ROYAUME DE BELGIQUE

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

BREVET D'INVENTION

NUMERO DE PUBLICATION : 1004115A5

NUMERO DE DEPOT : 9000207

Classif. Internat.: H04L

Date de délivrance : 29 Septembre 1992

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d' invention, notamment l' article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d' invention, notamment l' article 28;

Vu le procès verbal dressé le 23 Février 1990 à 15h15 à l' Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : ROSEMOUNT INC.
Technology Drive 12001, Eden Prairie, MINNESOTA 55344(ETATS-UNIS D'AMERIQUE)

représenté(e)(s) par : VOSSWINKEL Philippe, BUREAU GEVERS S.A., Rue de Livourne 7 - B 1050 BRUXELLES.

un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : SYNCHRONISATION DE TEMPS DE RESEAUX DE COMMANDE.

INVENTEUR(S) : Olson Gene H., Aldrich Avenue South 5131, Minneapolis, Minnesota 55419 (US)

Priorité(s) 24.02.89 US USA 314902

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 29 Septembre 1992
PAR DELEGATION SPECIALE :

WUYTS L
Directeur

"Synchronisation de temps de réseaux de commande".

Fondement de l'invention

1. Domaine de l'invention

Cette invention se rapporte à un fonctionnement de synchronisation de stations dans des réseaux de commande séparés et en particulier à un système dans lequel une station d'interface d'un réseau communique des données de synchronisation via une liaison de données à des stations d'un autre réseau.

2. Description de l'art antérieur

Un système de commande réparti consiste particulièrement en plusieurs Réseaux Locaux de Zone (LAN) montés en interface via des liaisons de données de point à point. Chaque LAN comporte particulièrement un certain nombre de stations, comme des micro-ordinateurs, des organes de contrôle, des enregistreurs chronologiques, des affichages visuels ou des imprimantes, qui sont connectées à un moyen de communication, tel qu'une voie, qui est commun à tous les dispositifs du LAN. Le moyen de communication commun peut prendre l'une quelconque des formes différentes qui comprennent une voie parallèle ou en série par laquelle des stations individuelles peuvent être adressées pour une communication. Certaines stations du LAN sont actives dans le sens qu'elles peuvent démarrer des transmissions dans la voie. D'autres stations sont passives en ce qu'elles ne peuvent que répondre lorsqu'elles sont adressées par un autre dispositif, dans la voie. Les liaisons de données de point à point qui sont utilisées pour monter en interface les LAN peuvent prendre différentes formes qui comprennent un câblage électrique, des fibres optiques, des canaux à micro-ondes ou des lignes téléphoniques. Les liaisons de point à point peuvent aussi comprendre des dispositifs tels que des MODEMS à basse vitesse et elles peuvent introduire un délai de temps dans la liaison de communication.

Dans des systèmes de commande répartis, il est utile de réaliser une synchronisation de système, c'est-à-dire que certaines stations de différents LAN doivent être réglées dans le temps afin de travailler l'une avec l'autre ou elles doivent avoir la même référence de temps. Une telle synchronisation est critique pour des systèmes de commande automatiques afin de garantir une chronologie correcte des évènements et elle est critique dans des systèmes de communication afin de garantir une utilisation efficace d'une liaison de communication.

Exposé de l'invention

La présente invention concerne une réalisation d'une synchronisation dans un système qui comprend un certain nombre de réseaux. Chaque réseau à un moyen ou une voie de communication qui est commune à des stations ou à des noeuds de ce réseau. Dans un réseau, une station d'interface, appelée ici adaptateur d'interface de voie principale ou HIA, transmet une chronologie, une commande et une information concernant une liaison de données à un HIA d'un autre réseau. Le système peut comporter plusieurs liaisons de données de façon que, si une liaison de données se rompt ou fait défaut, il y a encore des trajets le long d'autres liaisons de données afin de maintenir une communication entre les réseaux. Chaque HIA a une source de chronologie qui peut être synchronisée et qui peut recevoir un signal de synchronisation et procurer une sortie de chronologie réglée par le signal de synchronisation. Les sources de chronologie se synchronisent l'une l'autre et elles procurent aussi une sortie d'un nombre ordinal qui indique l'ordre dans lequel les sources de chronologie sont couramment synchronisées. Le nombre ordinal est utilisé pour déterminer la source de chronologie qui a priorité pour fournir des signaux de chronologie pour chaque station du système.

Chaque sortie de chronologie comprend un champ de distance pour garantir que le temps synchronisé est fourni à un LAN à une distance optimale. Ceci est généralement choisi de façon qu'un temps synchronisé est fourni à chaque station via le trajet qui donne un temps de délai minimum.

Dans des formes de réalisation avantageuses de la présente invention, au moins un HIA est connecté à chaque voie. Le HIA fournit une sortie de chronologie à des stations de la voie auxquelles elle est connectée. Un HIA relie aussi la sortie de chronologie à un autre HIA via la liaison de données connectée à ces deux HIA. Via l'utilisation de plusieurs HIA et de plusieurs liaisons de données, tous les réseaux du système échangent des références de temps et communiquent entre eux des données. Une liaison en série, par exemple, peut être utilisée pour interconnecter les HIA.

Chaque HIA est affecté d'un nombre ordinal intrinsèque unique marquant une priorité de ce HIA dans une continuité de priorités. Avant une synchronisation de système, chaque nombre ordinal intrinsèque de HIA est placé dans un registre de transfert de nombre ordinal de ce HIA. Chaque nombre ordinal comprend une information de priorité et le champ de distance mentionné ci-dessus. Le champ de distance d'un nombre ordinal intrinsèque est zéro parce que ceci est la distance d'un HIA à lui-même.

A des intervalles périodiques de temps, chaque HIA transmet un ensemble de Commande d'Intervalle de Temps (TIC). L'ensemble de TIC comprend le temps et le nombre ordinal stockés dans son registre de transfert de nombre ordinal. Dans le TIC à transmettre, le champ de distance est augmenté d'une quantité prédéterminée pour refléter la "distance" affectée aux moyens auxquels l'ensemble doit être transmis. Normalement, la distance par une liaison entre les HIA est déterminée afin d'être supérieure à la distance par une voie de données.

A la réception d'un ensemble de TIC provenant d'un autre HIA, le HIA récepteur compare le nombre ordinal contenu dans l'ensemble de TIC reçu au nombre ordinal couramment contenu dans son registre de transfert de nombre ordinal. Si le nombre ordinal reçu présente une priorité supérieure au nombre ordinal couramment contenu dans son registre de transfert de nombre ordinal, le HIA récepteur adopte le nombre ordinal comme étant le sien. Ceci est réalisé en remplaçant le nombre ordinal, dans le registre de transfert de nombre ordinal, par le nombre ordinal reçu, de priorité supérieure.

De même, à des intervalles de temps périodiques, le HIA transmet un ensemble de TIC à sa propre voie et, via une liaison de données, à un autre HIA en utilisant le nombre ordinal de son registre de transfert de nombre ordinal. Ceci est soit son propre nombre ordinal intrinsèque unique soit un autre nombre ordinal de HIA avec un champ de distance modifié.

Lorsqu'un ensemble de TIC est reçu par un HIA en provenance d'un HIA qui présente une priorité supérieure et un champ de distance plus petite, le HIA récepteur règlera son horloge interne sur base du temps fourni par le HIA qui transmet. En utilisant des données de temps fournies dans l'ensemble de TIC transmis par le HIA qui présente les données de priorité les plus grandes et les données de distance les plus petites, un temps synchronisé est fourni à chaque voie principale sur une distance de communication optimale (et normalement la plus courte).

Dans une forme de réalisation avantageuse de l'invention, les données de temps contenues dans un ensemble de TIC comprennent le temps courant et un facteur de correction de temps. Le facteur de correction de temps est une estimation du délai de temps qu'un HIA doit attendre avant qu'il ne reçoive l'ensemble. Donc, le HIA récepteur règle son horloge d'une valeur égale au temps courant plus le facteur de correction de temps.

Dans une forme de réalisation avantageuse de l'invention, un HIA transmet son propre nombre ordinal intrinsèque unique si, après qu'un temps déterminé se soit écoulé, le HIA n'a pas reçu un ensemble de TIC provenant d'un autre HIA qui a un nombre ordinal de priorité supérieur ou encore un nombre ordinal de priorité égal mais une distance plus petite. Le HIA continuera ensuite à émettre des ensembles de TIC en utilisant son propre nombre ordinal et un temps courant jusqu'à ce qu'il reçoive un ensemble de TIC qui présente un nombre ordinal de priorité supérieur comme décrit ci-dessus. Donc, s'il y a une interruption de communication quelque part dans la liaison de données, le système modifiera lui-même sa configuration au travers des trajets de données restants, d'une manière semblable à celle décrite ci-dessus, de façon qu'un temps soit toujours fourni par un HIA à

chaque voie égale sur une distance optimale.

Brève description des dessins

La figure 1 est un schéma fonctionnel électrique d'un système de communication de données.

La figure 2 est un schéma illustrant un réseau formé par un agencement interconnecté des systèmes de communication de données de la figure 1.

La figure 3 est un schéma illustrant un ensemble de Commande d'Intervalle de Temps (TIC) utilisé dans les systèmes et réseau de communication de données des figures 1 et 2.

Description détaillée des formes de réalisation avantageuses

A la figure 1, un système de communication de données 10 comprend un certain nombre de stations ou de noeuds 12A à 12C reliés à un moyen de communication commun 14 par des lignes 16A à 16C respectivement. Au sens de cette description, le système 10 sera décrit et exposé en tant que "voie égale" pour marquer le fait qu'en fonctionnement, chacun des noeuds 12A à 12C possède une priorité égale pour communiquer par le moyen de communication commun 14. Le nombre de noeuds connectés au moyen de communication 14 variera bien sûr de système à système et l'exposé et la description de trois noeuds 12A à 12C à lieu simplement dans le but d'une illustration.

La présente invention affecte automatiquement un noeud comme source de temps pour lui-même et pour tout autre noeud situé dans le système réparti de communication de données 10 en entier. Une telle affectation prend place d'une manière ordonnée de façon que chaque noeud soit synchronisé et qu'il n'y a pas de confusion quant à savoir quel noeud devrait fournir le temps. Il y a aussi un chemin ordonné de modification de la configuration du système s'il y a une interruption dans une des liaisons de communication.

Le moyen de communication 14 comprend de préférence un câble, un guide-onde optique ou un moyen de communication à fréquence radio ou de micro-ondes pour transporter des signaux tels que des ensembles de données ou des messages de commande entre les noeuds 12A à 12C. Dans une forme avantageuse de réali-

sation, ces ensembles de données ont la forme de données en série.

Les noeuds 12A à 12C sont des stations situées sur la voie égale et ils peuvent prendre diverses formes qui comprennent des organes de contrôle basés sur un microprocesseur, des enregistreurs chronologiques de données et des consoles d'entrée et de sortie pour un opérateur. Chaque noeud 12A à 12C reçoit en particulier des entrées via des lignes 18A à 18C et procure des sorties via des lignes 20A à 20C respectivement. Les types particuliers d'entrées et de sorties et les nombres d'entrées et de sorties dépendent bien sûr de la nature particulière de chaque station. Dans un but d'illustration, le noeud 12A consiste en une console d'entrée et de sortie d'opérateur et les noeuds 12B et 12C sont des organes de contrôle individuels de processus basés sur micro-ordinateur.

La console d'opérateur 12A reçoit des entrées, via la ligne 18A, provenant du clavier 22A et elle procure des sorties, via la ligne 20A, à un écran 24A à tube à rayons cathodiques (CRT). Les organes de contrôle 12B et 12C reçoivent des signaux d'entrée provenant de détecteurs 22B et 22C, sur les lignes 18B et 18C respectivement. Les entrées provenant des détecteurs 22B et 22C représentent des variables de processus qui sont utilisées par les organes de contrôle 12B et 12C pour un contrôle d'un processus particulier. Les sorties des stations d'organes de contrôle 12B et 12C sont sous la forme de signaux de commande de processus, qui sont fournis via des lignes 20B et 20C à des dispositifs de commande de processus 24B et 24C respectivement.

Dans une forme de réalisation particulière du système 10, des variables de processus détectées par des détecteurs 22B et 22C comprennent une température, une pression et d'autres variables de processus connues. Des dispositifs de commande de processus 24B et 24C prennent différentes formes qui comprennent des vannes, des moteurs et d'autres dispositifs qui peuvent être actionnés par des signaux de commande de processus. Chaque organe de contrôle 12B et 12C commande en particulier divers dispositifs de commande de processus individuels et reçoit des entrées provenant de plusieurs

détecteurs différents. Les signaux de commande de processus fournis par un organe de contrôle particulier (par exemple par l'organe de contrôle 12B) sont en particulier une fonction de diverses variables de processus. Dans un système réparti de commande de processus, certaines variables de processus peuvent être reçues au départ en tant qu'entrées à un autre noeud (par exemple à l'organe de contrôle 12C). La voie égale 10 procure une communication entre les divers noeuds 12A à 12C de sorte que des variables de processus et d'autres informations et données nécessaires pour fournir des sorties aux différents noeuds 12A à 12C peuvent être communiqués rapidement, efficacement et avec une probabilité minimum d'erreur.

Sur la voie égale 10, il existe au moins un type particulier de noeud ou de station qui est désigné sous le nom d'Adaptateur d'Interface de Voie Principale (HIA) 30. Le HIA 30 est relié à un moyen de communication commun 14 par une ligne 32. Chaque HIA 30 est associé à des moyens qui gardent le temps ou à une horloge 36 qui procure une référence de temps stable pour un HIA 30. Chaque HIA 30 contient aussi un transpondeur 34 qui est utilisé pour recevoir et pour transmettre des données à partir d'autres HIA situés sur d'autres voies égales, par un moyen de communication de point à point 38. Les données reçues et transmises sont en communication avec le HIA 30. Chaque HIA 30 est associé à un nombre ordinal intrinsèque 44 qui marque sa priorité dans une continuité de priorité d'un HIA 30. Le nombre ordinal intrinsèque 44, par exemple, peut être réglé en connectant une série de fils de pontage électrique et il peut être choisi de façon que le HIA le plus centralisé présente la priorité la plus élevée dans l'alimentation de signaux de temps.

Chaque HIA 30 comprend aussi un registre de transfert de nombre ordinal 45 qui peut être par exemple une mémoire à accès sélectif (RAM) et qui est utilisé pour un stockage temporaire de nombres ordinaux comme cela est décrit ci-dessous.

La figure 2 illustre un réseau réparti de communication 46 qui comporte un certain nombre de voies égales 10 interconnectées via des HIA 30. Dans la présente forme de réalisation

de l'invention, chaque voie égale 10 contient des noeuds 12 et au moins un HIA 30 qui est connecté par un moyen de communication de point à point 38 à un autre HIA situé sur une autre voie égale 10. Chaque HIA 30 représenté à la figure 2 possède son propre nombre ordinal intrinsèque 44. Chaque moyen de communication commun 14 et chaque moyen de communication de point à point 38 sont affectés à une valeur de distance. Cette valeur de distance peut être choisie pour refléter le temps que prennent des messages pour être transmis par ce moyen. En outre, chaque voie égale 10 est affectée à un numéro de voie égale qui devient une partie des données de priorité du HIA, comme cela sera décrit ci-dessous.

La figure 3 illustre un ensemble de Commande d'Intervalle de Temps (TIC), désigné dans son ensemble par 50. De tels ensembles de TIC 50 constituent l'un des nombreux types de données qui sont reçues et transmises par les HIA 30 le long des moyens de communication de point à point 38 ou des moyens communs de communication 14. Un ensemble de TIC 50 particulier transmis par un HIA 30 comprend une heure du jour 52, le nombre ordinal 54 actuel du HIA qui transmet, ce nombre étant dérivé du registre de transfert 45 d'un nombre ordinal du HIA qui transmet, un facteur de correction de temps 58 et d'autres données 60 qui peuvent comprendre des sommes de contrôle, des adresses et d'autres informations. Le nombre ordinal 54 comporte en outre des données de priorité 54A qui sont constituées du numéro 54C de la voie égale et du numéro 54D du noeud du HIA qui fournit le temps 52. Le nombre ordinal 54 contient aussi des données de distance 54B qui peuvent être représentatives de la distance jusqu'au HIA qui fournit le temps 52. Un facteur de correction de temps 58 est compris dans l'ensemble de TIC 50 et il est constitué par des données qui représentent une estimation du temps dont l'ensemble de TIC 50 sera retardé avant qu'il ne soit reçu par un autre HIA.

Dans une forme de réalisation avantageuse de la présente invention, un HIA 30 fournira le temps à chaque noeud 12 qui est situé sur sa voie égale 10 particulière et qui à son tour aura son horloge 36 synchronisée avec un HIA unique ayant les données

de priorité 54A les plus élevées et les données de distance 54B les plus basses. Par définition, chaque noeud 12 synchronisera son temps sur le temps fourni par l'ensemble de TIC 50 qui est transmis à partir du HIA 30 de la voie égale 10 et qui a le nombre ordinal intrinsèque 44 dont la priorité est la plus élevée et a été transmise par le trajet qui produit les données de distance 54B les plus basses. Donc, si un réseau réparti d'ordinateur ne contient qu'une voie égale 10 qui a un certain nombre de HIA 30, un temps sera fourni à chaque noeud de la voie égale à partir du HIA qui a le nombre ordinal intrinsèque 44 dont la priorité est la plus élevée. Dans un réseau réparti d'ordinateur 46 qui comprend un certain nombre de voies égales 10 interconnectées via des HIA 30 par des moyens de communication de point à point 38, un temps sera fourni au réseau entier 46 par le HIA 30 qui présente le nombre ordinal intrinsèque 44 ayant la priorité la plus élevée. De plus, un temps sera fourni sur le trajet qui produit les données de distance 54B les plus basses.

Lors d'une initialisation du réseau réparti d'ordinateur 46, chaque HIA chargera son nombre ordinal intrinsèque 44 dans son registre de transfert de nombre ordinal 45, et chaque HIA 30 transmettra périodiquement un ensemble de TIC 50 avec des données qui comprennent l'heure du jour 52 suivant l'horloge 36 de ce HIA particulier, le nombre ordinal intrinsèque 44 de ce HIA particulier et qui est contenu dans son registre de transfert de nombre ordinal 45, le numéro de voie égale 54C et le numéro de noeud 54D sur lesquels ce HIA 30 particulier est situé, et un facteur de correction de temps 58. Lorsqu'un HIA 30 reçoit un ensemble de TIC 50, le HIA récepteur compare le nombre ordinal 54 contenu dans l'ensemble de TIC 50 reçu à son nombre ordinal actuel contenu dans son registre de transfert 45 de nombre ordinal. Si les données de priorité 54A sont supérieures aux données de priorité du nombre ordinal actuel du HIA récepteur, contenues dans le registre de transfert 45 de nombre ordinal de ce dernier, le HIA récepteur adoptera comme son propre nombre ordinal le nombre ordinal reçu 54 qui est contenu dans l'ensemble de TIC 50 reçu, en plaçant ce nombre dans son registre de transfert 45 de nombre ordinal. Dès qu'un nombre ordinal 54 reçu est adopté,

un HIA 30 transmettra ses ensembles de TIC 50 en utilisant le nombre ordinal adopté et stocké dans le registre de transfert 45 de nombre ordinal.

Avant qu'un ensemble de TIC 50 ne soit transmis, un HIA 30 augmentera les données de distance 54B afin de refléter la distance sur laquelle l'ensemble de TIC doit être transmis. Dans une forme de réalisation de l'invention, la distance le long d'un moyen de communication commun 14 est déterminée pour être deux tandis que la distance par le moyen de communication de point à point 38 est déterminée pour être trois. Ces valeurs peuvent bien sûr être réglées pour refléter des moyens de communication plus lents ou des moyens qu'il est souhaitable de placer à une priorité inférieure pour d'autres raisons. Un HIA est toujours considéré comme étant à la distance zéro de lui-même. Si un HIA 30 reçoit un ensemble de TIC 50 provenant d'un autre HIA 30 qui a le même nombre ordinal 54 que le nombre ordinal propre du HIA récepteur, contenu dans son registre de transfert 45 de nombre ordinal, le HIA récepteur réglera son horloge 35 pour être égale au temps fourni par le HIA (soit lui-même soit l'autre HIA qui transmet) qui a les données de distance les plus petites.

Dès que le réseau s'est stabilisé, chaque HIA 30 transmettra son ensemble de TIC 50 en utilisant les mêmes données de priorité de son nombre ordinal 54. La seule différence dans les ensembles de TIC 50 en cours de transmission par le réseau consiste en ce que les données de distance 54B du nombre ordinal 54 varieront en fonction du trajet par lequel l'ensemble de TIC 50 est en cours d'envoi. Chaque HIA 30 reçoit des ensembles de TIC 50 qui proviennent d'autres HIA 30 et qui ont été transmis par une variété de trajets. En demandant que chaque HIA adopte ensuite le nombre ordinal 54 que contiennent les données de distance 54B les plus petites, il est garanti que l'ensemble de TIC 50 est en cours de transmission sur une distance minimum. Par exemple si les données de priorité 54A les plus élevées de n'importe quel HIA du réseau sont "100", aussitôt chaque HIA 30 aura adopté "100" comme étant son numéro de priorité. Un HIA 30 du système recevra ensuite des ensembles de TIC 50 prove-

nant d'autres HIA 30 qui utilisent "100" comme étant leurs données de priorité 54A, mais en variant les données de distance 54B. Par exemple, si un HIA 30 reçoit un ensemble de TIC 50, avec des données de distance 54B égales à "5", et reçoit un autre ensemble de TIC 50 avec des données de distance 54 égales à "10", le premier ensemble de TIC 50 a été transmis sur une distance de communication plus courte. Le HIA 30 adoptera ensuite ce nombre ordinal 54 avec "100" comme étant ses données de priorité 54A et "5" comme étant ses données de distance 54B. Avant de transmettre son ensemble de TIC 50, le HIA 30 augmentera les données de distance 54B pour refléter la distance de communication sur laquelle son ensemble de TIC 50 doit être envoyé, par exemple, le "5" provenant du nombre ordinal 54 récemment adopté plus "2" si l'ensemble de TIC 50 doit être envoyé le long d'une voie égale 14 qui est affectée d'une valeur de distance de "2", ou plus "3" si cet ensemble doit être envoyé par une liaison de communication en série 38 affectée d'une valeur de distance de "3".

Dès qu'un système a été stabilisé, un HIA 30 recevra un ensemble de TIC 50 provenant uniquement du seul HIA 30 qui présente les mêmes données de priorité 54A mais des données de distance 54B plus petites. Les ensembles de TIC 50 reçus de ce HIA 30 particulier reflètent les ensembles de TIC 50 envoyés à partir du HIA 30 qui présente les données de priorité 54A les plus élevées parmi n'importe quel HIA 30 du système, et le trajet de communication le plus court en retour vers ce HIA 30. Un HIA 30 récepteur réglera son horloge 36 pour être égale au temps 52 plus le facteur de correction de temps 58 contenu dans l'ensemble de TIC 50 qui est reçu du HIA 30 présentant les données de priorité 54A les plus élevées et les données de distance 54B les plus basses.

Un temps exact est gardé dans le système parce que chaque fois qu'un ensemble de TIC 50 est transmis au travers d'un moyen de communication de point à point 38, un facteur de correction de temps 58 est compris dans l'ensemble de TIC 50. Le facteur de correction de temps 58 comprend le temps que le HIA 30 estime qu'il faudra avant que le HIA 30 récepteur ne reçoive l'en-

semble de TIC 50. Donc, si un HIA 30 estime qu'il faudra 30 millisecondes au HIA 30 récepteur pour recevoir l'ensemble de TIC 50, le facteur de correction de temps 58 compris dans l'ensemble de TIC 50 sera de 30 millisecondes. Le HIA 30 qui reçoit l'ensemble de TIC 50 contenant le facteur de correction de temps de 30 millisecondes et qui décide d'utiliser le temps reçu 52, sur base des données de priorité 54A et des données de distance 54B décrites ci-dessus, règlera ensuite sa propre horloge 36 à 30 millisecondes plus l'heure du jour 52 contenue dans l'ensemble de TIC 50 reçu.

Dès que le réseau 46 s'est stabilisé de sorte que chaque voie égale 10 reçoit son remps à partir du HIA 30 qui présente les données de priorité 54A les plus élevées et les données de distance 54B les plus basses, le temps sera synchronisé à nouveau chaque fois que le HIA 30 qui agit comme source de temps transmettra un ensemble de TIC 50. Le réseau 46 cependant modifiera lui-même la configuration si une liaison de communication 38 est rompue. Dès que le réseau 46 s'est stabilisé, chaque HIA 30 reçoit sa référence de temps à partir du seul HIA 30 particulier qu'il sait être en cours de transmission des données de priorité 54A les plus élevées et des données de distance 54B les plus basses. Si après qu'un certain intervalle de temps se soit passé et qu'un HIA 30 n'ait pas reçu un ensemble de TIC 50, le HIA 30 adoptera à nouveau son propre nombre ordinal intrinsèque 44 en plaçant le nombre ordinal intrinsèque 44 dans le registre de transfert 45 de nombre ordinal et il commencera à transmettre des ensembles TIC 50 en utilisant ce nombre ordinal. Après avoir réduit la priorité du nombre ordinal contenu dans son registre de transfert 45 d'un nombre ordinal, chaque HIA 30 refusera d'augmenter le nombre ordinal de son registre de transfert 45 de nombre ordinal pendant un nombre particulier d'intervalles de temps. Ceci est réalisé afin de diminuer le temps nécessaire au réseau 46 pour converger, et afin d'empêcher des HIA de pénétrer dans une boucle dans laquelle aucun d'eux ne devient le gardien principal du temps. Le HIA 30 continuera à transmettre des ensembles de TIC 50 en utilisant son nombre ordinal intrinsèque 44 jusqu'à ce qu'il reçoive un nombre ordinal 54 provenant d'un HIA qui transmet des données de priorité 54A supérieures.

En conséquence, la présente invention procure dans un réseau de communication un procédé de synchronisation du temps qui est rapide, précis et dont la configuration peut être modifiée si une interruption de communication apparaît dans des voies égales ou entre celles-ci.

Bien que la présente invention ait été décrite en faisant référence à des formes de réalisation avantageuses, des hommes de l'art reconnaîtront que des modifications peuvent être réalisées quant à la forme et aux détails sans se départir de l'esprit ou de la portée de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé de synchronisation de temps d'un réseau réparti d'ordinateur, formé par un certain nombre de voies égales (10) capables d'une communication les unes avec les autres, chaque voie égale comprenant un nombre de noeuds (12A à 12C; 12, 30) qui communiquent les uns avec les autres par un moyen de communication (14) et au moins un noeud de chaque voie égale étant un Adaptateur d'Interface de Voie Principale (HIA) (30) capable de transmettre et de recevoir des données d'au moins un HIA d'une autre voie égale, le procédé comportant :

- une transmission périodique, à partir de chaque HIA (30), à d'autres noeuds (12A à 12C, 12) et à au moins un autre HIA (30), de données comportant une valeur de temps (52) et un nombre ordinal (54) contenant une information de priorité,
- une comparaison dans chaque HIA (30) d'un nombre ordinal (54), contenant une information de priorité et contenu dans des données reçues d'un autre HIA, et d'un nombre ordinal (44) contenant une information de priorité et couramment en cours d'utilisation par le HIA, et
- une adoption par chaque HIA, pour une transmission ultérieure, du nombre ordinal (54) contenu dans des données reçues d'un autre HIA et de la valeur de temps (52) contenue dans ces données, si le nombre ordinal (54) contenu dans ces données reçues présente une priorité supérieure à celle du nombre ordinal (44) couramment en cours d'utilisation, qui indique que le HIA dont les données ont été reçues est préféré comme source de valeur de temps.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend la formation de chaque nombre ordinal (54) avec un champ de priorité, contenant des données (54A) représentatives d'une priorité du HIA

(30) qui transmet les données, et avec un champ de distance contenant des données (54B) représentatives d'un trajet préféré entre le HIA qui transmet les données et le HIA qui reçoit les données.

3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce que la formation de chaque nombre ordinal avec des données représentatives d'un trajet préféré comporte la formation de chaque nombre ordinal avec des données représentatives d'un trajet le plus court.

4. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce que l'adoption par chaque HIA du nombre ordinal contenu dans des données reçues d'un autre HIA comprend une adoption par chaque HIA du nombre ordinal contenu dans des données reçues d'un autre HIA si le nombre ordinal (54) reçu du HIA présente un champ de priorité supérieure et un champ de distance plus courte que la priorité et la distance du HIA récepteur.

5. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la transmission périodique de données comporte une transmission d'un facteur de correction de temps (58) pour régler l'horloge (36) du HIA (30) récepteur.

6. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une adoption à chaque HIA (30) d'un nombre ordinal intrinsèque si le HIA cesse de recevoir la valeur de temps (52) d'un autre HIA.

7. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce que l'adoption à chaque HIA (30) d'un nombre ordinal intrinsèque si le HIA cesse de recevoir la valeur de temps (52) d'un autre HIA comporte une attente pendant une période de stabilisation avant d'adopter un nombre ordinal (54) reçu d'un autre HIA.

8. Procédé de synchronisation de temps dans un réseau réparti d'ordinateur, formé par au moins une liaison de communication comportant au moins un Adapta-

teur d'Interface de Voie Principale (HIA) (30) capable de transmettre et de recevoir des données par la liaison de communication, le procédé comprenant :

- une transmission périodique par chaque HIA (30), à la liaison de communication, de données comportant une valeur de temps (52) et un nombre ordinal (54) contenant une information de priorité,
- une réception, à chaque HIA (30), de transmissions comportant un nombre ordinal (54), contenant une information de priorité, et une valeur de temps (52), provenant de n'importe quel autre HIA qui transmet sur la liaison de communication,
- une comparaison, à un HIA récepteur, du nombre ordinal (54) reçu de n'importe quel autre HIA qui transmet à la liaison de communication et du nombre ordinal (44) couramment en cours d'utilisation par le HIA récepteur, et
- une adoption au HIA (30) récepteur, pour une transmission ultérieure, du nombre ordinal (54) contenu dans des données reçues de n'importe quel autre HIA qui transmet à la liaison de communication, si le nombre ordinal (54) contenu dans les données reçues présente une priorité supérieure à celle du nombre ordinal (44) couramment en cours d'utilisation par le HIA récepteur, qui indique que le HIA dont les données ont été reçues est préféré comme source de valeur de temps.

9. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte une formation de chaque nombre ordinal avec un champ de priorité, contenant des données (54A) représentatives d'une priorité du HIA qui transmet les données, et un champ de distance contenant des données (54B) représentatives d'un trajet préféré.

10. Procédé suivant la revendication 9, caractérisé en ce que la formation de chaque nombre ordinal avec des données (54A) représentatives d'un

trajet préféré comprend une formation de chaque nombre ordinal avec des données représentatives d'un trajet le plus court.

11. Procédé suivant la revendication 9, caractérisé en ce que l'adoption par le HIA (30) récepteur du nombre ordinal contenu dans des données reçues de n'importe quel autre HIA comprend un adoption par le HIA récepteur du nombre ordinal contenu dans des données reçues de n'importe quel autre HIA si le nombre ordinal (54) reçu du HIA présente une priorité supérieure et une distance plus petite que la priorité et la distance du HIA récepteur.

12. Procédé suivant la revendication 9, caractérisé en ce que la transmission de données comporte une transmission d'un facteur de correction de temps (58) pour régler l'horloge du HIA récepteur.

13. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte une adoption pour chaque HIA (30) d'un nombre ordinal intrinsèque si le HIA cesse de recevoir la valeur de temps (52) d'un autre HIA.

14. Procédé suivant la revendication 13, caractérisé en ce que l'adoption par chaque HIA (30) d'un nombre ordinal intrinsèque, si le HIA cesse de recevoir la valeur de temps (52) de l'autre HIA, comprend une attente pendant une période de stabilisation avant d'adopter un nombre ordinal reçu d'un autre HIA.

15. Dispositif pour procurer un temps dans un réseau d'ordinateur, via un trajet préféré de communications, le dispositif comportant :

- des moyens de mémorisation (50) pour contenir une information comprenant un nombre ordinal (54) qui contient une information de priorité,
- des moyens de conservation d'un temps (38),

- des moyens de transmission des données à un réseau d'ordinateur, les données comportant le nombre ordinal (54) et une valeur de temps (52),
- des moyens de réception de données d'un nombre ordinal (54) et d'une valeur de temps (52), provenant du réseau d'ordinateur, les données du nombre ordinal contenant une information de priorité, et
- des moyens de stockage des données de nombre ordinal (54) reçues, dans les moyens de mémorisation de nombre ordinal, si les données de nombre ordinal (54) reçues ont une priorité supérieure à celle du nombre ordinal (44) stocké dans les moyens de mémorisation de nombre ordinal, qui indique que les données de valeur de temps (52) reçues sont préférées comme source de la valeur de temps.

16. Dispositif suivant la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens de stockage comprennent des moyens de comparaison entre des données représentatives de la priorité des données de valeur de temps reçues, contenues dans un champ de priorité du nombre ordinal reçu, et un champ de priorité du nombre ordinal contenu dans les moyens de mémorisation de nombre ordinal, et entre des données représentatives du trajet de communication préféré contenu dans un champ de distance du nombre ordinal reçu et un champ de distance du nombre ordinal contenu dans les moyens de mémorisation de nombre ordinal.

17. Dispositif suivant la revendication 16, caractérisé en ce que les moyens de comparaison choisissent un trajet le plus court possible.

18. Dispositif suivant la revendication 15, caractérisé en ce que les données transmises comportent un facteur de correction de temps (58) pour régler les moyens qui conservent le temps (36).

19. Dispositif suivant la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de stockage

d'un nombre ordinal intrinsèque dans les moyens de mémorisation de nombre ordinal si des données de nombre ordinal (54) et de valeur de temps (52), provenant du réseau d'ordinateur, ne sont pas en cours de réception par les moyens de réception de données d'un nombre ordinal et d'une valeur de temps.

20. Dispositif suivant la revendication 19, caractérisé en ce que les moyens de stockage d'un nombre ordinal intrinsèque de la cellule de mémorisation du nombre ordinal comportent des moyens de retardement de temps de stabilisation.

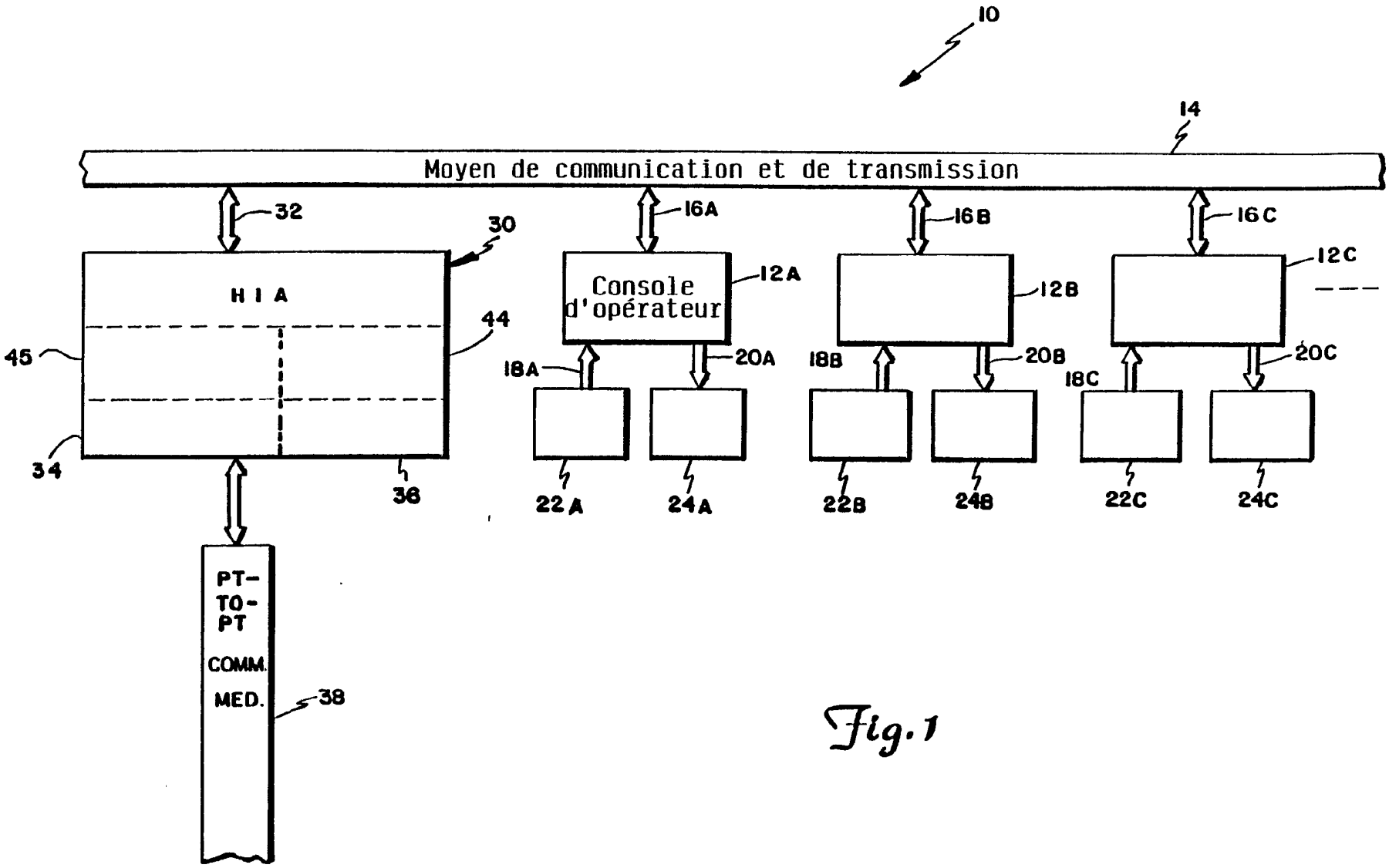


Fig. 1

09000207

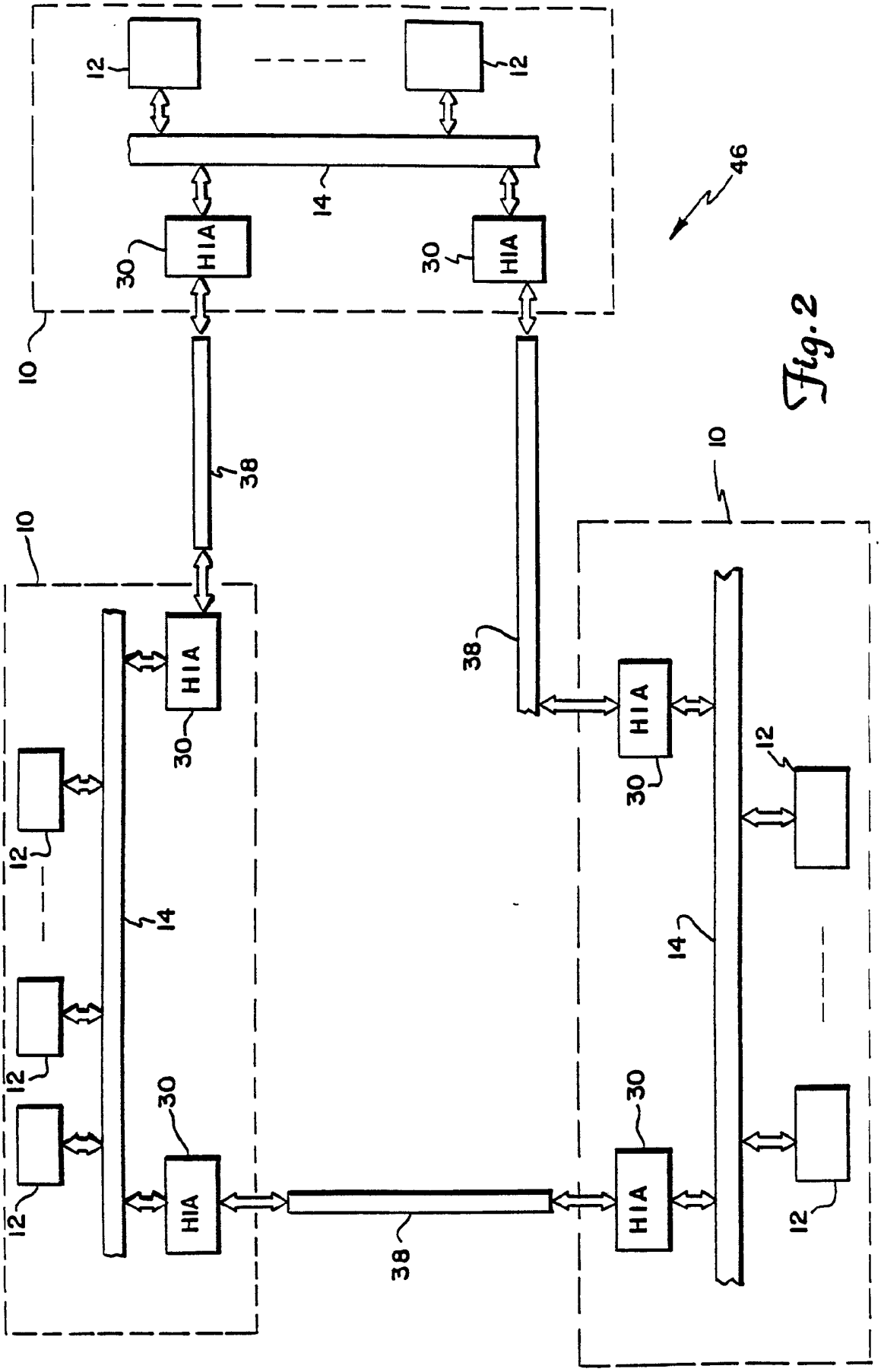

12
12
14
HIA
30
HIA
30
46
10
38
10
10
38
HIA
30
HIA
30
12
12
12
14
14
30
30
HIA
HIA
38
12
12

Fig. 2

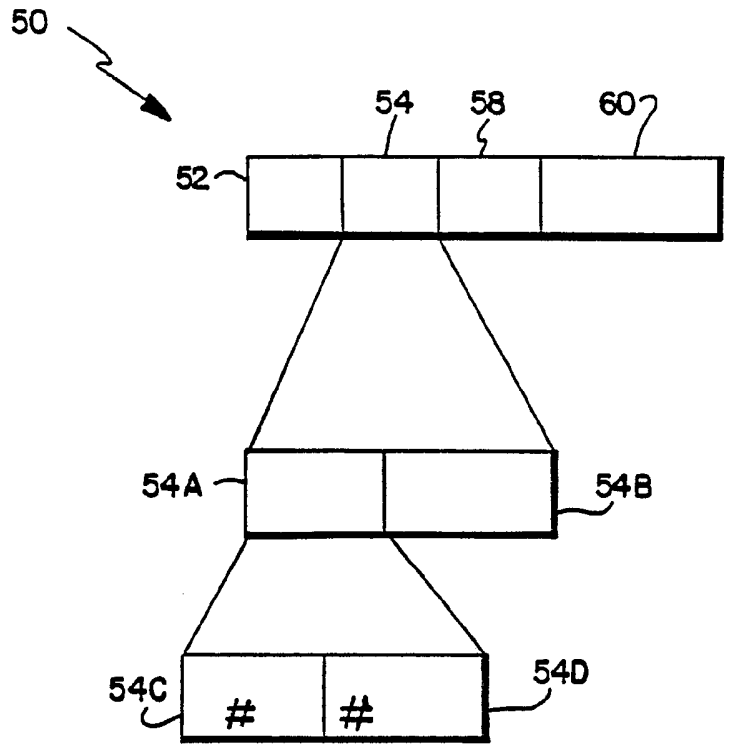


Fig.3

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE

établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2 de la loi belge sur les brevets d'invention du 28 mars 1984

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	US-A-4 142 069 (HARRIS A. STOVER) * colonne 1, ligne 4 - colonne 1, ligne 18 * * colonne 1, ligne 56 - colonne 1, ligne 68 * * colonne 2, ligne 35 - colonne 2, ligne 54 * * colonne 3, ligne 14 - colonne 3, ligne 28 * * colonne 3, ligne 45 - colonne 4, ligne 60 * * colonne 5, ligne 3 - colonne 5, ligne 43 * * colonne 6, ligne 48 - colonne 7, ligne 10 * * colonne 7, ligne 51 - colonne 7, ligne 68 * * colonne 8, ligne 61 - colonne 9, ligne 63 * * colonne 11, ligne 3 - colonne 11, ligne 53 * ---	1-20	H04J3/06
X	EP-A-0 242 117 (AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH COMPANY) * page 1, ligne 9 - page 1, ligne 21 * * page 3, ligne 14 - page 5, ligne 21 * * page 7, ligne 1 - page 8, ligne 16 * ---	1-3	
X	EP-A-0 262 705 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH) * colonne 2, ligne 25 - colonne 3, ligne 4 * * colonne 3, ligne 40 - colonne 4, ligne 16 * * colonne 4, ligne 37 - colonne 4, ligne 56 * * colonne 5, ligne 52 - colonne 8, ligne 17 * ---	1-4, 6-11, 13, 14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) H04J
X	IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS 17 Juin 1974, MINNEAPOLIS (US) J.G. BAART: 'networksynchronisation and alarm remoting in dataroute, pp.20-1020-5.' * page 1, colonne de droite, ligne 10 - page 2, colonne de gauche, ligne 28 * --- -/--	1-4	

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
11 FEVRIER 1992	VAN DEN BERG J. G. J
LA HAYE	

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0448)

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE

établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2 de la loi belge sur les brevets d'invention du 28 mars 1984

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATION. no. 5, 1 Septembre 1985, NEW YORK US pages 792 - 800; HARRIS A. STOVER: 'Survivable timing capability for a worldwide military digital communications system' * page 793, colonne de droite, ligne 28 - page 794, colonne de droite, ligne 5 *	1-20	
A	EP-A-0 135 764 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES) * page 1, ligne 1 - page 1, ligne 4 * * page 3, ligne 4 - page 3, ligne 12 * * page 4, ligne 34 - page 5, ligne 34 *	1-20	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
11 FEVRIER 1992	VAN DEN BERG J. G. J

LA HAYE

1

EPO FORM 1503 03.82 (P0448)

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.

BE 9000207
BO 2305

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 11/02/92
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US-A-4142069	27-02-79	US-A-	4287593	01-09-81
EP-A-0242117	21-10-87	US-A-	4736393	05-04-88
		AU-B-	582683	06-04-89
		AU-A-	7103387	22-10-87
		CA-A-	1272784	14-08-90
		JP-A-	62252299	04-11-87
EP-A-0262705	06-04-88	DE-A-	3629931	10-03-88
		US-A-	4837850	06-06-89
EP-A-0135764	03-04-85	US-A-	4531185	23-07-85
		US-A-	4584643	22-04-86
		JP-A-	60066538	16-04-85