

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 210**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/52** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.12.2012 PCT/IT2012/000365**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.06.2014 WO14087434**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2012 E 12826607 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 2926509**

54 Título: **Red Ethernet aviónica mejorada y método de transmisión de bloques de datos en la red**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.04.2018**

73 Titular/es:  
**LEONARDO S.P.A. (100.0%)  
Piazza Monte Grappa, 4  
00195 Roma, IT**

72 Inventor/es:  
**TRAVERSONE, MASSIMO y  
LUONI, MAURO**

74 Agente/Representante:  
**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 663 210 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**

Red Ethernet aviónica mejorada y método de transmisión de bloques de datos en la red

**5 Antecedentes técnicos de la invención**

Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a la transmisión de bloques de datos en una red Ethernet conmutada aviónica de acuerdo con la norma Arinc (Aeronautical Radio, Inc) 664p7. Particularmente, la invención se refiere a una red Ethernet redundante del tipo Arinc 664p7 y a un método para transmitir bloques de datos en dicha red.

Descripción de la técnica anterior

15 Las redes Ethernet se encuentran entre las redes de área local más extendidas. Dichas redes Ethernet, como se las conoce, pueden operar en un modo conmutado, es decir, los sistemas de extremo que componen la red conmutan bloques de datos (tramas de datos) entre sí a través de enlaces virtuales, para garantizar la ausencia de colisiones entre dichos bloques. En más detalle, una red Ethernet conmutada comprende una pluralidad de sistemas de extremo, cada uno de los cuales es adecuado para actuar como un sistema de extremo de origen o destino para los  
20 bloques de datos intercambiados a través de la red. Dichos sistemas de extremo están vinculados individualmente a un bloque de conmutador o dispositivo de conmutación de datos, y múltiples conmutadores de red están mutuamente conectados mediante enlaces físicos.

25 Como es conocido por los expertos en la técnica, un enlace virtual entre un sistema de extremo de origen y un sistema de extremo de destino se define como un camino orientado a través de la red, que se usa para transmitir bloques de datos desde el sistema de extremo de origen solo hasta los sistemas de destino predefinidos. De manera similar, dicho enlace virtual se puede definir basándose en una lista ordenada de conmutadores que están presentes en la red, a través de los cuales pasan los bloques de datos. En cada conmutador que se transmite en la red, los bloques de datos se cambian a la dirección de destino utilizando dicha lista ordenada de conmutadores.  
30

Una red Ethernet conmutada es de tipo dúplex completo en el caso en que los bloques de datos de envío y recepción puedan ocurrir simultáneamente en el mismo enlace físico.

35 Los sistemas de aviónica en general incluyen una serie de dispositivos, cada uno de los cuales puede intercambiar datos con uno o más dispositivos del sistema. Por ejemplo, una variedad de sensores externos puede adquirir información para ser transportada hacia diferentes componentes de la aeronave, a través de una red de comunicaciones.

40 Una red del tipo Arinc 664p7, que fue desarrollada para aplicaciones de aviónica, es un ejemplo de una red Ethernet conmutada en la que a un enlace virtual se le puede asignar un ancho de banda. Particularmente, dicha red Arinc 664p7 está configurada para asociar a cada enlace virtual un intervalo de tiempo de transmisión mínimo de los bloques de datos, y un formato máximo de dichos bloques. De acuerdo con tales restricciones, se garantiza un tiempo de ruta máximo de cada bloque de datos para cada enlace virtual. Además, el flujo formado por un enlace virtual no se ve perturbado por otros flujos que comparten los mismos enlaces físicos en la red. Además, el enlace  
45 virtual asegura que la suma de los anchos de banda asignados para los enlaces virtuales para un mismo enlace físico no exceda la capacidad máxima garantizada por la tecnología. Con el fin de garantizar niveles de seguridad adecuados cuando se transmiten bloques de datos, la red de tipo Arinc 664p7 implementada a bordo de una aeronave es preferentemente una red redundante. En tal caso, dos sistemas de extremo de red, un sistema de extremo de origen y un sistema de extremo de destino se comunican entre sí a través de al menos dos redes elementales independientes. La redundancia se implementa para cada bloque de datos en cada una de dichas redes elementales. Particularmente, el sistema de extremo de origen envía dos bloques de datos de información al sistema de extremo de destino en el enlace virtual correspondiente. Cada uno de dichos bloques se envía, con un contenido idéntico, en cada una de las dos redes elementales. Si las dos redes funcionan correctamente, ambos bloques idénticos llegan al sistema de extremo de destino, aunque en diferentes momentos, basándose en la configuración  
50 de las dos redes.

Las redes aviónicas Arinc 664p7 antes descritas de un tipo conocido no están libres de defectos.

60 Particularmente, cada sistema de extremo envía sus bloques de datos en la red Arinc 664p7 sobre la base de una información de temporización generada por el propio sistema de extremo. Dado que la información de temporización asociada a diferentes sistemas de extremo de red son en general diferentes entre sí, la red Arinc 664p7 conocida no permite controlar adecuadamente los bloques de datos que transitan por la red.

65 El documento EP 1921783 A1 describe un método y sistema para reducir la variación (o fluctuación) de retardo de transmisión de paquetes en tiempo real en una red conmutada en tiempo real.

## Sumario de la invención

El objeto de la presente invención es diseñar y proporcionar una red Ethernet aviónica, en particular una red redundante de acuerdo con la norma Arinc 664p7, que permite al menos parcialmente obviar los inconvenientes expuestos anteriormente en el presente documento con referencia a las soluciones de redes aviónicas de un tipo conocido

Tal objeto se logra mediante una red de comunicaciones Ethernet del tipo Arinc 654p7 de acuerdo con la reivindicación independiente 1.

Los modos de realización preferidos de una red de este tipo se describen en las reivindicaciones dependientes 2-6. Es el objeto de la invención también un método para transmitir bloques de datos en una red de comunicaciones Ethernet de este tipo, de acuerdo con la reivindicación 7.

## Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas adicionales de la red Ethernet redundante de acuerdo con la invención serán evidentes a partir de la descripción expuesta a continuación de los ejemplos de implementación preferidos, dados a modo de ejemplo indicativo, no limitativo, con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- la figura 1 ilustra un diagrama de bloques a modo de ejemplo de una red de comunicaciones Ethernet redundante Arinc 664p7 de acuerdo con la invención;

- la figura 2 ilustra un diagrama de bloques de función a modo de ejemplo de un dispositivo de conmutación incluido en la red Ethernet Arinc 664p7 de la figura 1 de acuerdo con un modo de realización preferido de la invención.

## Descripción detallada

Con referencia a la figura 1 anteriormente mencionada, una red de comunicaciones de tipo Ethernet dúplex completo conmutada aviónica de acuerdo con la red de la norma Arinc 664p7 o Arinc 664p7 o, más simplemente, red, en general se indica con el número de referencia 100. Particularmente, dicha red 100 de Arinc 664p7 desarrollada para aplicaciones de aviónica es una red redundante, es decir, comprende al menos una primera red N1 y una segunda red N2 elementales que son independientes entre sí. Cada una de dichas primera red N1 y segunda red N2 elementales comprende al menos un primer sistema de extremo, por ejemplo ES1, adecuado para actuar como un sistema de extremo de origen para bloques de datos (tramas de datos) intercambiados a través de la red 100, y al menos un segundo extremo sistema, por ejemplo ES4, adecuado para actuar como un sistema de extremo de destino para tales tramas de datos. Con referencia al ejemplo de la figura 1, tanto la primera red N1 como la segunda red N2 elementales comprenden en general seis sistemas de extremo ES1-ES6, cada uno de los cuales es adecuado para actuar indistintamente como un sistema de extremo de origen o destino para las tramas de datos intercambiados por la red 100. Debe observarse que el número total de sistemas de extremo comprendidos en las redes elementales N1, N2 mencionadas anteriormente puede ser superior a seis. Tales sistemas de extremo ES1-ES6 pueden ser cualquier sistema empleado en una red aviónica, tal como, por ejemplo, un sensor, un conmutador eléctrico, una herramienta de navegación de aviónica, etc. Además, la primera red N1 y la segunda red N2 elementales comprenden un primer dispositivo SW1 y un segundo dispositivo SW2 de conmutación, o conmutadores, respectivamente, cada uno de los cuales está conectado entre el primer ES1 y el segundo sistemas de extremo ES4 mediante un enlace físico. Particularmente, tanto el primer conmutador SW1 como el segundo conmutador SW2 están conectados a todos los sistemas de extremo ES1-ES6 de la red 100 mediante enlaces físicos. En más detalle, el primer conmutador SW1 y el segundo conmutador SW2 comprenden los seis primeros puertos 1-6, cada uno de los cuales está conectado a un segundo puerto correspondiente  $P_{ij}$  (donde  $i = 1 \dots 6$ ;  $j = 1 \dots 6$ ) de uno de los sistemas de extremo ES1-ES6. Cada uno de los primeros puertos 1-6 y segundos puertos  $P_{ij}$  mencionados anteriormente está configurado para actuar como un puerto de entrada / salida para las tramas de datos intercambiadas a través de la red 100.

En la red 100 Arinc 664p7, los datos se transmiten en forma de paquetes IP (Protocolo de Internet) integrados en los bloques de datos (o tramas de datos) de Ethernet, en particular por medio de enlaces virtuales VL, es decir, rutas orientadas a través de la red 100 entre uno de los sistemas de extremo ES1-ES6 mencionados anteriormente que actúa como un sistema de extremo de origen y los respectivos sistemas de extremo de destino. Una etiqueta de enlace virtual incluida en la cabecera de cada trama de datos se usa para conmutar las tramas en la red Arinc 664p7 100 de la invención. Cuando uno de los conmutadores SW1, SW2 recibe una trama en uno de los primeros puertos 1-6 respectivos que actúan como una entrada, dicho conmutador lee la etiqueta de enlace virtual y determina el puerto o puertos entre los otros primeros puertos restantes hacia los cuales la trama de datos debe encaminarse. Es decir, uno de dichos puertos entre los restantes actúa como una salida. Ventajosamente, en la red Ethernet 100 de la invención, cada una de las redes elementales, por ejemplo la primera red elemental N1, es tal que uno de los sistemas de extremo ES1-ES6 o el dispositivo de conmutación de datos SW1 respectivo comprende medios de temporización que son adecuados para generar una información de temporización común para ser enviada a los otros dispositivos de la primera red elemental N1 con el fin de permitir la transmisión de las tramas de datos en dicha

red elemental mediante cualquiera de los dispositivos ES1-ES6.

En aras de la simplicidad, a continuación se describirá un ejemplo de implementación de la invención, en el que dichos medios de temporización están asociados a los conmutadores SW1, SW2. Se aplican observaciones  
 5 similares en el caso en que dichos medios de temporización estén asociados a cualquiera de los sistemas de extremo ES1-ES6. Con referencia a la figura 2, un ejemplo de implementación preferido de uno de los conmutadores SW1, SW2 comprendidos en la red Arinc 664p7 100 mencionada anteriormente, por ejemplo, el primer conmutador SW1, se describe mediante un diagrama de bloques de función. Debe observarse que, después de la redundancia de la red 100, el primer conmutador SW1 y el segundo conmutador SW2 son sustancialmente iguales.

10 En un modo de realización, el primer conmutador SW1 mencionado anteriormente es producido por un circuito integrado digital del tipo matriz de puerta programable sobre el terreno, o FPGA, en el que cada función implementada por el propio circuito integrado es programable mediante un software. Tal primer conmutador SW1 comprende una unidad de entrada / salida 201 para la trama de datos intercambiada a través de la red 100. Dicha  
 15 unidad de entrada / salida 201 se implementa, por ejemplo, mediante un conector físico del circuito integrado de FPGA.

Además, el primer conmutador SW1 comprende un bloque de función de filtrado 202 conectado operativamente a dicha unidad de entrada / salida 201 y configurado para realizar un filtrado o selección en las tramas que llegan al  
 20 conmutador SW1, en particular a la unidad de entrada / salida 201, para determinar, sobre la base de los primeros parámetros de evaluación, si los paquetes entrantes están, por ejemplo, de acuerdo con la norma Arinc 664p7. Tales primeros parámetros de evaluación se refieren, por ejemplo, a: la longitud de la trama, es decir, el número de campos que la componen (por ejemplo, Preámbulo, Delimitador de trama inicial o SFD, Dirección MAC de destino, Dirección MAC de origen, Carga útil, etc.); el formato de tales campos; si el puerto de entrada, entre los primeros  
 25 puertos 1-6, que recibe la trama está habilitado para recibir la trama identificada por el enlace virtual VL asociado a la misma.

Además, el primer conmutador SW1 comprende un bloque de función de conmutación 203 conectado operativamente a dicha unidad de entrada / salida 201 y a dicho bloque de función de filtrado 202. El bloque de  
 30 función de conmutación 203 está configurado para gestionar el encaminamiento de las tramas recibidas por el bloque de función de filtrado 202 hacia la unidad de entrada / salida 201. Particularmente, dicho bloque de función de conmutación 203 es adecuado para confirmar el enlace virtual VL contenido en cada una de las tramas recibidas para dirigir tales tramas hacia el puerto de salida correcto del primer conmutador SW1, entre los primeros seis  
 35 puertos 1-6 que se muestran en la figura 1.

En un modo de realización particularmente ventajoso, los medios de temporización del primer conmutador SW1 se implementan mediante un bloque o unidad de función de programación de tiempo 204 conectado operativamente al  
 40 bloque de función de conmutación de datos 203 para proporcionar la información de temporización común a dicho bloque de función de conmutación 203. En otros términos, el bloque de función de programación de tiempo 204 está configurado para dictar al bloque de función de conmutación 203 los tiempos de conmutación de cada enlace virtual VL de la primera red elemental N1.

Particularmente, dicho bloque de función de programación de tiempo 204 del primer conmutador SW1 es adecuado para transmitir una información de temporización común a todos los sistemas de extremo ES1-ES6 de la red 100  
 45 sobre la base de la primera información extraída secuencialmente de una tabla de habilitación de enlace virtual VL respectiva compilada en el paso de inicialización o puesta en funcionamiento del conmutador SW1. Tal primera información es indicativa del estado de habilitación de un enlace virtual VL preestablecido de la red 100 a través de la cual pueden transmitirse las tramas de datos. En otros términos, mediante una información de temporización común a todos los sistemas de extremo ES1-ES6, el bloque de funciones de planificación de tiempo 204 está  
 50 configurado para permitir el envío de tramas de datos mediante cada uno de los sistemas de extremo ES1-ES6 en los enlaces virtuales VL de red habilitados secuencialmente. De tal manera, se evita que cada sistema de extremo envíe las tramas a través de la red 100 basándose en una información de temporización asociada localmente a la misma, que en general difiere de la de cualquier otro sistema de extremo presente en la misma red 100.

55 Un ejemplo de la tabla de habilitación de enlace virtual VL de acuerdo con la invención, indicada con la Tabla TAB, se establece en el presente documento a continuación. Dicha tabla comprende una pluralidad de filas y dos columnas. Una primera columna de la tabla TAB incluye habilitar secuencialmente los valores de tiempo  $t_i$  o el tiempo relativo de los enlaces virtuales VL a partir de un valor de tiempo inicial  $t_0$  igual a cero.

60 Una segunda columna de la tabla TAB incluye un número (1, 2, 3, 4, ...) indicativo del enlace virtual VL habilitado en cada uno de esos tiempos.

Se debe tener en cuenta que los tiempos de activación de cada enlace virtual VL se preestablecen basándose en el ancho de banda asignado al propio enlace virtual VL y en la duración de la transmisión única de los paquetes en el  
 65 enlace virtual.

Tabla TAB

	TIEMPO RELATIVO	NÚMERO DE VL A TRANSMITIR
t0	0,00 ms	1
t1	0,10 ms	2
t2	0,20 ms	3
t3	1,00 ms	1
t4	2,00 ms	1
t5	2,10 ms	2
t6	3,00 ms	1
t7	4,00 ms	1
t8	4,10 ms	2
t9	4,20 ms	4
	...	...

Como es sabido, la dimensión de un único paquete de datos multiplicado por el número de paquetes transmitidos por segundo define el ancho de banda asignado al enlace virtual.

5 En un modo de realización, con el objetivo de optimizar el ancho de banda de radiodifusión, múltiples enlaces virtuales VL pueden activarse simultáneamente, siempre que las rutas en la red no se crucen entre sí.

10 Debe observarse que el contenido de la Tabla TAB mencionada anteriormente se establece durante el paso de puesta en funcionamiento del primer conmutador SW1 y no se puede cambiar durante el paso operativo o el tiempo de ejecución del mismo conmutador SW1. A continuación en el presente documento se describirá un ejemplo del método para transmitir tramas de datos en la red Ethernet Arinc 664p7 100 anteriormente mencionada de la invención.

15 Con el fin de generar la información de temporización común, el método proporciona la realización de un escaneado secuencial de la tabla TAB, en particular de la primera columna de la tabla TAB que incluye los valores de los tiempos de habilitación  $t_i$  ( $i = 1,2,3 \dots$ ) de los enlaces virtuales VL, a partir de un valor de tiempo inicial  $t_0$ . A continuación, se permite rastrear, en la segunda columna de la tabla TAB, el número indicativo del enlace virtual VL habilitado para la transmisión de las tramas de datos correspondientes a cada uno de los tiempos habilitantes.

20 Más detalladamente, después de 1 milisegundo desde el comienzo del escaneado, el bloque de función de programación de tiempo 204 establece que el enlace virtual VL = 1 puede transmitir datos. Por lo tanto, el bloque de función de programación de tiempo 204 está configurado para generar una trama de modo de función FMF que se enviará a uno de los sistemas de extremo del grupo ES1-ES6, que está configurado para transmitir en el enlace virtual VL = 1. De forma alternativa, dicha trama de modo de función FMF puede enviarse indiferentemente a todos los sistemas de extremo ES1-ES6 de la red 100.

25 Debe observarse que el bloque o trama de modo de función FMF es, por ejemplo, una trama de 64 bytes de acuerdo con la norma Arinc 664.

30 En caso de que uno de los sistemas de extremo mencionados anteriormente, por ejemplo, el primer sistema de extremo ES1, tenga una trama de datos a transmitir con relación al enlace virtual VL = 1, en particular, el componente de LRU (unidad reemplazable por línea) respectivo tenga una trama de datos a transmitir, tal primer sistema de extremo ES1 envía, en respuesta a la trama de modo de función FMF, la trama de datos mencionada anteriormente de acuerdo con el protocolo de comunicación Arinc 664p7 al primer conmutador SW1.

35 El primer conmutador SW1 conmuta dicha trama mediante el bloque de función de conmutación 203 para encaminarlo al puerto de salida adecuado enviándolo a uno o más de los otros sistemas de extremo de la red 100.

40 De tal manera, la red Arinc 664p7 100 se hace completamente determinista.

Además, haciendo referencia a la figura 2, el paso de inicio del primer conmutador SW1 se gestiona mediante un bloque de función de configuración adecuado 205 adecuado para controlar cada uno de los bloques de función 202, 203, 204 mencionados anteriormente. En el caso del bloque de función de programación de tiempo 204, el bloque de función de configuración 205 es adecuado para transferir información sobre el enlace virtual VL mencionado anteriormente habilitando la tabla TAB a dicha trama 204, con el contenido de dicha tabla almacenándose en una memoria del primer conmutador SW1, por ejemplo una memoria flash.

Como se establece anteriormente, en un modo de realización alternativo de la presente invención, el bloque de función de programación de tiempo 204 puede asociarse a cualquiera de los sistemas de extremo del grupo ES1-ES6 en lugar del conmutador SW1.

5 La red de comunicaciones Ethernet aviónica 100 de acuerdo con la norma Arinc 664p7 de la presente invención tiene una serie de ventajas.

10 Particularmente, dicha red 100 es una red conmutada completamente determinista, en virtud del uso del bloque de función de programación de tiempo 204, que proporciona la información de temporización común sobre los enlaces virtuales VL a todos los sistemas de extremo ES1-ES6 de la red.

15 Además, el Solicitante podría verificar que la red 100 de la presente invención tenga un alto rendimiento en términos de asignación de ancho de banda, capacidad de configuración y capacidad de encaminamiento de las tramas de datos.

**REIVINDICACIONES**

1. Una red de comunicaciones Ethernet dúplex completo conmutada aviónica (100) del tipo Arinc 664p7, siendo dicha red (100) una red redundante que comprende al menos una primera (N1) y una segunda (N2) redes elementales (N1, N2), comprendiendo cada una de dichas redes elementales:

5 - al menos un primer sistema de extremo (ES1) adecuado para actuar como un sistema de extremo de origen para las tramas de datos transmitidas a través de la red,

10 - al menos un segundo sistema de extremo (ES4) adecuado para actuar como un sistema de extremo de destino para dichas tramas de datos transmitidas,

- un dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2) conectado entre dicho al menos un primer sistema de extremo (ES1) y al menos un segundo sistema de extremo (ES4);

15 caracterizado porque dicho dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2) comprende medios de temporización (204) adecuados para generar una información de temporización común para ser enviada tanto al menos un primer sistema de extremo (ES1) como al menos un segundo sistema de extremo (ES4) de la red elemental para permitir la transmisión de dichas tramas de datos por dicha red elemental mediante dicho al menos un primer sistema de extremo (ES1);

20 en el que dichos medios de temporización (204) están configurados para generar dicha información de temporización común sobre la base de la primera información extraída secuencialmente de una tabla (TAB) asociada a dicho dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2), siendo cada parte de dicha primera información indicativa de un estado habilitante de un enlace virtual (VL) asociado a la red elemental (N1, N2) a través del cual se pueden transmitir las tramas de datos,

25 en el que los medios de temporización de dicho dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2) se implementan en un bloque de función de programación de tiempo (204) conectado operativamente a un bloque de función de conmutación de datos (203) de dicho dispositivo de conmutación de datos para proporcionar la información de temporización común a dicho bloque de función de conmutación, y

30 en el que dicho dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2) comprende además un bloque de función de configuración (205) adecuado para transferir al bloque de función de programación de tiempo (204) la primera información de la tabla de habilitación de enlace virtual (VL), extraída de una memoria del dispositivo de conmutación de datos.

35 2. La red de comunicaciones Ethernet (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha tabla de habilitación de enlace virtual (VL) (TAB) comprende una pluralidad de filas y dos columnas, una primera columna que incluye valores secuencialmente de tiempos de habilitación (ti) de los enlaces virtuales (VL) comenzando desde un valor de tiempo inicial (t0), y una segunda columna que incluye un número indicativo del enlace virtual (VL) que está habilitado en cada uno de dichos tiempos.

40 3. La red de comunicaciones Ethernet aviónica (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2) comprende además:

45 - una unidad de entrada / salida (201) para las tramas de datos intercambiadas a través de la red (100);

50 - un bloque de función de filtrado (202) conectado operativamente a dicha unidad de entrada / salida (201) para realizar un filtrado en las tramas de datos entrantes al dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2) seleccionando dichas tramas de datos sobre la base de los primeros parámetros de evaluación;

55 - dicho bloque de función de conmutación (203) conectado operativamente a dicha unidad de entrada / salida (201) y dicho bloque de función de filtrado (202) para gestionar el encaminamiento de las tramas de datos recibidas desde el bloque de función de filtrado (202) hacia dicha unidad de entrada / salida sobre la base de una caracterización del enlace virtual habilitado (VL) basándose en dicha información de temporización.

60 4. La red de comunicaciones Ethernet aviónica (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que cada una de dichas primera (N1) y segunda (N2) redes elementales comprende al menos seis sistemas de extremo (ES1-ES6), siendo cada uno de dichos sistemas de extremo adecuado para actuar indistintamente como un terminal de origen o destino para las tramas de datos intercambiadas a través de la red.

65 5. La red de comunicaciones Ethernet aviónica (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dichos sistemas de extremo (ES1-ES6) se seleccionan del grupo que consiste en: sensor, conmutador electrónico, herramienta de navegación de aviónica.

6. La red de comunicaciones Ethernet aviónica (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2) se produce a partir de un circuito digital integrado de la matriz de puertas programables sobre el terreno o tipo FPGA.

5 7. Un método para transmitir tramas de datos en una red de comunicaciones Ethernet dúplex completo conmutada aviónica (100) del tipo Arinc 664p7, en el que dicha red es una red redundante que comprende al menos una primera y una segunda red elemental (N1, N2), comprendiendo cada una de dichas redes elementales:

10 - al menos un primer (ES1) y al menos un segundo (ES4) sistemas de extremo que actúan como sistemas de extremo de origen / destino para las tramas de datos transmitidas a través de la red;

- un dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2) conectado entre dichos al menos un primer (ES1) y un segundo (ES4) sistemas de extremo;

15 comprendiendo el método los pasos de:

20 - generar, mediante dicho dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2), una información de temporización común indicativa de un estado de habilitación de un enlace virtual (VL) asociado a la red elemental (N1, N2) a través de la cual pueden transmitirse las tramas de datos sobre la base de la primera información extraída secuencialmente de una tabla (TAB) asociada a dicho dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2),

25 en el que los medios de temporización de dicho dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2) se implementan en un bloque de función de programación de tiempo (204) conectado operativamente a un bloque de función de conmutación de datos (203) de dicho dispositivo de conmutación de datos para proporcionar la información de temporización común a dicho bloque de función de conmutación, y

30 en el que dicho dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2) comprende además un bloque de función de configuración (205) adecuado para transferir al bloque de función de programación de tiempo (204) la primera información de la tabla de habilitación de enlace virtual (VL), extraída de una memoria del dispositivo de conmutación de datos;

- enviar dicha información de temporización tanto al menos a un primer sistema de extremo (ES1) como a al menos a un segundo sistema de extremo (ES4);

35 - generar, mediante el dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2), una trama de modo de función (FMF) para enviarse a dichos al menos un primer (ES1) y un segundo (ES4) sistemas de extremo, en el que al menos uno de dichos sistemas de extremo está configurado para transmitir tramas de datos en el enlace virtual habilitado (VL);

40 - enviar tramas de datos en uno de dichos al menos un primer (ES1) y al menos un segundo (ES4) sistemas de extremo hacia el dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2);

- conmutar dicha trama de datos recibida por el dispositivo de conmutación de datos (SW1, SW2) al otro de los al menos un primer (ES1) y al menos un segundo (ES4) sistemas de extremo mencionados anteriormente.

45 8. Un método para transmitir tramas de datos en una red de comunicaciones Ethernet aviónica (100) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho paso de generar una información de temporización común comprende los pasos adicionales de:

50 - extraer la primera información indicativa de un estado habilitante de un enlace virtual (VL) desde una tabla (TAB) que comprende una pluralidad de filas y dos columnas, comprendiendo dicho paso de extracción los pasos de:

- escanear secuencialmente una primera columna de la tabla que incluye habilitar valores de tiempo (ti) del enlace virtual (VL) a partir de un valor de tiempo inicial (t0);

55 - seguir en una segunda columna de la tabla (TAB) un número indicativo de los enlaces virtuales (VL) habilitados para la transmisión de tramas de datos en cada uno de dichos tiempos de habilitación.

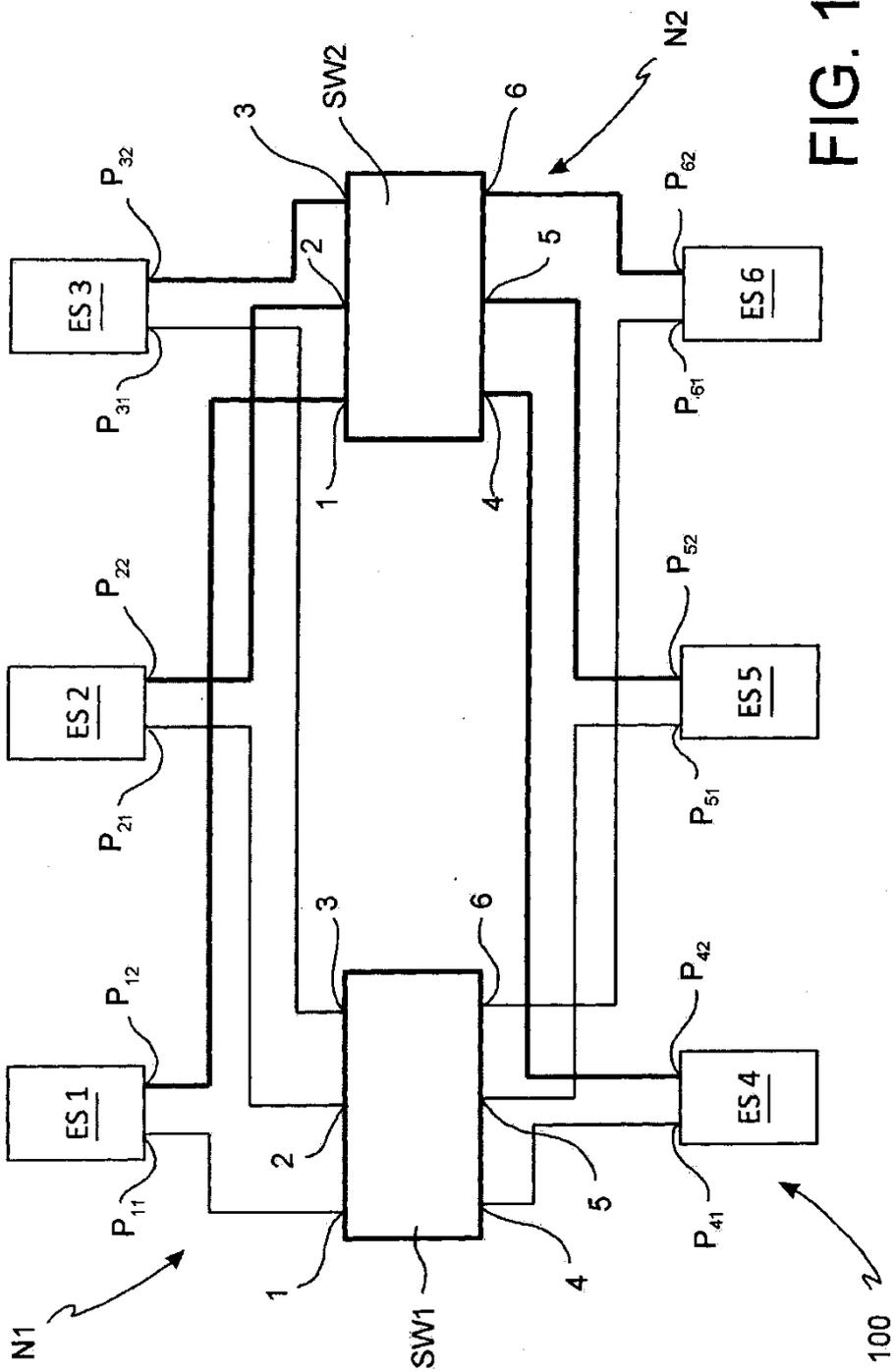


FIG. 1

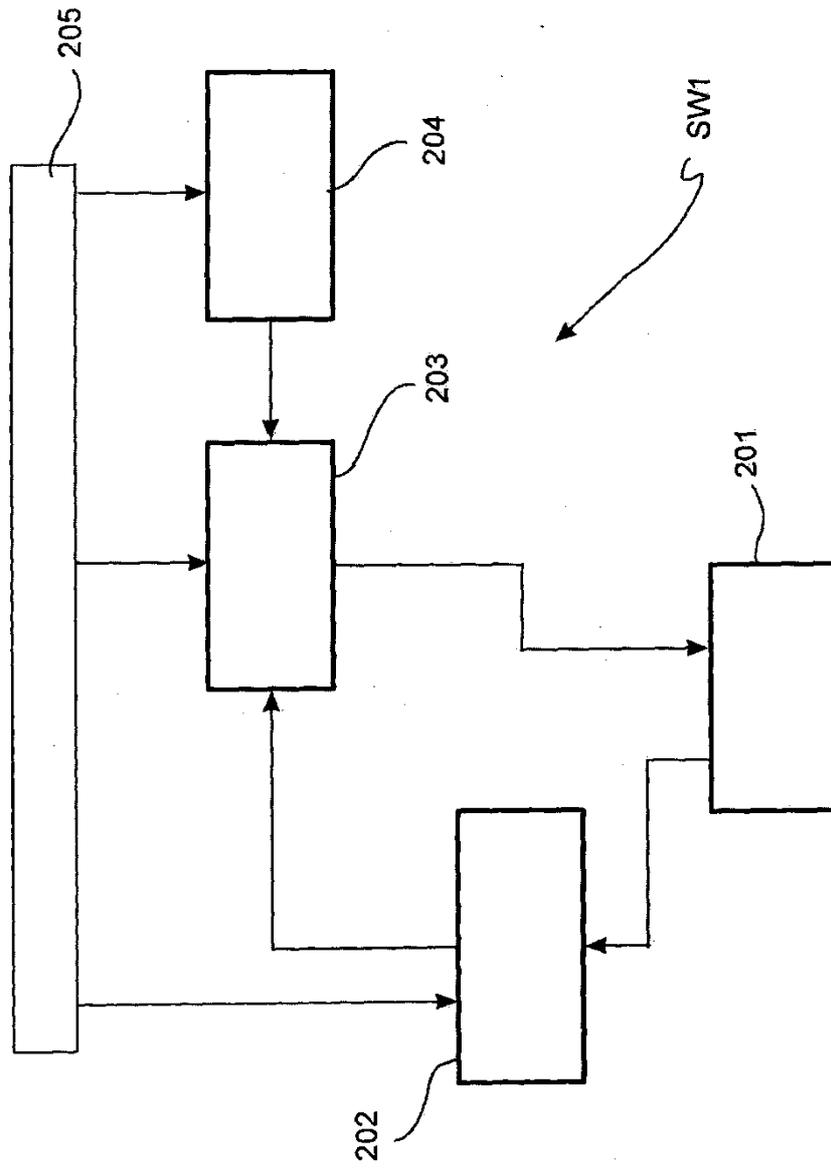


FIG. 2