

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 698**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/933** (2013.01)

**H04L 29/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2018** **E 18193594 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020** **EP 3454512**

54 Título: **Red de comunicación, sistema de medida, medio de transporte y procedimiento de construcción de una red de comunicación asociados**

30 Prioridad:

**11.09.2017 FR 1700912**

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

**03.12.2020**

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)  
TOUR CARPE DIEM, Place des Corolles,  
Esplanade Nord  
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**SEGURA, ERIC y  
JULIÉ, JEAN-JACQUES**

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

**ES 2 797 698 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 de comunicación, sistema de medida, medio de transporte y procedimiento de construcción de una red de comunicación asociados

5

**[0001]** La presente invención se refiere a una red de comunicación del tipo que se extiende entre una pluralidad de bloques de entrada y una pluralidad de bloques de salida, comprendiendo cada bloque de entrada un número predeterminado P1 de puertos de entrada, siendo el número predeterminado P1 de puertos de entrada un múltiplo del número N1 de bloques de entrada y que es estrictamente superior a 1, comprendiendo cada bloque de salida un número P2 de puertos de salida superior o igual al número predeterminado P1 de puertos de entrada, comprendiendo la red una pluralidad de conmutadores, comprendiendo cada conmutador unos bornes de entrada primero y segundo y unos bornes de salida primero y segundo y siendo capaz de conectar los bornes de entrada primero y segundo respectivamente con los bornes de salida primero y segundo, o a la inversa, en función de una señal de control respectiva recibida por el conmutador.

15

**[0002]** La presente invención se refiere igualmente a un sistema de medida especialmente para medios de transporte, denominados genéricamente transportadores, que pueden ser por ejemplo en particular una aeronave, que comprende dicha red de comunicación.

**[0003]** La presente invención se refiere igualmente a un medio de transporte, denominado genéricamente transportador, tal como una aeronave, que comprende dicho sistema de medida y un procedimiento de construcción de dicha red de comunicación.

**[0004]** En el campo de las redes de comunicación y especialmente de las redes de comunicación para medios de transporte o transportadores, se sabe usar redes de comunicación que conectan bloques de entrada, que corresponden por ejemplo a sensores de medida, con bloques de salida, que corresponden por ejemplo a dispositivos de cálculo capaces de tratar datos medidos transmitidos por los sensores de medida. Dichos datos medidos son, por ejemplo, datos relativos al entorno del medio de transporte y especialmente al entorno electromagnético del medio de transporte. La presente invención es aplicable en particular a la transmisión de señales digitales denominadas en bruto obtenidas de los sensores de medida. Las señales digitales comprenden por ejemplo muestras de datos medidos por sensores de tipo radar o de escucha electromagnética o flujo de vídeos en bruto.

**[0005]** Un ejemplo de este tipo de redes es suministrado por la publicación "New monitoring paradigms for modem avionics buses" de D. Buckley en el Congreso Internacional de Telemetría de 2013.

35

**[0006]** Otro ejemplo es suministrado por la publicación "A flexible switching architecture for diverse signal types" de B. Gery en el Congreso Internacional de Telemetría de 2007.

**[0007]** Dichas redes de comunicación son relativamente complejas con el fin de garantizar especialmente una cierta resistencia a las averías o indisponibilidades de determinados bloques de salida y una posibilidad de adaptación a una evolución de la velocidad de salida de los bloques de entrada en caso sobre todo de evolución de las prestaciones de los sensores. Estas redes de comunicación permiten sin embargo asegurar el encaminamiento de datos entre los bloques de entrada y los bloques de salida de manera segura.

**[0008]** Se sabe especialmente usar redes de comunicación que comprenden matrices de encaminamiento llamadas sistemáticas, capaces de encaminar cualquier flujo de datos medidos por un sensor de medida hacia cualquier dispositivo de cálculo. Dichas matrices de encaminamiento comprenden varios niveles de conmutadores conectados entre sí, comprendiendo cada conmutador, también denominado cross-bar, unos bornes de entrada primero y segundo y unos bornes de salida primero y segundo. Cada conmutador es capaz de conectar los bornes de entrada primero y segundo respectivamente con los bornes de salida primero y segundo o a la inversa en función de una señal de control recibida por el conmutador.

**[0009]** En dichas redes de comunicación, con el fin de adaptarlas a una evolución de la velocidad de salida de los sensores de medida, se sabe duplicar la matriz de encaminamiento y conectar en paralelo una pluralidad de matrices de encaminamiento a los sensores de medida y a los dispositivos de cálculo.

55

**[0010]** Sin embargo, dichas redes de comunicación tienen una arquitectura compleja, que conduce especialmente a pérdidas de energía importantes a través de la red de comunicación y aseguran una resistencia a las averías, especialmente de conmutadores, limitada.

60

**[0011]** Son estos los inconvenientes que pretende remediar la invención proponiendo una red de comunicación que tiene una arquitectura simplificada, que limita el impacto de una indisponibilidad de un conmutador en el funcionamiento de la red y mantiene su robustez ante las averías o indisponibilidades de los bloques de salida y ante una evolución de la velocidad de salida de los bloques de entrada.

65

**[0012]** A tal efecto, la invención tiene como objeto un procedimiento de codificación de acuerdo con la reivindicación 1.

**[0013]** Gracias a la invención el número de conmutadores de la red de comunicación se reduce al mínimo y se usa un solo nivel de conmutadores entre los bloques de entrada y los bloques de salida. Así, la arquitectura de la red se simplifica, y el impacto de una indisponibilidad de un conmutador en el funcionamiento de la red es limitado, ya que no existen conmutadores para los cuales una indisponibilidad conllevaría una indisponibilidad de comunicación con un bloque de entrada o un bloque de salida. Además, la manera en que los conmutadores están conectados a los diferentes bloques de entrada y de salida permite asegurar que la red de comunicación mantiene su robustez ante las averías o indisponibilidades de los bloques de salida y ante una evolución de velocidad de un flujo de datos transmitidos por los bloques de entrada.

**[0014]** Según realizaciones particulares, la invención presenta una o varias de las características de las reivindicaciones 2 a 5, tomadas de forma aislada o según cualquier combinación técnicamente admisible.

**[0015]** La invención tiene igualmente por objeto un sistema de medida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8.

**[0016]** La invención tiene, además, por objeto un medio de transporte, especialmente una aeronave, que comprende un sistema de medida tal como se define anteriormente.

**[0017]** La invención tiene igualmente por objeto un procedimiento de construcción de acuerdo con la reivindicación 10 u 11.

**[0018]** La invención se entenderá mejor con ayuda de la descripción que se ofrece a continuación, proporcionada únicamente a modo de ejemplo no limitativo y hecha en referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 es una representación esquemática parcial de un medio de transporte o transportador, especialmente una aeronave, que comprende un sistema de medida que incluye un primer ejemplo de una red de comunicación según la invención;
- la figura 2, es una representación esquemática de una configuración de la red de comunicación de la figura 1 en un primer modo de funcionamiento del sistema de medida;
- la figura 3 es una representación esquemática simplificada de la configuración de la red de comunicación de la figura 1, en un segundo modo de funcionamiento del sistema de medida,
- la figura 4 es una representación esquemática simplificada de la configuración de la red de comunicación de la figura 1, en un tercer modo de funcionamiento del sistema de medida,
- la figura 5 es una representación esquemática simplificada de la configuración de la red de comunicación de la figura 1, en un cuarto modo de funcionamiento del sistema de medida,
- la figura 6 es una representación esquemática de un sistema de medida que incluye un segundo ejemplo de una red de comunicación según la invención; y
- la figura 7 es un organigrama de un procedimiento de construcción de una red de comunicación según la invención.

**[0019]** El medio de transporte 10, también denominado transportador, representado en la figura 1 corresponde a una aeronave y en lo sucesivo se denomina aeronave o medio de transporte.

**[0020]** Como variante, el medio de transporte 10 es un vehículo distinto de una aeronave, tal como un vehículo terrestre, marino o submarino y especialmente un tren, un automóvil o un barco.

**[0021]** El medio de transporte 10 comprende un sistema de medida 12 representado más en detalle en las figuras 2 a 5, capaz de determinar parámetros relativos al entorno en el que evoluciona el medio de transporte, es decir, la aeronave en el ejemplo de la invención.

**[0022]** En el ejemplo de la figura 1, la aeronave es por ejemplo un avión.

**[0023]** Los parámetros relativos al entorno del medio de transporte, es decir, de la aeronave, son especialmente parámetros relativos al entorno electromagnético del medio de transporte. Los parámetros relativos al entorno del medio de transporte son, por ejemplo, parámetros que indican la detección, la localización y la identificación de objetos alrededor del medio de transporte.

**[0024]** El sistema de medida 12 comprende una pluralidad de bloques de entrada  $E_1, \dots, E_{N1}$ , una pluralidad de bloques de salida  $S_1, \dots, S_{N2}$  y una red de comunicación 18 que se extiende entre los bloques de entrada  $E_1, \dots, E_{N1}$  y los bloques de salida  $S_1, \dots, S_{N2}$ .

**[0025]** Más en concreto, el sistema de medida 12 comprende un número  $N1$  de bloques de entrada  $E_1, \dots, E_{N1}$

y un número N2 de bloques de salida S<sub>1</sub>,..., S<sub>N2</sub>.

**[0026]** Ventajosamente, el número N1 de bloques de entrada E<sub>1</sub>,..., E<sub>N1</sub> es igual al número N2 de bloques de salida S<sub>1</sub>,..., S<sub>N2</sub>.

5

**[0027]** Cada bloque de entrada E<sub>1</sub>,..., E<sub>N1</sub> comprende un número predeterminado P1 de puertos de entrada W<sub>1</sub>,...,W<sub>P1</sub> que es un múltiplo del número N1 de bloques de entrada E<sub>1</sub>,..., E<sub>N1</sub> y es estrictamente superior a 1.

**[0028]** Cada bloque de entrada E<sub>1</sub>,..., E<sub>N1</sub> es capaz de transmitir en cada puerto de entrada un flujo de datos de entrada que tiene una velocidad de entrada predeterminada q<sub>1</sub>,..., q<sub>N1</sub>. La velocidad de entrada predeterminada puede ser diferente para cada puerto de entrada, sin embargo, en el ejemplo considerado cada bloque de entrada E<sub>1</sub>,..., E<sub>N1</sub> es capaz de transmitir el mismo flujo de datos de entrada respectivo con la misma velocidad de entrada en cada uno de sus puertos de entrada W<sub>1</sub>,...,W<sub>P1</sub>. El número P1 de puertos de entrada para cada bloque de entrada corresponde así al número de duplicaciones posible del flujo de datos de entrada. Los puertos de entrada W<sub>1</sub>,...,W<sub>P1</sub> permiten asegurar una redundancia en la transmisión de los datos de entrada a los bloques de salida S<sub>1</sub>,..., S<sub>N2</sub>.

**[0029]** Los bloques de entrada E<sub>1</sub>,..., E<sub>N1</sub> son, por ejemplo, sensores de medida, tales como sensores de tipo vídeo o radar o de escucha electromagnética, capaces de medir datos relativos al entorno del medio de transporte y especialmente al entorno electromagnético del medio de transporte. Los datos medidos son, por ejemplo, señales digitales denominadas en bruto obtenidas de los sensores de medida. Las señales digitales comprenden por ejemplo muestras de datos medidos por sensores de tipo radar o de escucha electromagnética o flujos de vídeo en bruto medidos por sensores de vídeo.

**[0030]** Cada bloque de salida S<sub>1</sub>,..., S<sub>N2</sub> comprende un número P2 de puertos de salida Z<sub>1</sub>,..., Z<sub>P2</sub> superior o igual al número predeterminado P1 de puertos de entrada W<sub>1</sub>,...,W<sub>P1</sub>.

**[0031]** Cada bloque de salida S<sub>1</sub>,..., S<sub>N2</sub> es capaz de recibir un flujo de datos de salida que tiene una velocidad de salida máxima Q<sub>1</sub>,..., Q<sub>N2</sub>. Para cada bloque de salida S<sub>1</sub>,..., S<sub>N2</sub>, la velocidad de salida máxima asociada verifica la inecuación, Q<sub>i</sub> ≥ A × q<sub>M</sub> + R, con i un índice representativo del bloque de salida considerado, con q<sub>M</sub> un máximo de las velocidades de entrada predeterminadas q<sub>1</sub>,..., q<sub>N1</sub>, A un número entero estrictamente superior a 1 y R un número real estrictamente inferior a q<sub>M</sub>.

**[0032]** Ventajosamente, cada puerto de salida Z<sub>1</sub>,..., Z<sub>P2</sub> es capaz de recibir un flujo de datos que tiene una velocidad máxima Q'<sub>1,u</sub>,..., Q'<sub>N2,u</sub> que verifica la inecuación, Q'<sub>i,u</sub> ≥ q<sub>M</sub>, con i un índice representativo del bloque de salida considerado S<sub>1</sub>,..., S<sub>N2</sub> y u un índice representativo del puerto de salida considerado.

**[0033]** Más ventajosamente, el sistema de medida 12 está dimensionado y/o los intercambios en la red de comunicación 18 están temporizados de manera que en cada instante se tiene siempre:

40

$$\sum q_j < \sum Q_i$$

preferentemente

$$\sum_{j=1}^{N_1} A \times q_j < \sum_{i=1}^{N_2} Q_i \text{ con } \sum_{j=1}^{N_1} (A+1) \times q_j > \sum_{i=1}^{N_2} Q_i .$$

45

**[0034]** Más ventajosamente, el número entero A es inferior o igual al número predeterminado P1 de puertos de entrada W<sub>1</sub>,...,W<sub>P1</sub>, preferentemente igual al número predeterminado P1 de puertos de entrada. Distribuyendo de manera uniforme la velocidad de entrada de cada bloque de entrada entre A puertos de entrada, cada puerto de salida de cada bloque de salida podrá ventajosamente recibir la velocidad de cualquier puerto de entrada de cualquier bloque de entrada.

**[0035]** En el ejemplo de las figuras 2 a 5, el número N1 de bloques de entrada es igual al número N2 de bloques de salida y es igual a 3, mientras que el número P1 de puertos de entrada es igual al número P2 de puertos de salida y es igual a 3.

55

**[0036]** Ventajosamente el número N1 de bloques de entrada es superior o igual a 3, preferentemente superior o igual a 4.

**[0037]** Los bloques de salida S<sub>1</sub>,..., S<sub>N2</sub> son, por ejemplo, elementos de cálculo, también denominados dispositivos de cálculo, capaces de determinar los parámetros relativos al entorno del medio de transporte, es decir, de la aeronave en el ejemplo de la figura 1, en función de los datos transmitidos por los bloques de entrada E<sub>1</sub>,..., E<sub>N1</sub>

60

a los bloques de salida  $S_1, \dots, S_{N_2}$  por medio de la red de comunicación 18.

**[0038]** La red de comunicación 18 comprende una pluralidad de conmutadores  $C_1, \dots, C_{N_3}$ , de los enlaces de datos simplificados de los dibujos 24 que conectan entre sí los conmutadores, los bloques de entrada y los bloques de salida y un sistema 26 de control de los conmutadores.

**[0039]** Debe observarse que el sistema de control 26 no está representado en las figuras 3 a 5 por motivos de simplificación de los dibujos.

10

**[0040]** La red de comunicación 18 comprende un número  $N_3$  de conmutadores.

**[0041]** Cada conmutador  $C_1, \dots, C_{N_3}$  comprende unos bornes de entrada primero 30 y segundo 32 y unos bornes de salida primero 34 y segundo 36.

15

**[0042]** Cada conmutador  $C_1, \dots, C_{N_3}$  es capaz de conectar los bornes de entrada primero y segundo respectivamente con los bornes de salida primero y segundo, o a la inversa, en función de una señal de control respectiva recibida por el conmutador.

20

**[0043]** En otros términos, cada conmutador  $C_1, \dots, C_{N_3}$  es capaz de conectar los bornes de entrada primero y segundo respectivamente con los bornes de salida primero y segundo, o los bornes de entrada primero y segundo respectivamente con los bornes de salida segundo y primero, en función de una señal de control respectiva recibida por el conmutador.

25

**[0044]** Cuando un borne de entrada 30, 32 está conectado a un borne de salida 34, 36, el borne de entrada 30, 32 es capaz de transmitir al borne de salida 34, 36 el flujo de datos de entrada que recibe proveniente de uno de los puertos de entrada  $W_1, \dots, W_{P_1}$  al que está conectado por uno de los enlaces de datos 24.

30

**[0045]** El número  $N_3$  de conmutadores es función, además del número  $N_1$  de bloques de entrada, del número  $P_1$  de puertos de entrada.

**[0046]** Cuando el número predeterminado  $P_1$  de puertos de entrada es impar, como se representa por ejemplo en las figuras 2 a 5 en las que el número de puertos de entrada es igual a 3, el número  $N_3$  de conmutadores es igual a:

$$N_3 = \frac{N_1}{P_1} \times \frac{P_1^2 - 1}{2} . \quad (1)$$

35

**[0047]** Así, en el ejemplo de las figuras 2 a 5, el número de conmutadores es igual a 4.

40

**[0048]** Cuando el número predeterminado  $P_1$  de puertos de entrada es par, el número de conmutadores es igual a:

$$N_3 = N_1 \times \frac{P_1}{2} . \quad (2)$$

45

**[0049]** Los enlaces de datos 24 conectan cada uno respectivamente un borne de entrada 30, 32 a un puerto de entrada  $W_1, \dots, W_{P_1}$  o un borne de salida 34, 36 a un puerto de salida  $Z_1, \dots, Z_{P_2}$  o un puerto de entrada  $W_1, \dots, W_{P_1}$  a un puerto de salida  $Z_1, \dots, Z_{P_2}$ .

50

**[0050]** En otros términos, cada puerto de entrada  $W_1, \dots, W_{P_1}$  está conectado respectivamente a uno solo de los enlaces de datos 24, cada puerto de salida  $Z_1, \dots, Z_{P_2}$  está conectado respectivamente a uno solo de los enlaces de datos 24 y cada borne de entrada o de salida está conectado respectivamente a uno solo de los enlaces de datos 24.

55

**[0051]** Los enlaces de datos 24 son enlaces físicos punto a punto.

**[0052]** A continuación en la descripción se entiende por puerto de entrada libre, respectivamente puerto de salida libre, un puerto de entrada, respectivamente de salida, todavía no conectado a un enlace de datos 24. A la inversa, se califica de no libre un puerto de entrada o de salida ya conectado a un enlace de datos 24.

**[0053]** Asimismo se entiende por borne de entrada libre, respectivamente borne de salida libre, un borne de entrada respectivamente de salida todavía no conectado a un enlace de datos 24. A la inversa, se califica de no libre

un borne de entrada o de salida ya conectado a un enlace de datos 24.

[0054] La red de comunicación 18 verifica cuando el número  $P1$  de puertos de entrada es impar, que para  $\frac{N1}{P1}$  bloques de entrada, uno de los puertos de entrada  $W_{P1}$  de dicho bloque de entrada  $E_{N1}$  está conectado directamente por medio de un enlace de datos respectivo 24 a uno de los puertos de salida  $Z_{P2}$  de un bloque de salida  $S_{N2}$  respectivo. Se entiende por bloque de salida respectivo que un bloque de salida diferente está conectado directamente por medio

de un enlace de datos 24 a cada uno de los  $\frac{N1}{P1}$  bloques de entrada.

[0055] Así, en el ejemplo de las figuras 2 a 5, el bloque de entrada  $E_{N1}$  tiene uno de sus puertos de entrada  $W_{P1}$  conectado directamente por medio de un enlace de datos 24 al puerto de salida  $Z_{P2}$  del bloque de salida  $S_{N2}$ , es decir, sin que se coloque un conmutador entre dicho puerto de entrada  $W_{P1}$  y dicho puerto de salida  $Z_{P2}$ .

[0056] La red de comunicación 18 verifica igualmente que para cada conmutador  $C_1, \dots, C_{N3}$ , los bornes de entrada primero 30 y segundo 32 están conectados cada uno directamente por medio de un enlace de datos respectivo 24 a bloques de entrada  $E_1, \dots, E_{N1}$  diferentes y los bornes de salida primero 34 y segundo 36 están conectados cada uno directamente por medio de un enlace de datos respectivo a bloques de salida  $S_1, \dots, S_{N2}$  diferentes.

[0057] Más en concreto, la red de comunicación 18 verifica que para cada conmutador, los bornes de entrada primero 30 y segundo 32 están conectados cada uno a uno de los puertos de entrada de los bloques de entrada y los bornes de salida primero 34 y segundo 36 están conectados cada uno a uno de los puertos de salida  $Z_1, \dots, Z_{P2}$  de los bloques de salida.

[0058] La estructura de la red de comunicación 18 y especialmente la implementación de los enlaces de datos 24 entre los conmutadores  $C_1, \dots, C_{N3}$ , los bloques de entrada  $E_1, \dots, E_{N1}$  y los bloques de salida  $S_1, \dots, S_{N2}$  se explicará más en detalle a continuación. En la descripción mostrada a continuación las referencias de los elementos descritos se ofrecen solo a modo indicativo, con el fin de facilitar la comprensión y de describir una realización específica, pero no limitativa de la invención, apoyándose en las figuras 2 a 5. Sin embargo la descripción se aplica independientemente de la referencia de los conmutadores, los bloques de entrada y los bloques de salida.

[0059] Más en concreto, numerando los bloques de entrada  $E_1, \dots, E_{N1}$  con un índice  $j$  representativo del bloque de entrada considerado y los bloques de salida  $S_1, \dots, S_{N2}$  con el índice  $i$ , la red de comunicación 18 respeta las reglas de conexión siguientes para cada bloque de entrada numerado de 1 a  $N1$  considerado sucesivamente, con el fin de conectar entre sí los bloques de entrada, los bloques de salida y los conmutadores por medio de los enlaces de datos 24:

- si  $k$ , el resto de la división euclídea del índice  $j$  del bloque de entrada por el número predeterminado  $P1$  de puertos de entrada, es igual a 1:

+ se selecciona un primer grupo de  $P1$  conmutadores  $C_1, C_2, C_3$  no conectados a bloques de entrada  $E_1, \dots, E_{N1}$  y de salida  $S_1, \dots, S_{N2}$ ,  
 + los  $P1$  puertos de entrada  $W_1, \dots, W_{P1}$  del bloque de entrada  $E_1$  están conectados respectivamente a uno de los bornes de entrada 30 de uno de los conmutadores respectivos  $C_1, C_2, C_3$  del primer grupo,  
 + uno de los bornes de salida 34 de cada uno de los conmutadores  $C_1, C_2, C_3$ , del primer grupo está conectado respectivamente a uno de los puertos de salida  $Z_1, \dots, Z_{P2}$  del bloque de salida  $S_1$  que tiene un índice  $i$  igual al índice  $j$  del bloque de entrada, y + el otro borne de salida de  $P1-1$  conmutadores  $C_1, C_2$  del primer grupo está conectado respectivamente a uno de los puertos de salida  $Z_1$  de un bloque de salida  $S_2, S_{N2}$  respectivo elegido entre  $P1-1$  bloques de salida  $S_1, \dots, S_{N2}$  que tiene un índice  $i$  estrictamente superior al índice  $j$  del bloque de entrada e inferior o igual a  $j+P1 - 1$ ,

- si  $k$ , el resto de la división euclídea del índice  $j$  del bloque de entrada por  $P1$ , es estrictamente superior a 1:

+ se identifica uno de los conmutadores  $C_1$ , que tiene un solo borne de entrada 32 libre y sus dos bornes de salida 34, 36 conectados respectivamente a un primer bloque de salida  $S_2$  conectado a su vez a solo  $k-1$  conmutadores y a un segundo bloque de salida  $S_1$  conectado a su vez a  $P1$  conmutadores,  
 + el borne de entrada libre 32 del conmutador identificado está conectado a uno de los puertos de entrada  $W_1$  del bloque de entrada  $E_2$ , + si  $k > 2$ , un borne de entrada libre de cada uno de los conmutadores  $C_1, \dots, C_{N3}$ , distinto del conmutador identificado, que tiene un borne de salida conectado al primer bloque de salida está conectado a uno de los puertos de entrada  $W_1, \dots, W_{P1}$  del bloque de entrada  $E_2$ ,  
 + si  $k$  es par, un conmutador  $C_3$  tiene un solo borne de salida libre 36 y es marcado, entonces el borne de salida 36 del conmutador  $C_3$  marcado está conectado al primer bloque de salida y un borne de entrada 32 del

- conmutador marcado está conectado a uno de los puertos de entrada  $W_2$  del bloque de entrada  $E_2$  que tiene el índice  $j$ , + si  $k$  es par y  $k > 2$ , se selecciona un segundo grupo de  $P1-1-(k-2)-1$  conmutadores  $C_{1, \dots, C_{N3}}$ , no conectados a bloques de entrada y de salida, mientras que si  $k$  es par y  $k \leq 2$ , se selecciona un segundo grupo de  $P1-2$  conmutadores  $C_{N3}$  no conectados a bloques de entrada y de salida, y que si  $k$  es impar y  $k > 2$ , se selecciona un segundo grupo de  $P1-1-(k-2)$  conmutadores no conectados a bloques de entrada y de salida y que si  $k$  es impar y  $k \leq 2$ , se selecciona un segundo grupo de  $P1-1$  conmutadores no conectados a bloques de entrada y de salida, y
- + uno de los bornes de entrada 30 de cada conmutador  $C_{N3}$  del segundo grupo está conectado respectivamente a uno de los puertos de entrada  $W_{P1}$  del bloque de entrada  $E_2$  y uno de los bornes de salida 34 de cada conmutador  $C_{N3}$  del segundo grupo está conectado respectivamente a uno de los puertos de salida  $Z_{P2}$  del primer bloque de salida  $S_2$ , y un puerto de salida libre de cada bloque de salida  $S_{N2}$  que tiene únicamente  $k-1$  puertos de salida no libres está conectado respectivamente a uno de los bornes de salidas libre 36 de los conmutadores  $C_{N3}$  del segundo grupo,
- si  $k$ , el resto de la división euclídea del índice  $j$  del bloque de entrada por  $P1$ , es igual a 0:
- + se elige uno de los conmutadores  $C_2$ , que tiene un solo borne de entrada libre y sus dos bornes de salida conectados respectivamente a un tercer bloque de salida  $S_{N2}$  ya conectado a su vez a  $P1-1$  conmutadores y a un cuarto bloque de salida  $S_1$  ya conectado a su vez a  $P1$  conmutadores,
- + el borne de entrada libre 32 del conmutador  $C_2$  elegido está conectado a uno de los puertos de entrada  $W_1$  del bloque de entrada  $E_{N1}$ , + Si  $P1 > 2$ , un borne de entrada 32 libre de cada uno de los conmutadores  $C_{N3}$ , distinto del conmutador elegido  $C_2$ , que tiene un borne de salida 34 conectado al tercer bloque de salida está conectado a uno de los puertos de entrada  $W_2$  del bloque de entrada  $E_{N1}$ ,
- + si  $P1$  es par, un conmutador que tiene un solo borne de entrada libre y un solo borne de salida libre tiene su borne de entrada libre que está conectado a uno de los puertos de entrada  $W_{1, \dots, W_{P1}}$  del bloque de entrada y su borne de salida libre que está conectado a uno de los puertos de salida  $Z_{1, \dots, Z_{P2}}$  del tercer bloque de salida.
- + si  $P1$  es impar, uno de los puertos de entrada  $W_{P1}$  del bloque de entrada  $E_{N1}$  está conectado directamente a uno de los puertos de salida  $Z_{P2}$  del tercer bloque de salida  $S_{N2}$ .
- [0060]** Respetando las reglas enunciadas anteriormente y fijando el número de puertos de entrada y de salida como igual a 3 y el número de bloques de entrada y de salida como igual a 3 se obtiene la red de comunicación representada en las figuras 2 a 5.
- [0061]** El sistema de control 26 está configurado para transmitir la señal de control respectiva a cada conmutador  $C_{1, \dots, C_{N3}}$  de manera que controle la configuración del conmutador, es decir, la manera en que los bornes de entrada están conectados a los bornes de salida dentro del conmutador  $C_{1, \dots, C_{N3}}$ .
- [0062]** Ventajosamente, el sistema de control 26 comprende un dispositivo 40 de detección de una indisponibilidad y/o avería de los bloques de salida y/o de los conmutadores y un dispositivo 42 de control, capaz de transmitir cada señal de control a cada conmutador en función especialmente de las indisponibilidades/averías detectadas por el dispositivo de detección 40.
- [0063]** Más ventajosamente, el dispositivo de control 42 comprende una unidad de cálculo 44 configurada para calcular cada señal de control en función de las indisponibilidades/averías detectadas por el dispositivo de detección 40.
- [0064]** Más ventajosamente, la unidad de cálculo 44 es capaz de recibir, por medio de por ejemplo un enlace de transmisión de datos 50, datos relativos al funcionamiento de cada bloque de entrada  $E_{1, \dots, E_{N1}}$  y especialmente relativos al número de puertos de entrada de cada bloque de entrada que transmite datos en la red de comunicación 18. La unidad de cálculo 44 está configurada ventajosamente para calcular cada señal de control en función igualmente de los datos relativos al funcionamiento de cada bloque de entrada  $E_{1, \dots, E_{N1}}$ .
- [0065]** Como variante, la unidad de cálculo 44 está configurada para memorizar el número de bloques de entrada y el número de puertos de entrada.
- [0066]** El dispositivo de detección 40 es, por ejemplo, capaz de recibir proveniente de cada conmutador un primer mensaje relativo a un estado de funcionamiento del conmutador  $C_{1, \dots, C_{N3}}$  y preferentemente también proveniente de cada bloque de salida  $S_{1, \dots, S_{N2}}$  un segundo mensaje relativo a un estado de funcionamiento del bloque de salida.
- [0067]** El dispositivo de detección está conectado, por ejemplo, a cada conmutador por medio de un enlace de intercambio de datos 52 y a cada bloque de salida por medio de un enlace de comunicación 54.
- [0068]** Las figuras 2 a 5 ilustran las diferencias de configuración de los conmutadores, es decir, la manera en que los conmutadores son controlados por medio de su señal de control respectiva en caso respectivamente de un

primer, segundo, tercer y cuarto modo de funcionamiento del sistema de medida 12.

**[0069]** En las figuras 2 a 5, los enlaces de datos 24 se representan en trazos continuos cuando se transmiten datos en estos enlaces y en trazos discontinuos si en estos enlaces no transita ningún dato.

5

**[0070]** En el ejemplo de la figura 2, el sistema de medida 12 está en un primer modo de funcionamiento en el que el conjunto de los elementos del sistema de medida 12 están disponibles, es decir, en funcionamiento nominal, capaces de intercambiar datos.

10 **[0071]** En el ejemplo de la figura 2, cada bloque de entrada  $E_1, \dots, E_{N1}$  está configurado para transmitir un flujo de datos de entrada solo en uno de sus puertos de entrada  $W_1, \dots, W_{P1}$ .

**[0072]** En el ejemplo de la figura 3, el sistema de medida 12 está en el segundo modo de funcionamiento en el que dos de los bloques de salida  $S_2, S_{N2}$  del sistema de medida 12 están indisponibles o en avería.

15

**[0073]** El dispositivo de detección 40 es capaz entonces de detectar dichas indisponibilidades/averías y la unidad de cálculo 44 es capaz entonces de determinar la señal de control de cada conmutador para transmitir los datos de entrada de cada bloque de entrada hacia el último bloque de salida en funcionamiento nominal  $S_1$ .

20 **[0074]** En otros términos, el sistema de control 26 controla los conmutadores  $C_1, \dots, C_{N3}$  con el fin de que los flujos de datos de entrada sean transmitidos hacia el único bloque de salida disponible  $S_1$ .

25 **[0075]** En el tercer modo de funcionamiento de la figura 4, los flujos de datos de entrada de cada bloque de entrada  $E_1, \dots, E_{N1}$  se duplican dos veces por motivos de seguridad en comparación con el primer modo de funcionamiento o la cantidad de datos de entrada transmitidos por cada bloque de entrada se triplica en comparación con el primer modo de funcionamiento.

**[0076]** Así, el sistema de medida 12 es robusto frente a los aumentos de velocidad de los bloques de entrada  $E_1, \dots, E_{N1}$  por motivos de redundancia o de cantidad de datos para transmitir.

30

**[0077]** En el cuarto modo de funcionamiento de la figura 5, el flujo de datos de entrada del bloque de entrada  $E_1$  se duplica una vez o la cantidad de datos transmitidos por el bloque de entrada  $E_1$  se duplica en comparación con el primer modo de funcionamiento y el dispositivo de cálculo  $S_2$  está indisponible/en avería.

35 **[0078]** El sistema de control 26 es capaz entonces de modificar las señales de control de los conmutadores  $C_1, \dots, C_{N3}$  en comparación con el primer modo de funcionamiento para transmitir los datos de entrada de cada bloque de entrada hacia los bloques de salida en funcionamiento nominal  $S_1, S_{N2}$ .

40 **[0079]** En otros términos las figuras 2 a 5 ilustran que duplicando A veces las señales de cada bloque de entrada, con  $A > 1$ , es posible con ayuda de la red de comunicación 18:

- ser robusto frente a A-1 averías/indisponibilidades de conmutadores o de bloques de salida; o
- ser robusto frente a un aumento de las velocidades de datos en salida de cada bloque de entrada y especialmente a una multiplicación por A de las velocidades de datos en salida de cada bloque de entrada; o
- 45 - para  $A > 2$ , ser robusto frente a A-L averías/indisponibilidades de conmutadores o de bloques de salida y a un aumento de las velocidades de entrada de cada bloque de entrada multiplicado por L, con L un número entero que cumple la inecuación:

$$1 \leq L \leq \left(\frac{A}{2}\right) - 1.$$

50 **[0080]** La figura 6 ilustra otro ejemplo de un sistema de medida 112 según la invención.

**[0081]** En lo que sigue de la descripción y en los dibujos se usarán las mismas referencias usadas para describir los elementos comunes entre los sistemas de medida 12 y 112, sabiendo que los sistemas de medida 12 y 112 difieren únicamente por el número de componentes que usan, es decir, especialmente el número de bloques de entrada  $E_1, \dots, E_{N1}$ , el número de bloques de salida  $S_1, \dots, S_{N2}$  y el número de conmutadores  $C_1, \dots, C_{N3}$ .

55

**[0082]** Más en concreto, en el ejemplo de la figura 6, el número de bloques de entrada  $N1$  es igual al número de bloques de salida  $N2$  y es igual a 4, mientras que el número de puertos de entrada  $P1$  es igual al número de puertos de salida  $P2$  y es igual a 4.

60

**[0083]** En el ejemplo de la figura 6, el número de conmutadores verifica la ecuación (2) ofrecida anteriormente para un número predeterminado  $P1$  de puertos de entrada par y es igual a 8.



**[0084]** La figura 6 ilustra bien en comparación con las figuras 2 a 5 que el número de conmutadores es función del número de bloques de entrada y de puertos de entrada.

5 **[0085]** El sistema de medida 112 comprende una red de comunicación 118 obtenida siguiendo las mismas reglas que las enunciadas anteriormente para la red de comunicación 18.

**[0086]** Más en concreto, la red de comunicación 118 representada en la figura 6 se obtiene respetando las reglas de conexión presentadas para la red de comunicación 18 y fijando el número de puertos de entrada y de salida  
10 como igual a 4 y el número de bloques de entrada y de salida como igual a 4.

**[0087]** A continuación se presentará el procedimiento de construcción de la red de las figuras 2 a 6 con ayuda del organigrama de la figura 7.

15 **[0088]** El procedimiento comprende una primera etapa 102 de suministro de los N1 bloques de entrada y de los N2 bloques de salida.

**[0089]** A continuación, durante una segunda etapa 104 de suministro, se suministran,  $N1 \times \frac{P1}{2}$  conmutadores si el número de puertos de entrada es par, mientras que, si el número de puertos de entrada es impar, se suministran

$$\frac{N1}{P1} \times \frac{P1^2 - 1}{2} \text{ conmutadores.}$$

20

**[0090]** A continuación, durante una etapa de enlace 105, ejecutada únicamente si el número P1 de puertos de

entrada es impar, uno de los puertos de entrada de  $\frac{N1}{P1}$  bloques de entrada está conectado directamente por medio de un enlace de datos respectivo a uno de los puertos de salida de un bloque de salida respectivo.

25 **[0091]** Después, el procedimiento comprende para cada conmutador una primera etapa 106 de conexión en el curso de la cual los bornes de entrada primero y segundo están conectados directamente por medio de un enlace de datos respectivo a puertos de entrada libres de bloques de entrada diferentes y una segunda etapa de conexión 108 en el curso de la cual los bornes de salida primero y segundo están conectados directamente por medio de un enlace de datos respectivo a puertos de salida libres de bloques de salida diferentes.

30

**[0092]** Más en concreto, numerando los bloques de entrada con el índice j comprendido entre 1 y N1 y los bloques de salida con el índice i comprendido entre 1 y N2, el procedimiento comprende durante la etapa de enlace y las etapas de conexión subetapas que corresponden a las reglas de conexión enunciadas anteriormente, realizadas para cada bloque de entrada numerado de 1 a N1 considerado sucesivamente, con el fin de conectar entre sí los  
35 bloques de entrada, los bloques de salida y los conmutadores por medio de los enlaces de datos 24.

**[0093]** Finalmente, durante una etapa final 110, el sistema de control 26 está conectado a los conmutadores, y ventajosamente a los bloques de entrada y de salida, con el fin de controlar los conmutadores.

40 **[0094]** Las redes de comunicación 18, 118 presentan las mismas ventajas que están relacionadas con su arquitectura y con la posibilidad de controlar los conmutadores. Ofrecen especialmente una gran robustez frente a las averías/indisponibilidades de bloques de salida o de conmutadores y posibilidades mejoradas de redundancia y de adaptación a un aumento de la velocidad de datos suministrado por los bloques de entrada, con una complejidad mínima en la estructura de la red, especialmente en términos de número de componentes que constituyen la red.

45

**[0095]** Como variante, el sistema de medida 12, 112 está integrado en un medio de transporte distinto de una aeronave, tal como un tren o un automóvil, un barco o un submarino.

**[0096]** Las realizaciones y variantes contempladas anteriormente pueden combinarse entre sí para dar lugar a  
50 otras realizaciones de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Red de comunicación (18, 118) que se extiende entre una pluralidad de bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ) y una pluralidad de bloques de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ),  
 5 comprendiendo cada bloque de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ) un número predeterminado P1 de puertos de entrada ( $W_1, \dots, W_{P1}$ ), siendo el número predeterminado P1 de puertos de entrada un múltiplo del número N1 de bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ) y siendo estrictamente superior a 1,  
 comprendiendo cada bloque de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ) un número P2 de puertos de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P2}$ ) superior o igual al número predeterminado P1 de puertos de entrada,  
 10 comprendiendo la red una pluralidad de conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ), comprendiendo cada conmutador ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) unos bornes de entrada primero (30) y segundo (32) y unos bornes de salida primero (34) y segundo (36) y siendo capaz de conectar los bornes de entrada primero (30) y segundo (32) respectivamente a los bornes de salida primero (34) y segundo (36), o a la inversa, en función de una señal de control respectiva recibida por el conmutador,  
**caracterizado porque:**

15 - cuando el número predeterminado P1 de puertos de entrada es par, el número N3 de conmutadores es igual a:

$$N3 = N1 \times \frac{P1}{2} \text{ y}$$

- cuando el número predeterminado P1 de puertos de entrada es impar, el número N3 de conmutadores es igual

$$N3 = \frac{N1}{P1} \times \frac{P1^2 - 1}{2} \text{ y para } \frac{N1}{P1} \text{ bloques de entrada, uno de los puertos de entrada } (W_1, \dots, W_{P1}) \text{ de este}$$

20 a: bloque de entrada está conectado directamente por medio de un enlace de datos respectivo (24) a uno de los puertos de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P2}$ ) de un bloque de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ) respectivo,

y **porque** para cada conmutador ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) los bornes de entrada primero (30) y segundo (32) están conectados  
 25 cada uno directamente por medio de un enlace de datos respectivo (24) a bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ) diferentes y los bornes de salida primero (34) y segundo (36) están conectados cada uno directamente por medio de un enlace de datos respectivo (24) a bloques de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ) diferentes.

2. Red de comunicación (18, 118) según la reivindicación 1, en la que, para cada conmutador, los bornes  
 30 de entrada primero (30) y segundo (32) están conectados a los bloques de entrada por medio de uno de sus puertos de entrada ( $W_1, \dots, W_{P1}$ ) y los bornes de salida primero (34) y segundo (36) están conectados a los bloques de salida por medio de uno de sus puertos de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P2}$ ), y en la que cada puerto de entrada ( $W_1, \dots, W_{P1}$ ) está conectado respectivamente a uno solo de los enlaces de datos (24) y cada puerto de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P2}$ ) está conectado respectivamente a uno solo de los enlaces de datos (24).  
 35

3. Red de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los enlaces de datos (24) son enlaces físicos punto a punto.

4. Red de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que numerando los  
 40 bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ) con un índice j diferente comprendido entre 1 y N1 y los bloques de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ) con un índice i diferente comprendido entre 1 y N2, con N2 el número de bloques de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ), la red de comunicación (18, 118) respeta las reglas siguientes para cada bloque de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ) numerado de 1 a N1 considerado sucesivamente, con el fin de conectar entre sí los bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ), los bloques de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ) y los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) por medio de los enlaces de datos (24):  
 45

- si k, el resto de la división euclídea del índice j del bloque de entrada ( $E_j$ ) por P1, es igual a 1:

+ se selecciona un primer grupo de P1 conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) no conectados a bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ) y de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ),

50 + los P1 puertos de entrada del bloque de entrada ( $E_j$ ) están conectados respectivamente a uno de los bornes de entrada de uno de los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) respectivo del primer grupo,

+ uno de los bornes de salida de cada uno de los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) del primer grupo está conectado respectivamente a uno de los puertos de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P2}$ ) del bloque de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ) que tiene un índice i igual al índice j del bloque de entrada ( $E_j$ ), y

55 + el otro borne de salida de P1-1 conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) del primer grupo está conectado respectivamente a uno de los puertos de salida de un bloque de salida respectivo ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ) elegido entre P1-1 bloques de salida que tiene un índice i estrictamente superior al índice j del bloque de entrada ( $E_j$ ) e inferior o igual a j+P1-1,  
 1,

- si  $k$ , el resto de la división euclídea del índice  $j$  del bloque de entrada por  $P_1$ , es estrictamente superior a 1:

+ se identifica uno de los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) que tiene uno solo de sus bornes de entrada libre y sus dos bornes de salida conectados respectivamente a un primer bloque de salida ( $S_1, \dots, S_{N_2}$ ) conectado a su vez a solo  $k-1$  conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) y a un segundo bloque de salida conectado a su vez a  $P_1$  conmutadores, + el borne de entrada libre del conmutador ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) identificado está conectado a uno de los puertos de entrada del bloque de entrada ( $E_j$ ),

+ si  $k > 2$ , un borne de entrada libre (30, 32) de cada uno de los conmutadores, distinto del conmutador identificado, que tiene uno de sus bornes de salida conectado al primer bloque de salida está conectado a uno de los puertos de entrada del bloque de entrada ( $E_j$ ),

+ si  $k$  es par, un conmutador ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) tiene un solo borne de salida libre y está marcado, entonces el borne de salida libre del conmutador marcado es conectado al primer bloque de salida y uno de los bornes de entrada del conmutador marcado está conectado a uno de los puertos de entrada del bloque de entrada ( $E_j$ ),

+ si  $k$  es par y  $k > 2$ , se selecciona un segundo grupo de  $P_1-1-(k-2)-1$  conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) no conectados a bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N_1}$ ) y de salida ( $S_1, \dots, S_{N_2}$ ), mientras que si  $k$  es par y  $k \leq 2$ , se selecciona un segundo grupo de  $P_1-2$  conmutadores no conectados a bloques de entrada y de salida, y si  $k$  es impar y  $k > 2$ , se selecciona un segundo grupo de  $P_1-1-(k-2)$  conmutadores no conectados a bloques de entrada y de salida se selecciona y que si  $k$  es impar y  $k \leq 2$ , un segundo grupo de  $P_1-1$  conmutadores no conectados a bloques de entrada y de salida, y

+ uno de los bornes de entrada (30, 32) de cada conmutador ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) del segundo grupo está conectado respectivamente a uno de los puertos de entrada ( $W_1, \dots, W_{P_1}$ ) del bloque de entrada ( $E_j$ ) y uno de los bornes de salida (34, 36) de cada conmutador del segundo grupo está conectado respectivamente a uno de los puertos de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P_2}$ ) del primer bloque de salida, y un puerto de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P_2}$ ) libre de cada bloque de salida que tiene únicamente  $k-1$  puertos de salida no libres está conectado respectivamente a uno de los bornes de salidas libre de los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) del segundo grupo,

- si  $k$ , el resto de la división euclídea del índice  $j$  del bloque de entrada por  $P_1$ , es igual a 0:

+ se elige uno de los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) que tiene un solo borne de entrada libre y sus dos bornes de salida conectados respectivamente a un tercer bloque de salida ( $S_1, \dots, S_{N_2}$ ) ya conectado a su vez a  $P_1-1$  conmutadores y a un cuarto bloque de salida ( $S_1, \dots, S_{N_2}$ ) ya conectado a su vez a  $P_1$  conmutadores, + el borne de entrada libre del conmutador elegido está conectado a uno de los puertos de entrada del bloque de entrada ( $E_j$ ),

+ Si  $P_1 > 2$ , un borne de entrada libre (30, 32) de cada uno de los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ), distinto del conmutador elegido, que tiene un borne de salida (34, 36) conectado al tercer bloque de salida está conectado a uno de los puertos de entrada del bloque de entrada ( $E_j$ ),

+ si  $P_1$  es par, un conmutador que tiene un solo borne de entrada libre y un solo borne de salida libre tiene su borne de entrada libre que está conectado a uno de los puertos de entrada ( $W_1, \dots, W_{P_1}$ ) del bloque de entrada ( $E_j$ ) y su borne de salida libre que está conectado a uno de los puertos de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P_2}$ ) del tercer bloque de salida,

+ si  $P_1$  es impar, uno de los puertos de entrada del bloque de entrada ( $E_j$ ) está conectado directamente a uno de los puertos de salida del tercer bloque de salida.

5. Red de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la red de comunicación (18, 118) comprende un dispositivo (40) de detección de indisponibilidades de los bloques de salida ( $S_1, \dots, S_{N_2}$ ) y/o de los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) y un dispositivo (42) de control capaz de transmitir cada señal de control a cada conmutador ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ), y en la que el dispositivo de control (42) comprende una unidad de cálculo (44) configurada para calcular cada señal de control en función de las indisponibilidades detectadas.

6. Sistema de medida (12, 112), especialmente para un medio de transporte tal como una aeronave, que comprende una pluralidad de bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N_1}$ ), tales como sensores de medida, una pluralidad de bloques de salida ( $S_1, \dots, S_{N_2}$ ), tales como elementos de cálculo, y una red de comunicación (18, 118) que se extiende entre los bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N_1}$ ) y los bloques de salida ( $S_1, \dots, S_{N_2}$ ), **caracterizado porque** la red de comunicación (18, 118) es según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

7. Sistema de medida (12, 112) según la reivindicación 6, en el que cada bloque de entrada ( $E_1, \dots, E_{N_1}$ ) es capaz de transmitir en cada puerto de entrada ( $W_1, \dots, W_{P_1}$ ) un flujo de datos de entrada que tiene una velocidad de entrada predeterminada ( $q_1, \dots, q_{N_1}$ ) y cada bloque de salida ( $S_1, \dots, S_{N_2}$ ) es capaz de recibir un flujo de datos de salida que tiene una velocidad de salida máxima ( $Q_1, \dots, Q_{N_2}$ ), y porque para cada bloque de salida, la velocidad de salida máxima ( $Q_1, \dots, Q_{N_2}$ ) asociada verifica la inecuación,  $Q_i \geq A \times q_M + R$ , con  $i$  un índice representativo del bloque de salida considerado, con  $q_M$  un máximo de las velocidades de entrada predeterminadas,  $A$  un número entero estrictamente superior a 1 y  $R$  un número real estrictamente inferior a  $q_M$ .

8. Sistema de medida (12, 112) según la reivindicación 7, en el que el número predeterminado  $P_1$  de puertos de entrada ( $W_1, \dots, W_{P_1}$ ) verifica la inecuación siguiente:  $P_1 \leq A$ .

9. Medio de transporte, especialmente aeronave (10), **caracterizado porque** comprende un sistema de medida (12, 112) según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8.

5 10. Procedimiento de construcción de una red de comunicación que se extiende entre una pluralidad de bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ) y una pluralidad de bloques de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ), comprendiendo cada bloque de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ) un número predeterminado P1 de puertos de entrada ( $W_1, \dots, W_{P1}$ ), siendo el número predeterminado P1 de puertos de entrada un múltiplo del número N1 de bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ) y siendo estrictamente superior a 1,  
10 comprendiendo cada bloque de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ) un número P2 de puertos de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P2}$ ) superior o igual al número predeterminado P1 de puertos de entrada, de manera que el procedimiento comprende la etapa siguiente:

- el suministro (104) de una pluralidad de conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ), comprendiendo cada conmutador ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) unos bornes de entrada primero (30) y segundo (32) y unos bornes de salida primero (34) y segundo (36) y siendo  
15 capaz de conectar los bornes de entrada primero (30) y segundo (32) respectivamente a los bornes de salida primero (34) y segundo (36), o a la inversa, en función de una señal de control respectiva recibida por el conmutador,

**caracterizado porque:**

20 - si el número de puertos de entrada es par, el número N3 de conmutadores suministrado durante la etapa de

$$N3 = N1 \times \frac{P1}{2}$$

suministro es igual a

- si el número de puertos de entrada es impar, el número N3 de conmutadores suministrado durante la etapa de

$$N3 = \frac{N1}{P1} \times \frac{P1^2 - 1}{2}$$

25 suministro es igual a:

**porque** cuando el número de puertos de entrada es impar, el procedimiento comprende una etapa de enlace (105) en

$$\frac{N1}{P1}$$

el curso de la cual para  $\frac{N1}{P1}$  bloques de entrada, uno de los puertos de entrada ( $W_1, \dots, W_{P1}$ ) de este bloque de entrada está conectado directamente por medio de un enlace de datos respectivo (24) a uno de los puertos de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P2}$ ) de un bloque de salida respectivo, y **porque** el procedimiento comprende para cada conmutador ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) las etapas siguientes:

- la conexión (106) directa de los bornes de entrada primero (30) y segundo (32) por medio de un enlace de datos respectivo (24) a bloques de entrada diferentes, y  
35 - la conexión (108) directa de los bornes de salida primero (34) y segundo (36) por medio de un enlace de datos respectivo (24) a bloques de salida diferentes.

11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que numerando los bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ) con un índice j diferente comprendido entre 1 y N1 y los bloques de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ) con un índice i diferente comprendido  
40 entre 1 y N2, con N2 el número de bloques de salida, el procedimiento comprende durante las etapas de enlace (105) y de conexión (106, 108) las subetapas siguientes realizadas para cada bloque de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ) numerado de 1 a N1 considerado sucesivamente, con el fin de conectar entre sí los bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ), los bloques de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ) y los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) por medio de los enlaces de datos (24):

45 - si k, el resto de la división euclídea del índice j del bloque de entrada por P1, es igual a 1:

+ se selecciona un primer grupo de P1 conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) no conectados a bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N1}$ ) y de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ),  
+ los P1 puertos de entrada del bloque de entrada están conectados respectivamente a uno de los bornes de  
50 entrada de uno de los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) respectivo del primer grupo,  
+ uno de los bornes de salida de cada uno de los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) del primer grupo está conectado respectivamente a uno de los puertos de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P2}$ ) del bloque de salida ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ) que tiene un índice i igual al índice j del bloque de entrada ( $E_j$ ), y  
+ el otro borne de salida de P1-1 conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N3}$ ) del primer grupo está conectado respectivamente a uno de los puertos de salida de un bloque de salida respectivo ( $S_1, \dots, S_{N2}$ ) elegido entre P1-1 bloques de salida que tiene un índice i estrictamente superior al índice j del bloque de entrada ( $E_j$ ) e inferior o igual a j+P1-1,  
55

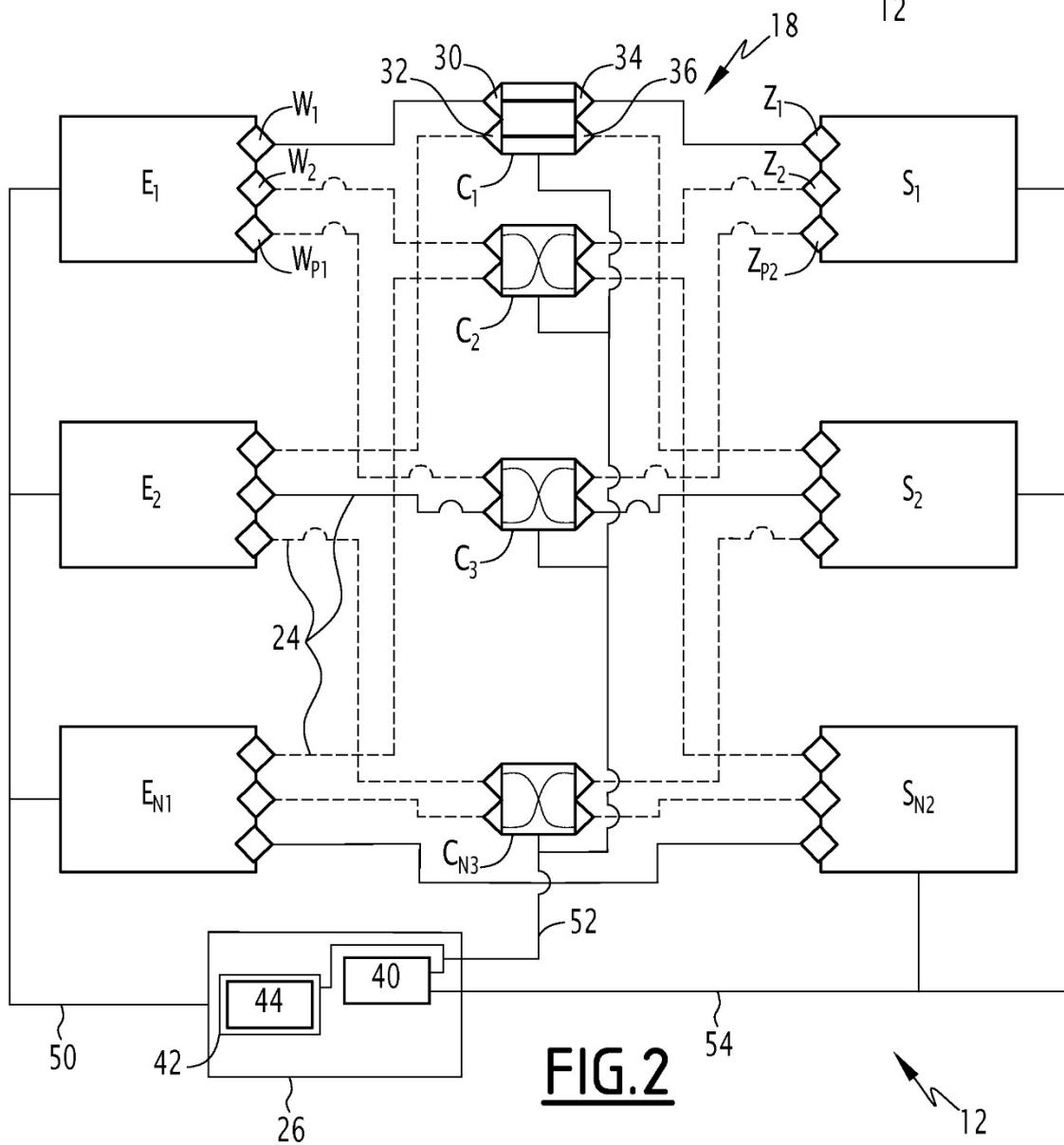
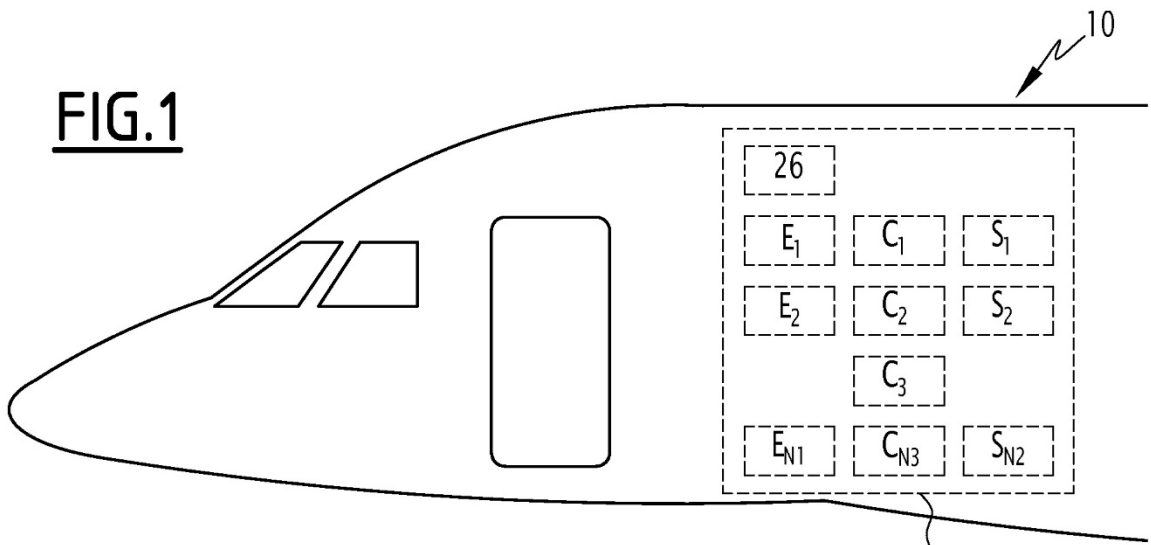
- si  $k$ , el resto de la división euclídea del índice  $j$  del bloque de entrada por  $P_1$ , es estrictamente superior a 1:

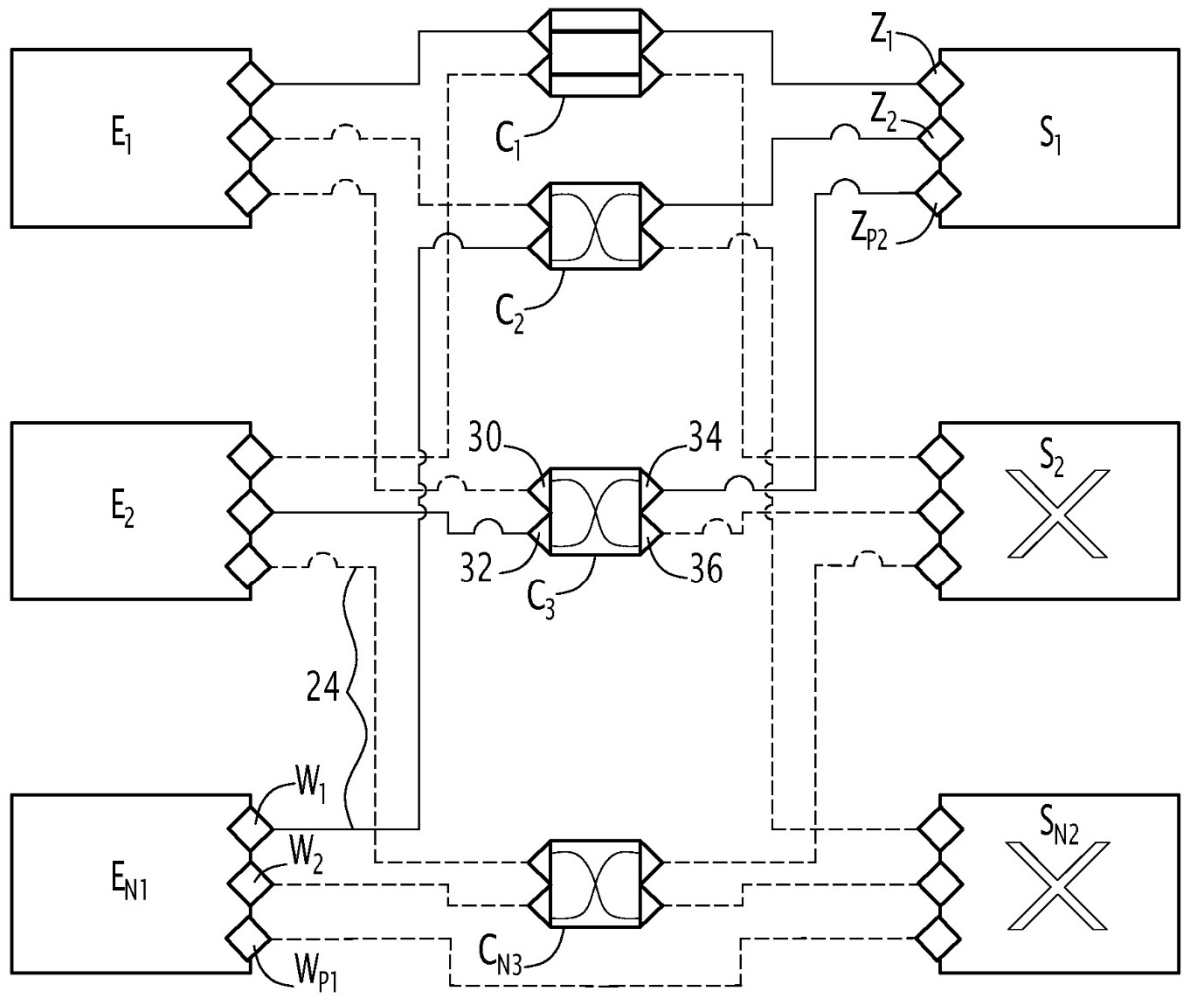
- 5 + se identifica uno de los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) que tiene uno solo de sus bornes de entrada libre y sus dos bornes de salida conectados respectivamente a un primer bloque de salida ( $S_1, \dots, S_{N_2}$ ) conectado a su vez a solo  $k-1$  conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) y a un segundo bloque de salida conectado a su vez a  $P_1$  conmutadores,
- + el borne de entrada libre del conmutador ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) identificado está conectado a uno de los puertos de entrada del bloque de entrada ( $E_j$ ),
- 10 + si  $k > 2$ , un borne de entrada libre (30, 32) de cada uno de los conmutadores, distinto del conmutador identificado, que tiene uno de sus bornes de salida conectado al primer bloque de salida está conectado a uno de los puertos de entrada del bloque de entrada ( $E_j$ ),
- + si  $k$  es par, un conmutador ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) tiene un solo borne de salida libre y está marcado, entonces el borne de salida libre del conmutador marcado es conectado al primer bloque de salida y uno de los bornes de entrada del conmutador marcado está conectado a uno de los puertos de entrada del bloque de entrada ( $E_j$ ),
- 15 + si  $k$  es par y  $k > 2$ , se selecciona un segundo grupo de  $P_1-1-(k-2)-1$  conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) no conectados a bloques de entrada ( $E_1, \dots, E_{N_1}$ ) y de salida ( $S_1, \dots, S_{N_2}$ ), mientras que si  $k$  es par y  $k \leq 2$ , se selecciona un segundo grupo de  $P_1-2$  conmutadores no conectados a bloques de entrada y de salida, y si  $k$  es impar y  $k > 2$ , se selecciona un segundo grupo de  $P_1-1-(k-2)$  conmutadores no conectados a bloques de entrada y de salida y que si  $k$  es impar y  $k \leq 2$ , se selecciona un segundo grupo de  $P_1-1$  conmutadores no conectados a bloques de entrada y de salida, y
- 20 + uno de los bornes de entrada (30, 32) de cada conmutador ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) del segundo grupo está conectado respectivamente a uno de los puertos de entrada ( $W_1, \dots, W_{P_1}$ ) del bloque de entrada ( $E_j$ ) y uno de los bornes de salida (34, 36) de cada conmutador del segundo grupo está conectado respectivamente a uno de los puertos de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P_2}$ ) del primer bloque de salida, y un puerto de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P_2}$ ) libre de cada bloque de salida que tiene únicamente  $k-1$  puertos de salida no libres está conectado respectivamente a uno de los bornes de salidas
- 25 libre de los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) del segundo grupo,

- si  $k$ , el resto de la división euclídea del índice  $j$  del bloque de entrada por  $P_1$ , es igual a 0:

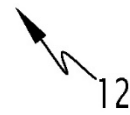
- 30 + se elige uno de los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ) que tiene un solo borne de entrada libre y sus dos bornes de salida conectados respectivamente a un tercer bloque de salida ( $S_1, \dots, S_{N_2}$ ) ya conectado a su vez a  $P_1-1$  conmutadores y a un cuarto bloque de salida ( $S_1, \dots, S_{N_2}$ ) ya conectado a su vez a  $P_1$  conmutadores,
- + el borne de entrada libre del conmutador elegido está conectado a uno de los puertos de entrada del bloque de entrada ( $E_j$ ),
- 35 + Si  $P_1 > 2$ , un borne de entrada libre (30, 32) de cada uno de los conmutadores ( $C_1, \dots, C_{N_3}$ ), distinto del conmutador elegido, que tiene un borne de salida (34, 36) conectado al tercer bloque de salida está conectado a uno de los puertos de entrada del bloque de entrada ( $E_j$ ),
- + si  $P_1$  es par, un conmutador que tiene un solo borne de entrada libre y un solo borne de salida libre tiene su borne de entrada libre que está conectado a uno de los puertos de entrada ( $W_1, \dots, W_{P_1}$ ) del bloque de entrada ( $E_j$ ) y su borne de salida libre que está conectado a uno de los puertos de salida ( $Z_1, \dots, Z_{P_2}$ ) del tercer bloque de
- 40 salida,
- + si  $P_1$  es impar, uno de los puertos de entrada del bloque de entrada ( $E_j$ ) está conectado directamente a uno de los puertos de salida del tercer bloque de salida.

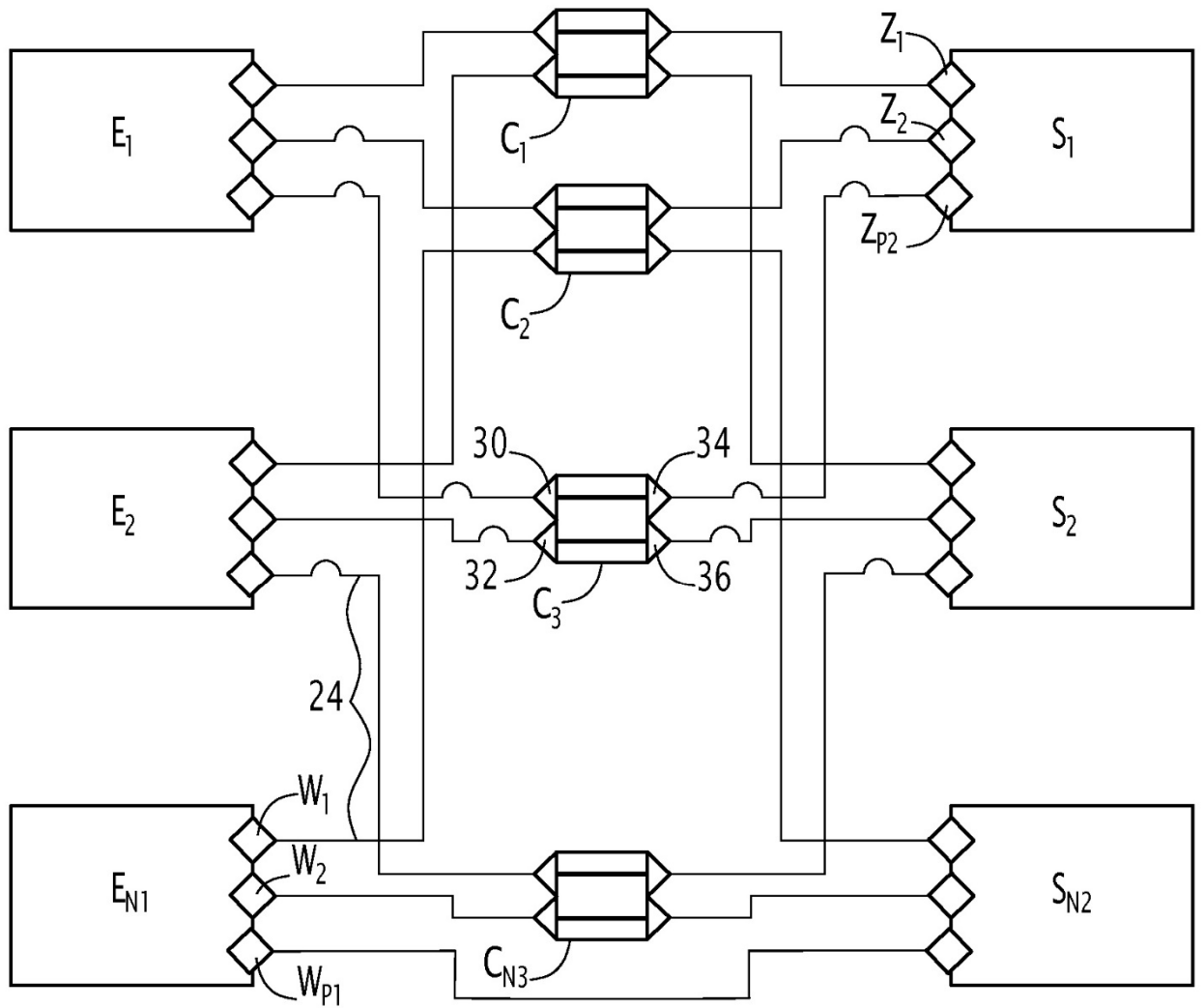
**FIG.1**



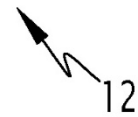


**FIG.3**

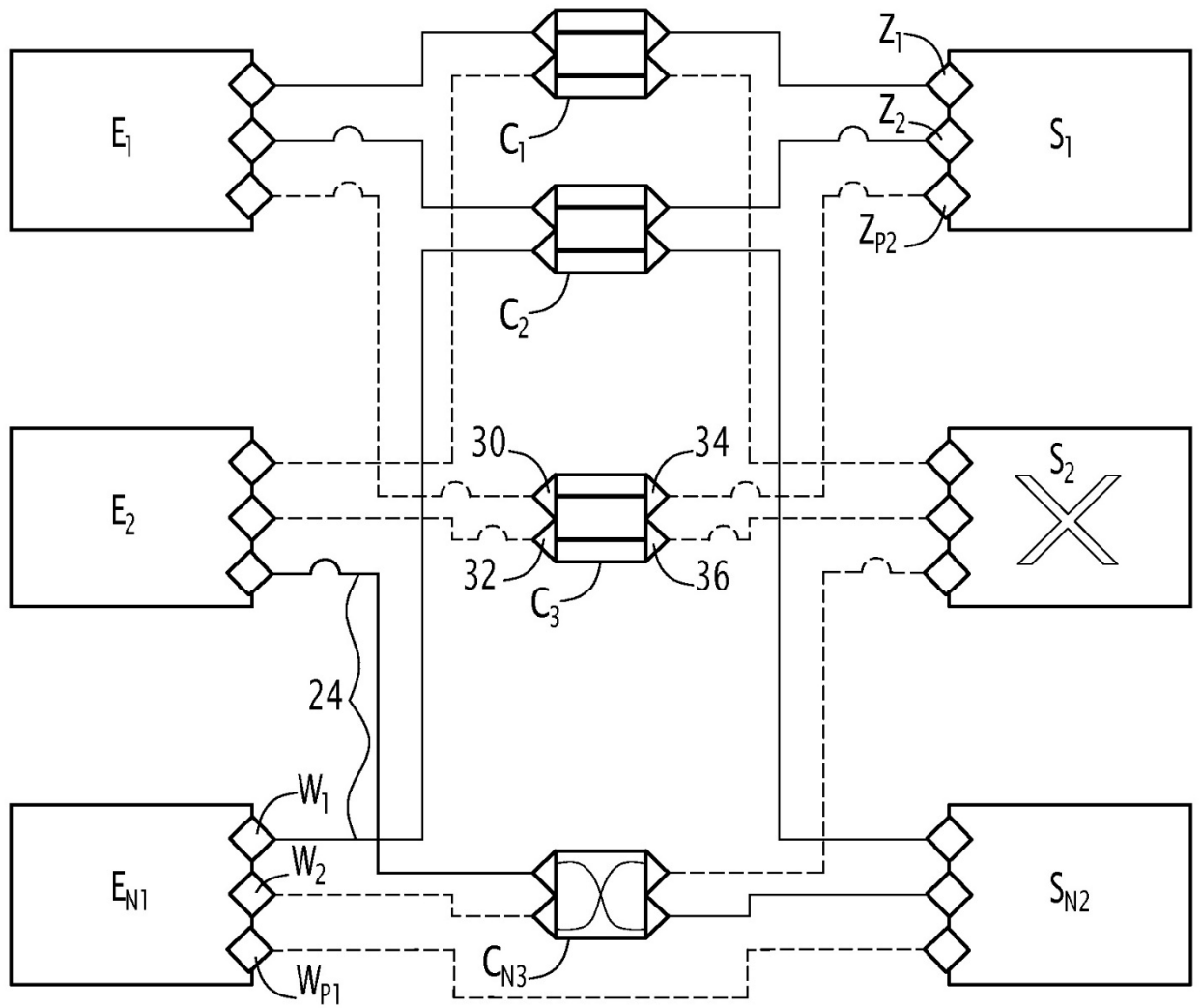




**FIG.4**

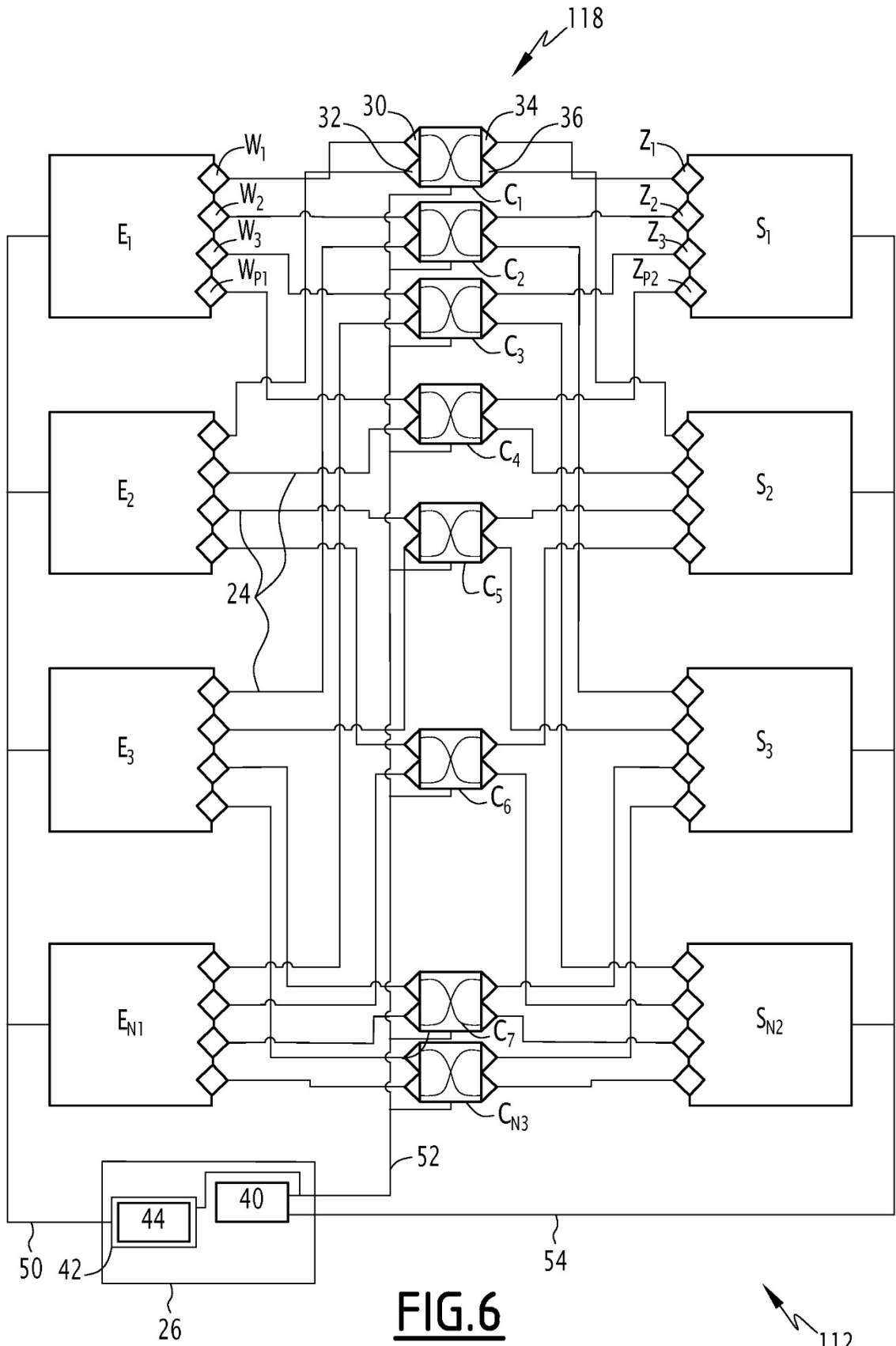




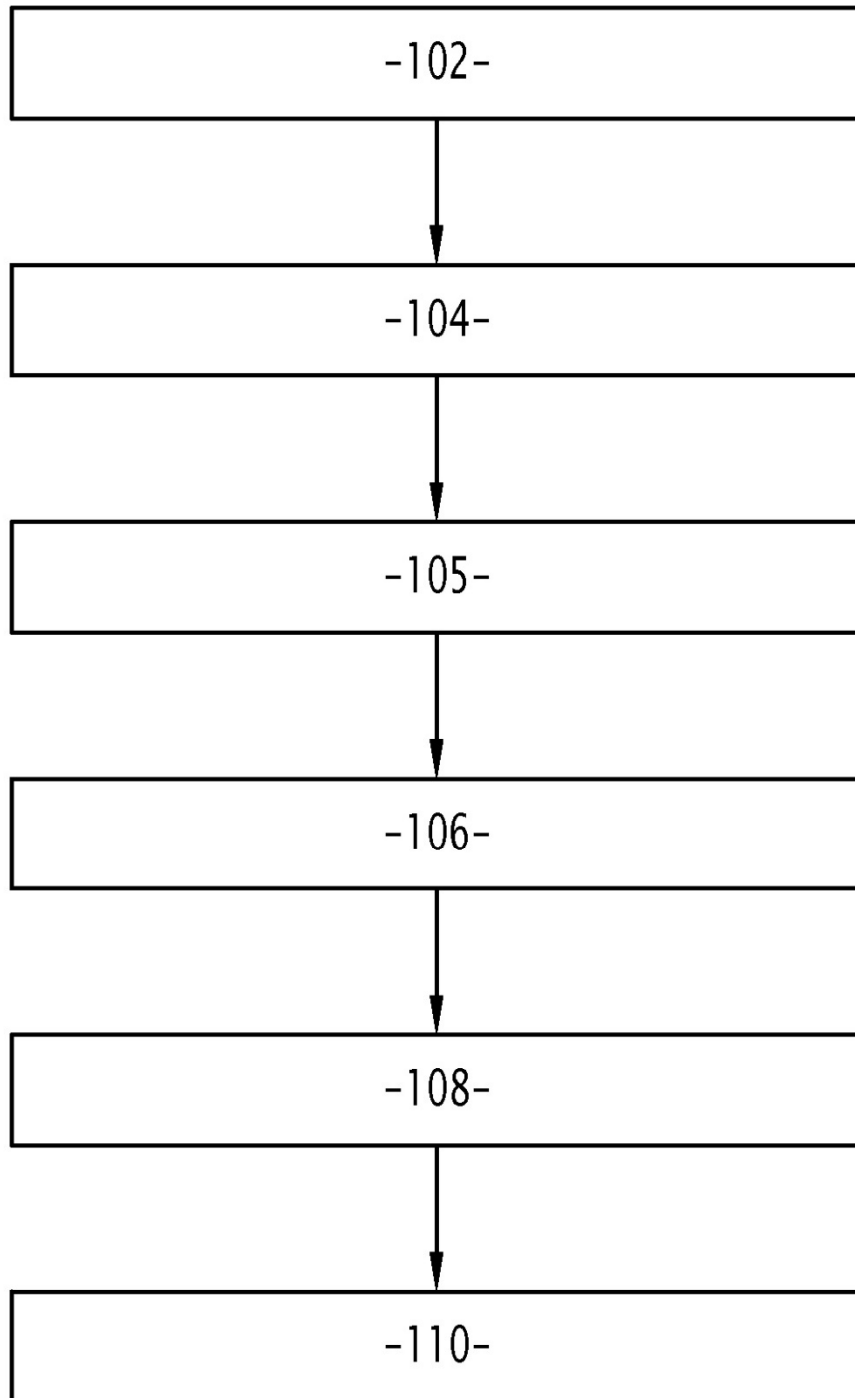


**FIG.5**





**FIG. 6**



**FIG.7**