

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 857 805

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

②1 N° d'enregistrement national :

03 08622

⑤1 Int Cl⁷ : H 04 L 12/28, G 06 F 13/42

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 15.07.03.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 21.01.05 Bulletin 05/03.

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) : ORTAIS PAUL — FR.

⑦2 Inventeur(s) : ORTAIS PAUL.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : BREESE MAJEROWICZ SIMONNOT.

⑤4 PROCÉDE ET DISPOSITIF DE TRANSMISSION DE DONNEES.

⑤7 La présente invention se rapporte à un procédé de transmission de données, et son dispositif de mise en oeuvre, dans un système fermé de calculateurs de contrôle embarqué, tels que par exemple dans un véhicule aérien ou terrestre, comportant une étape de transmission de données point à point entre deux noeuds de transmission par exemple via un réseau filaire, chaque noeud possédant un ou plusieurs canaux autorisant chacun la transmission avec un unique noeud, une étape de conversion des données pour leur transmission, par exemple en série, caractérisé en ce qu'il ne comprend aucune étape de contrôle physique ou logique pour l'autorisation et/ou la validation des données transmises de sorte que toute réception de données à un noeud est suivie inconditionnellement d'une réémission, c'est-à-dire que le contrôle des flux de données est déterminé implicitement par la topologie câblée mise en oeuvre.

FR 2 857 805 - A1



2007000

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE TRANSMISSION DE
DONNÉES

5 La présente invention se rapporte au
domaine des procédés et dispositifs de transmission de
données. La présente invention se rapporte plus
particulièrement à ce type de procédés ou dispositifs
appliqués dans un système fermé de calculateurs de
contrôle embarqué, tels que par exemple dans un
10 véhicule aérien ou terrestre.

 En effet, l'objet de la présente demande
concerne les systèmes utilisant une pluralité de
calculateurs, de capteurs, d'actionneurs, et le réseau
15 de communication les reliant. À l'heure actuelle, de
tels systèmes sont utilisés au contrôle d'automatismes
complexes et exigeants en performance comme les
véhicules aérospatiaux, terrestres ou marins.

20 Dans l'état de l'art, les calculateurs sont
reliés par des bus, qui sont utilisés pour les deux
fonctions suivantes :

- relier physiquement les calculateurs
pour l'échange de données (médiuM),
- 25 - arbitrer l'accès des calculateurs au
médiuM en émission et l'acceptation des messages en
réception.

30 Cette pratique d'utilisation des bus
informatiques présente les contraintes et limitations
suivantes :

- le bus est un point commun de
circulation des données du système et met sa sécurité
en « danger » en cas de défaillance,
- 35 - la probabilité de défaillance du bus
est élevée car de nombreux nœuds y sont reliés,

- le bus n'admet qu'un seul émetteur simultanément, ce qui ralentit les échanges,

- le bus impose un protocole pour arbitrer l'accès au bus, identifier l'émetteur et ses destinataires, confirmer l'arrivée des messages,

- l'arbitrage du bus consomme deux ressources importantes sur chaque nœud : la partie matérielle confiée au contrôleur de protocole physique, dont le coût provient de la circuiterie mise en œuvre, et la partie logicielle qui consomme une part importante de la mémoire de programme et de la puissance de calcul du nœud. Il est en effet fréquent que, dans un système actuel, le contrôle du bus consomme la majorité des ressources matérielles et logicielles du système.

La justification de base du bus est d'éliminer de nombreuses liaisons filaires. Dans plusieurs cas, trois inconvénients apparaissent ensemble ou indépendamment :

- coût du nœud : le bus ne peut s'étendre aux capteurs et actionneurs les plus simples quand le coût d'un nœud ne s'y justifie pas,

- temps de propagation : certains signaux rapides ne peuvent transiter par un bus car celui-ci est ralenti par son protocole,

- signaux sécuritaires : les signaux à sécurité critique ne peuvent emprunter le bus à cause de la limitation mentionnée précédemment.

Il résulte de ces limitations que, dans les systèmes actuels, le bus transporte au mieux les signaux non sécuritaires, lents, et vers les périphériques coûteux. Un important câblage filaire subsiste vers les nœuds présentant une contrainte de sécurité, une contrainte de temps et/ou coût, limitant l'intérêt économique du déploiement de bus.

Le support physique des communications ou "médium", typiquement du câble électrique, voit ses possibilités réduites quand on l'utilise comme bus :

5 - connecter de nombreux nœuds sur un conducteur, selon une disposition dépendant des applications, requiert la spécification de normes électriques sévères, elle-même longues et coûteuses à mettre au point puis à respecter ;

10 - l'interface physique du nœud au bus, supporte ces contraintes qui se traduisent en un coût matériel additionnel. À l'heure actuelle, il est courant d'y ajouter des composants passifs de filtrage et de protection et d'ajuster ces circuits supplémentaires sur le système final pour obtenir un
15 comportement correct du bus ;

 - le protocole de communication impose également des contraintes réduisant la performance du support physique. Par exemple, le câble torsadé utilisé selon la norme EIA644 autorise un débit supérieur à
20 500 Mbits/s (mégabits par seconde), et le même câble employé selon la norme ISO11898 (bus CAN), connu comme standard de l'industrie, ne transmet au mieux que 1 Mbits/s. Ces deux ordres de grandeur de perte de bande passante proviennent d'une contrainte majeure du
25 protocole, l'acquiescement des messages par leur dernier bit.

 L'art antérieur connaît déjà une solution décrite dans la demande de brevet WO 0114976 qui
30 divulgue un système dans lequel il y a un transfert de données entre une première utilisation sur un premier ordinateur et une deuxième utilisation sur un deuxième ordinateur. La liaison s'effectue de préférence par l'intermédiaire d'un processus optique de transfert de
35 données. Les utilisations communiquent avec des utilisations suppléantes prévues sur chacun des ordinateurs identiques, sans que des ordres spéciaux

spécifiques des bus soient obligatoirement pris en compte.

5 Néanmoins, dans tous les systèmes existants jusqu'à présents, il n'a jamais été envisagé de n'utiliser aucun bus informatique puisque ces derniers sont considérés comme essentiels pour le réseau de transmission de données.

10 La présente invention entend remédier aux inconvénients de l'art antérieur en réalisant un système équivalent en évitant l'emploi des bus, et en éliminant le contrôleur physique de protocole, circuit logique autorisant et validant les transmissions et le
15 contrôleur logique de protocole, partie logicielle du nœud spécifique à l'utilisation du bus, qui sont, bien entendu liés à la présence de bus informatiques.

20 Pour ce faire, la présente invention concerne un procédé de transmission de données dans un système fermé de calculateurs de contrôle embarqué, tels que par exemple dans un véhicule aérien ou terrestre, comportant une étape de transmission de données point à point entre deux nœuds de transmission
25 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, caractérisé en ce qu'il ne comprend
30 aucune étape de contrôle physique ou logique pour l'autorisation et/ou la validation des données transmises de sorte que toute réception de données à un nœud est suivie inconditionnellement d'une réémission, c'est-à-dire que le contrôle des flux de données est
35 déterminé implicitement par la topologie câblée mise en œuvre.

La réémission se fait normalement par un autre canal, sauf si les données circulent sur un canal « sans issue » ou à impasse, auquel cas il y a donc écho, il en résulte une propagation et le flux de données est donc défini principalement par la topologie du câblage.

Dans le cas d'un envoi de données ou message « erronées », le système selon l'invention fonctionne sensiblement comme les systèmes de l'art antérieur, c'est-à-dire que le dispositif transmet de manière inconditionnelle l'information relative à l'état incorrect de ses données.

Avantageusement, le procédé pourra comprendre en outre une étape d'inscription de l'état des nœuds par lesquelles les données sont transmises ou véhiculées.

De préférence, chaque nœud de transmission prélèvera le contenu pertinent pour sa tâche de contrôle dans les données transmises.

Avantageusement, le procédé de l'invention comprendra une étape de génération et d'envoi des données par un nœud initiateur émettant périodiquement et imposant sa période au reste du système.

De préférence, le procédé selon l'invention comprend un second nœud devenant « initiateur » en cas de défaillance du premier nœud initiateur.

Selon un aspect particulièrement avantageux de l'invention, les données, restant inchangées et passant à nouveau par le nœud d'origine des données, seront transmises sous une forme réduite signifiant leur constance.

De même, avantageusement, chaque nœud de transmission des données comprendra une table de prélèvement apte à autoriser le prélèvement des données nécessaires à sa tâche de contrôle.

Avantageusement, chaque nœud de transmission sera programmable et reprogrammable selon un code transmis par les nœuds voisins.

Avantageusement, chaque nœud transmettra un commentaire relatif au retard, aux déformations, distorsions ou à la répétition dans le cas où les données transmises sont effectivement reçues respectivement avec un retard, une déformation, une distorsion ou une répétition.

La présente invention se rapporte également au dispositif de mise en œuvre du procédé décrit précédemment. Ce dispositif comprend des nœuds reliés entre eux par liaison filaire, ou optique, pour la circulation desdites données selon un réseau de liaison « point à point » caractérisé en ce qu'il ne comprend aucun contrôleur de protocole ni de bus informatique.

Grâce à l'invention, on réalise un procédé de coordination d'un système de calculateurs de contrôle embarqué par la combinaison de trois moyens :

- des liens point à point entre calculateurs,
- un mécanisme de circulation automatique des données sans contrôleur de protocole,
- une numérotation préalable des messages des calculateurs pour tout le système.

35

Les limitations de l'art antérieur observées dans un système à bus sont donc résolues comme suit :

- 5 - la perte d'un lien ou d'un nœud n'inhibe pas tout le système, seulement la liaison ou l'organe concernés,
- il y a autant d'émissions simultanées possibles qu'il y a de liens,
- 10 - sur un lien les fonctions d'identification de l'émetteur et du destinataire sont inutiles,
- le nœud est plus simple car dépourvu des éléments matériels nécessaires dans un système avec bus informatiques, il est possible d'en disséminer plus
15 et donc de réduire le câblage filaire vers les capteurs ou actionneurs les plus simples. Selon un aspect particulièrement avantageux de l'invention, ces nœuds plus simples, non spécialisés et plus nombreux, sont plus économiques ;
- 20 - un lien point à point selon l'invention est beaucoup plus rapide qu'un bus,
- les liaisons filaires sécuritaires indispensables dans l'art antérieur sont remplacées selon l'invention par des liens redondants,
- 25 - simplicité de réalisation de la liaison point à point,
- pour la même raison, les interfaces point à point sont connues pour être plus simples et économiques.

30

On comprendra mieux l'invention à l'aide de la description, faite ci-après à titre purement explicatif.

35

Il n'a pas été choisi pour illustrer l'invention de réaliser une ou plusieurs figures schématiques dans la mesure où l'homme du métier est

parfaitement capable d'appréhender et de visualiser les éléments matériels auxquels il sera fait référence dans la suite.

5 Dans l'art antérieur, les systèmes de connexion pour la transmission de données fonctionnent avec des bus selon les éléments et caractéristiques suivants :

10 1. support physique typiquement un ou plusieurs fils, paires torsadées, fibres optiques,

2. interface matériel circuit logique convertissant les données pour leur transmission en série,

15 3. contrôleur physique de protocole circuit logique qui arbitre l'accès au bus, autorise et valide les transmissions,

4. contrôleur logique de protocole partie logicielle du nœud spécifique à l'utilisation du bus,

20 5. applicatif partie logicielle du nœud assurant sa fonction de contrôle.

25 Nous allons voir dans la suite comment l'objet du procédé selon l'invention réalise un transfert de données sans nécessiter les étapes 3 et 4 ci-dessus.

30 Selon la présente invention, le bus est remplacé par un réseau de liaisons point à point. Dans le cadre de la présente invention, le terme « lien » signifie une liaison entre au plus deux nœuds. Le réseau selon l'invention est disposé pour fournir au moins deux chemins indépendants entre toute paire de nœuds échangeant des données jugées sécuritaires. Certains nœuds ne possèdent qu'un lien, par exemple
35 ceux contrôlant un capteur ou un actionneur dont la perte éventuelle n'est pas critique au point de justifier des liens redondants. Certains nœuds

possèdent deux liens et permettent de former des structures en chaîne ou en anneaux. Certains nœuds possèdent trois liens permettant de grouper des chaînes ou des anneaux de nœuds ou de constituer une pluralité de structures plus complexes.

Pour assurer la circulation des données sans les dispositifs de contrôle de protocole, l'invention définit un mécanisme de communication dépourvu de la complexité qui justifie ces dispositifs, à savoir qu'il y a émission et réceptions systématiques et inconditionnelles des données.

Les messages se propagent de nœud en nœud. Une réalisation selon l'invention se décrit par le fait que toute réception de message par un nœud est suivie inconditionnellement d'une réémission du message à l'identique ou d'un message commentant une erreur ou vice quelconque du message tel qu'un retard. Le procédé de l'invention emploie des chemins fermés, de sorte que les messages émis reviennent à leur originateur. Tout nœud est originateur des messages portant son état et celui de ses actionneurs, les mesures effectuées par les capteurs qu'il contrôle et éventuellement son identification.

Un nœud recevant un message dont il est l'originateur le propage avec un contenu mis à jour. Si le message a un autre originateur, il est simplement propagé, le nœud propagateur en prélevant ensuite le contenu éventuellement pertinent pour sa tâche de contrôle. Ce comportement est assez simple pour être assuré directement par les étapes 2 et 5 indiquées précédemment. On peut donc réaliser l'invention sans recourir à des dispositifs spécialisés dans la gestion d'un protocole, par exemple en n'utilisant qu'un port

série asynchrone, ce qui est le but essentiel de l'invention.

5 Les interfaces physiques aux deux extrémités d'un lien doivent être compatibles. Il est possible selon l'invention d'utiliser un standard physique pour un lien et un autre standard pour un autre lien du même nœud, pourvu que cette hétérogénéité soit compatible avec les besoins en vitesse de propagation.

10

D'autres comportements non essentiels sont généralement nécessaires dans une réalisation avantageuse du dispositif et procédé de l'invention :

- 15
- un nœud appelé initiateur émet périodiquement, imposant sa période d'émission au reste du système,
 - au moins un second nœud devient initiateur en cas de défaillance du premier,

20

 - dans les arrangements fermés, l'initiateur et les nœuds suivants émettent dans les deux sens, ce qui assure une résistance à la perte d'un élément,
 - une stratégie particulière régit la propagation de la pulsation entre deux circuits fermés,

25

 - les messages au contenu inchangé sont propagés sous une forme réduite signifiant leur constance,
 - le bon fonctionnement de la chaîne de propagation fait partie de l'état transmis par les nœuds ; Ceci permettant de localiser les pannes.

30

La messagerie utilisée par le système est définie préalablement à l'assemblage de celui-ci.

35

Chaque nœud se voit attribuer un ou plusieurs identifiants propres dont il marque les messages qu'il initie.

Dans le cas simple d'un nœud n'émettant qu'un seul type de message, par exemple un capteur élémentaire, le message possède un identifiant qui est de fait l'identifiant du nœud émetteur. Pour les nœuds plus complexes, une pluralité d'identifiants est possible.

De même, chaque nœud détient une table lui permettant de prélever les données nécessaires à sa tâche de contrôle. Cette table associe aux messages, reconnaissables par leurs identifiants, la position de la donnée pertinente dans le message. Il ne sera pas développé plus avant d'explications relatives aux susdites tables qui sont bien connues de l'homme du métier et sont utilisées ici en remplissant leurs fonctions classiques.

Dans une réalisation selon l'invention un système de contrôle embarqué est constitué de deux sous-systèmes :

Un Premier sous-système (ABCD) : nœuds A, B, C, D, et

Un second sous-système (EFGH) : nœuds E, F, G, H.

Les nœuds A et B, B et C, C et D, D et A sont respectivement reliés les uns aux autres et la liaison forme les liens correspondant ab, bc, cd, da. Le premier sous-système est relié par le réseau fermé le plus simple, un anneau.

De la même manière, les nœuds E et F, F et G, G et H, H et E sont reliés les uns aux autres et la liaison forme les liens correspondant ef, fg, gh, he. Le second sous-système est également relié par le réseau fermé le plus simple, un anneau.

À nouveau, le nœud D est relié au nœud E formant le lien ed et le nœud H est relié au nœud A formant le lien ha, les liens ed et ha relient les deux sous-systèmes ABCD et EFGH.

5 On notera dans la suite que tous les liens sont bidirectionnels.

On considèrera que :

- le nœud A possède un capteur cA,
- le nœud G possède un capteur cG,
- 10 - le nœud F possède un actionneur aF,
- le nœud F pilote aF d'après les mesures de cA et cG.

15 Les règles définissant la circulation des données dans la réalisation selon l'invention sont les suivantes :

- chaque nœud (ABCDEFGH) émet cycliquement un message portant l'identification de leur originateur, et les mesures de ses capteurs,
- 20 - ces messages circulent dans chaque sous-système, de nœud en nœud, dans les deux sens, jusqu'à être relus par leur originateur. Celui-ci les propage alors avec mise à jour éventuelle des mesures transportées,
- 25 - un nœud pilotant un actionneur prélève les données le concernant au passage.

Un nœud pilotant un capteur ou un actionneur possède sa loi d'activation, et il suffit que les données pertinentes soient produites dans le réseau. Si l'activation d'un actionneur produit une donnée pertinente en un autre point du système, alors le nœud concerné émet cette donnée dans son message d'état. Il n'est pas nécessaire que ce nœud (le programme qu'il héberge) connaisse la pertinence ou
35 l'utilisation de cette donnée ailleurs dans le système.

Les autres règles relatives au dispositif selon l'invention s'énoncent comme suit :

- 5 - les messages reçus par un nœud sont endogènes, c'est-à-dire que le nœud récepteur en est l'émetteur initial, ou exogènes, c'est-à-dire que le message a été émis par un autre nœud ;
- 10 - les messages endogènes sont remplacés immédiatement par une version mise à jour. Un message endogène encore à jour, c'est-à-dire identique à la version mise à jour, est ré-émis sous sa forme courte, ne comprenant que l'identification du nœud et un témoin d'identité. Les messages courts réduisent l'énergie de communication du système ;
- 15 - les messages exogènes sont propagés sans délai. Leurs données ne sont utilisées localement qu'après le début de leur réémission ;
- 20 - un message jugé « erroné » est remplacé par un témoin d'erreur, qui ne sert qu'à synchroniser les échanges suivants ;
- 25 - le nœud A initie les échanges du sous-système ABCD en émettant le premier, dans les deux sens, à la mise sous tension ; Il émet également vers le nœud H. Celui-ci à son tour initie les échanges du sous-système EFGH. Si le nœud A est défaillant, le nœud H devient l'initiateur du système en émettant dans (EFGH) ;
- 30 - l'initiateur A (ou H en cas de défaillance de A) déroge aux règles en émettant périodiquement au lieu de propager les messages sans délai. Il respecte une période d'émission qui définit la pulsation du système. En raison de la propagation sans délai des messages, les échanges du système surviennent dans une première partie de la pulsation, à partir des émissions de l'initiateur, puis le système
- 35 devient silencieux jusqu'à la fin de la période, dans l'attente de la prochaine pulsation.

La présente invention utilise un mode de synchronisation isochrone, grâce aux périodes de repos entre deux pulsations, avec pourtant une précision temporelle qui est celle de l'horloge de l'initiateur.

5 À titre de comparaison, le mode isochrone est plus simple et donc plus économique qu'un mode synchrone qui demanderait des ressources importantes pour synchroniser tous les liens, à l'instar du protocole TTP (Time Triggered Protocol).

10 Selon un mode de réalisation destiné à illustrer l'invention, les messages de A et G sont de la forme suivante :

- Identification du message : 16 bits,
- 15 - état du nœud : 16 bits,
- mesure du capteur : 16 bits,
- clé de contrôle : 16 bits,

la liaison utilise une paire torsadée LVDS (Low Voltage Data Signaling) à 32 Mbits/s, la pulsation du système est définie à 100 μ s, le temps de transfert d'un message : 64 bits à 32 Mbits/s : 2 μ s et le temps de propagation à travers le nœud : 3 μ s.

20

Si on prend l'exemple du cheminement des données de cA [cA] et cG [cG] vers aF (nœuds de A à F).

25 Les données de cA, émises par A à T_0 , parviennent à F après 10 μ s de transfert ($T_0 + 10 \mu$ s).

A reçoit son message en fin de boucle, le reconnaît, prépare la version éventuellement mise à jour... $T_0 + 15 \mu$ s.

30

Le sous-système est inactif, c'est-à-dire à très basse consommation, jusqu'au prochain cycle $T_0 + 100 \mu$ s. La seule activité entre $T_0 + 15$ et $T_0 + 100$ est l'horloge de A décomptant la fin de cycle.

35 Il est trivial que [cG] parvient à F en 5 μ s directement par G et en 15 μ s par H et E.

Pour illustrer de façon complète le procédé et le dispositif selon l'invention, on pourra décrire également les cas possibles de pannes de la manière suivantes :

- 5
- Perte d'un lien :
 - Dans l'art antérieur :
 1. problème électrique sur un bus, tout le bus est perdu (tous les nœuds isolés). Il n'est pas possible de déterminer l'emplacement du défaut.
 - 10 2. problème électrique sur la branche reliant un nœud ; le nœud est perdu.
 - Dans le procédé de l'invention :
La perte n'affecte pas les liens voisins. Il y a toujours au moins un second chemin entre deux nœuds. L'emplacement de la panne est connu.
 - Perte d'un nœud :
 - Dans l'art antérieur :
possibilité de mise en défaut de tout le bus (émission ininterrompue ou problème électrique),
 - 20 - Dans le procédé selon l'invention :
au pire, isolement du nœud, le nœud en panne étant connu.
 - Perte du nœud initiateur :
 - dans l'art antérieur :
le bus ne démarre pas,
 - 25 - dans le procédé selon l'invention :
après expiration du délai de première émission, le second initiateur émet, on est ramené au cas précédent (perte d'un nœud).
 - Message erroné à l'émission :
 - Dans l'art antérieur :
déclenchement de procédures d'erreur, modifiant le déterminisme temporel du système,
 - 30 - dans le procédé selon l'invention :
message non propagé par les nœuds voisins, ou avec notification explicite de doute (le déterminisme temporel est conservé).
- 35

L'invention est décrite dans ce qui précède
à titre d'exemple. Il est entendu que l'homme du métier
est à même de réaliser différentes variantes de
5 l'invention sans pour autant sortir du cadre du brevet.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de transmission de données dans un système fermé de calculateurs de contrôle embarqué, 5 tels que par exemple dans un véhicule aérien ou terrestre, comportant 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 10 transmission avec un unique nœud, une étape de conversion des données pour leur transmission, par exemple en série, caractérisé en ce qu'il ne comprend aucune étape de contrôle physique ou logique pour l'autorisation et/ou la validation des données 15 transmises de sorte que toute réception de données à un nœud est suivie inconditionnellement d'une réémission, c'est-à-dire que le contrôle des flux de données est déterminé implicitement par la topologie câblée mise en œuvre.

20

2. Procédé de transmission de données selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape d'inscription de l'état des nœuds par lesquelles les données sont transmises ou 25 véhiculées.

3. Procédé de transmission de données selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque nœud de transmission 30 prélève le contenu pertinent pour sa tâche de contrôle dans les données transmises.

4. Procédé de transmission de données selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce qu'il comprend une étape de génération et d'envoi des données par un nœud initiateur émettant périodiquement et imposant sa période au reste du système.

5

5. Procédé de transmission de données selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend un second nœud devenant « initiateur » en cas de défaillance du premier nœud initiateur.

10

6. Procédé de transmission de données selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les données, restant inchangées et passant à nouveau par le nœud d'origine des données, sont transmises sous une forme réduite signifiant leur constance.

15

7. Procédé de transmission de données selon la revendication 3, caractérisé en ce que chaque nœud de transmission des données comprend une table de prélèvement apte à autoriser le prélèvement des données nécessaires à sa tâche de contrôle.

20

8. Procédé de transmission de données selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque nœud de transmission est programmable et reprogrammable selon un code transmis par les nœuds voisins.

25

9. Procédé de transmission de données selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque nœud transmet un commentaire relatif au retard, aux déformations, distorsions ou à la répétition dans le cas où les

30

données transmises sont effectivement reçues respectivement avec un retard, une déformation, une distorsion ou une répétition.

- 5 10. Système de transmission de données pour
la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des
revendications précédentes 1 à 9, comprenant des nœuds
reliés entre eux par liaison filaire pour la
circulation desdites données selon un réseau de liaison
10 « point à point » caractérisé en ce qu'il ne comprend
aucun contrôleur de protocole ni de bus informatique.

| 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 | | |
| X | EP 0 450 879 A (HUNTING COMMUNICATION TECH) 9 octobre 1991 (1991-10-09) * colonne 1, ligne 4 - colonne 1, ligne 42 * * colonne 1, ligne 58 - colonne 2, ligne 36 * * colonne 3, ligne 30 - ligne 40 * * colonne 4, ligne 6 - colonne 5, ligne 11 * * colonne 5, ligne 47 - colonne 6, ligne 24 * * colonne 8, ligne 7 - ligne 55 * * revendications 1-5 * | 1-10 | H04L12/28 G06F13/42 |
| A | EP 1 227 610 A (CIT ALCATEL) 31 juillet 2002 (2002-07-31) * alinéa [0004] - alinéa [0009]; figure 6 * * alinéa [0022] - alinéa [0028] * | 1-10 | |
| A | US 6 072 804 A (BEYERS JR BILLY WESLEY) 6 juin 2000 (2000-06-06) * colonne 1, ligne 30 - colonne 3, ligne 30; figures 1,2 * * colonne 5, ligne 16 - ligne 26 * | 1-10 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) H04L |
| Date d'achèvement de la recherche | | Examineur | |
| 25 mars 2004 | | Ciurel, C | |
| <p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p> | | | |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0308622 FA 635698**

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 25-03-2004

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 0450879 | A | 09-10-1991 | AT 154184 T | 15-06-1997 |
| | | | AU 641754 B2 | 30-09-1993 |
| | | | AU 7562191 A | 30-10-1991 |
| | | | CA 2039786 A1 | 05-10-1991 |
| | | | DE 69126359 D1 | 10-07-1997 |
| | | | DE 69126359 T2 | 15-01-1998 |
| | | | EP 0450879 A1 | 09-10-1991 |
| | | | ES 2101719 T3 | 16-07-1997 |
| | | | FI 924421 A | 01-10-1992 |
| | | | WO 9115908 A1 | 17-10-1991 |
| | | | GB 2259225 A ,B | 03-03-1993 |
| | | | JP 2615297 B2 | 28-05-1997 |
| | | | JP 5505710 T | 19-08-1993 |
| | | | NO 923860 A | 03-12-1992 |
| | | | US 5301185 A | 05-04-1994 |
| | | | ----- | |
| EP 1227610 | A | 31-07-2002 | US 2002097731 A1 | 25-07-2002 |
| | | | CN 1375963 A | 23-10-2002 |
| | | | EP 1227610 A2 | 31-07-2002 |
| | | | JP 2002290422 A | 04-10-2002 |
| ----- | | | | |
| US 6072804 | A | 06-06-2000 | AU 5932496 A | 11-12-1996 |
| | | | CN 1191645 A ,B | 26-08-1998 |
| | | | DE 69627148 D1 | 08-05-2003 |
| | | | DE 69627148 T2 | 13-11-2003 |
| | | | EP 0829152 A1 | 18-03-1998 |
| | | | JP 11505988 T | 25-05-1999 |
| | | | WO 9637985 A1 | 28-11-1996 |
| | | | AU 5932696 A | 24-12-1996 |
| | | | CN 1191646 A ,B | 26-08-1998 |
| | | | EP 0830767 A1 | 25-03-1998 |
| | | | JP 11506879 T | 15-06-1999 |
| | | | WO 9639767 A1 | 12-12-1996 |
| | | | US 6044085 A | 28-03-2000 |
| ----- | | | | |

EPO FORM P0485