

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 641**

51 Int. Cl.:  
**H04L 29/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04766076 .6**  
96 Fecha de presentación: **25.06.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1639785**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.03.2006**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE LA REDUNDANCIA DE UNA RED DE COMUNICACIÓN.**

30 Prioridad:  
**30.06.2003 FR 0307885**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.12.2011**

73 Titular/es:  
**THALES**  
**45, RUE DE VILLIERS**  
**92200 NEUILLY SUR SEINE, FR**

72 Inventor/es:  
**Dugas, Laurent,c/o Thales Intellectual Property y**  
**Royer, Laurent,c/o Thales Intellectual Property**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

**ES 2 370 641 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de gestión de la redundancia de una red de comunicación

La presente invención se refiere a las redes de comunicación redundantes. Se aplica a las redes compartidas, denominadas también redes de difusión y a las redes conmutadas, denominadas también redes punto a punto. Se aplica más particularmente a las redes del tipo denominado "ETHERNET" cuya estructura general se define por las normas IEEE 802.3 o ISO 8802-3, que son equivalentes.

Una red compartida comprende un canal de comunicación ("medio") al que se unen unos abonados. Los abonados emiten y reciben unos mensajes a través del mismo canal de comunicación, siendo recibidos los mensajes emitidos por un abonado por todos los demás. Una característica de las redes compartidas es la presencia de colisiones, es decir mensajes emitidos simultáneamente (en un tiempo de propagación próximo) sobre el canal de comunicación. Existen unas técnicas que permiten detectar y resolver estas colisiones.

Una red conmutada comprende unos conmutadores ("switch") a los que se unen los abonados. Los conmutadores permiten unir dinámicamente un abonado (o un grupo de abonados) a otro abonado (o grupo de abonados). Los abonados emiten y reciben unos mensajes que no son recibidos en principio más que por sus destinatarios. En principio no hay (salvo en el caso de las redes "half-duplex") colisiones en una red así. No obstante los datos se pueden perder por los conmutadores de la red en caso de saturación. Una saturación puede acaecer si dos abonados emiten sus datos con una velocidad máxima con destino en un mismo abonado.

Cualquiera que ésta sea, el funcionamiento de una red compartida y una red conmutada se puede perturbar por unas averías o unas degradaciones que pueden suceder con el tiempo. A fin de evitar la pérdida de datos, puede ser útil hacer estas redes redundantes. La redundancia consiste en duplicar los elementos de la red. Se puede por ejemplo duplicar la capa física de la red (capa 1 del modelo OSI) para formar al menos dos vías, siendo emitidos los datos a través de cada vía. Cada abonado que utiliza la redundancia debe unirse a las dos vías. En la recepción, únicamente son transmitidos al abonado los datos que provienen de una vía. Si esta vía cae averiada, se transmiten los datos de la otra vía.

La puesta en práctica de la redundancia necesita verificar la coherencia de los datos entre las dos vías. En el caso de redes compartidas, esta verificación se puede realizar emitiendo de manera idéntica en las dos vías y comparando los cronogramas de las señales en las dos vías. Esta redundancia se puede efectuar por tanto al nivel de la capa física de la red sin que haya necesidad de remontarse a las capas de nivel superior. Una redundancia así se describe por ejemplo en el documento FR 2726954.

El documento US 6.263.371 B1 describe fundamentalmente un procedimiento de reconstitución de los flujos de datos recibidos de un origen de contenido. Los flujos de datos reconstituidos se retransmiten hacia un consumidor de datos. En particular, el flujo de datos reconstituido se construye rellenando las informaciones faltantes en cada uno de los flujos de datos recibidos del origen de los datos, con el contenido obtenido de los otros flujos de datos recibidos también del origen de los datos.

No obstante, en el caso de redes conmutadas, el orden de los datos recibidos puede ser diferente a través de las dos vías. En efecto, las tramas recibidas de los abonados pueden estar entrelazadas en el momento de la recepción. En otros términos, el tráfico que proviene de dos abonados puede estar mezclado. El entrelazado puede ser diferente según las vías de la red redundante. En consecuencia, la verificación de la coherencia de los datos entre dos vías no se puede efectuar por una comparación simple de cronogramas.

La presente invención viene a aportar una solución a este problema. Uno de los objetos de la presente invención es permitir verificar la coherencia de los datos a través de las vías de una red redundante, y lo mismo para una red conmutada.

Con este fin, la invención tiene principalmente por objeto un procedimiento de gestión de la redundancia de una red de comunicación, comprendiendo la dicha red al menos dos vías redundantes, cuando se recibe una trama sobre una vía:

- se determina una firma a partir de la trama,
- se busca esa firma entre las firmas ya ubicadas en una tabla de firmas, estando caracterizado el dicho procedimiento porque:
- si esta firma está ausente de la tabla de firmas, se transmite esta trama y se memoriza la firma en la tabla de firmas.

Puede ser útil conectar a una red redundante a unos abonados que no utilizan la redundancia. Dichos abonados no están unidos más que a una sola vía de la red redundante. Las vías de una red así son, por lo tanto, no simétricas. En el caso de redes conmutadas, puede dar como resultado un desfase temporal importante entre las vías. En consecuencia, no solamente puede diferir el orden de los datos recibidos en las dos vías, sino que los datos pueden recibirse también con un desfase temporal importante.

La presente invención presenta la ventaja de poder ser puesta en práctica en dichas redes redundantes no simétricas.

5 La invención presenta otra ventaja al funcionar sin modificar las tramas transmitidas. En otros términos, la invención se puede poner en práctica en el nivel de la capa de enlace de datos (capa 2 del modelo OSI) de la red. En consecuencia, su puesta en práctica en el nivel de un protocolo tal como Ethernet la hace compatible con todo protocolo superior.

La invención soporta el modo de Ethernet "full-duplex", la noción de prioridad del tráfico de Ethernet, así como la noción de tráfico de "emisión múltiple" Ethernet.

10 La invención soporta múltiples averías en una red redundante. Al menos se puede soportar una avería sin pérdida de tráfico. La aparición de otras averías puede conducir a unas pérdidas de tráfico si las averías se sitúan en unos emplazamientos de modo que dos abonados de la red no queden enlazados a través de ninguna de las dos vías. En otros casos, la invención permite soportar varias averías sin pérdida de tráfico.

Otras características y ventajas de la invención aparecerán con la lectura de la descripción detallada a continuación presentada a modo de ilustración no limitativa y hecha con referencia a las figuras anexas, las cuales representan:

- 15
- La figura 1, un ejemplo de red redundante conmutada;
  - La figura 2, un ejemplo de red redundante compartida;
  - la figura 3, un ejemplo de la interfaz entre un abonado y una red redundante;
  - la figura 4, un ejemplo de realización de una unidad repetidora de acuerdo con la invención
  - la figura 5, un detalle de una interfaz Ethernet de la unidad repetidora;

20

  - la figura 6, un ejemplo de realización práctica de una unidad repetidora;
  - la figura 7, un ejemplo de trama Ethernet;
  - la figura 8, un ejemplo de cronogramas recibidos por una unidad repetidora de acuerdo con la invención;
  - la figura 9, un ejemplo de la puesta en práctica de la invención;
  - la figura 10, un ejemplo de colocación en la memoria de unos datos que corresponden a unas tramas recibidas y

25

  - no transmitidas aún hacia un abonado;
  - la figura 11, un ejemplo de organización de los datos colocados en la memoria de acuerdo con el procedimiento representado en la figura 10 en una memoria de una unidad repetidora.

30 Se hace referencia ahora a la figura 1 en la cual se representa un ejemplo de red redundante conmutada. Esta red comprende dos vías numeradas 1 y 2. La vía 1 comprende un conmutador C1, que permite enlazar entre sí tres abonados A1, A2, A3 de la red. Un abonado puede estar constituido por cualquier sistema informático, estándar o no. Los abonados se unen al conmutador C1 respectivamente por los enlaces L11, L12, L13 uniendo cada enlace directamente a un abonado con un puerto del conmutador. De la misma manera, los abonados A1, A2, A3 están unidos respectivamente por unos enlaces L21, L22, L23 a un conmutador C2 de la vía 2. Los enlaces entre los

35

abonados y los conmutadores pueden ser por ejemplo unos enlaces Ethernet. Cuando el abonado A1 emite unas tramas hacia el abonado A2, estas tramas se emiten a través de los enlaces L11 y L21. Éstas se reciben a través de los enlaces L12 y L22. El conmutador C1 transmite las tramas desde L11 hacia L12 por un lado, y el conmutador C2 transmite las tramas desde L21 hacia L22 por otro lado.

40 Por supuesto, una red conmutada puede comprender varios conmutadores en cada vía. Estos conmutadores pueden estar repartidos para formar una estructura en estrella, en anillo, en árbol o una malla regular por ejemplo. Ciertos conmutadores pueden estar unidos únicamente a otros conmutadores y a ningún abonado.

45 Se hace referencia ahora a la figura 2 en la que se representa un ejemplo de red redundante compartida. Esta red presenta una topología similar a la de la red representada en la figura 1, siendo sustituidos los conmutadores C1 y C2 respectivamente por los canales de comunicación M1 y M2. Cuando el abonado A1 emite unas tramas a través de la red, estas tramas se emiten a través de los enlaces L11 y L21. Se reciben por los abonados A2 y A3 a través de los enlaces L12 y L13 (vía 1) por un lado y a través de los enlaces L22 y L23 (vía 2) por otro lado.

Por supuesto, la invención se aplica también a unas redes redundantes cuya topología sea una intermedia entre las redes compartidas y las redes conmutadas. Por ejemplo, la invención se aplica también a las redes que comprenden unas subredes enlazadas entre sí por unos conmutadores, siendo éstas subredes unas redes compartidas o unas redes conmutadas.

50 Se hace referencia ahora la figura 3 en la que se representa un ejemplo de la interfaz entre un abonado y una red redundante. De acuerdo con un modo de realización preferido de la invención, el abonado A1 está unido a la red redundante por intermedio de una estación repetidora R1, siendo el enlace L1 entre la estación repetidora R1 y el abonado un enlace de tipo Ethernet. La unidad repetidora se configura para hacer transparente la redundancia para el abonado. En otros términos, para un abonado todo sucede como si estuviese unido a una red no redundante. La

55

unidad repetidora R1 está unida por unos enlaces independientes L11 y L21 a cada vía de la red.

De acuerdo con otro modo de realización (no representado), la invención se pone en práctica en el nivel del abonado. El abonado está unido entonces directamente a la red. Hay en ese caso dos enlaces independientes que

permiten unir directamente al abonado a la red.

Se hace referencia ahora a la figura 4 en la que se representa un ejemplo de realización de la unidad repetidora de acuerdo con la invención. La unidad repetidora R1 comprende tres interfaces Ethernet referenciadas como 41, 42, 43. Estas interfaces son unas interfaces de red que forman parte de los niveles 1 y 2 del modelo OSI. Estas tres interfaces están unidas a un módulo 44 de procesamiento que comprende unas memorias. La interfaz 41 forma un puerto de la unidad repetidora, empleado para estar unido al abonado A1. La interfaz 42 forma otro puerto de la unidad repetidora, empleado para estar unido a la vía 1 de la red redundante. La interfaz 43 forma otro puerto de la unidad repetidora, empleado para estar unido a la vía 2 de la red redundante.

Se hace referencia ahora a la figura 5 en la que se representa más en detalle una interfaz Ethernet de la unidad repetidora. La unidad comprende un conector 51, por ejemplo un conector eléctrico del tipo RJ45, o incluso un conector óptico del tipo MTRJ, SC o ST. Este conector está se emplea para unirse al soporte físico de la red (cable coaxial o fibra óptica), es decir a un canal de comunicación de la red. Este soporte físico puede ser en particular el enlace entre la unidad repetidora y el abonado en el modo de realización preferente descrito en relación con la figura 3.

El conector 51 está unido a un módulo Ethernet 52 denominado "Phyceiver". Este módulo, utilizado en las redes Ethernet a 100 Mbit/s, tiene una función equivalente a los "Transceiver" (conocidos aún con el nombre de transceptores). Utilizados en las redes Ethernet a 10 Mbit/s. El phyceiver asegura principalmente la codificación y la decodificación en el nivel binario. Asegura también la conversión de unas señales eléctricas que circulan en el canal en unas señales eléctricas de formato clásico, utilizables por unos circuitos electrónicos de procesamiento y a la inversa. El phyceiver asegura también la función de detección del enlace, función definida en la norma Ethernet. Este módulo pertenece a la capa 1 del modelo OSI.

El mismo phyceiver está unido a un módulo Ethernet 53 denominado controlador MAC (acrónimo para la expresión anglosajona "Media Access Control"), denominada también controlador Ethernet. Este módulo pertenece a la capa 2 del modelo OSI. Permite el acceso a Ethernet, la puesta en práctica del protocolo CSMA/CD y el cálculo de los códigos de redundancia cíclica (CRC). El enlace entre el phyceiver 52 el controlador 53 pueden ser un enlace normalizado MII (acrónimo para la expresión anglosajona "Media Independent Interface") o GMII (acrónimo para la expresión anglosajona "Gigabit Medium Independent Interface"). el conjunto formado por el phyceiver 52, el enlace MII/GMII y el controlador de MAC 53 puede estar integrado en una tarjeta del adaptador o acoplador, designada por el acrónimo NIC (de la expresión anglosajona "Network InterFace Card").

Se hace referencia ahora a la figura 6 en la que se representa un ejemplo de realización práctica de la unidad repetidora. Una unidad repetidora así presenta la ventaja de permitir una ejecución rápida con una velocidad de información elevada.

La unidad repetidora comprende un circuito microcontrolador 60 sobre el que se integran tres controladores MAC compatibles con la Ethernet a 100 Mbit/s. Este circuito puede ser por ejemplo el circuito "Power Quick 2 – MPC 8260" comercializado por la sociedad MOTOROLA. Cada controlador de MAC está unido a un phyceiver (no representado aquí), a su vez unido a un conector (no representado aquí), para formar una interfaz Ethernet.

Un primer controlador de MAC 61 se emplea para unir a un abonado. En este modo de realización, el abonado no tiene necesidad de disponer de una conexión doble a la red. Cada uno de los dos otros controladores MAC, referenciados 62 y 63, se emplea para unirse a una de las vías de la red redundante. Por ejemplo, cada controlador se emplea para unirse a un conmutador diferente, formando parte cada conmutador de una vía diferente.

La unidad de relés comprende también una memoria de transferencia 65. La memoria de transferencia 65 puede estar unida al circuito microcontrolador 60 por un bus de datos 64 conectado a una interfaz de memoria del circuito 60. La memoria 65 puede ser una memoria del tipo SDRAM (acrónimo de la expresión anglosajona "Synchronous Dynamic Random-Access Memory"). La capacidad de esta memoria puede ser por ejemplo del orden de 16 MB. Esta memoria permite transferir los datos entre las interfaces Ethernet, del abonado hacia la red (emisión) y de la red hacia el abonado (recepción). La capacidad de esta memoria se prevé en función de la configuración de la red, principalmente de los picos de tráfico.

La unidad repetidora comprende también una memoria de programas 67. Esta memoria 67 puede ser una memoria del tipo SDRAM. La capacidad de esta memoria puede ser por ejemplo del orden de 32 MB.

De manera ventajosa, la unidad repetidora comprende también un circuito programado, por ejemplo del tipo FPGA (acrónimo de la expresión anglosajona "Field Programmable Gate Array") y una memoria asociativa, conocida también con el nombre de CAM (acrónimo de la expresión anglosajona "Content Addressable Memory"). Una memoria asociativa permite encontrar una información memorizada a partir de su contenido. La utilización de una memoria así permite acelerar la búsqueda de firmas en el procedimiento de acuerdo con la invención descrito a continuación. La utilización del circuito programado permite suministrar una interfaz de alto nivel con la memoria asociativa y acelerar los procesamientos.

De acuerdo con otro modo de realización ventajoso, la memoria asociativa se puede conectar directamente a una

interfaz del circuito microcontrolador 60 en lugar de estar conectada a un circuito programado.

5 Por supuesto, esta invención no se limita al ejemplo de realización descrito en relación con la figura 6, la invención se puede realizar también de manera completamente programada en el nivel de cada abonado. Se sustituirán en este caso las unidades repetidoras por unos programas, estando unidos entonces los abonados a la red redundante por dos interfaces Ethernet por ejemplo. Cada interfaz Ethernet se puede realizar con una tarjeta de acceso a la red clásica, conocida también con el nombre de tarjeta adaptadora o NIC.

Se hace referencia ahora a la figura 7 en la que se representa un ejemplo de trama Ethernet cuya definición se da en la norma IEEE 802:3 o ISO 8802-3.

10 Una trama Ethernet 70 comprende unos campos 71, 72, 73, 74, 75, 76 que tienen una significación determinada. El primer campo (no representado) es un preámbulo de sincronización que permite a los receptores (capa 1 del modelo OSI) sincronizarse en el nivel binario con la frecuencia de la señal. El preámbulo tiene una longitud de 7 octetos, cuyo valor binario es "10101010". Este preámbulo viene seguido por un delimitador de trama (no representado) que indica el comienzo de la trama. Este delimitador tiene una longitud de 1 octeto, cuyo valor binario es "10101011".

15 La trama comprende a continuación una dirección de destino 71. Representa la dirección material de la interfaz de red (dirección MAC) de un abonado de destino de la trama. Esta dirección puede ser también una dirección del tipo de "emisión múltiple", es decir una dirección que designa a un grupo de abonados. La dirección 71 viene seguida de una dirección del origen 72, que representa la dirección de un abonado emisor de la trama. Las direcciones 71 y 72 tienen una longitud de 6 octetos cada una, es decir 48 bits.

20 La dirección 72 puede estar seguida de un campo de prioridad 73, opcional, de una longitud de 4 octetos. Este campo 72 indica la prioridad de la trama en la red, estando comprendida esta prioridad entre 0 y 7. La trama comprende también un campo 74 de una longitud de 2 octetos, que representa el tipo de la trama (Ethernet v2) o la longitud de la trama (IEEE 802.3).

25 La trama comprende a continuación los datos, de una longitud de 0 a 1500 octetos. Estos datos se pueden completar llegado el caso por unos octetos de relleno (principio conocido con el nombre de "padding" en la literatura anglosajona), sin significación, que permiten a la trama 70 tener una longitud mínima de 64 octetos. La trama comprende finalmente un código de redundancia cíclica o CRC (acrónimo para la expresión anglosajona "Cyclic Redundancy Check"), calculado sobre los campos 71 a 75.

30 Se hace referencia ahora a la figura 8 en la que se representa un ejemplo de cronograma recibido sobre la unidad repetidora de acuerdo con la invención. Esta unidad repetidora está unida a un abonado que tiene una dirección de destino A. Este abonado recibió las tramas emitidas por unos abonados que tienen unas direcciones de origen B y C. Más precisamente, recibe dos tramas BA1, BA2 de la dirección de origen B y una trama CA1 de la dirección de origen C. Esas tramas se reciben a través de las dos vías 1 y 2 de la red de redundante. En consecuencia la unidad repetidora recibe en el orden tres tramas 81, 82, 83 a través de la vía 1 y tres tramas 84, 85, 86 a través de la vía 2. Las tramas 81, 82, 83 son respectivamente las tramas BA1, BA2 y CA1. Las tramas 84, 85, 86 son respectivamente las tramas BA1, BA2 y CA1. El orden de las tramas recibidas no es el mismo a través de las dos vías.

35 Se hace referencia ahora a la figura 9 en la que se representa un ejemplo de realización de la invención en la unidad repetidora descrita anteriormente. Por supuesto, el procedimiento de acuerdo con la invención se aplica también a un abonado unido directamente a la red, el procedimiento se realiza entonces por medio de programa.

40 -- Cuando la unidad repetidora recibe una trama a través de una vía, determina 91 una firma. Esta firma se determina a partir de los datos de la trama. Permite identificar a la trama con una palabra binaria de longitud reducida. Las firmas de las tramas recibidas se memorizan en una tabla de firmas. La tabla de firmas ocupa una zona asignada en la memoria asociativa del circuito 68 (véase la figura 6).

45 La unidad repetidora busca 92 a continuación la firma entre aquellas ya presentes en la tabla de firmas. Si esta firma está ausente en la tabla de firmas, la unidad repetidora transmite 94 esta trama al abonado de destino, es decir al abonado unido a la unidad repetidora. También memoriza 93 esta firma en la tabla de firmas.

50 De acuerdo con un modo de realización ventajoso, después de que la unidad repetidora haya recibido una trama y determinado su firma, si la firma está presente en la tabla de firmas, libera 95 la entrada correspondiente en la tabla de firmas. Esto permite retirar progresivamente las firmas de la tabla de firmas cuando ya no son útiles. Por otro lado, la trama en sí se puede retirar porque ya se haya transmitido a su destinatario. Se evita así transmitir dos veces una misma trama.

55 De acuerdo con un modo de realización ventajoso, la firma comprende una clave calculada por una función de hash. Una función de hash es una función que toma como entrada una secuencia de bits de longitud arbitraria, y suministra a la salida una clave de tamaño fijo, de tal manera que esta clave sea representativa de los bits de entrada. Una función de hash perfecta es una aplicación inyectiva. En la práctica, una buena función de hash presenta una distribución uniforme. En este caso, para una clave de N bits, la probabilidad de tener dos claves idénticas asociadas a unas secuencias de bits diferentes, tomándose las secuencias de bits en un conjunto de M

elementos, es de:

$$1 - \frac{2^N!}{(2^N - M)! \times 2^{N \times M}}$$

Esta situación se denomina una colisión. Cuando  $2^N$  es grande en relación a M, es posible calcular esta probabilidad por una fórmula aproximada:

5 
$$\frac{M^2}{2^N}$$

El cálculo de probabilidad toma en cuenta todos los emparejamientos (colisiones) entre los M elementos. En el marco de la invención, interesa el riesgo, en el caso del análisis de una firma determinada, de si una firma idéntica que corresponda a unos datos diferentes ya se ha memorizado. Este riesgo se puede obtener dividiendo el valor precedente por M. Se obtiene por tanto un riesgo:

10 
$$\frac{M}{2^N}$$

Para los valores típicos (M=10 y N=32) este riesgo es despreciable. En consecuencia, la utilización de este modo ventajoso de realización de la invención permite generar la redundancia de manera fiable y con buenos rendimientos de rapidez.

15 Se hace referencia de nuevo la figura 8. La función de hash se aplica a unos datos de la trama. Se puede aplicar la función de hash al conjunto de la trama o a una parte solamente. La función de hash se aplica preferentemente al menos a los campos 72 y 75. De manera ventajosa, la función de hash se aplica a todos los campos (aparte del CRC), es decir a los campos 71 a 75 inclusive. Según un modo ventajoso de realización, la clave es el código de redundancia cíclica ya presente en las tramas Ethernet, es decir el campo 76. De ese modo, se evita calcular esta clave.

20 De acuerdo con un modo ventajoso de realización, la firma comprende por otro lado la dirección del emisor de la trama, es decir la dirección del origen y/o la prioridad de la trama.

25 Cuando los datos transmitidos son unos datos periódicos, puede suceder que se transmitan varias tramas idénticas, desde un mismo origen hacia un mismo destinatario. Las firmas de estas tramas serán entonces idénticas. Puede haber una confusión entre dos tramas idénticas. A fin de evitar una confusión así, se pueden numerar las tramas recibidas. Esta numeración se puede memorizar en conjunto con las firmas.

30 La numeración utiliza una propiedad de las redes Ethernet, de acuerdo con la que las tramas que provienen de una misma dirección de origen y que tienen una misma prioridad se reciben en el orden en el que se emitieron. De acuerdo con un modo ventajoso de realización, se memoriza, en conjunto con cada firma, un número de orden. Los números de orden asociados a las tramas que tienen la misma dirección de origen, la misma prioridad y recibidas a través de una misma vía forman una secuencia ordenada en función del orden de recepción de las dichas tramas.

Por ejemplo, en cada unidad repetidora de acuerdo con la invención se utiliza un contador por dirección de origen, por prioridad y por vía. Cada vez que una trama se recibe de la misma dirección de origen, con la misma prioridad y se recibe a través de la misma vía, la unidad repetidora incrementa el contador correspondiente.

35 Así, cuando la unidad repetidora recibe una trama a través de una vía, determina no solamente la firma de esta trama, sino también su número de orden. Este número de orden se utiliza cuando se busca esta firma entre las firmas ya memorizadas en la tabla de firmas. En efecto, se busca una firma a la que se asocia el mismo número de orden.

40 De acuerdo con un primer modo ventajoso de realización, si la unidad repetidora no encuentra la firma idéntica con el mismo número de orden asociado, la trama recibida se transmite y la firma así como el número de orden se memorizan en la tabla de firmas. Esto permite evitar las confusiones cuando se reciben varias tramas idénticas.

La unidad repetidora procede de la misma manera que se ha descrito anteriormente si la firma y el número de orden están presentes en la tabla de firmas, con el matiz de que se suprime no solamente la firma, sino también el número de orden, de la tabla de firmas.

45 De acuerdo con un segundo modo ventajoso de realización, se puede utilizar la información sobre los números de orden para buscar la detección de unos errores. Esta detección de error se basa en el principio de acuerdo con el que la probabilidad de tener varias tramas diferentes con la misma firma es muy reducida (en el cálculo de probabilidad anterior).

De acuerdo con este segundo modo ventajoso de realización, cuando la unidad repetidora recibe una trama a través de una vía, determina la firma de esta trama y su número de orden. Busca a continuación esta firma entre las firmas ya memorizadas en la tabla de firmas, cualquiera que sea el número de orden.

5 Si la unidad repetidora no encuentra una firma idéntica, la trama recibida se transmite y la firma así como el número de orden se memorizan en la tabla de firmas.

10 Si la unidad repetidora encuentra una única firma idéntica, pero con un número de orden diferente, entonces se supone (según las consideraciones estadísticas) que una trama se ha perdido a través de una de las vías, lo que explica el desfase en términos de números de orden. La unidad repetidora procede entonces como si la trama tuviera la misma firma y el mismo número de orden (trama despejada, entrada de la tabla de firmas liberada,...) pero señala un error.

Si la unidad repetidora encuentra varias firmas idénticas, procede de la misma manera. Sin embargo, busca entre estas firmas si una de ellas tiene el mismo número de orden. Si ninguna tiene el mismo número de orden, señala un error. Si no, no señala ningún error.

15 Se hace referencia ahora a la figura 10 en la que se representa un ejemplo de colocación en la memoria de los datos que corresponden a unas tramas recibidas y no transmitidas aún hacia un abonado.

20 De acuerdo con la invención, se espera recibir completamente una trama antes de transmitirla al abonado. En efecto, en tanto que la trama no se haya recibido completamente no se puede determinar la firma asociada, que es necesaria para realizar el procedimiento de acuerdo con la invención. Un funcionamiento así, en el que se espera a recibir completamente una trama antes de transmitirla (funcionamiento conocido con el nombre de "Store and Forward" en la literatura anglosajona), necesita memorizar las tramas recibidas y no transmitidas aún. Se utiliza con este fin una memoria, tal como la memoria 65 en el ejemplo de la unidad repetidora representada en la figura 6.

25 Los datos recibidos a través de la vía 1 de la red redundante son puestos en la memoria 102 de manera provisional antes de ser utilizados. Se utiliza un procedimiento FIFO (acrónimo de la expresión anglosajona "First In First Out") de colocación en la memoria, es decir en la que los primeros datos colocados en la memoria son retirados de la memoria los primeros. Igualmente, los datos recibidos a través de la vía 2 de la red redundante son colocados en la memoria 103. En el momento de la realización del procedimiento de acuerdo con la invención, se elige 104 emitir las tramas recibidas desde una u otra vía, que están puestas en la memoria 102, 103. Ventajosamente, las tramas no se transmiten directamente, sino que se ponen en la memoria 101 de manera provisional antes de ser transmitidas al abonado. Se utiliza también un procedimiento FIFO.

30 Si la invención se realiza por medio de programas en el nivel de abonado, no existe interfaz física entre el abonado y la unidad repetidora. No es necesario entonces transmitir las tramas desde una unidad repetidora hacia el abonado. Sin embargo, existe una interfaz de programa en el seno del abonado. En lugar de transmitir las tramas de la unidad repetidora hacia el abonado, se transmiten las tramas en el seno del abonado entre dos módulos de programa. En consecuencia, como se ha descrito anteriormente, es necesario memorizar las tramas recibidas y no transmitidas aún. Se puede utilizar con este fin una memoria de abonado.

40 De acuerdo con un modo ventajoso de realización, cuando se recibe una trama por la unidad repetidora, se verifica la integridad de esta trama antes de transmitirla al abonado. Esta verificación se realiza preferentemente antes de determinar una firma. Esta verificación se puede realizar calculando el código de redundancia cíclica y comparándolo con un valor memorizado en la trama. Si la trama no es íntegra, no se la transmitirá al abonado. De manera ventajosa, se señala la falta de integridad de esta trama. Se libera la memoria de transferencia 65 de los datos de esta trama.

Si la verificación de integridad se efectúa después del cálculo de la firma, se libera la entrada correspondiente a la trama detectada como no íntegra de la tabla de firmas.

45 Como se ha mencionado anteriormente, la capacidad de la memoria depende de la configuración de la red, principalmente de los picos de tráfico. En efecto, si la unidad repetidora recibe unas tramas con su velocidad máxima para cada vía, pudiendo ser diferentes los datos contenidos en las tramas a través de las dos vías, no podrá transmitir hacia el abonado a la velocidad máxima más que la mitad de los datos recibidos. En efecto, se pasa de los dos enlaces entre la unidad repetidora y la red redundante a un enlace entre la unidad repetidora y el abonado. La configuración de la red permite determinar la duración máxima de estos picos de tráfico. Durante esta duración, la unidad repetidora debe como mínimo memorizar la mitad de las tramas antes de poder transmitir las hacia el abonado. De acuerdo con un modo de realización ventajoso, se determina la capacidad de la memoria necesaria para memorizar las tramas recibidas y no transmitidas aún al abonado de tal manera que todas las tramas recibidas puedan ser retransmitidas.

55 Se hace referencia ahora a la figura 11 en la que se representa un ejemplo de organización de los datos colocados en la memoria de acuerdo con el procedimiento representado en la figura 10 en una memoria de la unidad repetidora.

Los datos que corresponden a las tramas recibidas y no transmitidas aún se pueden memorizar en unas memorias intermedias (o "buffers") independientes para cada vía 114 y 115. Unos punteros pueden apuntar a estas memorias intermedias. Se utilizan por ejemplo unos archivos circulares de punteros 111, 112 y 113.

5 Esta organización de los datos permite optimizar la gestión de la memoria. Sin embargo las tramas en la norma Ethernet pueden tener una longitud variable. En consecuencia, es necesario a priori asignar unas memorias intermedias que correspondan al tamaño máximo de las tramas, es decir 1522 octetos.

10 De acuerdo con un modo ventajoso de realización, se utilizan unas memorias intermedias 114 y 115 de tamaño más pequeño, los datos de las tramas más largas se memorizan en varias memorias intermedias. Se utilizan preferentemente unas memorias intermedias que corresponden a la longitud más pequeña de trama, es decir 64 octetos. De esta manera, se optimiza el espacio de memoria utilizado para memorizar las tramas recibidas y no transmitidas aún. En la unidad repetidora descrita en relación con la figura 6, se utilizan por ejemplo 40.000 memorias intermedias de 64 octetos, lo que permite memorizar hasta 2000 tramas de 1522 octetos.

15 Ventajosamente, se procede de manera análoga en la emisión, es decir para transmitir unas tramas del abonado hacia la red redundante. Sin embargo, en la emisión no se realiza la elección 104 porque las tramas se emiten a la vez sobre las dos vías de la red redundante.



**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de gestión de la redundancia de una red de comunicación, comprendiendo dicha red al menos dos vías redundantes, cuando se recibe una trama sobre una vía:

- 5
- se determina (91) una firma a partir de la trama,
  - se busca (92) esta firma entre las firmas ya memorizadas en una tabla de firmas,

estando el dicho procedimiento **caracterizado porque:**

- si esta firma está ausente de la tabla de firmas, se transmite (94) esta trama y se memoriza (93) la firma en la tabla de firmas.

10 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 en el que si la firma está presente en la tabla de firmas, se libera (95) la entrada correspondiente en la tabla de firmas.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la firma comprende una clave, siendo calculada esta clave por una función de hash aplicada a unos datos de la trama.

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la firma comprende la dirección de origen (72) de la trama y/o la prioridad (73) de la trama.

15 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 en el que cuando se recibe una trama a través de una vía:

- 20
- se determina el número de orden de la trama, los números de orden asociados a las tramas que tienen la misma dirección de origen, la misma prioridad y recibidas a través de la misma vía forman una secuencia ordenada en función del orden de recepción de las dichas tramas;
  - en el momento de la etapa (92) de la búsqueda de la firma en la tabla de firmas, se busca una firma a la que esté asociado el mismo número de orden;
  - si esta firma está ausente de la tabla de firmas, se transmite (94) esta trama y se memoriza (93) la firma y el número de orden en la tabla de firmas.

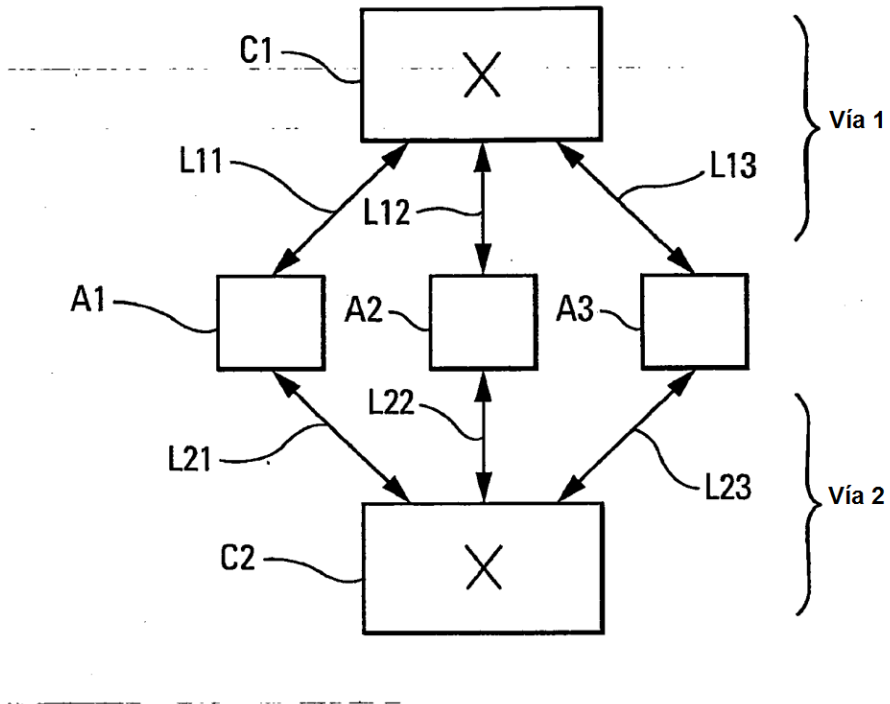


Fig. 1

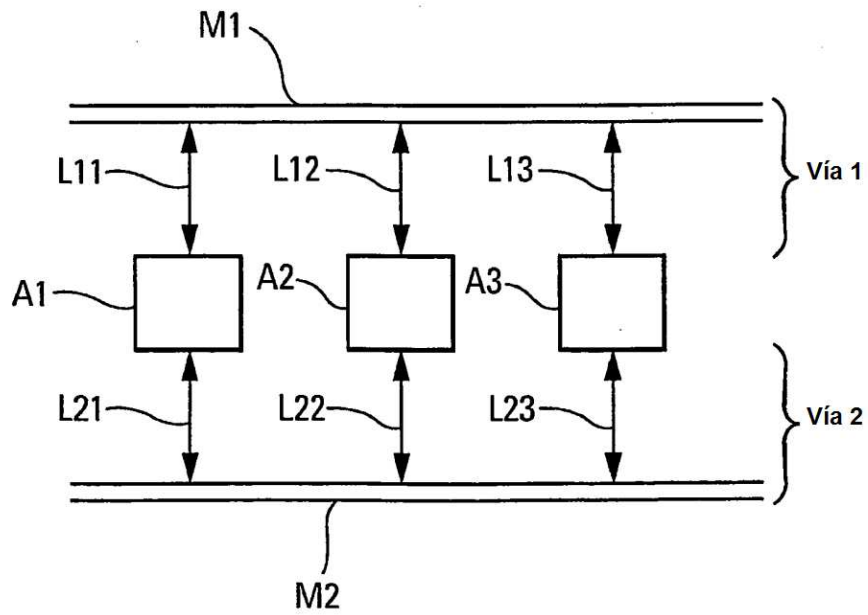


Fig. 2

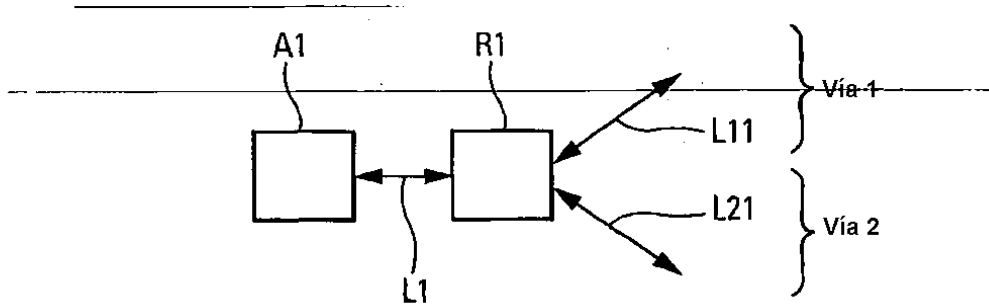


Fig. 3

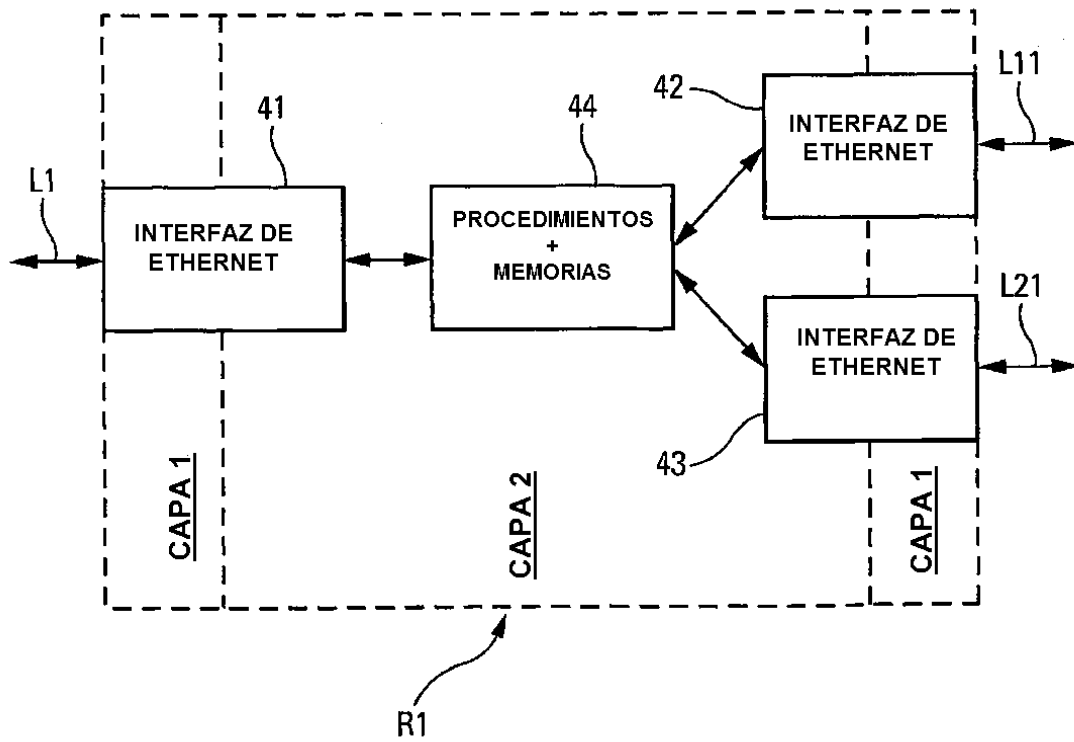


Fig. 4

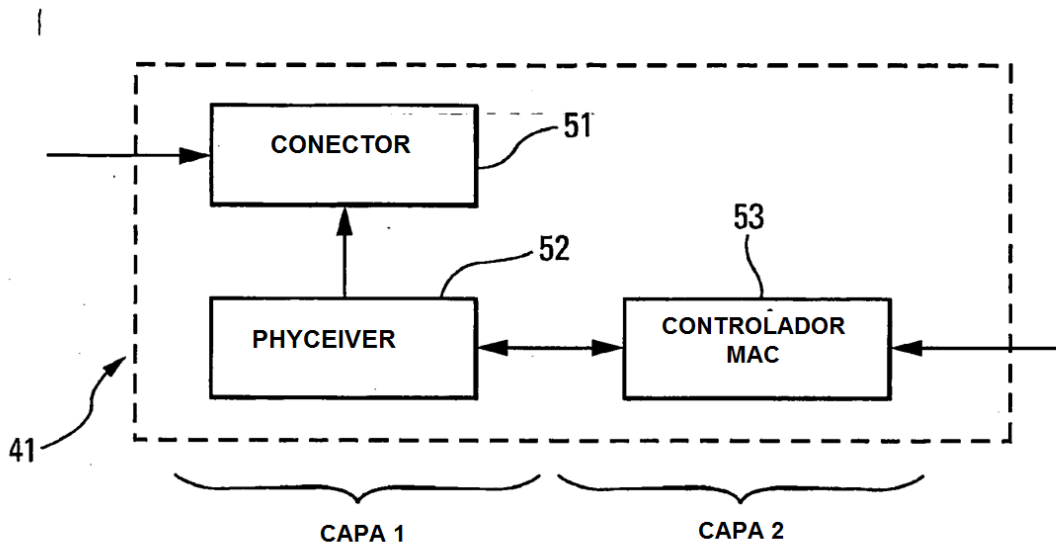


Fig. 5

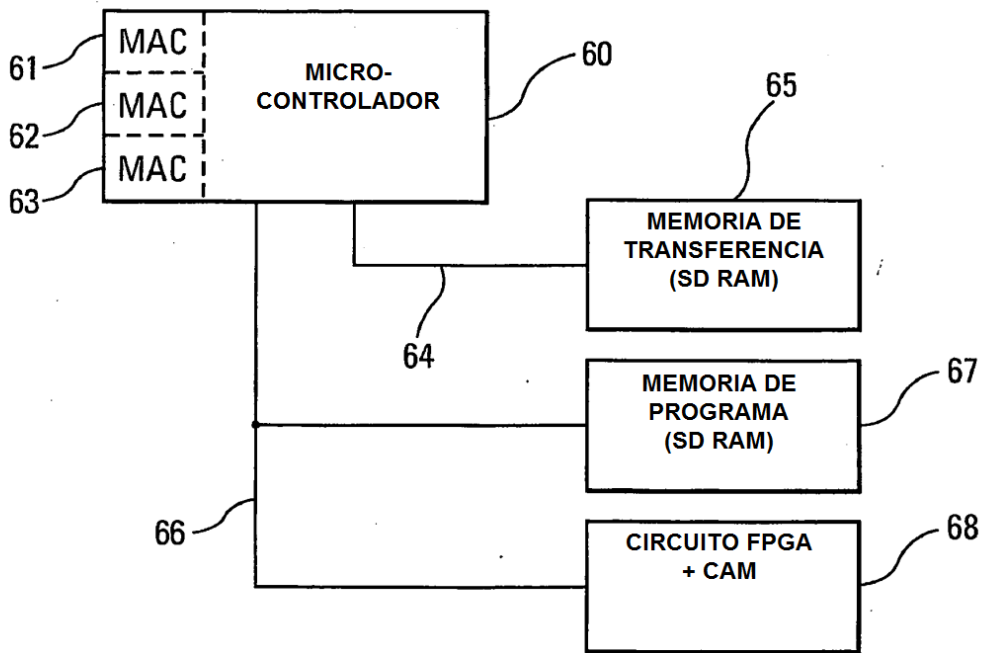


Fig. 6

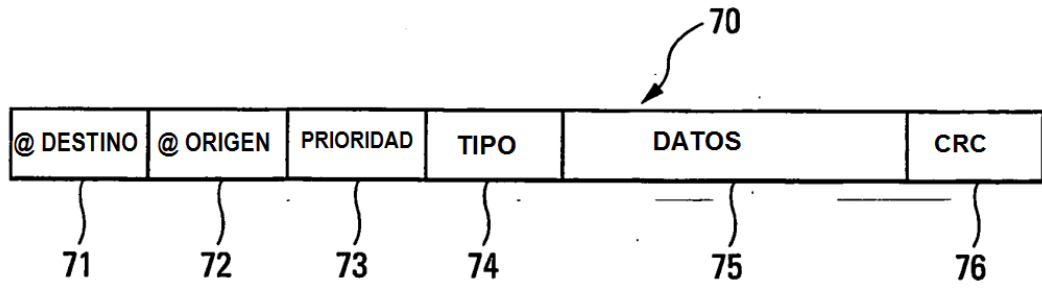


Fig. 7

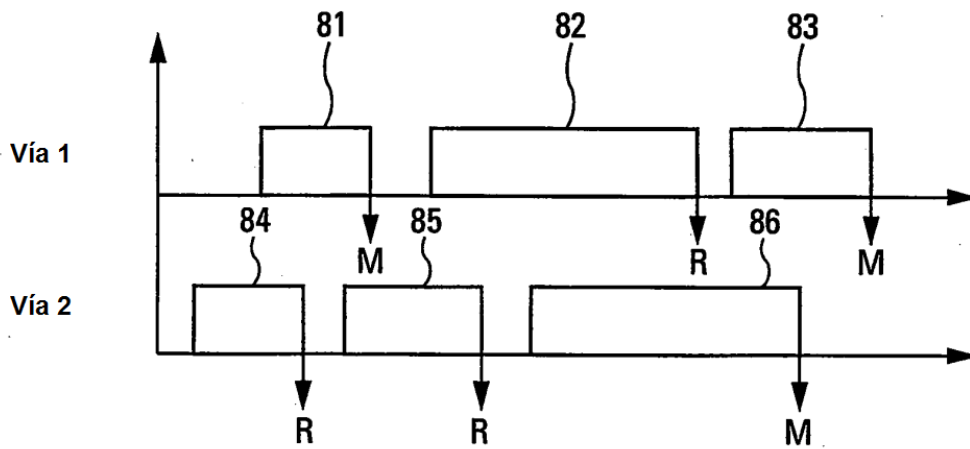


Fig. 8

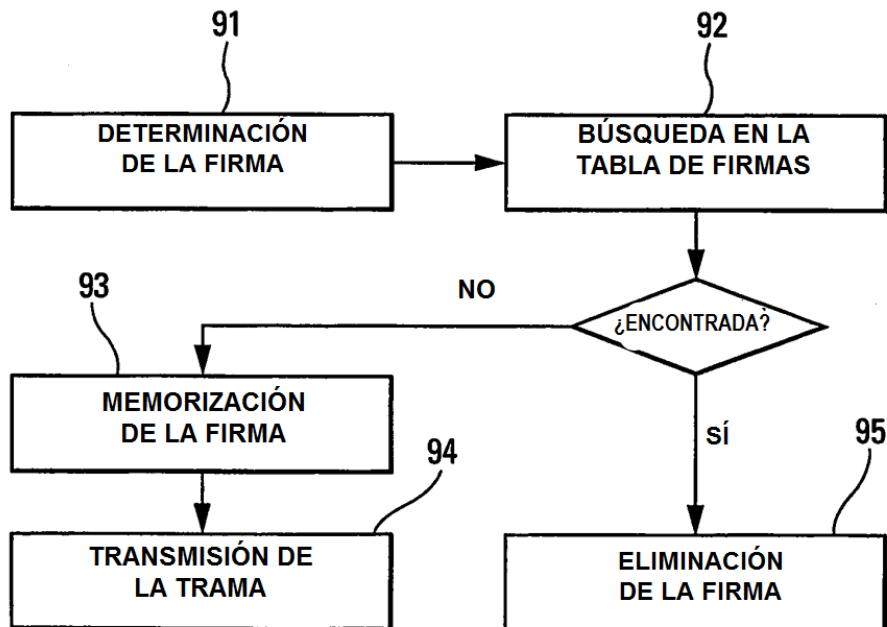


Fig. 9

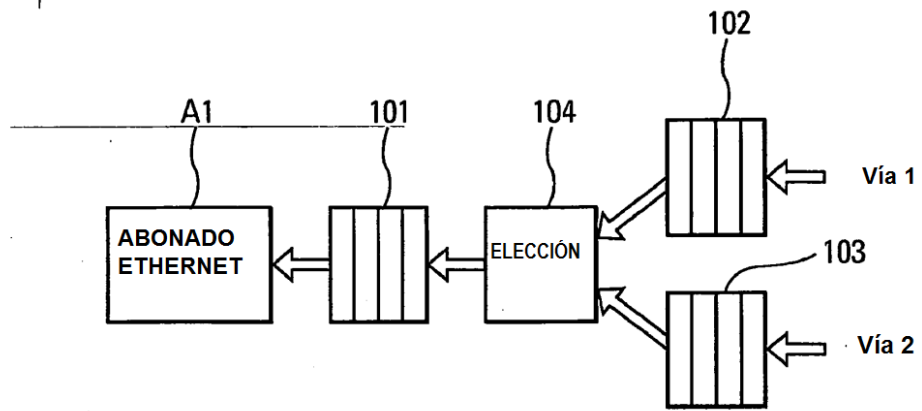


Fig. 10

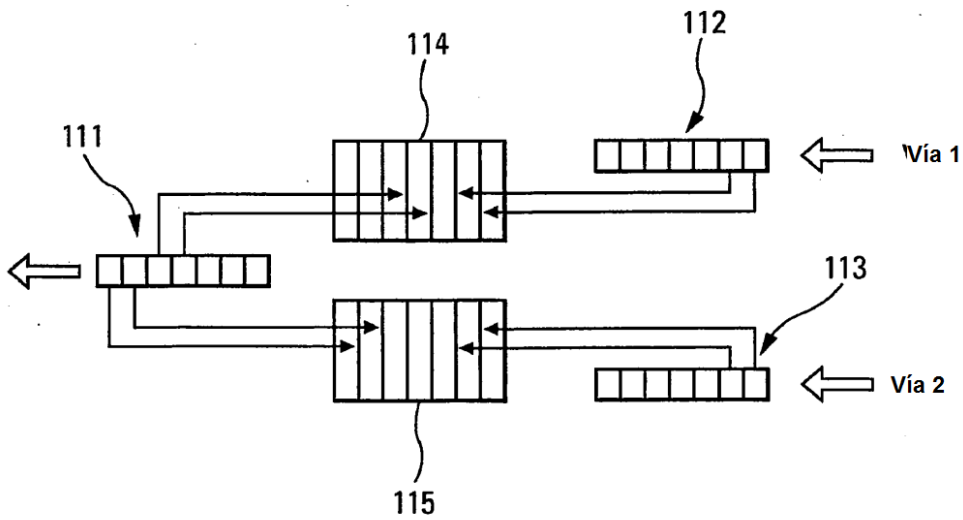


Fig. 11