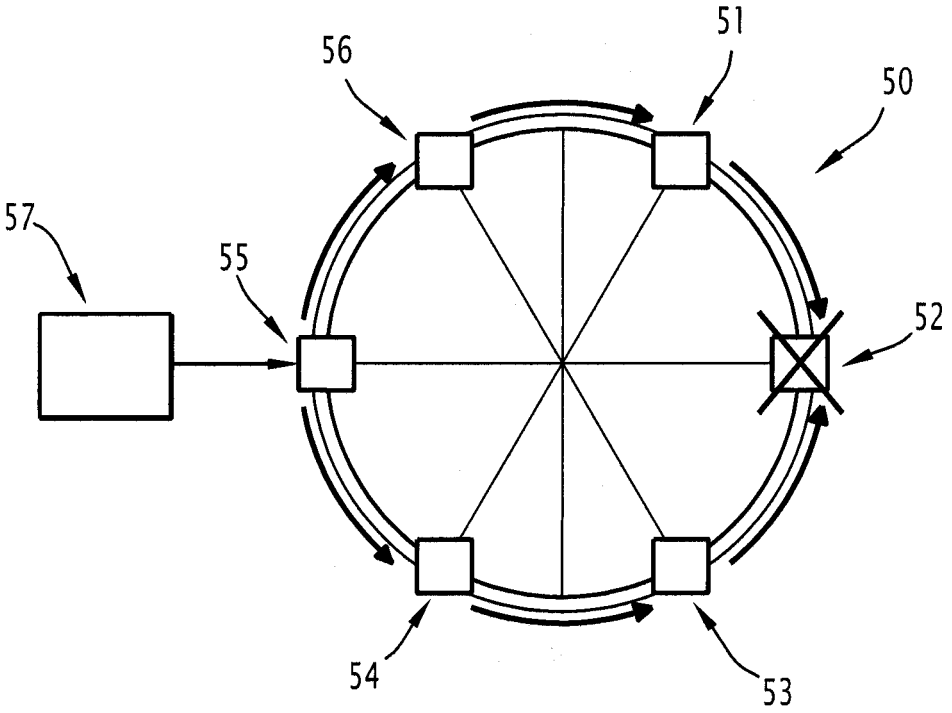


FIG.15

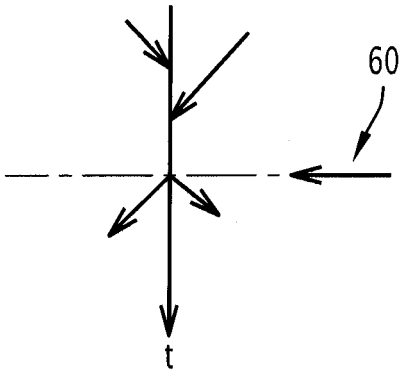


FIG.16

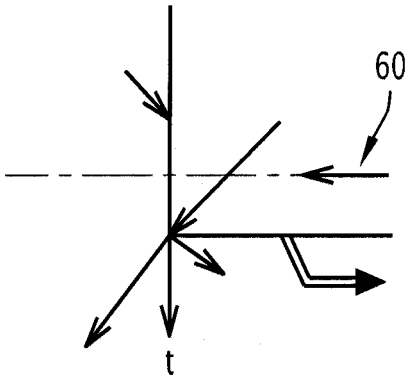


FIG.17

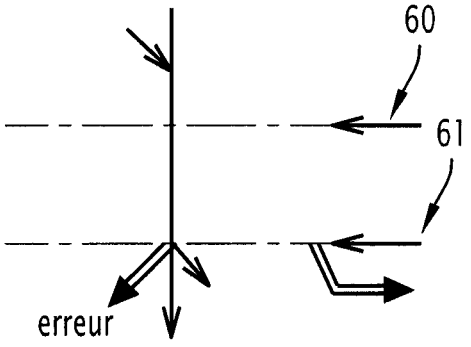


FIG.18

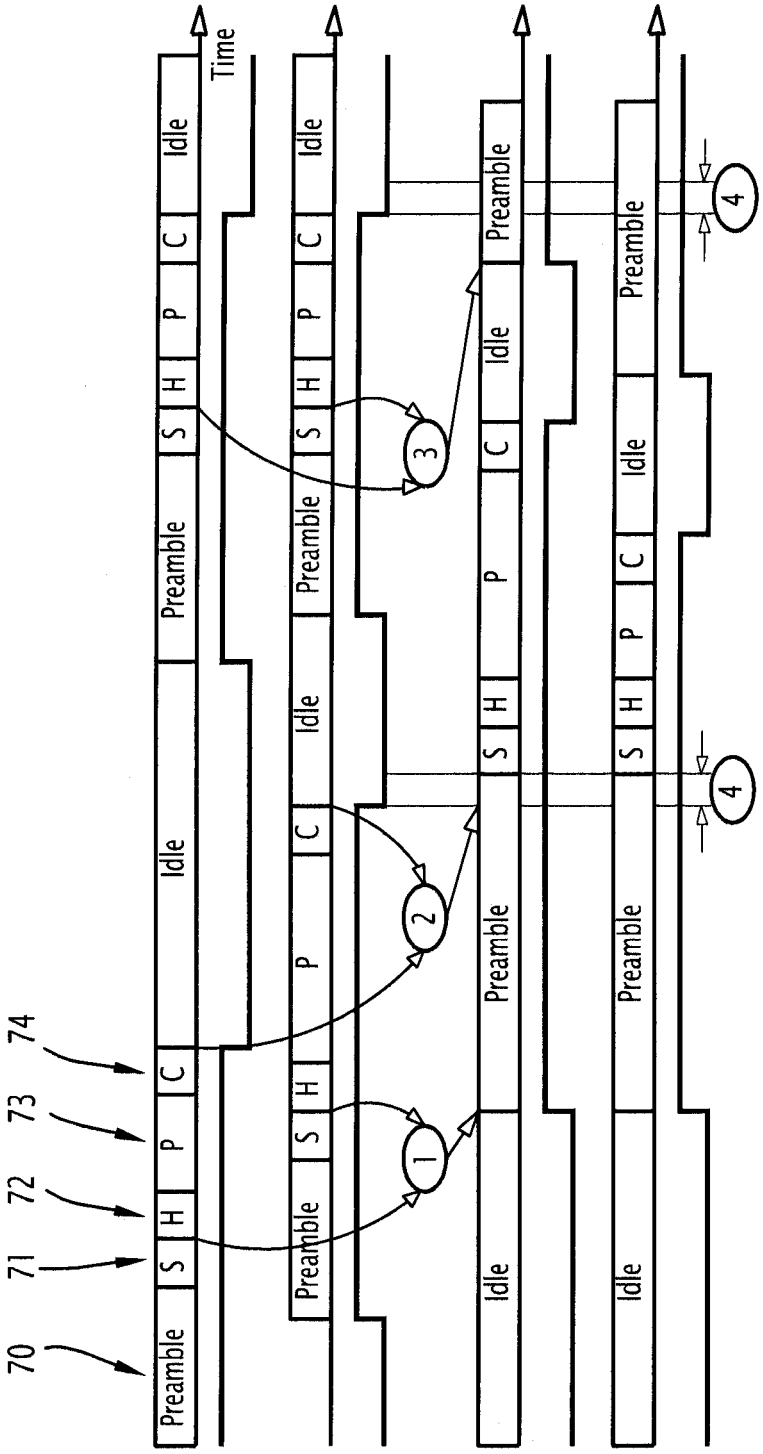

Time
Reception A
CRS_DV A
Reception B
CRS_DV B
Transmission A
TX_en A
Transmission B
TX_en B
Preamble
S
H
P
C
Idle
70
71
72
73
74
1
2
3
4

FIG.19

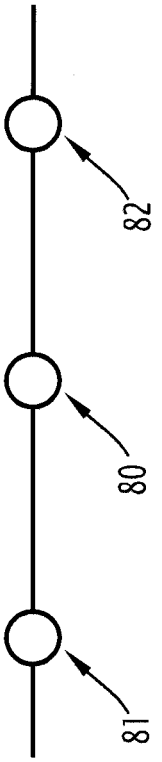

80
81
82

FIG.20

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 765034
FR 1200456

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 2 093 941 A1 (FESTO AG & CO KG [DE]) 26 août 2009 (2009-08-26) * le document en entier * -----	1-3	H04L12/40 H04L29/08
A	DE 41 13 613 A1 (ELPRO AG [DE]) 29 octobre 1992 (1992-10-29) * abrégé * * colonne 1, ligne 17 - ligne 26 * * colonne 1, ligne 32 - colonne 2, ligne 15 * * revendication 1 * -----	1-3	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

H04L
G06F

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
19 septembre 2012	Martinozzi, A

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

.....

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1200456 FA 765034

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 19-09-2012
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2093941 A1	26-08-2009	AUCUN	
DE 4113613 A1	29-10-1992	AUCUN	

EPO FORM P0465