

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 849 730

21) N° d'enregistrement national : 03 00006

51) Int Cl⁷ : H 04 L 12/417

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 02.01.03.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 09.07.04 Bulletin 04/28.

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) : THOMSON LICENSING S.A. Société anonyme — FR.

72) Inventeur(s) : FLEURY JEAN FRANCOIS et HENRY JEAN BAPTISTE.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : THOMSON.

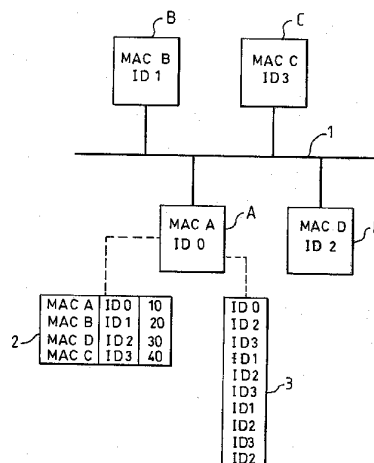
54) METHODE POUR RESERVER DE LA BANDE PASSANTE DANS UN RESEAU DE TYPE ETHERNET.

57) La méthode pour réserver à au moins un noeud d'un réseau de communication de type bus Ethernet, une fraction prédéterminée de la bande passante du bus Ethernet, est caractérisée en ce qu'elle consiste à :

- faire circuler un jeton entre les noeuds du réseau (A,B,C,D) de telle manière à permettre aux noeuds du réseau d'envoyer à tour de rôle un paquet Ethernet sur le bus (1) selon une séquence préétablie définissant un ordre chronologique de passage du jeton entre les noeuds; et

- dans laquelle la fraction prédéterminée de la bande passante réservée pour un noeud du réseau correspond dans la séquence à un certain nombre d'occurrences de passage du jeton par le noeud considéré.

Application aux réseaux de communication domestiques de type bus Ethernet



FR 2 849 730 - A1



L'invention concerne les réseaux de communication de type bus Ethernet et plus particulièrement de tels réseaux dits domestiques.

5 Il est connu qu'un réseau de communication de type bus Ethernet fonctionne selon le mode CSMA/CD, c'est-à-dire par détection de porteuse avec détection de collision. Certains travaux de recherche ont proposé d'utiliser des mécanismes d'allocation de priorités implémentés dans les paquets Ethernet pour permettre dans ce type de réseau de communication de transmettre des
10 flux de données sur le bus Ethernet. Toutefois, ce type de mécanisme d'allocation de priorités s'adresse plutôt à des réseaux informatiques organisés autour de routeurs. Il n'est pas adapté à des petits réseaux de communication du type réseaux domestiques ou les équipements sont passifs.

Le but de l'invention est de proposer un mécanisme pour réserver à au
15 moins un nœud d'un réseau de communication de type bus Ethernet une certaine fraction de la bande passante du bus de façon à lui permettre de transmettre un flux de données, par exemple un flux audio/vidéo selon la norme DVB (« Digital Video Broadcast »).

L'idée à la base de l'invention est de superposer au protocole de
20 communication Ethernet, un arbitrage d'accès au bus par circulation d'un jeton entre les nœuds du réseau de façon à pouvoir contrôler les temps d'accès en écriture sur le bus par les nœuds du réseau. Le terme jeton désigne un droit d'écriture qui est accordé à un nœud du réseau au sens d'un réseau de type anneau à jeton connu sous le nom anglais de « token ring ».

25 Plus particulièrement, l'objet de l'invention est une méthode pour réserver à au moins un nœud d'un réseau de communication de type bus Ethernet, une fraction prédéterminée de la bande passante du bus Ethernet, caractérisée en ce qu'elle consiste à :

- faire circuler un jeton entre les nœuds du réseau de telle manière à permettre
30 aux nœuds du réseau d'envoyer à tour de rôle un paquet Ethernet sur le bus selon une séquence préétablie définissant un ordre chronologique de passage du jeton entre les nœuds ; et

- dans laquelle la fraction prédéterminée de la bande passante réservée pour un nœud du réseau correspond dans la séquence à un certain nombre d'occurrences de passage du jeton par le nœud considéré.

La méthode selon l'invention présente les particularités suivantes :

- 5 - les occurrences de passage du jeton par un nœud du réseau sont réparties dans la séquence parmi les occurrences de passage du jeton par les autres nœuds du réseau pour éviter les phénomènes de gigue ;
- l'ordre chronologique de passage du jeton entre les nœuds du réseau est défini par un nœud maître du réseau ;
- 10 - le nœud maître construit à l'initialisation du réseau une première table dans laquelle est stockée pour chaque nœud du réseau une information indicative de la fraction de bande passante réservée pour le nœud du réseau et sur la base de la première table, le nœud maître construit une seconde table dans laquelle est stockée la séquence définissant l'ordre de passage du jeton entre
- 15 les nœuds du réseau ;

L'invention concerne les réseaux de communication domestique de type bus Ethernet comprenant des nœuds de réseau configurés pour mettre en œuvre la méthode définie plus haut.

- 20 L'invention s'étend encore à un équipement de communication destiné à être connecté à réseau de communication de type bus Ethernet, caractérisé en ce qu'il est configuré pour faire circuler un jeton entre les nœuds du réseau et en ce qu'il est agencé pour construire une première table dans laquelle est stockée pour chaque nœud du réseau une information indicative d'une fraction de la bande passante du bus réservée pour le nœud du réseau et une seconde table
- 25 dans laquelle est stockée une séquence définissant un ordre chronologique de passage du jeton entre les nœuds, la fraction de la bande passante réservée pour un nœud du réseau correspond dans la séquence à un certain nombre d'occurrences de passage du jeton par le nœud considéré.

- 30 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description des exemples de réalisation qui vont suivre, pris à

titre d'exemples non limitatifs, en référence aux figures annexées dans lesquelles :

La figure 1 représente de façon très schématique un réseau de communication domestique de type bus Ethernet selon un exemple de
5 réalisation de l'invention.

La figure 2 est un chronogramme illustrant le fonctionnement des nœuds du réseau pour mettre en œuvre la méthode selon un exemple de réalisation de l'invention.

10 Le réseau de communication domestique de type bus Ethernet illustré sur la figure 1 comprend ici quatre nœuds de réseau représentés par les blocs A, B, C et D qui peuvent être des équipements de communication grand public comme un récepteur d'antenne parabolique, un décodeur numérique, un lecteur de disque optique et un téléviseur. Le bus Ethernet est indiqué par la référence 1. Il
15 est généralement constitué par une paire de fils torsadés. Un tel réseau de communication domestique a généralement une bande passante de 100 Mb par seconde.

Dans ce réseau de communication domestique, un arbitrage d'accès au bus Ethernet par l'intermédiaire d'un mécanisme de circulation d'un jeton est
20 superposé au protocole Ethernet pour permettre la transmission sur le réseau de flux de données, par exemple des flux audio et/ou vidéo DVB. La circulation du jeton entre les nœuds A, B, C et D du réseau permet aux différents nœuds du réseau d'accéder en écriture au bus Ethernet 1 à tour de rôle sans risque de collision. Quand il possède le jeton, un nœud envoie sur le bus 1 à un nœud
25 destinataire un et un seul paquet Ethernet (couche 2 - modèle OSI) dont la charge utile maximale est de 1500 octets, plus éventuellement des paquets de contrôle (gestion du protocole).

Selon le présent exemple de réalisation de l'invention, les nœuds du réseau peuvent réserver chacun une fraction de la bande passante du bus. Dans
30 l'exemple illustré sur la figure 1, le nœud A a réservé 10 Mb par seconde, le nœud B a réservé 20 Mb par seconde, le nœud C a réservé 30 Mb par seconde et le nœud D a réservé 40 Mb par seconde. Les informations indicatives de la

fraction de bande passante réservée par chaque nœud sont collectées par un nœud maître du réseau, ici le nœud A, et sont stockées dans une table 1 en correspondance avec les adresses physiques réseau des nœuds. Les adresses physiques des nœuds du réseau A, B, C et D sont représentées respectivement
5 par MACA, MACB, MACC, MACD et les adresses logiques réseau des nœuds sont représentées respectivement par ID0, ID1, ID2, ID3. Ces adresses logiques sont utilisées dans les messages réseau pour la circulation du jeton.

Sur la base de la table 1, le nœud maître A construit dans une table 3 sous la forme d'une liste, une séquence définissant l'ordre chronologique de
10 passage du jeton entre les nœuds de telle manière que la fraction prédéterminée de la bande passante réservée pour chaque nœud du réseau corresponde dans la séquence à un certain nombre d'occurrences de passage du jeton par le nœud considéré.

La séquence définissant l'ordre chronologique de passage du jeton peut
15 être construite par le nœud maître A en utilisant un calcul de plus grand commun diviseur entre les fractions de bande passante réservées. Dans l'exemple de la figure 1, la bande passante totale disponible est de 100 Mb par seconde. Le plus grand commun diviseur est 10 Mb par seconde. Sur cette base, la séquence définissant l'ordre chronologique de passage du jeton comportera 1 occurrence
20 de passage pour le nœud A, 2 occurrences de passage pour le nœud B, 3 occurrences de passage pour le nœud D et 4 occurrences de passage pour le nœud C. Ces occurrences de passage sont symbolisées dans la table 3 par les adresses logiques ID0, ID1, ID2 et ID3 des nœuds.

Par ailleurs, les occurrences de passage du jeton par un nœud du
25 réseau peuvent avantageusement être réparties de façon équitable dans la séquence parmi les occurrences de passage du jeton par les autres nœuds du réseau, par exemple en utilisant l'algorithme de Bellman, comme illustrée dans la table 3 sur la figure 1. Cette répartition permet d'éviter les phénomènes de gigue. Le fonctionnement des nœuds du réseau pour mettre en œuvre la méthode
30 selon un exemple de réalisation de l'invention est maintenant décrit en référence avec la figure 2.

Initialisation du bus Ethernet et élection du nœud maître

A l'initialisation du bus Ethernet, un ou plusieurs nœuds du réseau doivent être configurés comme nœuds maître du réseau. Sur réception d'un message réseau d'initialisation envoyé depuis l'un des nœuds du réseau, chaque nœud
5 configuré en nœud maître envoie sur le bus Ethernet 1 un premier message réseau contenant l'adresse physique du nœud. Ces premiers messages réseau sont envoyés sur le bus 1 depuis chaque nœud avec un retard aléatoire borné. A l'expiration du délai maximal de transmission du premier message réseau, le
10 nœud configuré en nœud maître qui a la plus grande adresse physique se détermine de façon implicite comme nœud maître du réseau. Dans l'exemple de la figure 2, le nœud maître du réseau est le nœud A dont l'adresse physique est représentée par MACA

Avis d'élection du nœud maître sur le réseau et numérotation logique des autres nœuds du réseau

15 Le nœud maître du réseau envoie sur le bus 1 un second message réseau pour annoncer aux autres nœuds du réseau qu'il est le nœud maître et qu'il a une adresse logique, ici représentée par ID0.

Quand le second message réseau est reçu par tous les autres nœuds du
20 réseau, chaque autre nœud du réseau renvoie sur le bus 1 un troisième message réseau M3 contenant l'adresse physique du nœud, par exemple MACB pour le nœud B, et de façon facultative, une information indicative de la fraction de bande passante réservée par le nœud, par exemple 20 Mb par seconde pour le nœud B. Afin d'éviter les collisions de messages réseau Ethernet sur le bus 1,
25 l'intervalle de temps entre l'instant de réception du second message réseau dans un nœud et l'instant d'envoi du troisième message réseau M3 est un délai aléatoire borné de valeur maximale T1. Si un nœud du réseau ne reçoit pas un quatrième message M4 du nœud maître avant le délai T1 décompté depuis
30 l'instant de réception du second message réseau, il renvoie de nouveau immédiatement un troisième message réseau M3 sur le bus comme illustré sur la figure 2 pour le nœud C.

En réponse à la réception d'un troisième message réseau M3, le nœud maître A renvoie au nœud émetteur, par exemple le nœud B, le quatrième message réseau M4 comportant l'adresse logique affectée au nœud, par exemple ID1 pour le nœud B. Le nœud maître incrémente les adresses logiques affectées aux nœuds du réseau au fur et à mesure qu'il reçoit les troisièmes messages réseau M3.

Ce processus de numérotation des nœuds du réseau par échange des troisièmes et quatrièmes messages réseau M3, M4 est représenté par la partie I du chronogramme. En même temps que les quatrièmes messages réseau M4 sont envoyés sur le bus 1, le nœud maître A construit la table d'association 1 contenant pour chaque nœud du réseau, les adresses physique MACA, MACB, MACC, MACD et logique ID0, ID1, ID2, ID3 du nœud et l'information indicative de la fraction de bande passante réservée par le nœud.

Après un délai équivalent à 2 fois le délai T1, décompté depuis l'instant d'envoi du second message réseau, le nœud maître A construit la table 3 contenant la séquence définissant l'ordre chronologique de circulation du jeton entre les nœuds du réseau comme indiquée plus haut et la transmet à chaque nœud du réseau.

Après un délai équivalent à 3 fois le délai T1, décompté depuis l'instant d'envoi du second message réseau, les nœuds du réseau sont prêts à démarrer le mécanisme de circulation du jeton illustré par la partie II du chronogramme sur la figure 2. Ce délai T1 est un paramètre qui doit être réglé à l'initialisation du réseau en fonction du nombre de nœuds connectés au bus 1 afin d'optimiser le temps nécessaire à l'initialisation du réseau.

Chaque nœud qui détient le jeton peut écrire une fois sur le bus 1 un paquet Ethernet, puis transfère le jeton à un nœud suivant et ainsi de suite selon l'ordre chronologique défini dans la table 3. Pour contrôler la circulation du jeton de nœud en nœud, des cinquième M5 et sixième message réseau M6 sont échangés entre les nœuds du réseau. Dans le mécanisme de circulation du jeton selon un exemple de réalisation de l'invention, le nœud maître A d'adresse logique ID0, possède toujours en premier le jeton et peut écrire sur le bus 1 comme symbolisé par la référence W sur la figure 2. Il envoie ensuite le jeton au

nœud suivant dans la séquence, qui est le nœud D d'adresse logique ID2 par l'intermédiaire d'un cinquième message réseau M5. Le cinquième message M5 est un message de diffusion Ethernet reçu par tous les nœuds du réseau pour leur permettre de suivre en parallèle la circulation du jeton dans leur table 3. Sur
5 réception du cinquième message réseau, le nœud D renvoie sur le bus 1 le sixième message réseau à titre d'accusé réception pour le nœud A. Ce processus continue ainsi de nœud en nœud selon l'ordre chronologique défini dans la table 3.

Maintenant, si après un délai T2 décompté depuis l'instant d'envoi du
10 cinquième message réseau M5 depuis un nœud du réseau, aucun sixième message M6 n'est envoyé sur le bus, le nœud en question renvoie de nouveau le sixième message réseau M6 comme illustré pour le nœud C sur la figure 2. Si aucun sixième message réseau M6 n'est envoyé sur le bus 1 dans le délai T2 comme indiqué ci-dessus, le nœud courant possédant le jeton, par exemple le
15 nœud C sur la figure 2, envoie sur le bus 1 un septième message réseau M7 indiquant que le nœud suivant dans la séquence n'est plus disponible, dans l'exemple le nœud B d'adresse logique ID1, et contenant l'adresse logique du nouveau nœud suivant dans la séquence, ici le nœud D d'adresse logique ID2. En réponse à la réception du septième message réseau M7, les autres nœuds
20 du réseau mettent à jour la table 3 en supprimant les occurrences de passage du jeton par le nœud défaillant, dans l'exemple les occurrences symbolisées par ID1. Le nœud courant possédant le jeton envoie ensuite un cinquième message réseau M5 contenant l'adresse logique du nouveau nœud suivant pour poursuivre le mécanisme de circulation du jeton.

25 Dans le cas où le nœud défaillant serait le nœud maître, le nœud courant envoie sur le bus un message d'initialisation du réseau qui déclenche l'élection d'un nouveau nœud maître et la construction d'une nouvelle table 3 selon le même principe illustré par la partie I du chronogramme.

Après avoir envoyé ses données, et avant de passer le jeton, un nœud peut
30 envoyer au nœud maître un message M3 pour changer sa réservation de bande passante. Le nœud maître renvoie un message M9 indiquant soit le succès de la réservation soit son échec (si par exemple il ne reste plus assez de bande

passante disponible). Si la réservation est acceptée, le nœud maître modifie sa liste 2. Au prochain passage du cycle par le nœud maître, ce dernier mettra à jour la liste 3 et la diffusera sur le réseau avant de recommencer un cycle. Il est à noter qu'un certain pourcentage de la bande passante doit être gardé en réserve

5 pour s'assurer que les appareils n'ayant pas réservé de bande passante puissent continuer à fonctionner correctement. A titre d'exemple, ce pourcentage peut être de l'ordre de 10%.

Lorsque le jeton revient sur la première occurrence du nœud maître dans la table 3, le nœud maître A recommence le cycle illustré par la partie II du

10 chronogramme.

Il est possible de prévoir que le nœud maître A, avant de recommencer le cycle illustré par la partie II du chronogramme, déroule de façon cyclique un processus de mise à jour des tables 2 et 3 pour tenir compte des changements de configuration du réseau, notamment le branchement de nouveaux

15 périphériques. Ce processus de mise à jour peut être réalisé avec une période T_3 très supérieure aux délais T_1 et T_2 . Selon ce processus de mise à jour, le nœud maître A envoie sur le bus un huitième message réseau M_8 permettant aux nouveaux appareils connectés au bus de s'identifier comme un nouveau nœud du réseau tel que symbolisé par la référence E sur la figure 2. Dans le

20 délai T_2 décompté depuis l'instant d'envoi du huitième message réseau M_8 , le nœud maître A reste donc en attente de la réception d'un ou plusieurs troisièmes messages réseau M_3 . Sur la figure 2, on a représenté à titre d'exemple l'échange d'un troisième message réseau M_3 et d'un quatrième message réseau M_4 entre le nœud maître A et le nouveau nœud C. A chaque réception d'un

25 message M_3 , le compteur de temps est réinitialisé. A l'issue du délai T_2 , le nœud maître reconstruit, en cas de changement, une nouvelle table 3 et la diffuse sur le bus 1.

En pratique, pour un bon fonctionnement du mécanisme de circulation du jeton, le délai T_1 est réglé pour être supérieur au délai T_2 et inférieur au délai T_3 .

30 A titre d'exemple, T_1 peut être réglé à 100 ms, T_2 à 5ms et T_3 à 3 mn.

Avec ce mécanisme de circulation d'un jeton, il est possible de garantir à chaque nœud du réseau l'utilisation d'une certaine fraction de la bande passante disponible sur le bus pour la transmission de flux de données.

5 Ce mécanisme de circulation d'un jeton peut être mis en œuvre de façon simple dans les nœuds du réseau par configuration logicielle.

REVENDEICATIONS

1/ Méthode pour réserver à au moins un nœud d'un réseau de communication de type bus Ethernet, une fraction prédéterminée de la bande passante du bus
5 Ethernet, caractérisée en ce qu'elle consiste à :

- faire circuler un jeton entre les nœuds du réseau (A,B,C,D) de telle manière à permettre aux nœuds du réseau d'envoyer à tour de rôle un paquet Ethernet sur le bus (1) selon une séquence préétablie définissant un ordre chronologique de passage du jeton entre les nœuds ; et
- 10 - dans laquelle la fraction prédéterminée de la bande passante réservée pour un nœud du réseau correspond dans la séquence à un certain nombre d'occurrences de passage du jeton par le nœud considéré.

2/ Méthode selon la revendication 1, dans laquelle les occurrences de passage
15 du jeton par un nœud du réseau sont réparties dans la séquence parmi les occurrences de passage du jeton par les autres nœuds du réseau.

3/ Méthode selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle l'ordre chronologique de passage du jeton entre les nœuds du réseau est défini par un nœud maître du
20 réseau.

4/ Méthode selon la revendication 3, dans laquelle le nœud maître construit à l'initialisation du réseau une première table (2) dans laquelle est stockée pour chaque nœud du réseau une information indicative de la fraction de bande
25 passante réservée pour le nœud du réseau et sur la base de la première table, le nœud maître construit une seconde table (2) dans laquelle est stockée la séquence définissant l'ordre de passage du jeton entre les nœuds du réseau.

5/ Réseau de communication domestique de type bus Ethernet comprenant des
30 nœuds de réseau configurés pour mettre en œuvre une méthode selon l'une des revendications 1 à 4.

6/ Equipement de communication (A) destiné à être connecté à réseau de communication de type bus Ethernet (1), caractérisé en ce qu'il est configuré pour faire circuler un jeton entre les nœuds du réseau et en ce qu'il est agencé

5 pour construire une première table (1) dans laquelle est stockée pour chaque nœud du réseau une information indicative d'une fraction de la bande passante du bus réservée pour le nœud du réseau et une seconde table (2) dans laquelle est stockée une séquence définissant un ordre chronologique de passage du jeton entre les nœuds, la fraction de la bande passante réservée pour un nœud

10 du réseau correspond dans la séquence à un certain nombre d'occurrences de passage du jeton par le nœud considéré.

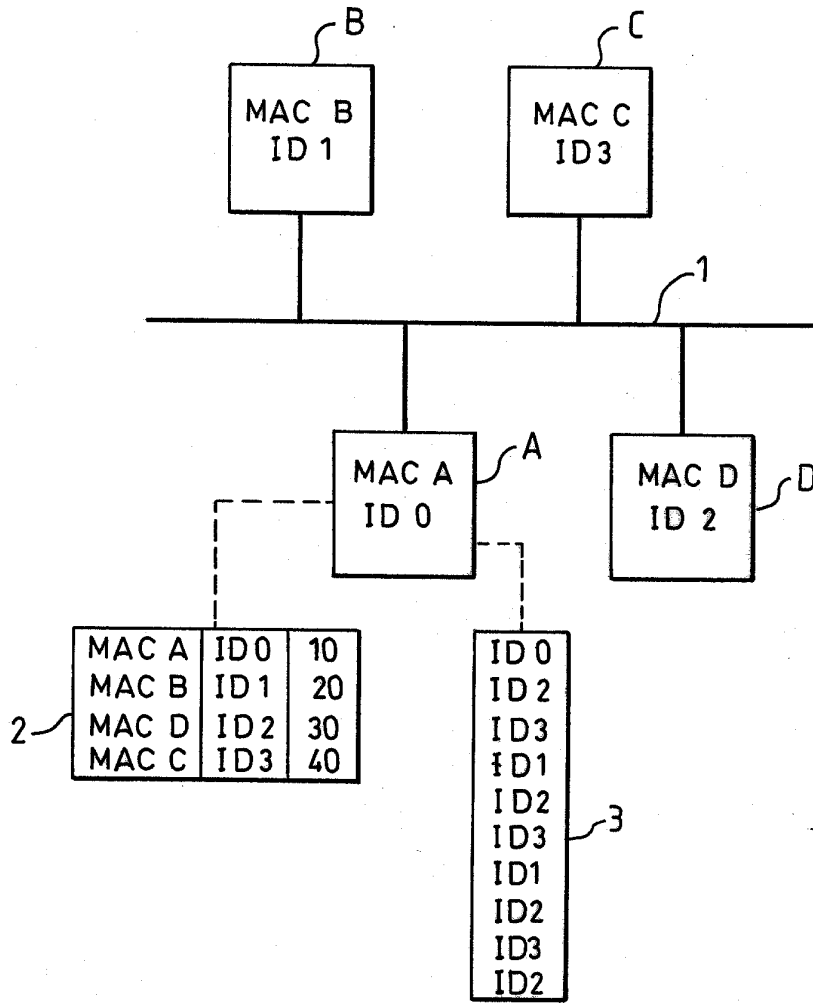


FIG. 1

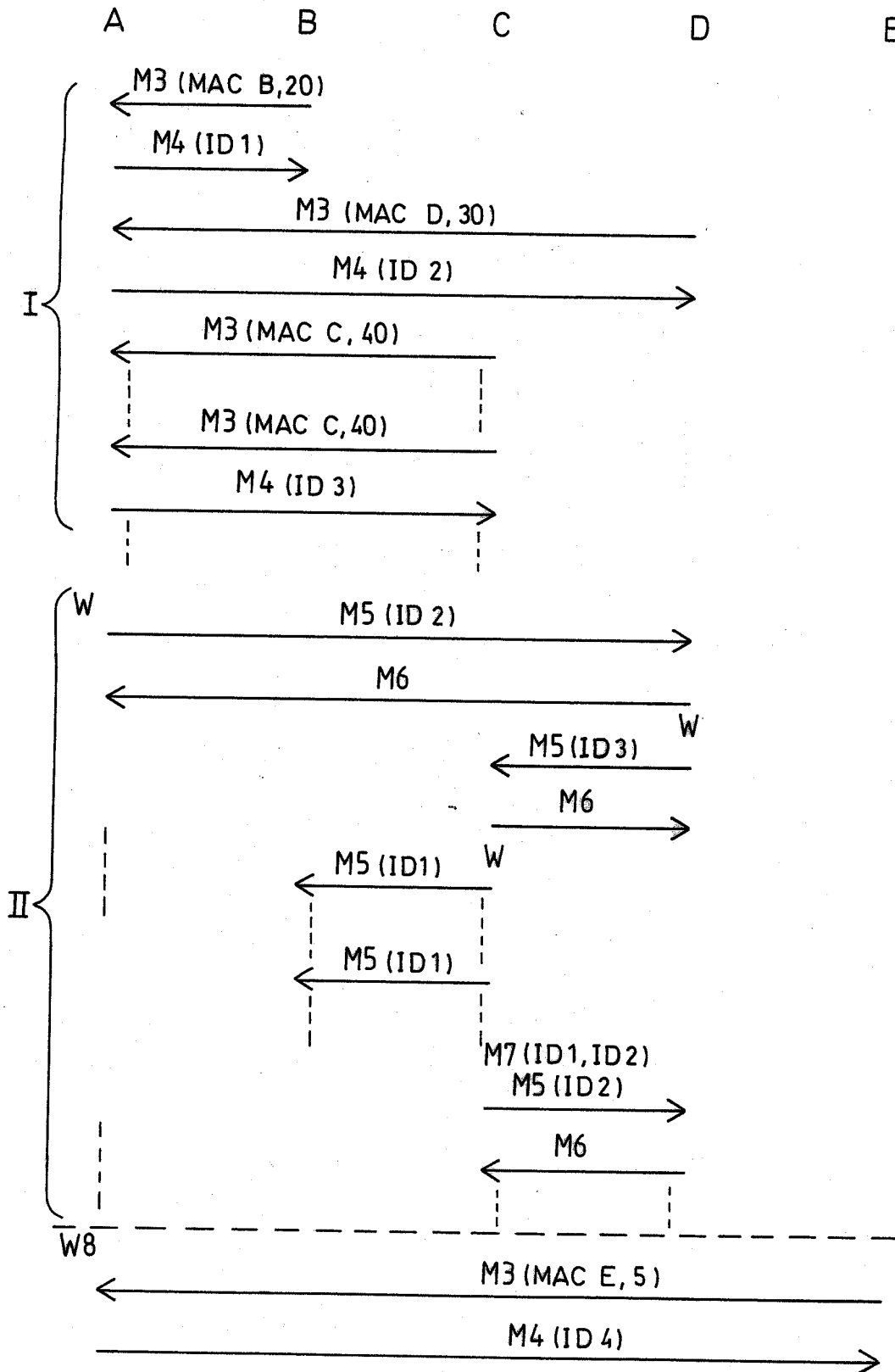


FIG. 2



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 628091
FR 0300006

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	<p>VENKATRAMANI, CHITRA: "The Design, Implementation and Evaluation of RETHER: A Real Time Ethernet Protocol"</p> <p>novembre 1996 (1996-11), pages 1-125, XP002254052</p> <p>* page 18, ligne 3 - page 20, ligne 13 *</p> <p>* page 22, alinéa 3.3.3 - page 24 *</p> <p>* alinéa '5.2.2.1! *</p> <p>-----</p>	1-6	H04L12/417
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			H04L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 septembre 2003		Siebel, C	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

1