



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2003/03/07
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2003/09/25
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2010/09/07
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2004/09/10
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2003/000745
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2003/079632
(30) Priorité/Priority: 2002/03/15 (FR02/03257)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *H04L 29/06* (2006.01),
H04L 12/56 (2006.01)
(72) Inventeurs/Inventors:
COLAS, GERARD, FR;
PITOT, CHRISTIAN, FR
(73) Propriétaire/Owner:
THALES, FR
(74) Agent: MARKS & CLERK

(54) Titre : PROCEDE DE SELECTION ET DE TRI DE PAQUETS DE DONNEES

(54) Title: METHOD OF SELECTING AND SORTING PACKETS PROVIDED TO A PIECE OF EQUIPMENT BY A DATA PACKET TRANSMISSION NETWORK

(57) **Abrégé/Abstract:**

L'invention concerne la sélection et le tri, par un équipement(1, 2) ayant accès à un ou plusieurs réseaux de transmission par paquets (3, 4), des paquets le concernant, parmi l'ensemble des paquets mis à sa disposition par les réseaux, sachant que les paquets respectent au moins deux couches de protocoles sinon plus. Elle consiste en un procédé de sélection et de tri mettant en oeuvre successivement, pour des recherches de concordance d'adresses, deux annuaires d'adresses, le premier dit de niveaux inférieurs ayant pour éléments les différentes combinaisons possibles des valeurs prises par les informations d'adressage contenues dans les champs d'informations de service des deux premiers niveaux de protocoles, le deuxième dit de niveaux supérieurs ayant pour éléments les informations d'adressage contenues dans les champs d'informations de service des protocoles de niveaux supérieurs à deux, les éléments des premier et deuxième annuaires étant liés par des liens de compatibilité ciblant ceux qui peuvent se retrouver simultanément dans les champs d'informations de service d'un paquet intéressant l'équipement (1, 2).



(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
25 septembre 2003 (25.09.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/079632 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ : **H04L 29/06****Christian** [FR/FR]; Thales Intellectual Property, 31/33 Avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil Cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR03/00745

(74) Mandataires : **GUERIN, Michel** etc.; Thales Intellectual Property, 31/33 Avenue Aristide Briand, 94117 Arcueil cedex (FR).

(22) Date de dépôt international : 7 mars 2003 (07.03.2003)

(25) Langue de dépôt :

français

(81) États désignés (*national*) : CA, US.

(26) Langue de publication :

français

(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Données relatives à la priorité :

02/03257

15 mars 2002 (15.03.2002)

FR

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) :
THALES [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **COLAS, Gérard** [FR/FR]; Thales Intellectual Property, 31/33 Avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil cedex (FR). **PITOT,***En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

(54) Title: METHOD OF SELECTING AND SORTING PACKETS PROVIDED TO A PIECE OF EQUIPMENT BY A DATA PACKET TRANSMISSION NETWORK

(54) Titre : PROCEDE DE SELECTION ET DE TRI DE PAQUETS DE DONNEES.

(57) Abstract: The invention relates to a method, which is performed by a piece of equipment (1, 2) having access to one or more packet transmission networks (3, 4), of selecting and sorting packets concerning said equipment from the set of packets provided by the networks, said packets respecting at least two protocol layers or more. The inventive method comprises a selection and sorting process which, for address matching searches, employs two address directories successively. The first of said directories, or the lower level directory, comprises for elements the different possible combinations of values taken by the addressing information contained in the service information fields of the two first levels of protocols, while the second upper level directory comprises for elements the addressing information contained in the service information fields of the protocol levels greater than the second level. The elements from the first and second directories are connected by compatibility links which indicate which elements can be found simultaneously in the service information fields of one packet of interest to the equipment (1, 2).

(57) Abrégé : L'invention concerne la sélection et le tri, par un équipement(1, 2) ayant accès à un ou plusieurs réseaux de transmission par paquets (3, 4), des paquets le concernant, parmi l'ensemble des paquets mis à sa disposition par les réseaux, sachant que les paquets respectent au moins deux couches de protocoles sinon plus. Elle consiste en un procédé de sélection et de tri mettant en oeuvre successivement, pour des recherches de concordance d'adresses, deux annuaires d'adresses, le premier dit de niveaux inférieurs ayant pour éléments les différentes combinaisons possibles des valeurs prises par les informations d'adressage contenues dans les champs d'informations de service des deux premiers niveaux de protocoles, le deuxième dit de niveaux supérieurs ayant pour éléments les informations d'adressage contenues dans les champs d'informations de service des protocoles de niveaux supérieurs à deux, les éléments des premier et deuxième annuaires étant liés par des liens de compatibilité ciblant ceux qui peuvent se retrouver simultanément dans les champs d'informations de service d'un paquet intéressant l'équipement (1, 2).

WO 03/079632 A1

PROCEDE DE SELECTION ET DE TRI DE PAQUETS DE DONNEES

La présente invention est relative au traitement des messages échangés entre équipements par l'intermédiaire d'un ou plusieurs réseaux de transmission de données par paquets. Elle concerne plus particulièrement, le filtrage, par un équipement, de l'ensemble des paquets mis à sa disposition
5 par le ou les réseaux de transmission de données par paquets pour ne retenir que ceux appartenant à des messages dont l'équipement est destinataire et les diriger, dans l'équipement, vers un port de réception adéquat.

Les paquets modulent les signaux de transmission acheminés par
10 le milieu physique de transmission utilisé par un réseau. Ils sont constitués de datagrammes ou suites plus ou moins longues d'éléments binaires séparés en différents champs successifs dont un champ de données utiles encapsulant un message ou une partie de message constituant la charge marchande du réseau et des champs d'informations de service permettant
15 de router le paquet au sein du réseau et de préciser certaines caractéristiques du champ de données utiles pour faciliter son exploitation en sortie du réseau. Le format d'un paquet, c'est-à-dire la décomposition en champs, du datagramme qui le constitue, répond à des règles précises connues des participants au réseau et regroupées sous le terme de
20 protocole de couche physique ou encore protocole de premier niveau.

La charge marchande du réseau occupant le champ de données utiles d'un paquet constitue elle-même un datagramme. Elle peut être organisée, à son tour, en différents champs successifs dont un champ de données utiles et des champs d'informations de services intéressant le
25 routage de la charge marchande du réseau, au-delà du réseau lui-même, au sein d'un équipement raccordé. Son format répond également à des règles précises regroupées sous le terme de protocole de couche logique. On est alors en présence de deux couches de protocole à exploiter pour déterminer l'adresse complète de destination d'un paquet et en extraire les données
30 utiles. Il peut même arriver que la couche logique soit subdivisée et que l'on soit en présence de plus de deux couches de protocole, l'adresse de

destination du paquet étant précisée de couche de protocole en couche de protocole.

Parmi les réseaux de transmission de données par paquets concernés par l'invention, on peut citer les réseaux Ethernet utilisant, au premier niveau de la couche physique de transmission, un format de paquet ou trame répondant à un protocole "MAC (acronyme de l'anglo-saxon "Media Access Control"), défini dans les normes 802.3 et/ou 802.2 établies par l'Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Dans un paquet répondant au protocole MAC IEEE 802.3/802.2, il y a un champ de données utiles dit "champ de données Ethernet" et différents champs d'informations de service notamment, un dit "MAC Destination Address" et un autre dit "LLC" (acronyme de l'anglo-saxon "Logical Link Control") ou encore : "LPDU" (acronyme de l'anglo-saxon "Logical Protocol Data Unit"). Le champ d'informations de service MAC Destination Address identifie sur le réseau, le ou les équipements destinataires du paquet. Le champ d'informations de service LLC/LPDU renferme différentes informations sur le deuxième niveau correspondant à la couche immédiatement supérieure à la couche physique, dont l'identité du protocole utilisé pour le formatage du champ de données Ethernet.

Le protocole dit de deuxième niveau, utilisé pour le formatage d'un champ de données Ethernet peut être, soit un protocole propriétaire, spécifique aux équipements émetteur et récepteur mis en relation par le réseau de transmission de données Ethernet, soit un protocole standardisé, à plus large audience. Les protocoles standardisés utilisés le plus couramment pour le formatage d'un champ de données Ethernet sont les protocoles Internet répondant aux normes RFC émises par le DARPA (acronyme de l'anglo-saxon "Defense Advanced Research Project Agency") et, parmi ceux-ci, le protocole IP (acronyme de l'anglo-saxon "Internet Protocol") qui peut être utilisé seul ou en combinaison avec un troisième niveau de protocole tel le protocole TCP (acronyme de l'anglo-saxon "Transport Control Protocol"), le protocole UDP, (acronyme de l'anglo-saxon "User Datagram Protocol") ou encore le protocole ICMP (acronyme de l'anglo-saxon "Internet Control Message Protocol").

L'accès d'un équipement à un réseau de transmission de données se fait par l'intermédiaire d'un milieu physique assurant la propagation des

3

signaux de transmission au sein du réseau, souvent le milieu ambiant ou un câble électrique ou optique, d'une fonction émission-réception souvent référencée sous l'intitulé anglo-saxon de "Medium Dependant Interface and Physical Layer Device" et d'une fonction souvent référencée sous l'intitulé anglo-saxon de "Data Terminal Equipment".

La fonction émission-réception consiste, dans le sens de la réception, à recevoir les signaux du milieu de propagation et en extraire leur contenu binaire.

La fonction DTE consiste, dans le sens de la réception, à exploiter le contenu binaire des signaux reçus du réseau par l'entremise de la fonction émission-réception pour en extraire les messages intéressant l'équipement concerné et les diriger au sein de l'équipement, vers le ou les ports de réception adéquats.

Lorsque le réseau de transmission de données est de type à transmission par paquets, chaque signal empruntant le milieu de transmission transporte un paquet de données. La reconnaissance, dans les signaux parvenant du milieu de propagation, d'un paquet de données est du ressort de la fonction émission-réception qui a, à sa charge, outre l'extraction du contenu binaire des signaux reçus du réseau, la détection du début et de la fin de chaque paquet reçu.

La fonction DTE assure le stockage temporaire du flux de données binaire provenant de la fonction émission-réception entre la détection par cette dernière d'un début et d'une fin de paquet, le temps d'exploiter l'adresse de destination figurant dans les informations de service contenues dans le paquet pour, soit si le paquet intéresse l'équipement concerné, le sélectionner et diriger les données utiles qu'il renferme vers un ou plusieurs ports de réception de l'équipement concerné, soit si le paquet n'intéresse pas l'équipement concerné, le rejeter. Très souvent, la fonction DTE vérifie en outre l'intégrité des données contenues dans un paquet sélectionné.

La fonction émission-réception, qui est très dépendante des propriétés physiques du milieu de transmission, est, en général, confiée à un ou des circuits spécialisés placés au niveau d'une carte d'interface réseau montée dans l'équipement à raccorder au réseau tandis que la fonction DTE qui ne met en œuvre que des opérations logiques sur des données binaires

4

peut, soit faire l'objet d'une tâche accessoire confiée à un calculateur effectuant d'autres tâches dévolues à l'équipement raccordé au réseau, soit être confiée à un automate spécialisé à microprocesseur placé sur la carte d'interface réseau, au côté des circuits spécialisés assurant la fonction

5 émission-réception.

Lorsque les paquets mis à disposition de l'équipement par le ou les réseaux de transmission peuvent faire l'objet de plusieurs couches de protocole avec une adresse de destination répartie entre les champs d'informations de service de ces différentes couches de protocole, la fonction

10 DTE doit, pour chaque paquet mis à disposition, détecter les différentes couches de protocoles et les exploiter pour en extraire l'adresse de destination finale du paquet, puis comparer cette adresse de destination finale avec celles des différents ports de réception de l'équipement concerné pour ne retenir le paquet que lorsqu'il y a concordance de son adresse de

15 destination finale avec une ou plusieurs adresses de ports de réception de l'équipement concerné.

Pour réaliser ces opérations sur chaque paquet mis à disposition, il est habituel, pour une fonction DTE d'opérer en deux étapes : une première étape de détermination de l'adresse finale de destination du paquet par

20 détection de ses différentes couches de protocole et analyse des champs d'informations de service concernés par l'adresse finale de destination du paquet dans les différentes couches de protocole détectées, et, une deuxième étape de recherche des concordances de l'adresse finale de destination lue dans le paquet avec les adresses des différents ports de

25 réception de l'équipement rassemblées dans un annuaire d'adresses finales spécifique à l'équipement.

Le désir de diversification des réseaux de transmission de données, de standardisation des interfaces d'accès à ces réseaux et d'augmentation de la variété des messages échangés entre équipements

30 raccordés conduit à exiger de la fonction DTE une prise en compte de paquets de natures de plus en plus variées, pouvant mettre en œuvre divers protocoles de deuxième niveau et de troisième niveau ainsi qu'une prise en compte, pour un équipement, de ports de réception en plus grand nombre adaptés à la variété des messages. Il s'ensuit un accroissement de la

35 complexité d'une opération de lecture d'une adresse de destination finale de

5

paquet en raison de la multiplicité des protocoles à prendre en considération et une augmentation de la complexité de l'opération de recherche de concordance au niveau de l'annuaire d'adresses, par suite d'une augmentation de la longueur des adresses de destination finale de paquet et des adresses complètes de ports de réception imposée par la diversité des protocoles à traiter, et par suite d'une augmentation du nombre d'adresses stocké dans l'annuaire d'adresses finales, consécutive à l'accroissement du nombre de ports de réception d'un équipement.

De plus, dans les applications temps réel embarquées, des contraintes de qualité de service et de garantie d'acheminement des message vers les ports de réception dans un délai borné interdisent la création de latence en cas de saturation du réseau par un grand nombre de paquets de petite taille. Ceci impose à la fonction DTE de pouvoir traiter un paquet sur chaque voie entrante dans le temps nécessaire à la réception du paquet de taille minimale.

Tout cela concourt à une augmentation des capacités de calcul demandées à l'équipement raccordé ou à son interface d'accès au réseau pour la fonction DTE, accroissement qui est encore amplifié par l'augmentation constante des débits des réseaux.

Il y a donc un besoin de procédés permettant de remplir une fonction DTE avec un minimum de capacité de calcul.

La présente invention a pour but de répondre à ce besoin.

Elle a pour objet un procédé de sélection et de tri de paquets de données mis à disposition de cet équipement, par au moins un réseau de transmission de données par paquets employant un format de paquets pouvant répondre à trois niveaux de protocoles :

- un protocole de premier niveau correspondant à une couche physique de transmission de réseau, régissant le format général d'un paquet et imposant la présence dans un paquet, d'une part, d'un champ de données utiles dit de premier niveau et, d'autre part, de champs d'informations de service dits de premier niveau dont un dit adresse destinataire couche physique, affecté à une première adresse de destinataire et un autre affecté à un identifiant de protocole de deuxième niveau,

6

- 5 - un protocole de deuxième niveau régissant le format du champ de données utiles de premier niveau et pouvant imposer une partition du champ de données utiles de premier niveau en un champ de données utiles dit de deuxième niveau et en des champs d'informations de service dits de deuxième niveau dont un, dit adresse destinataire de deuxième niveau, est affecté à une deuxième adresse de destinataire, et un autre affecté à un identifiant de protocole de troisième niveau, ainsi que d'éventuels autres champs contrôlant la fragmentation de la charge marchande transportée par le second niveau de protocole en une ou plusieurs charges marchandes transportées par l'éventuel protocole de troisième niveau et
- 10
- 15 - un éventuel protocole de troisième niveau régissant le format du champ de données utiles de deuxième niveau et pouvant imposer une partition du champ de données utiles de deuxième niveau en un champ de données utiles dit de troisième niveau et en des champs de données de service dont certains peuvent n'exister que dans le premier des fragments véhiculant la charge marchande du protocole de second niveau.
- 20

Ce procédé est remarquable en ce qu'il consiste à :

- 25 - constituer un annuaire d'adresses dit de niveaux inférieurs rassemblant, sous forme d'une liste d'éléments, les différentes valeurs prises par les informations d'adressage apparaissant dans les champs d'informations de service des protocoles des deux premiers niveaux lorsqu'elles concernent l'équipement,
- 30 - constituer un annuaire d'adresses dit de niveaux supérieurs rassemblant, sous forme d'une liste d'éléments, les différentes valeurs prises par les informations d'adressage apparaissant dans les champs d'informations de service des protocoles de niveaux supérieurs au deuxième niveau lorsqu'elles concernent l'équipement,
- 35 - établir, pour chaque élément de la liste de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs, un lien de compatibilité avec un ou plusieurs éléments de la liste de l'annuaire d'adresses

7

de niveaux supérieurs, ce lien de compatibilité signalant la possibilité, pour deux éléments liés de se retrouver simultanément dans les champs d'informations de service d'un même paquet,

- 5 - établir pour chaque élément de la liste de l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs, un lien d'affectation à au moins un port de réception de l'équipement, et

pour chaque paquet mis à disposition de l'équipement par les réseaux de transmission de données :

- 10 - lire les informations d'adressage contenues dans les champs d'informations de service des protocoles des premier et deuxième niveaux,
- rechercher une concordance entre les informations d'adressage lues dans les champs d'informations de service des protocoles des premier et deuxième niveaux et un élément
- 15 de la liste de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs,

en l'absence d'élément concordant,

- rejeter le paquet,

en présence d'un élément concordant,

- 20 - prendre en considération le lien de compatibilité de l'élément concordant pour rechercher dans la liste des éléments de l'annuaire d'adressage des niveaux supérieurs, les éléments compatibles
- lire les informations d'adressage contenues dans les champs
- 25 d'informations de service des protocoles de niveaux supérieurs au deuxième,

lorsque des informations d'adressage contenues dans les champs d'informations de service des protocoles de niveaux supérieurs au

30 deuxième sont présentes,

- rechercher une concordance entre ces informations et un des éléments compatibles de la liste de l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs,

35 en l'absence d'éléments concordant,

8

- rejeter le paquet,

en présence d'un élément concordant,

- sélectionner le paquet mis à disposition,
- 5 - prendre en considération le lien d'affectation de l'élément concordant,
- adresser les données utiles du paquet aux ports de réception de l'équipement désignés par le lien d'affectation, et
- 10 - créer, s'il n'existe pas déjà, un descripteur de message alloué établissant une relation entre les ports de réception désignés par le lien d'affectation, le lien de compatibilité et la valeur d'un éventuel champ d'information de service de second niveau affecté à une identification de fragment de message pour permettre de réconcilier ultérieurement, les fragments entrants
- 15 ne possédant pas champs d'informations de service des protocoles de niveaux supérieurs au deuxième,

lorsque des informations d'adressage contenues dans les champs d'informations de service des protocoles de niveaux supérieurs au

20 deuxième ne sont pas présentes,

- rechercher parmi les descripteurs de messages alloués ouverts une concordance au niveau du lien de compatibilité et de la valeur d'un éventuel champ d'information de service de second niveau affecté à une identification de fragment de message,

25 en l'absence d'éléments concordant,

- rejeter le paquet,

en présence d'un élément concordant,

- sélectionner le paquet mis à disposition,
- 30 - prendre en considération le lien d'affectation de l'élément concordant,
- adresser les données utiles du paquet aux ports de réception de l'équipement désignés par le lien d'affectation, et
- rechercher dans les champs d'informations de service du
- 35 second niveau du paquet une information de fin de message

permettant de mettre un terme au descripteur de message alloué considéré.

5 Avantageusement, les recherches de concordance sont faites, au sein des listes d'éléments des l'annuaires d'adresses de niveaux inférieurs et de niveaux supérieur, en suivant une méthode dichotomique dans des listes préalablement ordonnées, ce qui permet de garantir un temps de recherche minimal et borné.

10 Avantageusement, les éléments de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs sont stockés dans une première table, leurs adresses au sein de cette table identifiant les liens de compatibilité qui leurs sont associés.

15 Avantageusement, les éléments de l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs sont stockés au sein d'une deuxième table, chacun d'eux étant associé, au sein de cette deuxième table, à un lien de compatibilité et à un lien d'affectation.

20 Avantageusement, lorsque la réception de paquets se fait sur plusieurs voies redondantes, la recherche d'un descripteur de message alloué se fait sur toutes les voies pour tenir compte du fait que le paquet initial ayant provoqué la création du descripteur de message alloué peut
25 avoir été reçu préalablement sur une autre voie.

 Avantageusement, lorsque le réseau est un réseau Ethernet avec des paquets respectant un protocole de premier niveau de type MAC et un protocole de deuxième niveau de type IP, chaque élément de l'annuaire
30 d'adresses de niveaux inférieurs renferme au moins une valeur particulière du champ d'adresse destinataire MAC et une valeur particulière du champ d'adresse destinataire IP.

 Avantageusement, lorsque le réseau est un réseau Ethernet avec
35 des paquets respectant un protocole de premier niveau de type MAC

10

imposant, parmi les champs de service d'un paquet, un champ identifiant les protocoles respectés par les paquets aux niveaux supérieurs et un protocole de deuxième niveau de type IP, chaque élément de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs renferme au moins une valeur particulière du champ d'adresse destinataire MAC, une valeur particulière du champ d'adresse destinataire IP et un drapeau d'invalidation de la valeur particulière du champ adresse destinataire IP en cas de non reconnaissance d'un protocole de deuxième niveau type IP.

Avantageusement, lorsque le réseau est un réseau dupliqué constitué de deux réseaux Ethernet indépendants ayant chacun un accès à l'équipement, chacun des deux réseaux Ethernet ayant des paquets respectant un protocole de premier niveau de type MAC et un protocole de deuxième niveau de type IP, et lorsque l'équipement est en mesure d'identifier le ou les réseaux de provenance du paquet, chaque élément de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs renferme au moins une valeur particulière du champ d'adresse destinataire MAC, une valeur particulière du champ d'adresse destinataire IP, un identifiant du ou des réseaux de provenance du paquet compatible avec ces valeurs particulières de champ d'adresse destinataire MAC et IP, et un drapeau de validation de l'identifiant du ou des réseaux de provenance.

Avantageusement, lorsque les paquets du réseau respectent un protocole de premier niveau de type MAC imposant, parmi les champs de service d'un paquet, un champ identifiant les protocoles respectés par les paquets au deuxième niveau, un protocole de deuxième niveau de type IP et un protocole de troisième niveau appartenant à un groupe de protocoles contenant les protocoles UDP et TCP, chaque élément de l'annuaire de niveaux supérieurs renferme au moins une valeur particulière de champ d'adresse UDP/TCP de port destinataire et un double drapeau de validation de la valeur particulière de champ d'adresse UDP/TCP de port destinataire identifiant, par la même occasion, un protocole de troisième niveau compatible avec la valeur particulière de champ d'adresse UDP/TCP de port destinataire.

11

Avantageusement, lorsque le réseau est un réseau dupliqué constitué de deux réseaux Ethernet indépendants ayant chacun un accès à l'équipement, chacun des deux réseaux Ethernet ayant des paquets respectant un protocole de premier niveau de type MAC, un protocole de
5 deuxième niveau de type IP et un protocole de troisième niveau appartenant à un groupe de protocoles contenant les protocoles UDP et TCP, et lorsque l'équipement est en mesure d'identifier le ou les réseaux de provenance du paquet, chaque élément de l'annuaire de niveaux supérieurs renferme au moins une valeur particulière de champ d'adresse UDP/TCP de port
10 destinataire, un double drapeau de validation de la valeur particulière du champ d'adresse UDP/TCP de port destinataire identifiant, par la même occasion, un protocole de troisième niveau compatible avec la valeur particulière de champ d'adresse UDP/TCP de port destinataire, un identifiant du ou des réseaux de provenance du paquet compatibles avec cette valeur
15 particulière de champ d'adresse UDP/TCP de port destinataire, et un drapeau de validation de l'identifiant du ou des réseaux de provenance.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description ci-après d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple.
20 Cette description sera faite en regard du dessin dans lequel :

- une figure 1 est un schéma montrant deux équipements communiquant entre eux par l'intermédiaire de deux réseaux de transmission de données distincts, l'un des équipements ayant sa structure plus détaillée pour faire apparaître la
25 constitution de ses accès aux réseaux,
- une figure 2 détaille un format de paquet utilisé par les réseaux de transmission de données montrés à la figure 1,
- une figure 3 est un diagramme illustrant une décomposition possible, en étapes élémentaires, des opérations de sélection et de tri qui doivent être menées par un équipement parmi les
30 informations passant à sa portée, au niveau de ses accès à des réseaux de transmission,
- des figures 4 et 5 montrent les compositions des éléments de deux annuaires d'adresses, l'un dit de niveaux inférieurs et
35 l'autre dit de niveaux supérieurs, utilisés pour des recherches

12

de concordance lors des opérations de sélection et de tri dont le déroulement est illustré à la figure 3,

- une figure 6 représente une liste d'allocation de descripteurs de message associé à un lien de compatibilité donné permettant la réconciliation de l'identificateur de fragment avec le numéro de port de réception, et
- une figure 7 est un diagramme illustrant la succession des étapes de sélection et de tri de paquets dans le cas d'un protocole de rang supérieur de type UDP et pour une réception non redondante

Sur la figure 1, deux équipements I, II indexés par 1, 2 sont plus ou moins éloignés et communiquent entre eux travers de deux réseaux de transmission distincts Na, Nb indexés par 3, 4. Chaque équipement 1, 2 est pourvu d'un circuit principal 10 exécutant les tâches fondamentales pour lesquelles il a été conçu et d'un interface réseau 11 contrôlant les accès du circuit principal 10 de l'équipement aux deux réseaux de transmission Na, Nb 3, 4.

Dans le sens réception, qui sera le seul décrit par la suite, l'interface réseau 11 a les tâches de détecter les messages parvenant aux accès réseaux de l'équipement 1, de sélectionner, parmi les messages détectés sur les accès réseaux, ceux intéressant réellement l'équipement et de trier les messages sélectionnés en fonction de leurs natures afin de les présenter de manière ordonnée au circuit principal 10 de l'équipement 1.

La détection des messages, au niveau des accès aux réseaux 3, 4 sur les milieux physiques de propagation utilisés par les réseaux 3, 4 et leurs mises sous forme binaire est le fait de circuits analogiques de réception PHY A, PHY B indexés par 110, 111 dont la composition est très dépendante des caractéristiques des milieux de propagation des réseaux. La sélection, parmi les messages détectés sur les accès de l'équipement 1 aux réseaux de transmission 3, 4 et mis sous forme binaire par les circuits analogiques de réception 110, 111 de messages intéressants l'équipement 1 ainsi que leur tri en fonction de leur nature, mettent en œuvre des traitements purement logiques de types séquentiel et/ou combinatoire, qui peuvent être réalisés, comme représenté, à l'aide d'un automate logique à microprocesseur 112

13

mettant à contribution une mémoire vive de travail 113 et une mémoire vive de courrier 114. La mémoire vive de travail 113 sert au stockage temporaire des éléments binaires des messages détectés sur les accès réseau de l'équipement 1, par les circuits analogiques de réception 110, 111 le temps
5 des opérations de sélection et de tri. La mémoire courrier 114 recueille dans différentes cases appelées ports de réception, les messages résultant de la sélection, triés par natures. Elle est destinée à servir de boîte aux lettres de réception pour le circuit principal 10 de l'équipement 1 qui peut la consulter directement ou au travers de l'automate logique 112.

10

Dans le cadre d'un réseau de transmission de données par paquets, les messages acheminés, au niveau du milieu physique utilisé pour la transmission au sein du réseau, le milieu ambiant (transmission sans fil) ou des câbles électriques ou optiques (transmission par fil), ont la forme de
15 paquets constitués de suites d'éléments binaires ou datagrammes modulant un signal de transmission et circulant l'un derrière l'autre sur les liaisons de transmission du réseau.

Le datagramme constituant un paquet renferme des données utiles ou charge marchande du réseau et des informations de service permettant le routage du paquet au sein du réseau de transmission et le
20 signalement de certaines caractéristiques du paquet utiles à son exploitation dans les équipements destinataires. Son format ou organisation répond à des règles précises dites protocole de couche physique ou de premier niveau, connues de tous les participants au réseau. Les données utiles d'un
25 paquet sont rassemblées dans un champ dit de données utiles lui-même soumis à une organisation précise, connue des équipements destinataires, souvent du même genre que celle d'un paquet, avec à nouveau, un champ de données utiles et des champs d'informations de service. Cette organisation du champ de données utiles d'un paquet répond à des règles
30 dites protocole de couche logique ou de deuxième niveau. Le champ de données utiles défini par le protocole de deuxième niveau peut lui-même avoir un format défini par un protocole de troisième niveau et ainsi de suite, de sorte que l'on se retrouve souvent avec un format de paquet respectant plusieurs couches de protocoles.

14

Dans le cadre le plus général, les réseaux de transmission de données par paquets 3, 4 acheminent plusieurs variétés des paquets se distinguant par leurs formats qui ne respectent pas, à un niveau ou un autre, les mêmes types de protocoles et les équipements raccordés 1, 2 sont
5 intéressés par plusieurs variétés de paquets. Dans ce cadre, les paquets mis à disposition d'un équipement 1, 2 par les réseaux 3, 4 et intéressant cet équipement 1, 2 doivent être triés par l'automate 112 en fonction de leur variété d'appartenance et se retrouver dans la mémoire courrier 114, dans des files de stockage distinctes appelées par la suite ports de réception.

10

La sélection, parmi les paquets détectés sur les accès d'un l'équipement 1, 2 aux réseaux de transmission 3, 4 et mis sous forme binaire par les circuits analogiques de réception 110, 111, des paquets intéressants l'équipement 1, 2 ainsi que leur tri en fonction de leur nature par l'automate
15 112 sont basés sur :

- une affectation d'adresses réseaux spécifiques à chaque équipement 1, 2 raccordé et mises à disposition de tous les participants aux réseaux,
- une affectation d'adresses équipement spécifiques à chaque
20 ports de réception de la mémoire courrier d'un équipement,
- la présence, dans chaque paquet, d'informations de service permettant de connaître la ou les adresses réseaux du ou des équipements destinataires, et, au sein du ou des équipements destinataires, la ou les adresses équipement du ou des ports
25 de réception concernés, et
- une recherche de concordance entre l'adresse réseau et l'adresse équipement du ou des destinataires, extraite des champs d'informations de service d'un paquet et l'adresse réseau de l'équipement concerné et une adresse équipement
30 des ports de réception de l'équipement concerné.

Habituellement, la recherche de concordance entre l'adresse du destinataire figurant dans les informations de service du paquet et l'adresse réseau de l'équipement concerné, et les adresses équipement des ports de réception de cet équipement se fait, soit, par étapes, de manière progressive,
35 soit globalement.

La manière progressive consiste à prendre en compte séparément les différentes couches de protocole d'un paquet en commençant par le protocole de premier niveau de la couche physique. La prise en compte de chaque protocole consiste à extraire des champs d'informations de service du protocole considéré les informations sur l'adresse destinataire qui s'y trouvent, à rechercher une concordance avec un annuaire rassemblant les diverses valeurs qu'elles peuvent prendre lorsque le paquet est destiné à un ou plusieurs ports de réception de l'équipement concerné et à rejeter le paquet en l'absence de concordance ou passer à l'exploitation du protocole de niveau immédiatement supérieur en présence d'une concordance. L'annuaire consulté à chaque niveau de protocole est spécifique à ce niveau et partagé en sous-ensembles d'éléments liés aux éléments de l'annuaire de niveau immédiatement inférieur. On extrait ainsi du paquet une adresse destinataire de plus en plus dégrossie jusqu'à parvenir à l'adresse exacte, réseaux et équipement, du ou des ports de réception destinataires.

La manière globale consiste à extraire une adresse destinataire complète, réseaux et équipement, des informations de service de l'ensemble des protocoles de différents niveaux appliqués au paquet et à comparer cette adresse destinataire complète avec un unique annuaire renfermant les adresses complètes, équipement et réseaux, des ports de réception de l'équipement concerné.

La méthode progressive a l'avantage de permettre de décomposer la recherche de concordance par dichotomie avec, à chaque étape, une consultation d'un annuaire d'adresses renfermant un petit nombre d'adresses partielles et simplifiées réduisant la complexité des opérations de comparaison à la base d'une recherche de concordance mais elle multiplie les étapes intermédiaires tandis que la méthode globale à l'avantage d'être directe mais nécessite la consultation d'un unique annuaire pouvant renfermer un grand nombre d'adresses complètes, réseaux et équipement, pouvant donner lieu à un nombre important d'opérations complexes de comparaison. Les deux méthodes ont l'inconvénient de nécessiter une puissance de calcul importante lorsque le débit des réseaux de transmission est élevé.

On propose ici une méthode médiane consistant à considérer les protocoles de premier et deuxième niveaux comme un tout formant un super-

16

protocole, les protocoles de niveaux supérieurs au deuxième comme un autre tout formant un autre super-protocole et à appliquer la méthode progressive au niveau des super-protocoles ce qui limite ses étapes au nombre de deux. Cette approche se justifie d'autant plus lorsque les
5 informations de service des protocoles de rang élevé peuvent ne pas être présents dans le paquet du fait, notamment, de la fragmentation en plusieurs paquets de la charge marchande du protocole de second niveau

On détaille ci-après l'application de cette méthode médiane de sélection et de tri à un format de paquet utilisé par les réseaux 3, 4
10 respectant, au premier niveau, celui de la couche physique, un protocole Ethernet MAC répondant aux normes IEEE802.3, au deuxième niveau, un protocole Internet IP, préférablement dans sa version 4, avec, au troisième niveau, plusieurs possibilités de protocole, soit un protocole propriétaire, soit encore, un protocole Internet de type TCP, UDP ou ICMP.

15

La figure 2 détaille le format d'un tel paquet dans le cas d'un protocole de troisième niveau de type Internet UDP. Le format global du paquet imposé par le protocole de premier niveau de type MAC apparaît dans le tableau supérieur 5. Le format du champ de données utiles Ethernet
20 constituant la charge marchande du réseau, qui est imposé par le protocole de deuxième niveau de type Internet IP, est illustré par le tableau médian 6. Celui du champ de données utile IP ou charge marchande IP imposé par le protocole de troisième niveau de type Internet UDP est illustré par le tableau inférieur 7.

25

Comme le montre le tableau supérieur 5 de la figure 2, le protocole Ethernet MAC impose, au datagramme d'un paquet, de comporter un champ de données utiles 5a de longueur comprise entre quarante-cinq et quinze cents octets, précédé d'une entête dite entête MAC 5b de vingt-
30 quatre octets dédiée à des informations de service du premier niveau, celui de la couche physique, et suivi d'un code redondant cyclique 5c aussi appelé FCS (acronyme de l'anglo-saxon "Frame Control Sequence") occupant quatre octets et portant sur la totalité du paquet préambule excepté.

L'entête MAC 5b se compose d'un préambule 50 de huit octets servant à la synchronisation, les paquets étant transmis de manière
35 asynchrone, suivi d'une adresse MAC destinataire 51 de six octets, d'une

17

adresse MAC expéditeur 52 de six octets et d'une information de service 53 sur deux octets, consacrée soit à la longueur du paquet en octets si sa valeur est inférieure à 1536, soit au type, c'est-à-dire au protocole de deuxième niveau respecté par le champ de données utiles MAC 5a, lorsque sa valeur est supérieure à 1536. Lorsque le champ de données utiles MAC respecte un protocole IP, la valeur attendue de l'information de service 53 est 0800 en hexadécimal.

Lorsque, comme supposé, le champ de données utiles MAC 5a d'un paquet respecte un protocole IP, l'entête MAC 5b renfermant une information de type 53 ayant la valeur hexadécimale 0800, le datagramme qui le compose est à son tour décomposé, comme le montre le tableau médian 6 de la figure 2, en un champ de données utiles IP 6a constituant la charge marchande au niveau du protocole IP, précédé d'une entête 6b dite entête IP. Dans l'exemple décrit, cette entête correspond à un protocole IPV4 sans champs optionnels et occupe vingt octets consacrés à des informations de service concernant le deuxième niveau, celui du protocole IP souvent désigné couche logique de transport.

L'entête IP 6b comporte un premier champ d'informations de service 60, d'une longueur d'un demi-octet, identifiant la version utilisée du protocole IP et ayant, pour la version 4, la valeur binaire attendue 0100. Ce premier champ d'informations de service 60 est suivi par un ensemble 61 de sept autres champs d'informations de service occupant huit octets et demi parmi lesquelles un champ identificateur de fragment 66 de 2 octets permettant à la couche IP en réception de réconcilier tous les paquets appartenant à un même message, un champ « fragment Offset » 67 de 13 bit permettant de réordonner les bribes d'information contenues dans les paquets réconciliés et un drapeau MF 68 signalant en prenant la valeur zéro que le paquet correspond à un fragment final de message, puis par un champ d'information de service 62, d'une longueur de un octet, identifiant le protocole de troisième niveau respecté par le champ de données utiles IP 6a. Lorsque, comme supposé ici, le champ de données utiles IP 6a respecte le protocole Internet UDP, la valeur attendue de l'information de service 62 est 17 en décimal. A la suite du champ d'information de service 62 identifiant le protocole de troisième niveau on trouve un autre champ d'informations de service 63, d'une longueur de deux octets, puis un champ d'informations de

18

service 64, d'une longueur de quatre octets consacré à une adresse IP expéditeur et un champ d'informations de service 65, d'une longueur de quatre octets, consacré à une adresse IP destinataire.

5 Lorsque, comme supposé, le champ de données utiles IP 6a respecte un protocole UDP, l'entête IP 6b renfermant un identifiant de protocole de troisième niveau 62 ayant la valeur décimale 17, le datagramme qui le compose est à son tour décomposé, comme le montre le tableau inférieur 7 de la figure 2, en un champ de données utiles UDP 7a constituant la charge marchande au niveau du protocole UDP, précédé d'une entête 7b
10 dite entête UDP de huit octets consacrée à des informations de service concernant le troisième niveau, celui du protocole UDP souvent désigné couche logique de réseau. L'information contenue par l'entête 7b n'est présente que dans les paquets correspondant au premier fragment d'une charge marchande IP fragmentée. De tels paquets sont identifiables par
15 champ « fragment offset » (67) nul.

L'entête UDP 7b comporte un premier champ d'informations de service 70, d'une longueur de deux octets, consacré à une adresse UDP expéditeur identifiant un port d'émission dans l'équipement expéditeur d'où provient la charge marchande contenue dans le champ de données UDP 7a,
20 suivi d'un deuxième champ d'informations de service 71, d'une longueur de deux octets, consacré à une adresse UDP destinataire identifiant un port de réception dans l'équipement destinataire et d'un ensemble 72 de deux autres champs d'informations de service occupant les quatre octets restants.

25 Un équipement 1, 2 intéressé par la variété de paquets respectant les couches de protocoles MAC/IPv4/UDP dont le format vient d'être détaillé à la figure 2 et par les autres variétés de paquets également présentes qui sont : la variété de paquet respectant les couches de protocoles MAC/IPv4/TCP et celle respectant les couches de protocole
30 MAC/IPv4/ICMP, doit comporter dans sa mémoire courrier 114, au moins un port de réception affecté à chacune de ces catégories de paquets. En outre, il peut comporter d'autres ports de réception pour les paquets qui lui sont adressés mais dont les trois niveaux de protocole ne peuvent être complètement exploités, soit parce que leur protocole de deuxième niveau

19

n'est pas de type IPv4, soit parce que leur protocole de troisième niveau ne correspond ni au protocole UDP, ni au protocole TCP, ni au protocole ICMP.

Les opérations de sélection et de tri consistent alors, pour l'interface réseau 11 d'un équipement 1, 2 à sélectionner dans les paquets mis à disposition de l'équipement 1, 2 par les réseaux 3, 4 ceux qui lui sont destinés et à les diriger, en fonction de leur variété, vers le ou les ports de réception adéquats de la mémoire courrier 114 de l'équipement. Elles sont menées par l'automate 112 de l'interface réseau d'un équipement 1, 2 sur les versions binaires ou datagrammes des paquets mises dans la mémoire de travail 113 par les circuits analogiques de réception 110, 111 intercalés devant les accès de l'équipement 1, 2 aux réseaux 3, 4.

Comme les circuits analogiques de réception 110, 111 exploitent, pour repérer les début et fin de paquet, le préambule (50 figure 2) de l'entête et le champ final 5c de code redondant cyclique du protocole Ethernet MAC appliqué au premier niveau de la couche physique, ils assurent implicitement un premier filtrage et ne mettent en mémoire de travail 113 que des datagrammes dont le format correspond à un protocole Ethernet MAC.

Le respect d'un protocole Ethernet MAC de premier niveau par les datagrammes de paquets fournis par les circuits analogiques de réception 110, 111 étant assuré, les opérations de sélection et de tri effectuées par l'automate 112 débutent, comme représenté sur le diagramme logique de la figure 3, par une vérification 21 de l'utilisation d'un protocole de deuxième niveau de type IP. Cette vérification 21 est faite en contrôlant la valeur de l'identifiant du protocole de deuxième niveau du paquet figurant, en entête de paquet, dans le champ d'informations de service (53 figure 2) du protocole Ethernet MAC consacré au type, identifiant qui doit valoir 0800 en hexadécimal pour que le protocole de deuxième niveau soit bien de type IP.

Lorsque la vérification 21 échoue, impliquant que le paquet n'utilise pas au deuxième niveau un protocole IP, le paquet est soumis à une recherche de concordance 23 entre la valeur du champ d'informations de services consacrés à l'adresse MAC destinataire (51 figure 2) et celles des adresses MAC destinataire affectées à l'équipement concerné. En l'absence de concordance le paquet est rejeté. En présence d'une concordance, le datagramme figurant dans le champ de données utiles (6a figure 2) est

20

déposé dans un port de réception particulier 24 de la mémoire courrier 114, dit port de réception Ethernet brut.

Lorsque la vérification 21 est positive, démontrant l'utilisation par le paquet, au deuxième niveau, d'un protocole IP, le paquet est soumis à une
5 recherche de concordance 25 entre la combinaison des valeurs des champs d'informations de services consacrés à l'adresse MAC destinataire (51 figure 2) et à l'adresse IP destinataire (65 figure 2) et les combinaisons d'adresses MAC destinataire et IP destinataire affectées à l'équipement concerné. Il est rejeté en l'absence de concordance. Par contre, si une concordance est
10 trouvée, il est soumis à une identification 26 du protocole de troisième niveau utilisé par le paquet.

Cette identification de protocole de troisième niveau se fait par scrutation de la valeur prise par l'identifiant de protocole de troisième niveau figurant, en entête de paquet, dans le champ d'informations de service (62
15 figure 2) du protocole IP.

Lorsque l'identifiant de protocole de troisième niveau présent dans l'entête de paquet a la valeur 17 en décimal correspondant à un protocole UDP, une étude de fragmentation de message se superpose à la recherche
20 d'un port destinataire car seul un paquet correspondant à un premier fragment d'un message est pourvu d'une adresse destinataire UDP.

Cette étude de fragmentation se fait par analyse des champs identificateur de fragment, fragment Offset et drapeau de fragment final (66, 67, 68 figure 2).

25 Si l'analyse 27 du champ fragment Offset montre qu'il a la valeur zéro indiquant que le paquet est un premier fragment de message contenant une adresse destination UDP, le paquet est soumis à une recherche de concordance 28 entre la valeur du champ d'informations de services du paquet consacré à l'adresse UDP de port destinataire (71 figure 2) et celles
30 des adresses UDP destinataire affectées à un ou plusieurs ports de réception réservés au protocole UDP dans la mémoire courrier 114 l'équipement concerné. Lorsque la recherche de concordance échoue, le paquet est rejeté. Par contre, à la première concordance trouvée, il y a allocation 29 d'un descripteur de message au paquet si un tel descripteur
35 n'existe pas déjà, et dépôt du datagramme du champ de donnée utiles du

21

paquet dans le port de réception 30 dans la mémoire courrier 114 de l'équipement, dont l'adresse correspond à l'adresse UDP de port destinataire du paquet.

Un descripteur de message établit la relation entre tous les
5 paquets respectant les couches de protocoles UDP/IPv4/MAC et ayant même valeur d'identificateur de fragment. Il est stocké, avec ses congénères dans la mémoire de travail. Créé avec un paquet correspondant à un premier fragment de message, il est détruit avec le paquet correspondant au dernier fragment de message signalé par un drapeau de fin de message MF (68,
10 figure 2) ayant la valeur zéro.

Par simplification, les ports de réception UDP ont été symbolisés sur la figure 3 par un seul port de réception référencé port de réception UDP et indexé par le chiffre 30.

Si l'analyse 27 du champ de fragment d'Offset montre qu'il a une
15 valeur différente de zéro indiquant que le paquet n'est pas un premier fragment de message et ne comporte donc pas d'adresse UDP destinataire, le paquet est soumis à une recherche d'appartenance à un message destiné à l'équipement, par recherche 31 d'un identificateur de message alloué à la valeur prise par son champ d'identification de fragment (66 figure 2). Si
20 aucun identificateur de message a été alloué, le paquet est rejeté. Si un identificateur de message a été alloué, le datagramme du champ de données utiles du paquet est déposé dans le port de réception de l'équipement désigné par le descripteur de message

25 Lorsque l'identifiant de protocole de troisième niveau présent dans l'entête de paquet a la valeur 6 en décimal correspondant à un protocole TCP, le paquet subit une analyse analogue à celle pratiquée pour un protocole de troisième niveau UDP, le datagramme de son champ de données utiles étant déposé, en cas de résultat favorable de l'analyse, dans
30 un ou plusieurs ports de réception réservés au protocole TCP dans la mémoire courrier 114 de l'équipement. Par simplification, les ports de réception TCP ont été symbolisés sur la figure 3 par un seul port de réception référencé port de réception TCP et indexé par le chiffre 32.

22

Lorsque l'identifiant de protocole de troisième niveau présent dans l'entête de paquet a la valeur 1 en décimal correspondant à un protocole ICMP, le datagramme du champ de données utiles du protocole ICMP est déposé dans un port de réception particulier 33 dit port de réception ICMP, sans recherche préalable de concordance d'adresse destinataire car ce
5 protocole n'en précise pas.

Lorsque l'identifiant de protocole de troisième niveau présent dans l'entête de paquet n'a aucune des trois valeurs précédentes signalant
10 l'utilisation par le paquet d'un protocole de troisième niveau ne correspondant à aucun des protocoles précédents UDP, TCP ou ICMP, le champ de données utiles du protocole IP (6a figure 2) est déposé dans un port de réception particulier 33 dit port de réception IP brut.

15 Lors des opérations de sélection et de tri effectuées sur un paquet conformément au diagramme logique de la figure 2, il y a toujours une première recherche de concordance effectuée soit sur l'adresse MAC Destinataire (23) soit sur une combinaison des adresses MAC Destinataire et IP Destinataire (25) figurant dans l'entête du paquet et éventuellement une
20 deuxième recherche de concordance effectuée sur l'adresse UDP/TCP de port destinataire (27, 29) lorsqu'elle figure dans l'entête du paquet.

Pour faciliter et accélérer les exécutions de ces recherches de concordance, on met à contribution, dans chaque équipement, deux annuaires d'adresses, l'un dit des niveaux inférieurs, l'autre dit des niveaux
25 supérieurs stockés dans deux tables placées dans la mémoire de travail 113.

L'annuaire d'adresses des niveaux inférieurs répertorie les adresses MAC Destinataire et les combinaisons d'adresses MAC Destinataire et IP Destinataire qui peuvent se retrouver dans l'entête d'un paquet destiné à l'équipement considéré.

30 L'annuaire d'adresses des niveaux supérieurs répertorie les adresses UDP/TCP de port destinataire qui peuvent se retrouver dans l'entête d'un paquet destiné à l'équipement considéré, et des adresses UDP/TCP fictives de port destinataire utilisées comme sorties d'annuaire en l'absence de deuxième recherche de concordance. Au sein de la table qui
35 stocke cet annuaire d'adresses de niveaux supérieurs, chaque adresse

UDP/TCP fictive ou non de port destinataire est accompagnée d'un lien de compatibilité et d'un lien d'affectation.

Un lien de compatibilité cible, dans l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs, une adresse MAC Destinataire ou une combinaison
5 d'adresses MAC Destinataire et IP Destinataire. Pris dans leur ensemble, les liens de compatibilité ciblent tous les éléments de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs et constituent un accès à l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs depuis les éléments de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs. Par commodité, un lien de compatibilité est identifié par l'adresse
10 MAC/IP N° de l'élément qu'il cible dans l'annuaire d'adresse de niveaux inférieurs. Un lien de compatibilité peut être identifié d'une autre manière mais il faut alors qu'il soit associé explicitement à chaque élément de l'annuaire d'adresse de niveaux inférieurs au sein de la table qui stocke cet annuaire.

15 Le lien de compatibilité d'une adresse UDP/TCP non fictive de port destinataire cible la ou les combinaisons d'adresse MAC Destinataire et IP Destinataire avec lesquelles cette adresse UDP/TCP de port destinataire peut se retrouver dans l'entête d'un paquet. Le lien de compatibilité d'une adresse UDP/TCP fictive de port destinataire cible, dans l'annuaire
20 d'adresses de niveaux inférieurs, soit une ou plusieurs adresses MAC destinataire non combinées avec une adresse IP destinataire, soit une ou plusieurs combinaisons d'adresses MAC Destinataire et IP Destinataire.

Un lien d'affectation identifie la ou les adresses d'un ou plusieurs ports de réception au sein de la mémoire courrier 114 de l'équipement
25 considéré.

Comme une deuxième recherche de concordance sur les adresses UDP/TCP de port destinataire suit nécessairement une première recherche de concordance sur les combinaisons autorisées d'adresses MAC Destinataire et IP Destinataire, la présence des liens de compatibilité mettant
30 en relation tous les éléments de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs avec des éléments de l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs permet de réduire le domaine de la deuxième recherche de concordance aux seuls éléments de la liste de l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs présentant un lien de compatibilité ciblant le premier élément de l'annuaire

24

d'adresses de niveaux inférieurs apparu comme concordant lors de la première recherche de concordance.

La première recherche de concordance se fait en passant en revue les éléments de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs, regroupés par valeurs d'adresse MAC destinataire, un groupe d'éléments correspondant à une même valeur d'adresse MAC Destinataire débutant toujours par une adresse MAC isolée pour qu'il donne lieu à la première concordance détectée en cas d'une recherche de concordance sur la seule adresse MAC Destinataire (23 figure2). Cette première concordance sur une valeur d'adresse MAC isolée dans l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs mènera par le lien de compatibilité, dans l'annuaire d'adresse de niveaux supérieurs, à une adresse UDP/TCP fictive de port destinataire puis, par le lien d'affectation de cette adresse UDP/TCP fictive de port destinataire, à un ou plusieurs ports de réception de la mémoire courrier 114 l'équipement.

La deuxième recherche de concordance se fait d'une manière analogue à la première, en passant en revue les éléments de l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs.

La figure 4 détaille la composition d'un élément 8 de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs d'un équipement. Cet élément 8 comporte au moins trois champs d'informations : un premier champ d'informations 80 contenant une adresse MAC Destinataire affectée à l'équipement, un deuxième champ d'informations 81 contenant une adresse IP destinataire, soit réellement affectée à l'équipement, en ce sens qu'elle peut se retrouver, en combinaison avec l'adresse MAC destinataire occupant le champ d'informations 80, dans une entête de paquet intéressant l'équipement, soit fictive, et un troisième champ d'informations 82 renfermant un drapeau I signalant la nature réelle ou fictive de l'adresse IP destinataire contenue dans le champ d'information 81. Dans le cas d'une recherche dichotomique, le champ 82 participe à la recherche et doit être comparé à un décodage approprié du champ type (53) et éventuellement du champ version IP (60) lors de la recherche de concordance.

Lorsque l'adresse IP destinataire contenue dans le champ d'informations 81 est signalée comme fictive par le drapeau I, l'élément

25

d'annuaire correspond à une adresse MAC destinataire isolée intéressant l'équipement concerné et pour laquelle le service de traitement de la couche IP n'est pas requis. Lorsque l'adresse IP destinataire contenue dans le champ d'informations 81 est signalée comme réelle par le drapeau I, l'élément d'annuaire correspond à une combinaison d'adresse MAC Destinataire et d'adresse IP Destinataire intéressant l'équipement concerné.

En plus de ces trois champs d'informations 80, 81, 82, un élément 8 d'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs affecté à un équipement peut comporter d'autres champs d'informations comme des champs d'informations 83, 84 affectés à des codes de correction d'erreur EDC.

Lorsque, comme décrit, les équipements 1, 2 peuvent dialoguer par l'intermédiaire de deux réseaux de transmission différents 3, 4, l'identité du réseau ou canal d'où provient le paquet examiné est facilement repérable au niveau de l'interface réseau 11 et peut constituer une information utile pour l'exploitation du paquet. Dans ce cas, la valeur attendue C de l'identité de canal pour un paquet, dont l'adresse MAC destination ou la combinaison d'adresse MAC Destination et IP Destination correspondent à l'élément 8 d'annuaire considéré, est systématiquement ajoutée à cet élément 8 dans un champ d'informations spécifique 85, avec un drapeau Xc placé dans un autre champ d'informations spécifique 86 signalant si l'information C de canal figurant dans le champ d'informations 85 l'élément 8 d'annuaire est ou non à prendre en considération lors d'une recherche de concordance.

Les opérations de sélection et de tri des paquets en entrées d'un équipement peuvent faire appel, lors de la première recherche de concordance dans l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs affecté à l'équipement, à une analyse comparative plus poussée portant également sur d'autres informations de service des deux premiers niveaux de protocole du paquet. Dans ce cas, d'autres champs d'informations peuvent être incorporés à l'élément 8 d'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs affecté à un équipement comme le signale la présence de cases vides dans la figure 4.

Dans le cas où une recherche dichotomique parmi les éléments de la liste d'adresses de l'annuaire de niveaux inférieurs doit être mise en œuvre, il est nécessaire d'organiser cette liste avec une relation d'ordre strict permettant, lors de la recherche dichotomique, de connaître la direction dans

laquelle la recherche doit se poursuivre si la concordance n'est pas atteinte. Les champs participant à cette relation d'ordre sont les champs 80, 81, 82, 85 et 86

5 La figure 5 détaille la composition d'un élément 9 de l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs d'un équipement. Cet élément 9 comporte au moins quatre champs d'informations : un premier champ d'informations 90 contenant un lien de compatibilité consistant ici dans l'adresse d'un l'élément cible dans l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs de l'équipement, un
10 deuxième champ d'informations 91 contenant une adresse UDP/TCP de port destinataire, soit réellement affectée à l'équipement, en ce sens qu'elle peut se retrouver dans le champ d'informations (71 figure 2) en entête de paquet intéressant l'équipement, soit fictive, un troisième champ d'informations 92 renfermant un double drapeau P signalant la nature réelle ou fictive de
15 l'adresse UDP/TCP destinataire contenue dans le champ d'information 91 et un quatrième champ d'informations 93 renfermant une adresse de port de réception de la mémoire courrier de 114 de l'équipement.

 Le double drapeau P signale la nature réelle ou fictive d'une adresse UDP/TCP de port destinataire par le biais de l'affectation de
20 l'élément 9 d'annuaire concerné à un type déterminé de protocole de troisième niveau : UDP, TCP, ICMP ou autre. Lorsqu'il identifie un protocole UDP ou TCP, il indique une nature réelle tandis que lorsqu'il identifie un protocole ICMP ou autre, il indique une nature fictive.

 Dans le cas d'une recherche dichotomique, le champ 92 participe
25 à la recherche et doit être comparé à un décodage approprié des champ type 53 et éventuellement du champ version IP 60 ainsi que du champ Protocole 62 lors de la recherche de concordance.

 Lorsque l'adresse UDP/TCP de port destinataire contenue dans le champ d'informations 91 est signalée comme fictive par le double drapeau P,
30 l'élément 9 d'annuaire correspond à un port pour lequel la prise en compte d'une adresse de port UDP ou TCP n'est pas requise.

 L'adresse de ports de réception contenue dans le champ d'informations 93 permet, dès la concordance trouvée sur l'adresse UDP/TCP de port destinataire dans l'annuaire d'adresses des niveaux
35 supérieurs, que cette concordance soit triviale, l'adresse UDP/TCP de port

destinataire étant fictive, ou non, l'adresse UDP/TCP de port destinataire étant réelle, d'affecter les données utiles de chaque paquet ayant satisfait aux recherches de concordance à ou aux ports de réception adéquats de la mémoire courrier 114 de l'équipement.

5 En plus de ces quatre champs d'informations 90, 91, 92, 93, un élément 9 d'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs affecté à un équipement peut également comporter d'autres champs d'informations comme des champs d'informations 94, 95 affectés à des codes de correction d'erreur EDC ou des champs d'informations 96, 97 affectés respectivement,
10 à une valeur C de canal ou réseau de provenance et à un drapeau Xc signalant si cette information C de canal figurant dans l'élément 9 d'annuaire est ou non à prendre en considération lors d'une recherche de concordance.

 Comme précédemment, les opérations de sélection et de tri des paquets en entrées d'un équipement peuvent faire appel, lors de la deuxième
15 recherche de concordance dans l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs affecté à l'équipement, à une analyse comparative plus poussée portant également sur d'autres informations de service du troisième niveau du paquet. Dans ce cas, d'autres champs d'informations peuvent être incorporés à l'élément 9 d'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs affecté à un
20 équipement comme le signale la présence de cases vides dans la figure 5.

 On remarque que l'annuaire d'adresses des niveaux supérieurs sert également de table de concordance entre les adresses UDP/TCP fictive ou non, de port destinataire des paquets, et des adresses locales,
25 uniquement valables au sein d'un équipement, affectées à ses différents ports de réception rassemblés au sein de sa mémoire courrier 114. Cela permet de faire évoluer la configuration des ports réception d'un équipement de façon relativement indépendante des réseaux de transmission auquel il est relié, l'effet d'une modification se limitant à une mise à jour de l'annuaire
30 d'adresses de niveaux supérieurs de l'équipement.

 Dans le cas où une recherche dichotomique parmi les éléments de la liste d'adresses de l'annuaire de niveaux supérieurs doit être mise en œuvre, il est nécessaire d'organiser cette liste selon une relation d'ordre
35 strict permettant lors de la recherche dichotomique de connaître la direction

dans laquelle la recherche doit se poursuivre si la concordance n'est pas atteinte. Les champs participant à cette relation d'ordre sont les champs 90, 81, 82, 96 et 97.

5 La figure 6 représente un exemple d'une liste 120 d'allocation de
descripteurs de message 121 permettant l'allocation des identificateurs de
fragments de message à un numéro de port de réception. Une telle liste est
stockée en mémoire de travail. Chaque liste est associée à un lien de
compatibilité. Chaque élément de la liste est associé à un descripteur de
10 message qui est un espace en mémoire de travail regroupant les pointeurs
vers chacun des fragments constitutifs du message et sur lequel s'appuie la
couche IP en réception pour reconstituer la charge marchande IP.

Chaque élément 121 possède :

- 15 - un champ identificateur de fragment 122 recevant la valeur du
champ identificateur de fragment extrait de l'entête IP lors de
l'allocation du descripteur de message associé à un nouveau
message entrant.
- 20 - Un bit U 123 indiquant que l'élément est utilisé ou libre. Ce bit
est mis à l'état actif lors de l'allocation du descripteur de
message à un nouveau message entrant, il est remis à l'état
inactif par la couche IP lorsque le descripteur de message a
entièrement été exploité (message entièrement déposé en
mémoire courrier ou abandonné alors que tous les derniers
fragments ont été reçus sur la ou les voies d'entrée)
- 25 - Un champ alias de port 124 permettant de retrouver le port
correspondant au message. Ce champ est initialisé à l'issue de
la recherche dans l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs
lors de la réception du premier fragment du message. Ce
champ peut par exemple coder directement le numéro de port,
30 il peut aussi avantageusement coder l'adresse de l'élément du
second annuaire pour lequel la concordance a été trouvée.
Ceci permet alors d'accéder au numéro de port ainsi qu'aux
autres informations stockées dans cet élément d'annuaire.

29

La figure 7 représente sous la forme d'un organigramme la succession des activités dans le cas exemplaire de la réception UDP/IP pour une transmission non redondante. Les étapes 25 et 28 de la figure 3 y apparaissent avec plus de détail. Cette figure fait apparaître les deux

5 branches possibles de l'étape 28.

REVENDICATIONS

1. Procédé de sélection et de tri de paquets de données mis à disposition d'un équipement (1, 2), par au moins un réseau de transmission de données par paquets (3, 4) employant un format de paquets pouvant répondre à trois niveaux de protocoles :
- un protocole de premier niveau (5) correspondant à une couche physique de transmission de réseau (3, 4), régissant le format général d'un paquet et imposant la présence dans un paquet, d'une part, d'un champ de données utiles (5a) dit de premier niveau et, d'autre part, de champs d'informations de service (5b) dits de premier niveau dont un (52) dit adresse destinataire couche physique, affecté à une première adresse de destinataire et un autre (53) affecté à un identifiant de protocole de deuxième niveau,
 - un protocole de deuxième niveau (6) régissant le format du champ de données utiles (5a) de premier niveau et pouvant imposer une partition du champ de données utiles de premier niveau (5a) en un champ de données utiles (6a) dit de deuxième niveau et en des champs d'informations de service (5b) dits de deuxième niveau dont un (65), dit adresse destinataire de deuxième niveau, est affecté à une deuxième adresse de destinataire, et un (62) autre affecté à un identifiant de protocole de troisième niveau, et
 - un éventuel protocole de troisième niveau (7) régissant le format du champ de données utiles de deuxième niveau (6a) et pouvant imposer une partition du champ de données utiles de deuxième niveau (6a) en un champ de données utiles (7a) dit de troisième niveau et en des champs de données de service (7b) dits de troisième niveau,
- ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à :
- constituer un annuaire d'adresses dit de niveaux inférieurs rassemblant, sous forme d'une liste d'éléments (8), les différentes valeurs prises par les informations d'adressage apparaissant dans les champs d'informations de service (5b,

31

- 6b) des protocoles des deux premiers niveaux lorsqu'elles concernent l'équipement,
- 5 - constituer un annuaire d'adresses dit de niveaux supérieurs rassemblant, sous forme d'une liste d'éléments (9), les différentes valeurs prises par les informations d'adressage apparaissant dans les champs d'informations de service (7b) des protocoles de niveaux supérieurs au deuxième niveau lorsqu'elles concernent l'équipement,
- 10 - établir, pour chaque élément (8) de la liste de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs un lien de compatibilité avec un ou plusieurs éléments (9) de la liste de l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs, ce lien de compatibilité signalant la possibilité, pour deux éléments (8, 9) liés, de se retrouver simultanément dans les champs d'informations de service (5b, 6b, 7b) d'un même paquet,
- 15 - établir pour chaque élément (9) de la liste de l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs, un lien d'affectation (93) à au moins un port de réception (24, 30, 32, 33, 34) de l'équipement (1, 2), et
- 20 pour chaque paquet mis à disposition de l'équipement (1, 2) par les réseaux de transmission de données (3, 4) :
- lire les informations d'adressage contenues dans les champs d'informations de service (5b, 6b) des protocoles des premier et deuxième niveaux,
- 25 - rechercher une concordance (23, 25) entre les informations d'adressage lues dans les champs d'informations de service (5b, 6b) des protocoles de premier et deuxième niveaux et un élément (8) de la liste de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs,
- 30 en l'absence d'élément concordant,
- rejeter le paquet,
- en présence d'un élément concordant,
- prendre en considération le lien de compatibilité du premier élément (8) concordant pour sélectionner dans la liste des

32

éléments (9) l'annuaire d'adressage de niveaux supérieurs, les éléments compatibles

- lire les informations d'adressage contenues dans les champs d'informations de service (7b) des protocoles de niveaux supérieurs au deuxième,

lorsque des informations d'adressage contenues dans les champs d'informations de service des protocoles de niveaux supérieurs au deuxième sont présentes,

- rechercher une concordance (28) entre ces informations et un des éléments (9) compatibles de la liste de l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs,

en l'absence d'éléments concordant,

- rejeter le paquet,

en présence d'un élément concordant,

- sélectionner le paquet mis à disposition,
- prendre en considération le lien d'affectation (93) de l'élément concordant,
- adresser les données utiles du paquet aux ports de réception (24, 30, 32, 33 ou 34) de l'équipement désignés par le lien d'affectation (93), et
- créer, s'il n'existe pas déjà, un descripteur de message alloué établissant une relation entre les ports de réception (29, 31) désignés par le lien d'affectation (93), le lien de compatibilité et la valeur d'un éventuel champ d'informations de service de second niveau affecté à une identification de fragment de message pour permettre de réconcilier ultérieurement, les fragments entrants ne possédant pas d'informations d'adresse Destinataire dans les champs d'informations de service des protocoles de niveaux supérieurs au deuxième,

lorsque des informations d'adressage contenues dans les champs d'informations de service des protocoles de niveaux supérieurs au deuxième ne sont pas présentes,

- rechercher parmi les descripteurs de messages alloués ouverts une concordance au niveau du lien de compatibilité et de la valeur d'un éventuel champ d'information de service de second niveau affecté à une identification de fragment de message,

5 en l'absence d'éléments concordant,

- rejeter le paquet,

en présence d'un élément concordant,

- sélectionner le paquet mis à disposition,

10 - prendre en considération le lien d'affectation de l'élément concordant,

- adresser les données utiles du paquet aux ports de réception de l'équipement désignés par le lien d'affectation, et

15 - rechercher dans les champs d'informations de service du second niveau du paquet une information de fin de message permettant de mettre un terme au descripteur de message alloué considéré.

20 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les recherches de concordance sont faites au sein des listes des éléments (8, 9) des annuaires d'adresses de niveaux inférieurs et de niveaux supérieurs en suivant une méthode dichotomique dans des listes préalablement ordonnées.

25 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments (8) de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs sont stockés dans une première table, leurs adresses (MAC/IP N°) au sein de cette première table identifiant les liens de compatibilité qui leurs sont associés.

30 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments (9) de l'annuaire d'adresses de niveaux supérieurs sont stockés au sein d'une deuxième table, chacun d'eux étant associé, au sein de cette deuxième table à un lien de compatibilité (90) et à un lien d'affectation (93).

5. Procédé selon la revendication 1, appliqué dans le cadre de réseaux Ethernet avec des paquets respectant un protocole de premier niveau de type MAC et un protocole de deuxième niveau de type IP, caractérisé en ce que chaque élément (8) de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs renferme au moins une valeur particulière (80) du champ d'adresse destinataire MAC et une valeur particulière (81) du champ d'adresse destinataire IP.

6. Procédé selon la revendication 1, appliqué dans le cadre de réseaux Ethernet avec des paquets respectant un protocole de premier niveau de type MAC imposant, parmi les champs de service d'un paquet, un champ (53) identifiant le protocole respecté par les paquets au deuxième niveau et un protocole de deuxième niveau de type IP, caractérisé en ce que chaque élément (8) de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs renferme au moins une valeur particulière (80) du champ d'adresse destinataire MAC, une valeur particulière (81) du champ d'adresse destinataire IP et un drapeau (82) d'invalidation de la valeur particulière (81) du champ adresse destinataire IP en cas de non-reconnaissance d'un protocole de deuxième niveau type IP.

20

7. Procédé selon la revendication 1, appliqué dans le cadre d'un réseau dupliqué constitué de deux réseaux Ethernet indépendants (3, 4) ayant chacun accès à l'équipement (1, 2), chacun des deux réseaux Ethernet ayant des paquets respectant un protocole de premier niveau de type MAC et un protocole de deuxième niveau de type IP, et dans le cadre d'équipements (1, 2) en mesure d'identifier le ou les réseaux (3, 4) de provenance d'un paquet, caractérisé en ce que chaque élément (8) de l'annuaire d'adresses de niveaux inférieurs renferme au moins une valeur particulière (80) du champ d'adresse destinataire MAC, une valeur particulière (81) du champ d'adresse destinataire IP, un identifiant (85) du ou des réseaux de provenance du paquet compatible avec ces valeurs particulières (80, 81) de champ d'adresse destinataire MAC et IP, et un drapeau de validation (86) de l'identifiant (86) du ou des réseaux de provenance du paquet.

35

8. Procédé selon la revendication 1, appliqué dans le cadre de réseaux Ethernet avec des paquets respectant un protocole de premier niveau de type MAC imposant, parmi les champs de service d'un paquet, un champ (53) identifiant les protocoles respectés par les paquets au deuxième
5 niveau, un protocole de deuxième niveau de type IP et un protocole de troisième niveau appartenant à un groupe de protocoles contenant les protocoles UDP et TCP, caractérisé en ce que chaque élément (9) de l'annuaire de niveaux supérieurs renferme au moins une valeur particulière (91) de champ d'adresse UDP/TCP de port destinataire et un double
10 drapeau (92) de validation de la valeur particulière (91) de champ d'adresse UDP/TCP de port destinataire identifiant par la même occasion un protocole de troisième niveau compatible avec ladite valeur particulière (91) de champ d'adresse UDP/TCP de port destinataire.

15 9. Procédé selon la revendication 1, appliqué dans le cadre d'un réseau dupliqué constitué de deux réseaux Ethernet indépendants (3, 4) ayant chacun accès à l'équipement (1, 2), chacun des deux réseaux Ethernet (3, 4) ayant des paquets respectant un protocole de premier niveau de type MAC, un protocole de deuxième niveau de type IP et un protocole de
20 troisième niveau appartenant à un groupe de protocoles contenant les protocoles UDP et TCP, et dans le cadre d'équipements (1, 2) en mesure d'identifier le ou les réseaux de provenance du paquet, caractérisé en ce que chaque élément (9) de l'annuaire de niveaux supérieurs renferme au moins une valeur particulière (91) de champ d'adresse UDP/TCP de port
25 destinataire, un double drapeau (92) de validation de la valeur particulière (91) de champ d'adresse UDP/TCP de port destinataire identifiant par la même occasion un protocole de troisième niveau compatible avec ladite valeur particulière (91) de champ d'adresse UDP/TCP de port destinataire, un identifiant (96) du ou des réseaux de provenance du paquet compatibles
30 avec cette valeur particulière (91) de champ d'adresse UDP/TCP de port destinataire, et un drapeau de validation (97) de l'identifiant (96) du ou des réseaux de provenance du paquet.

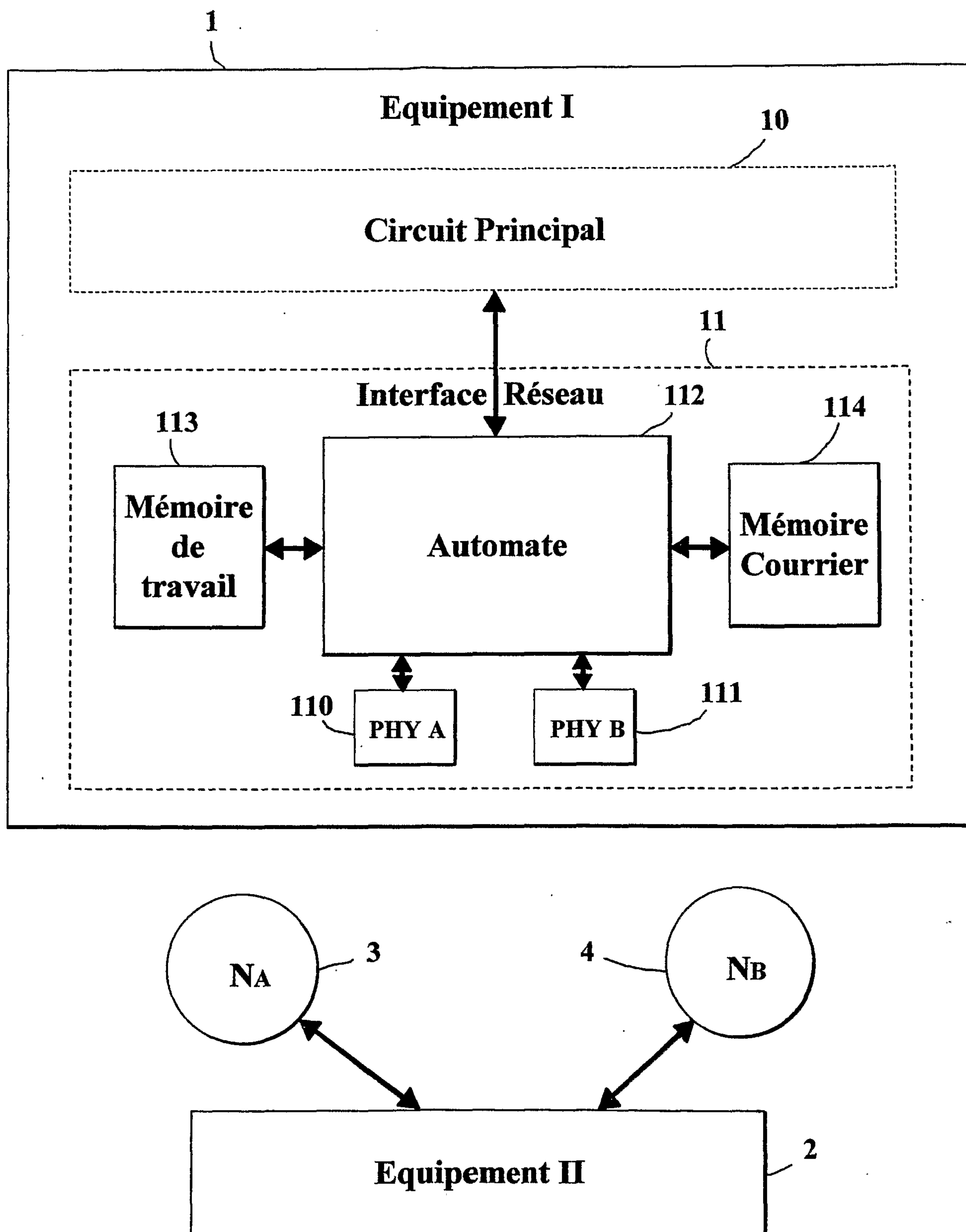
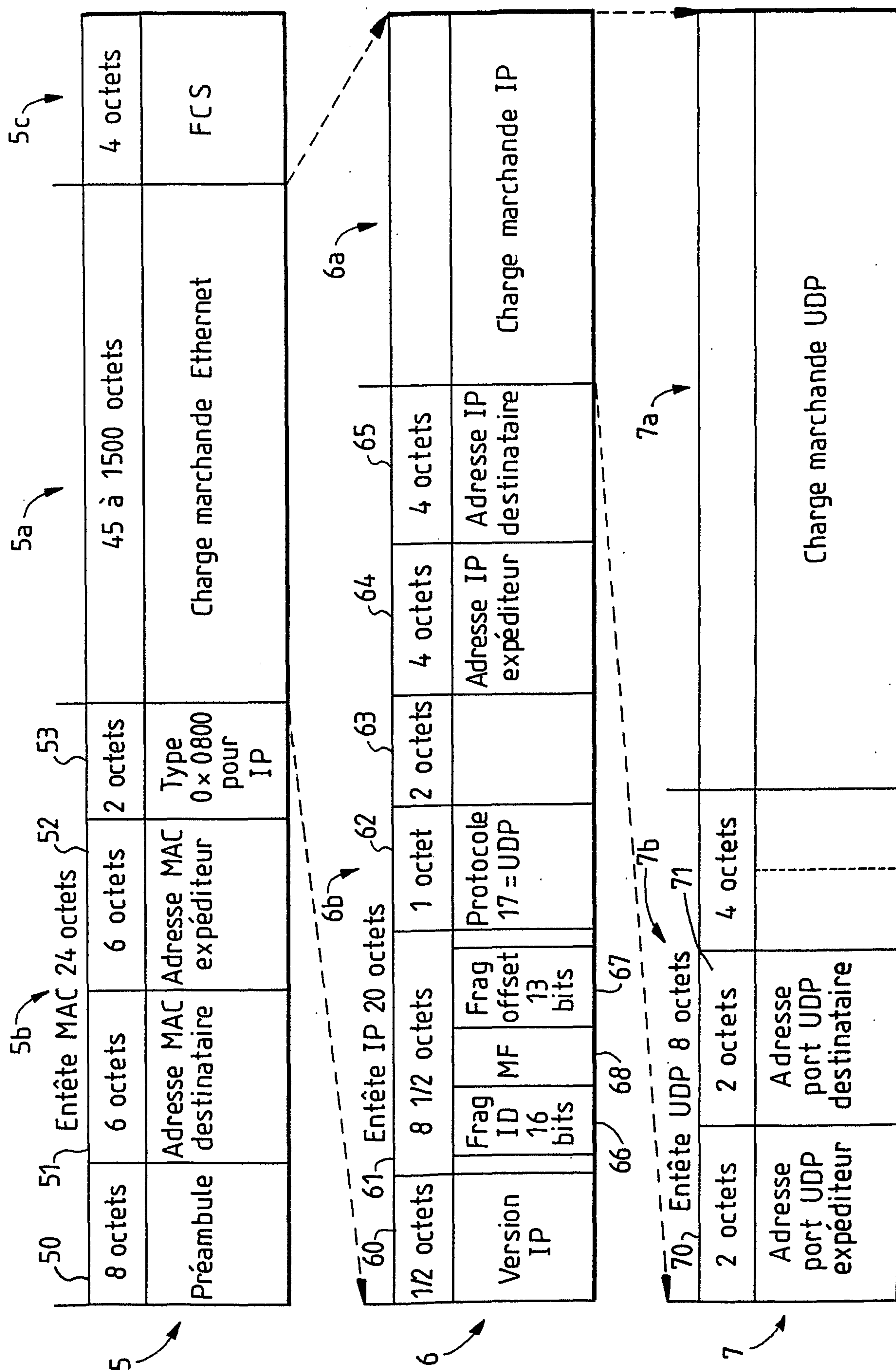


FIG.1



3/6

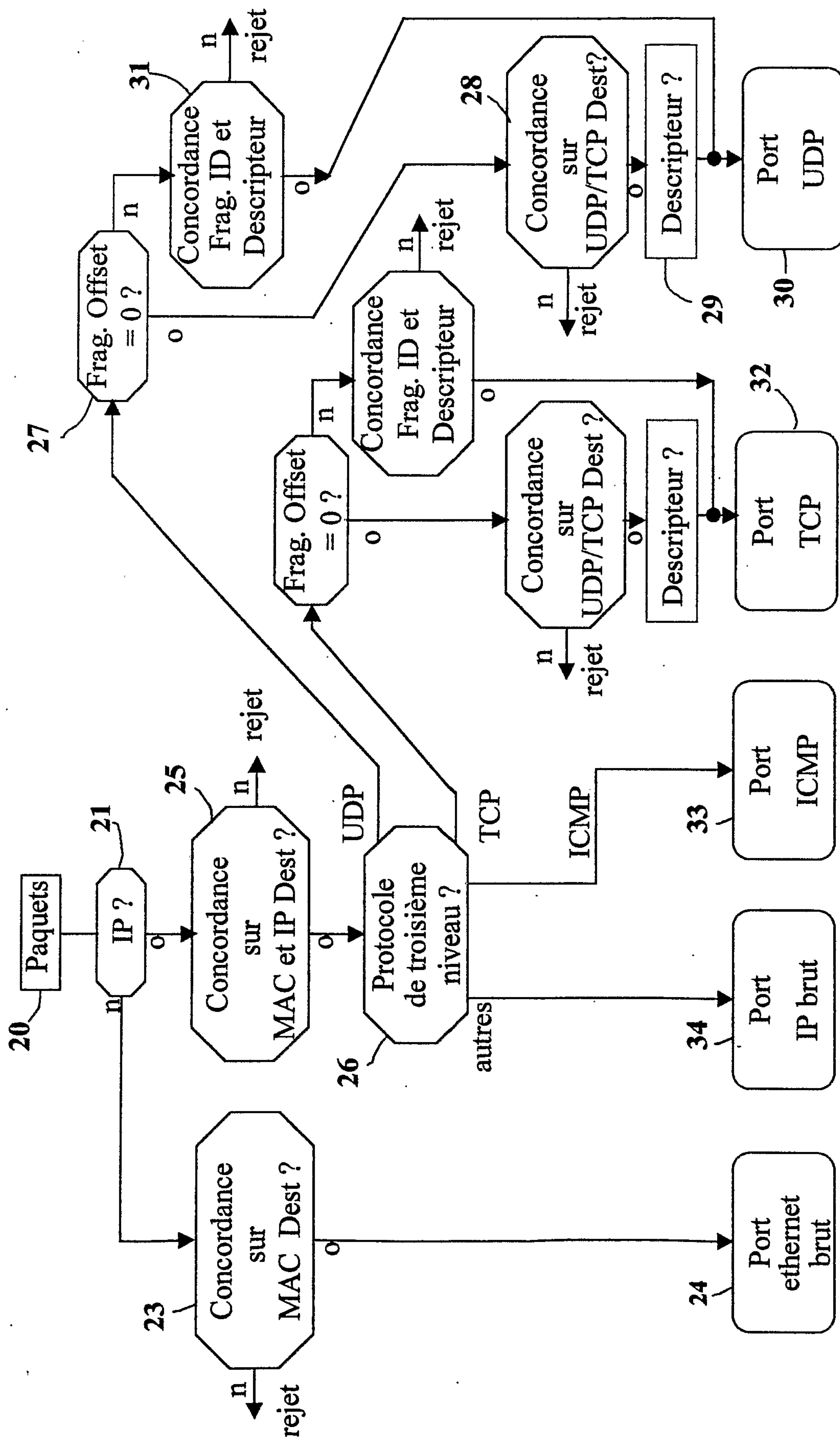


FIG.3

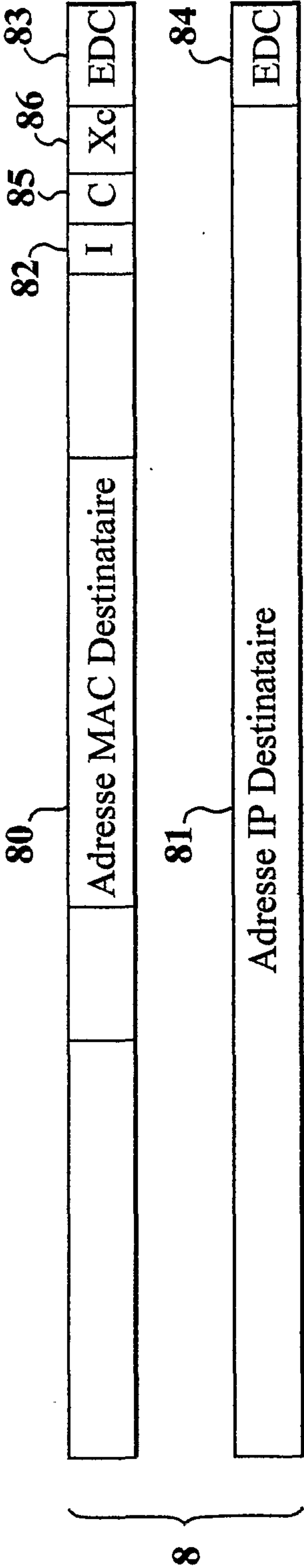


FIG.4

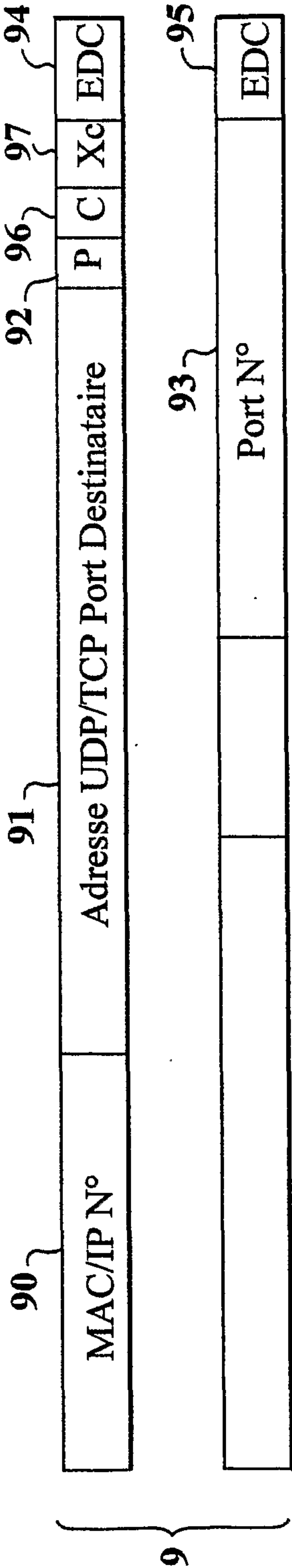


FIG.5

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

494

495

496

497

498

499

500

501

502

503

504

505

506

507

508

509

510

511

512

513

514

515

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

533

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560

561

562

563

564

565

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580

581

582

583

584

585

586

587

588

589

590

591

592

593

594

595

596

597

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610

611

612

613

614

615

616

617

618

619

620

621

622

623

624

625

626

627

628

629

630

631

632

633

634

635

636

637

638

639

640

641

642

643

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

654

655

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

674

675

676

677

678

679

680

681

682

683

684

685

686

687

688

689

690

691

692

693

694

695

696

697

698

699

700

701

702

703

704

705

706

707

708

709

710

711

712

713

714

715

716

717

718

719

720

721

722

723

724

725

726

727

728

729

730

731

732

733

734

735

736

737

738

739

740

741

742

743

744

745

746

747

748

749

750

751

752

753

754

755

756

757

758

759

760

761

762

763

764

765

766

767

768

769

770

771

772

773

774

775

776

777

778

779

780

781

782

783

784

785

786

787

788

789

790

791

792

793

794

795

796

797

798

799

800

801

802

803

804

805

806

807

808

809

810

811

812

813

814

815

816

817

818

819

820

821

822

823

824

825

826

827

828

829

830

831

832

833

834

835

836

837

838

839

840

841

842

843

844

845

846

847

848

849

850

851

852

853

854

855

856

857

858

859

860

861

862

863

864

865

866

867

868

869

870

871

872

873

874

875

876

877

878

879

880

881

882

883

884

885

886

887

888

889

890

891

892

893

894

895

896

897

898

899

900

901

902

903

904

905

906

907

908

909

910

911

912

913

914

915

916

917

918

919

920

921

922

923

924

925

926

927

928

929

930

931

932

933

934

935

936

937

938

939

940

941

942

943

944

945

946

947

948

949

950

951

952

953

954

955

956

957

958

959

960

961

962

963

964

965

966

967

968

969

970

971

972

973

974

975

976

977

978

979

980

981

982

983

984

985

986

987

988

989

990

991

992

993

994

995

996

997

998

999

1000

1001

1002

1003

1004

1005

1006

1007

1008

1009

1010

1011

1012

1013

1014

1015

1016

1017

1018

1019

1020

1021

1022

1023

1024

1025

1026

1027

1028

1029

1030

1031

1032

1033

1034

1035

1036

1037

1038

1039

1040

1041

1042

1043

1044

1045

1046

1047

1048

1049

1050

1051

1052

1053

1054

1055

1056

1057

1058

1059

1060

1061

1062

1063

1064

1065

1066

1067

1068

1069

1070

1071

1072

1073

1074

1075

1076

1077

1078

1079

1080

1081

1082

1083

1084

1085

1086

1087

1088

1089

1090

1091

1092

1093

1094

1095

1096

1097

1098

1099

1100

1101

1102

1103

1104

1105

1106

1107

1108

1109

1110

1111

1112

1113

1114

1115

1116

1117

1118

1119

1120

1121

1122

1123

1124

1125

1126

1127

1128

1129

1130

1131

1132

1133

1134

1135

1136

1137

1138

1139

1140

1141

1142

1143

1144

1145

1146

1147

1148

1149

1150

1151

1152

1153

1154

1155

1156

1157

1158

1159

1160

1161

1162

1163

1164

1165

1166

1167

1168

1169

1170

1171

1172

1173

1174

1175

1176

1177

1178

1179

1180

1181

1182

1183

1184

1185

1186

1187

1188

1189

1190

1191

1192

1193

1194

1195

1196

1197

1198

1199

1200

1201

1202

1203

1204

1205

1206

1207

1208

1209

1210

1211

1212

1213

1214

1215

1216

1217

1218

1219

1220

1221

1222

1223

1224

1225

1226

1227

1228

1229

1230

1231

1232

1233

1234

1235

1236

1237

1238

1239

1240

1241

1242

1243

1244

1245

1246

1247

1248

1249

1250

1251

1252

1253

1254

1255

1256

1257

1258

1259

1260

1261

1262

1263

1264

1265

1266

1267

1268

1269

1270

1271

1272

1273

1274

1275

1276

1277

1278

1279

1280

1281

1282

1283

1284

1285

1286

1287

1288

1289

1290

1291

1292

1293

1294

1295

1296

1297

1298

1299

1300

1301

1302

1303

1304

1305

1306

1307

1308

1309

1310

1311

1312

1313

1314

1315

1316

1317

1318

1319

1320

1321

1322

1323

1324

1325

1326

1327

1328

1329

1330

1331

1332

1333

1334

1335

1336

1337

1338

1339

1340

1341

1342

1343

1344

1345

1346

1347

1348

1349

1350

1351

1352

1353

1354

1355

1356

1357

1358

1359

1360

1361

1362

1363

1364

1365

1366

1367

1368

1369

1370

1371

1372

1373

1374

1375

1376

1377

1378

1379

1380

1381

1382

1383

1384

1385

1386

1387

1388

1389

1390

1391

1392

1393

1394

1395

1396

1397

1398

1399

1400

1401

1402

1403

1404

1405

1406

1407

1408

1409

1410

1411

1412

1413

1414

1415

1416

1417

1418

1419

1420

1421

1422

1423

1424

1425

1426

1427

1428

1429

1430

1431

1432

1433

1434

1435

1436

1437

1438

1439

1440

1441

1442

1443

1444

1445

1446

1447

1448

1449

1450

1451

1452

1453

1454

1455

1456

1457

1458

1459

1460

1461

1462

1463

1464

1465

1466

1467

1468

1469

1470

1471

1472

1473

1474

1475

1476

1477

1478

1479

1480

1481

1482

1483

1484

1485

1486

1487

1488

1489

1490

1491

1492

1493

1494

1495

1496

1497

1498

1499

1500

1501

1502

1503

1504

1505

1506

1507

1508

1509

1510

1511

1512

1513

1514

1515

1516

1517

1518

1519

1520

1521

1522

1523

1524

1525

1526

1527

1528

1529

1530

1531

1532

1533

1534

1535

1536

1537

1538

1539

1540

1541

1542

1543

1544

1545

1546

1547

1548

1549

1550

1551

1552

1553

1554

1555

1556

1557

1558

1559

1560

1561

1562

1563

1564

1565

1566

1567

1568

1569

1570

1571

<

