

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 539**

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 18193598 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3454513**

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 1700911

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

02.12.2020

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 2 797 539 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 y comprendiendo cada bloque de salida al menos el mismo número P2 de puertos de salida que el número predeterminado P1 de puertos de entrada, siendo el número predeterminado P1 de puertos de entrada estrictamente superior a 1, 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.

10

[0002] La presente invención se refiere igualmente a un sistema de medida especialmente para medio de transporte, denominado genéricamente transportador, que puede ser por ejemplo en particular una aeronave, que comprende dicha red de comunicación.

15

[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.

20

[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.

25

[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.

30

[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.

35

[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 en 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.

40

[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.

45

[0009] En dichas redes de comunicación, con el fin de adaptarlas a una evolución de la velocidad en 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.

50

[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.

55

[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 los bloques de entrada.

60

[0012] A tal efecto, la invención tiene por objeto una red de comunicación de acuerdo con la reivindicación 1.

65

- [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.
- 10 **[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 una de las reivindicaciones 6 a 8.
- 15 **[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.
- 20 **[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:
- 25 - La figura 1 es una representación esquemática parcial de un medio de transporte o transportador, especialmente de 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;
- 30 - 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,
- 35 - La figura 5 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 6 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 en la figura 1 y en lo sucesivo se denomina aeronave o medio de transporte.
- 40 **[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.
- 45 **[0021]** El medio de transporte 10 comprende un sistema de medida 12 representado más en detalle en las figuras 2 a 4, 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.
- 50 **[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.
- 55 **[0024]** El sistema de medida 12 comprende una pluralidad de bloques de entrada E_{1,\dots, N_1} , una pluralidad de bloques de salida S_{1,\dots, N_2} y una red de comunicación 18 que se extiende entre los bloques de entrada E_{1,\dots, N_1} y los bloques de salida S_{1,\dots, N_2} .
- 60 **[0025]** Más en concreto, el sistema de medida 12 comprende un número N_1 de bloques de entrada E_{1,\dots, N_1} y un número N_2 de bloques de salida S_{1,\dots, N_2} .
- [0026]** Ventajosamente, el número N_1 de bloques de entrada E_{1,\dots, N_1} es igual al número N_2 de bloques de salida S_{1,\dots, N_2} .
- 65 **[0027]** Cada bloque de entrada E_{1,\dots, N_1} comprende un número predeterminado P_1 de puertos de entrada

W_1, \dots, W_{P1} estrictamente superior a 1.

[0028] Cada bloque de entrada E_1, \dots, E_{N1} es capaz de transmitir en cada puerto de entrada un flujo de datos de entrada que tiene una velocidad de entrada predeterminada q_1, \dots, q_{N1} . La velocidad de entrada predeterminada puede ser diferente para cada puerto de entrada, sin embargo, en el ejemplo considerado cada bloque de entrada E_1, \dots, E_{N1} 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_1, \dots, W_{P1} . 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_1, \dots, W_{P1} permiten asegurar una redundancia en la transmisión de los datos de entrada a los bloques de salida S_1, \dots, S_{N2} .

[0029] Los bloques de entrada E_1, \dots, E_{N1} 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_1, \dots, S_{N2} comprende un número $P2$ de puertos de salida Z_1, \dots, Z_{P2} superior o igual al número predeterminado $P1$ de puertos de entrada W_1, \dots, W_{P1} .

[0031] Cada bloque de salida S_1, \dots, S_{N2} es capaz de recibir un flujo de datos de salida que tiene una velocidad de salida máxima Q_1, \dots, Q_{N2} . Para cada bloque de salida S_1, \dots, S_{N2} , la velocidad de salida máxima 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 q_1, \dots, q_{N1} , A un número entero estrictamente superior a 1 y R un número real estrictamente inferior a q_M .

[0032] Ventajosamente, cada puerto de salida Z_1, \dots, Z_{P2} es capaz de recibir un flujo de datos que tiene una velocidad máxima $Q'_{1,u}, \dots, Q'_{N2,u}$ que verifica la inecuación, $Q'_{i,u} \geq q_M$, con i un índice representativo del bloque de salida considerado S_1, \dots, S_{N2} 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

$$\sum_{j=1}^{N_1} q_j < \sum_{i=1}^{N_2} Q_i$$

comunicación 18 están temporizados de manera que en cada instante se tiene siempre: preferentemente:

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

[0034] Más ventajosamente, el número entero A es inferior o igual al número predeterminado $P1$ de puertos de entrada W_1, \dots, W_{P1} , 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 recibir ventajosamente la velocidad de cualquier puerto de entrada de cualquier bloque de entrada.

[0035] En el ejemplo de las figuras 2 a 4, el número $N1$ de bloques de entrada es igual al número $N2$ de bloques de salida y es igual a 4, mientras que el número $P1$ de puertos de entrada es igual al número $P2$ de puertos de salida y es igual a 3.

[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_1, \dots, S_{N2} 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_1, \dots, E_{N1} a los bloques de salida S_1, \dots, S_{N2} por medio de la red de comunicación 18.

[0038] La red de comunicación 18 comprende una pluralidad de conmutadores C_1, \dots, C_{N3} , de los enlaces de datos 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 y 4 por motivos de simplificación de los dibujos.

[0040] La red de comunicación 18 comprende un número total 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.

[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.

[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.

[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.

[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 resultado de la multiplicación del número de puertos de entrada por el número de bloques de entrada es par, como se representa por ejemplo en las figuras 2 a 4 en las que el número de puertos de entrada es igual a 3 y el número de bloques de entrada es igual a 4, el número N_3 de conmutadores es igual a:

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

[0047] Así, en el ejemplo de las figuras 2 a 4, el número de conmutadores es igual a 6.

[0048] Cuando el resultado de la multiplicación del número de puertos de entrada por el número de bloques de entrada es impar, el número N_3 de conmutadores es igual a:

[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} .

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

[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.

[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 a 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 resultado de la multiplicación del número P_1 de puertos de entrada por el número N_1 de bloques de entrada es impar, que uno de los puertos de entrada W_1, \dots, W_{P_1} de uno de los bloques de entrada E_1, \dots, E_{N_1} está conectado directamente por medio de un enlace de datos 24 al puerto de salida Z_1, \dots, Z_{P_2} de uno de los bloques de salida. Es decir sin que se disponga un conmutador entre dicho puerto de entrada y dicho puerto de salida.

[0055] La red de comunicación 18 verifica igualmente que para cada conmutador C_1, \dots, C_{N_3} , los bornes de entrada primero 30 y segundo 32 están conectados cada uno directamente por medio de un enlace de datos respectivo a bloques de entrada E_1, \dots, E_{N_1} 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_{N_2} diferentes.

[0056] 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.

[0057] 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 4. Sin embargo la descripción se aplica con independencia de la referencia de los conmutadores, los bloques de entrada y los bloques de salida.

[0058] Más en concreto, numerando los bloques de entrada E_1, \dots, E_{N1} con un índice j diferente, es decir, de valor diferente, comprendido entre 1 y $N1$ y los bloques de salida con un índice i diferente comprendido entre 1 y $N2$, con $N2$ el número de bloques de salida S_1, \dots, S_{N2} , y los conmutadores con un índice m diferente comprendido entre 1 y $N3$, con $N3$ el número total de conmutadores, la red de comunicación 18 respeta las reglas siguientes 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:

- un primer conjunto de $P1$ conmutadores C_1, C_2, C_3 se selecciona siguiendo un orden de numeración de los conmutadores,
- un segundo conjunto de $P1$ bloques de salida S_1, S_2, S_3 se selecciona siguiendo un orden de numeración de los bloques de salida,
- los puertos de entrada W_1, \dots, W_{P1} del bloque de entrada E_1 que tiene un índice j igual a 1, están conectados respectivamente a uno de los bornes de entrada 30 de un conmutador C_1, C_2, C_3 respectivo del primer conjunto,
- uno de los bornes de salida 34 de cada conmutador C_1, C_2, C_3 del primer conjunto está conectado a uno de los puertos de salida Z_1 de un bloque de salida S_1, S_2, S_3 respectivo del segundo conjunto,
- para cada bloque de entrada de índice j comprendido entre 2 y $N1$, considerado sucesivamente:

- + se selecciona un tercer conjunto de $P1$ conmutadores que tiene al menos un borne de entrada 30, 32 libre, recorriendo todos los conmutadores C_1, \dots, C_{N3} uno a uno según su orden de numeración, y con una lógica circular, partiendo del conmutador que tiene un índice m que corresponde al índice j del bloque de entrada E_j . Se entiende por lógica circular el hecho de que cuando se llega al conmutador que tiene el índice i de valor $N3$, el conmutador siguiente es el conmutador que tiene el índice i de valor 1,
- + los puertos de entrada del bloque de entrada E_j están conectados respectivamente a uno de los bornes de entrada de un conmutador respectivo del tercer conjunto, y si el número de conmutadores del tercer conjunto es inferior al número de puertos de entrada $P1$ del bloque de entrada E_j , uno de los puertos de entrada libre del bloque de entrada E_j está conectado a un puerto de salida libre de uno de los bloques de salida,
- + para cada conmutador C_1, \dots, C_{N3} del tercer conjunto, considerado sucesivamente según el orden de numeración de los conmutadores partiendo del conmutador que tiene un índice m que corresponde al índice j del bloque de entrada E_j :

- si el conmutador tiene un solo borne de salida 34, 36 ya conectado a uno de los bloques de salida S_1, \dots, S_{N2} , el otro borne de salida del conmutador está conectado a un bloque de salida siguiente, con respecto al orden de numeración de los bloques de salida. Por siguiente se entiende el bloque de salida cuyo valor del índice sigue, según el orden de numeración y con una lógica circular, el valor del índice del bloque de salida ya conectado al conmutador. Se entiende por lógica circular el hecho de que cuando se llega al bloque de salida que tiene el índice i de valor $N2$, el bloque de salida siguiente es el bloque de salida que tiene el índice i de valor 1,
- si el conmutador no está conectado a ninguno de los bloques de salida, uno de los bornes de salida 34, 36 del conmutador está conectado a uno de los puertos de salida Z_1, \dots, Z_{P2} del bloque de salida S_1, \dots, S_{N2} que acaba de ser conectado a un conmutador que pertenece al tercer conjunto cuando dicho bloque de salida S_1, \dots, S_{N2} que acaba de ser conectado a un conmutador que pertenece al tercer conjunto tiene al menos un puerto de salida libre, en caso contrario uno de los bornes de salida 34, 36 de dicho conmutador está conectado a uno de los puertos de salida Z_1, \dots, Z_{P2} del bloque de salida S_1, \dots, S_{N2} siguiente, con respecto al orden de numeración de los bloques de salida, que acaba de ser conectado a un conmutador que pertenece al tercer conjunto.

[0059] 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 4 se obtiene la red de comunicación representada en las figuras 2 a 4.

[0060] 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} .

- 5 **[0061]** 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.
- 10 **[0062]** 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.
- 15 **[0063]** 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} .
- [0064]** Como variante, la unidad de cálculo 44 está configurada para memorizar el número de bloques de entrada y el número de puertos de entrada.
- 20 **[0065]** 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.
- 25 **[0066]** 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.
- [0067]** Las figuras 2 a 4 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, de un segundo y de un tercer modo de funcionamiento del sistema de medida 12.
- 30 **[0068]** En las figuras 2 a 4, 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.
- 35 **[0069]** 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.
- [0070]** 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} .
- 40 **[0071]** 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_1, S_2 del sistema de medida 12 están indisponibles o en avería.
- 45 **[0072]** 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 los bloques de salida en funcionamiento nominal S_3 y S_{N2} .
- 50 **[0073]** En otros términos, el sistema de control 26 controla los conmutadores C_1, \dots, C_{N3} con el fin que los flujos de datos de entrada sean transmitidos hacia los bloques de salida disponibles S_3 y S_{N2} .
- [0074]** En el tercer modo de funcionamiento de la figura 4, el flujo de datos de entrada de los bloques de entrada E_1, E_2, E_3 se duplica una vez o la cantidad de datos transmitidos por los bloques de entrada E_1, E_2, E_3 se duplica en comparación con el primer modo de funcionamiento y el dispositivo de cálculo S_1 está indisponible/en avería.
- 55 **[0075]** 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_2, S_3 y S_{N2} .
- 60 **[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 y a las averías/indisponibilidades de bloques de salida.
- 65 **[0077]** En otros términos las figuras 2 a 4 ilustran especialmente que duplicando A veces las señales de cada bloque de entrada es posible con ayuda de la red de comunicación 18:

ser robusto frente a X averías/indisponibilidades de conmutadores o de bloques de salida, cuando X verifica la

$$X \leq N1 - \frac{N1}{P1}, \text{ con } X \leq A; \text{ o}$$

inecuación siguiente:

ser robusto frente a un aumento de las velocidades de datos en salida de cada bloque de entrada y especialmente a una multiplicación por 2 de las velocidades de datos en salida de cada bloque de entrada; o

- 5 ser robusto frente a X' 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 2, con $(N1-X') \times P1 \geq N1 \times 2$.

[0078] La figura 5 ilustra otro ejemplo de un sistema de medida 112 según la invención.

- 10 **[0079]** 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} .

- 15 **[0080]** Más en concreto, en el ejemplo de la figura 5, 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 2.

- [0081]** En el ejemplo de la figura 5, el número de conmutadores verifica la ecuación (1) ofrecida anteriormente y es igual a 4.

[0082] La figura 5 ilustra en comparación con las figuras 2 a 4 que el número de conmutadores es función del número de bloques de entrada y de puertos de entrada.

- 25 **[0083]** 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.

[0084] A continuación se presentará el procedimiento de construcción de la red de las figuras 2 a 5 con ayuda del organigrama de la figura 6.

30

[0085] El procedimiento comprende una primera etapa 102 de suministro de los $N1$ bloques de entrada y de los $N2$ bloques de salida.

- [0086]** A continuación, durante una segunda etapa 104 de suministro, se suministran $N1 \times \frac{P1}{2}$ conmutadores C_1, \dots, C_{N3} , si el resultado de la multiplicación del número de puertos de entrada por el número de bloques de entrada es par, mientras que si el resultado de la multiplicación del número de puertos de entrada por el número de bloques es impar,

$$\frac{N1 \times P1 - 1}{2}$$

se suministran conmutadores C_1, \dots, C_{N3} .

- 40 **[0087]** A continuación, durante una etapa de enlace 105, ejecutada únicamente si el resultado de la multiplicación del número de puertos de entrada por el número de bloques de entrada es impar, uno de los puertos de entrada de uno de los bloques de entrada está conectado directamente por medio de un enlace de datos al puerto de salida de uno de los bloques de salida,

- 45 Después, el procedimiento comprende para cada conmutador C_1, \dots, C_{N3} , una primera etapa 106 de conexión en el curso de la cual los bornes de entrada primero 30 y segundo 32 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 34 y segundo 36 están conectados directamente por medio de un enlace de datos respectivo a puertos de salida libres de bloques de salida diferentes.

- 50 **[0088]** Más en concreto, numerando los bloques de entrada E_1, \dots, E_{N1} con un índice j diferente comprendido entre 1 y $N1$, los bloques de salida con un índice i diferente comprendido entre 1 y $N2$ y los conmutadores con un índice m diferente comprendido entre 1 y $N3$, el procedimiento comprende durante las etapas de enlace y de conexión subetapas que corresponden a las reglas de conexión enunciadas anteriormente, 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.

55

[0089] 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.

[0090] 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
5 mínima en la estructura de la red, especialmente en términos de número de componentes que constituyen la red.

[0091] Las realizaciones y variantes contempladas anteriormente pueden combinarse entre sí para dar lugar a 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}) y comprendiendo cada bloque de salida (S_1, \dots, S_{N2}) al menos el mismo número $P2$ de puertos de salida (Z_1, \dots, Z_{P2}) que el número predeterminado $P1$ de puertos de entrada, siendo el número predeterminado $P1$ de puertos de entrada estrictamente superior a 1, comprendiendo la red una pluralidad de conmutadores (C_1, \dots, C_{N3}), comprendiendo cada conmutador
 10 (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 con 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,
caracterizada porque
 15 - cuando el resultado de la multiplicación del número de puertos de entrada $P1$ por el número de bloques de entrada $N1$ es par, el número $N3$ de conmutadores es igual a
$$N3 = N1 \times \frac{P1}{2}$$
 con $N1$ el número de bloques de entrada, y
 - cuando el resultado de la multiplicación del número de puertos de entrada $P1$ por el número de bloques de entrada $N1$ es impar, el número $N3$ de conmutadores es igual a
$$N3 = \frac{N1 \times P1 - 1}{2}$$
 y uno de los puertos de entrada de uno
 20 de los bloques de entrada está conectado directamente por medio de un enlace de datos al puerto de salida de uno de los bloques de salida, y **porque** 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 (24) a bloques de salida (S_1, \dots, S_{N2}) diferentes.
 25
2. Red de comunicación (18, 118) según la reivindicación 1, en la que para cada conmutador, los bornes 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
 30 por medio de uno de sus puertos de salida (Z_1, \dots, Z_{P2}), y en el 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).
3. Red de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los enlaces de
 35 datos (24) son enlaces físicos punto a punto.
4. Red de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la 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 entre 1 y $N2$, con $N2$ el número de bloques de salida (S_1, \dots, S_{N2}), y los
 40 conmutadores (C_1, \dots, C_{N3}) con un índice m diferente comprendido entre 1 y $N3$, el número total de conmutadores, la red de comunicación (18, 118) respeta las reglas siguientes 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 - un primer conjunto de $P1$ conmutadores (C_1, \dots, C_{N3}) se selecciona entre los conmutadores siguiendo un orden de numeración de los conmutadores,
 - un segundo conjunto de $P1$ bloques de salida (S_1, \dots, S_{N2}) se selecciona entre los bloques de salida siguiendo un orden de numeración de los bloques de salida,
 - los puertos de entrada (W_1, \dots, W_{P1}) del bloque de entrada (E_j) que tiene un índice j igual a 1 están conectados respectivamente a uno de los bornes de entrada (30, 32) de un conmutador (C_1, \dots, C_{N3}) respectivo del primer
 50 conjunto,
 - uno de los bornes de salida (34, 36) de cada conmutador (C_1, \dots, C_{N3}) del primer conjunto está conectado a uno de los puertos de salida (Z_1, \dots, Z_{P2}) de un bloque de salida respectivo del segundo conjunto,
 - para cada bloque de entrada de índice j comprendido entre 2 y $N1$ considerado sucesivamente:
 55 + se selecciona un tercer conjunto de $P1$ conmutadores (C_1, \dots, C_{N3}) que tiene al menos un borne de entrada (30, 32) libre, recorriendo todos los conmutadores uno a uno según su orden de numeración partiendo del conmutador que tiene un índice m que corresponde al índice j del bloque de entrada,
 + los puertos de entrada (W_1, \dots, W_{P1}) del bloque de entrada (E_j) están conectados respectivamente a uno de los bornes de entrada de un conmutador respectivo del tercer conjunto, y si el número de conmutadores del
 60 tercer conjunto es inferior al número de puertos de entrada del bloque de entrada, uno de los puertos de entrada libre (W_1, \dots, W_{P1}) del bloque de entrada (E_j) está conectado a un puerto de salida libre (Z_1, \dots, Z_{P2}) de uno de los

bloques de salida (S_1, \dots, S_{N_2}),

+ para cada conmutador (C_1, \dots, C_{N_3}) del tercer conjunto, considerado sucesivamente según el orden de numeración de los conmutadores partiendo del conmutador que tiene un índice m que corresponde al índice j del bloque de entrada:

5

- si el conmutador (C_1, \dots, C_{N_3}) tiene un solo borne de salida ya conectado a uno de los bloques de salida, el otro borne de salida del conmutador está conectado a un bloque de salida siguiente, con respecto al orden de numeración de los bloques de salida,

10

- si el conmutador (C_1, \dots, C_{N_3}) no está conectado a ninguno de los bloques de salida, uno de los bornes de salida (34, 36) del conmutador está conectado a uno de los puertos de salida del bloque de salida que acaba de ser conectado a un conmutador (C_1, \dots, C_{N_3}) que pertenece al tercer conjunto cuando dicho bloque de salida que acaba de ser conectado a un conmutador que pertenece al tercer conjunto tiene al menos un puerto de salida libre, en otro sentido uno de los bornes de salida (34, 36) de dicho conmutador está conectado a uno de los puertos de salida (Z_1, \dots, Z_{P_2}) del bloque de salida (S_1, S_{N_2}) siguiente, con respecto al orden de numeración de los bloques de salida, que acaban de ser conectados a un conmutador que pertenece al tercer conjunto.

15

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.

20

6. Sistema de medida (12, 112), especialmente para un medio de transporte, tal como una aeronave (10), 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.

25

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 en el que 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 .

30

35

8. Sistema de medida 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 $P_1 \leq A$.

40

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

10. Procedimiento de construcción de una red de comunicación que se extiende entre una pluralidad de bloques de entrada (E_1, \dots, E_{N_1}) y una pluralidad de bloques de salida (S_1, \dots, S_{N_2}), comprendiendo cada bloque de entrada un número P_1 predeterminado de puertos de entrada (W_1, \dots, W_{P_1}) y comprendiendo cada bloque de salida al menos el mismo número P_2 de puertos de salida (Z_1, \dots, Z_{P_2}) que el número P_1 predeterminado de puertos de entrada (W_1, \dots, W_{P_1}), siendo el número predeterminado P_1 de puertos de entrada estrictamente superior a 1, comprendiendo el procedimiento la etapa siguiente:

50

- el suministro (104) de una pluralidad de conmutadores (C_1, \dots, C_{N_3}), comprendiendo cada conmutador (C_1, \dots, C_{N_3}) unos bornes de entrada primero (30) y segundo (32) y unos bornes de salida primero (34) y segundo (36) y que es capaz de conectar los bornes de entrada primero (30) y segundo (32) respectivamente con 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,

55

caracterizado porque

- si el resultado de la multiplicación del número de puertos de entrada por el número de bloques de entrada es par,

$$N_3 = N_1 \times \frac{P_1}{2},$$

60 el número N_3 de conmutadores suministrado durante la etapa de suministro es igual a: con N_1 el número de bloques de entrada, y

- si el resultado de la multiplicación del número de puertos de entrada por el número de bloques de entrada es

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

impar, el número N3 de conmutadores suministrado durante la etapa de suministro es igual a

cuando el resultado de la multiplicación del número P1 de puertos de entrada por el número N1 de bloques de entrada es impar, el procedimiento comprende una etapa de enlace (105) en el curso de la cual uno de los puertos de entrada (W_1, \dots, W_{P1}) de uno de los bloques de entrada (E_1, \dots, E_{N1}) está conectado directamente por medio de un enlace de datos al puerto de salida (Z_1, \dots, Z_{P2}) de uno de los bloques de salida (S_1, \dots, S_{N2}), 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
- la conexión (108) directa de los bornes de salida primero (34) y del 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 con un índice i diferente comprendido entre 1 y N2, con N2 el número de bloques de salida (S_1, \dots, S_{N2}), y los conmutadores con un índice m diferente comprendido entre 1 y N3, el número total de conmutadores, el procedimiento comprende durante las etapas de enlace (105) y de conexión (106, 108) las subetapas siguientes, 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):

- un primer conjunto de P1 conmutadores (C_1, \dots, C_{N3}) se selecciona entre los conmutadores siguiendo un orden de numeración de los conmutadores,
- se selecciona un segundo conjunto de P1 bloques de salida (S_1, \dots, S_{N2}) entre los bloques de salida siguiendo un orden de numeración de los bloques de salida,
- los puertos de entrada (W_1, \dots, W_{P1}) del bloque de entrada (E_j) que tiene un índice j igual a 1 están conectados respectivamente a uno de los bornes de entrada (30, 32) de un conmutador (C_1, \dots, C_{N3}) respectivo del primer conjunto,
- uno de los bornes de salida (34, 36) de cada conmutador (C_1, \dots, C_{N3}) del primer conjunto está conectado a uno de los puertos de salida (Z_1, \dots, Z_{P2}) de un bloque de salida respectivo del segundo conjunto,
- para cada bloque de entrada de índice j comprendido entre 2 y N1 considerado sucesivamente:

- + se selecciona un tercer conjunto de P1 conmutadores (C_1, \dots, C_{N3}) que tiene al menos un borne de entrada (30, 32) libre, recorriendo todos los conmutadores uno a uno según su orden de numeración partiendo del conmutador que tiene un índice m que corresponde al índice j del bloque de entrada,
- + los puertos de entrada (W_1, \dots, W_{P1}) del bloque de entrada (E_j) están conectados respectivamente a uno de los bornes de entrada de un conmutador respectivo del tercer conjunto, y si el número de conmutadores del tercer conjunto es inferior al número de puertos de entrada del bloque de entrada, uno de los puertos de entrada libre (W_1, \dots, W_{P1}) del bloque de entrada (E_j) está conectado a un puerto de salida libre (Z_1, \dots, Z_{P2}) de uno de los bloques de salida (S_1, \dots, S_{N2}),
- + para cada conmutador (C_1, \dots, C_{N3}) del tercer conjunto, considerado sucesivamente según el orden de numeración de los conmutadores partiendo del conmutador que tiene un índice m que corresponde al índice j del bloque de entrada:

- si el conmutador (C_1, \dots, C_{N3}) tiene un solo borne de salida ya conectado a uno de los bloques de salida, el otro borne de salida del conmutador está conectado a un bloque de salida siguiente, con respecto al orden de numeración de los bloques de salida,
- si el conmutador (C_1, \dots, C_{N3}) está no conectado a ninguno de los bloques de salida, uno de los bornes de salida (34, 36) del conmutador está conectado a uno de los puertos de salida del bloque de salida que acaba de ser conectado a un conmutador (C_1, \dots, C_{N3}) que pertenece al tercer conjunto cuando dicho bloque de salida que acaba de ser conectado a un conmutador que pertenece al tercer conjunto tiene al menos un puerto de salida libre, en otro sentido uno de los bornes de salida (34, 36) de dicho conmutador está conectado a uno de los puertos de salida (Z_1, \dots, Z_{P2}) del bloque de salida (S_1, \dots, S_{N2}) siguiente, con respecto al orden de numeración de los bloques de salida, que acaba de ser conectado a un conmutador que pertenece al tercer conjunto.

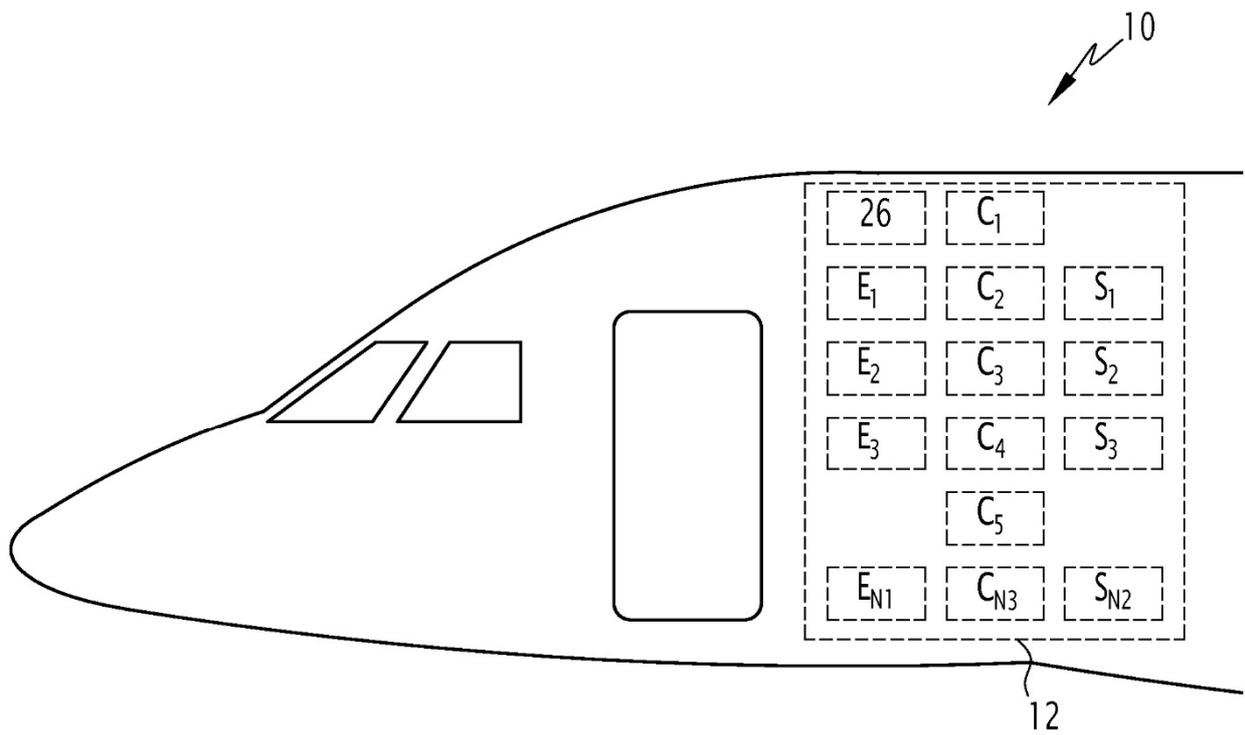


FIG.1

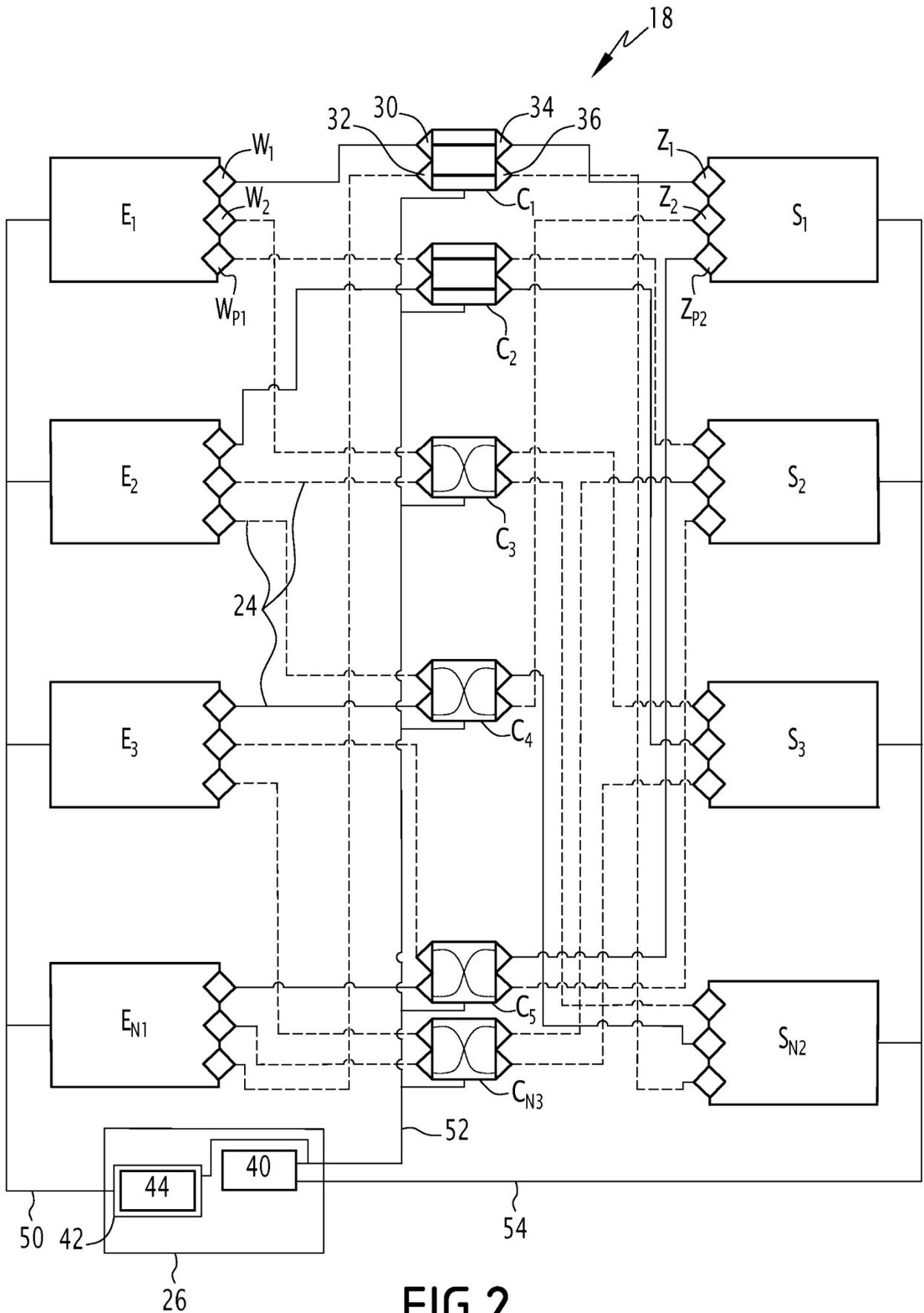


FIG. 2

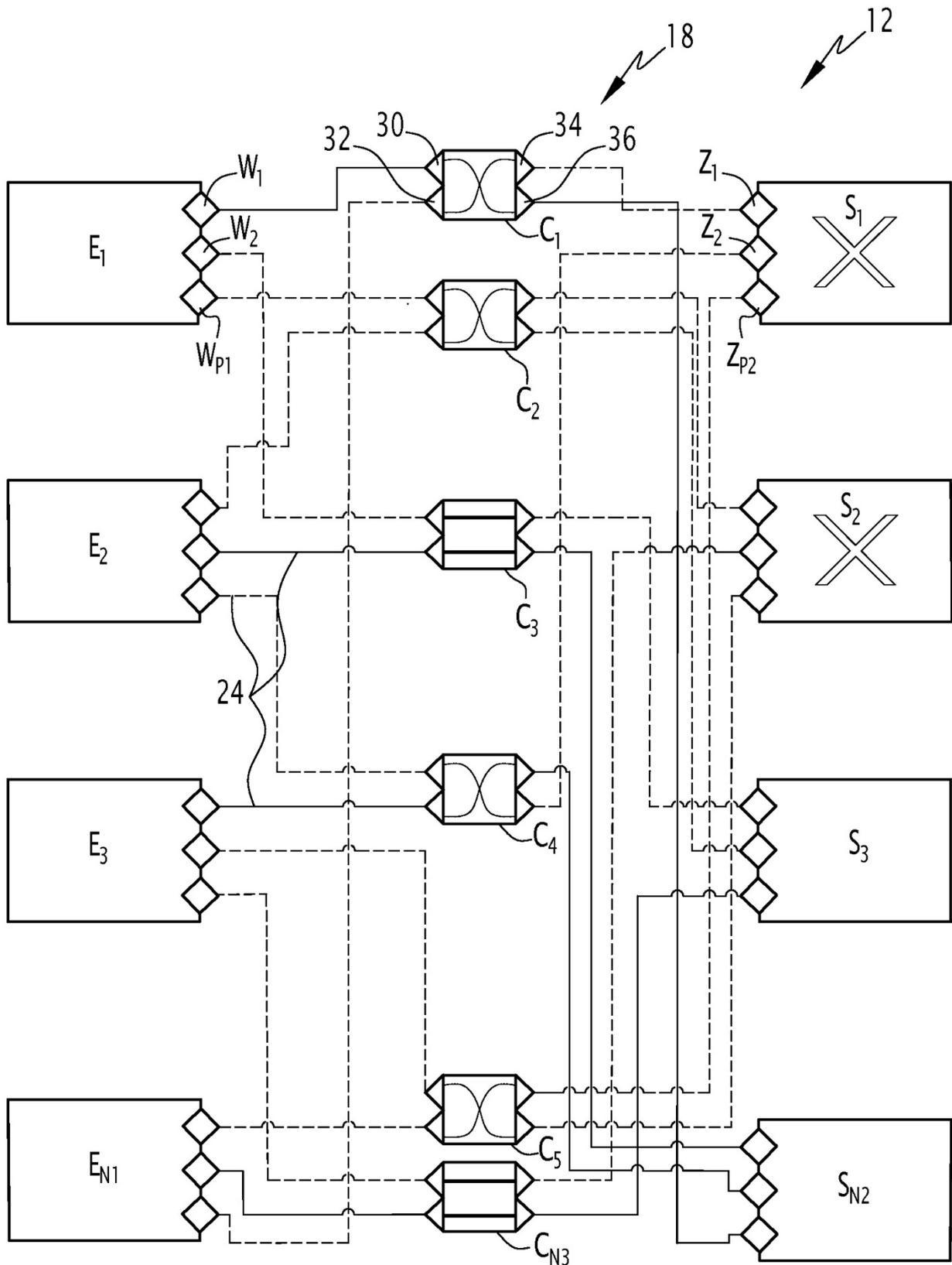


FIG.3

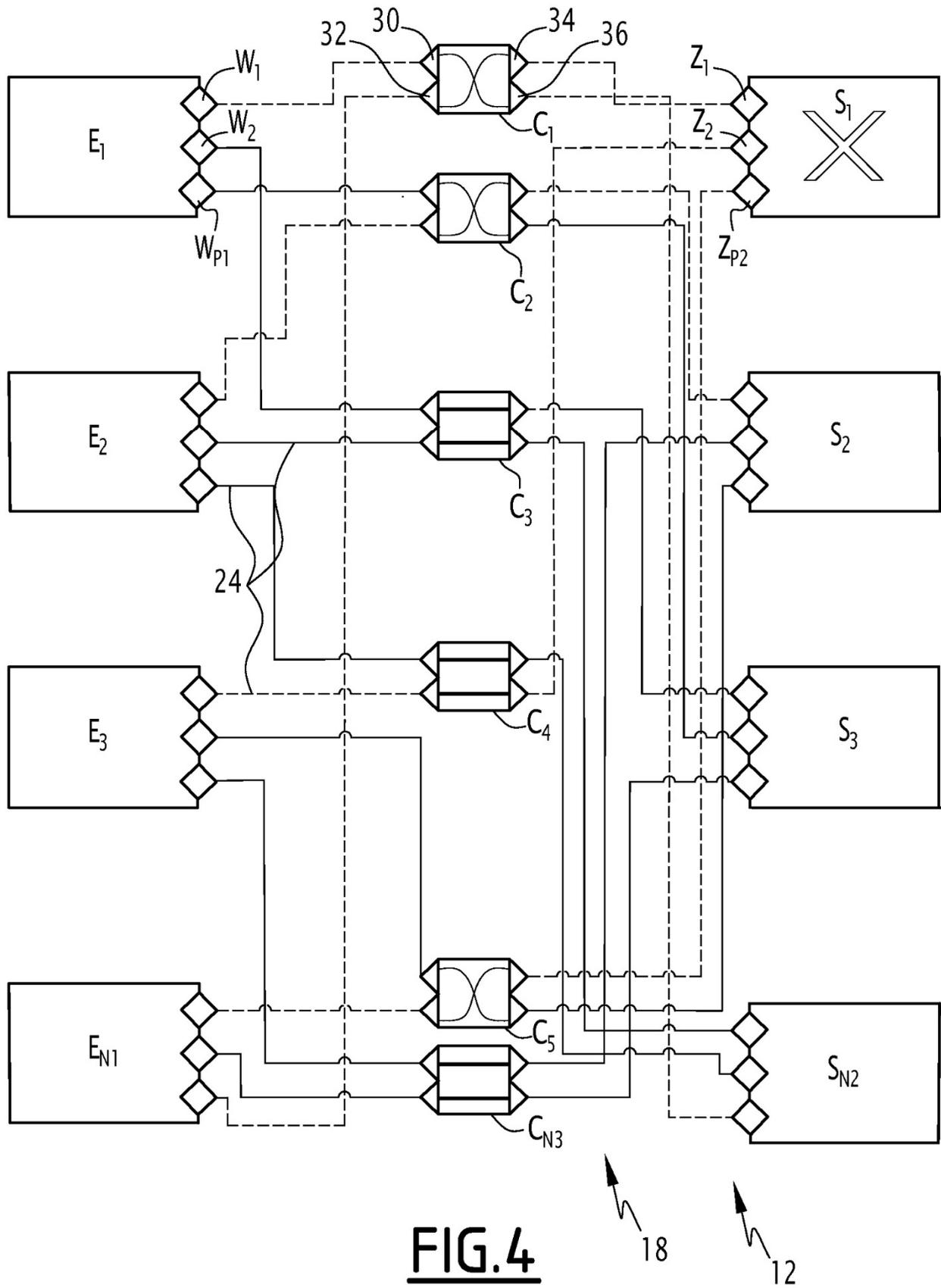


FIG.4

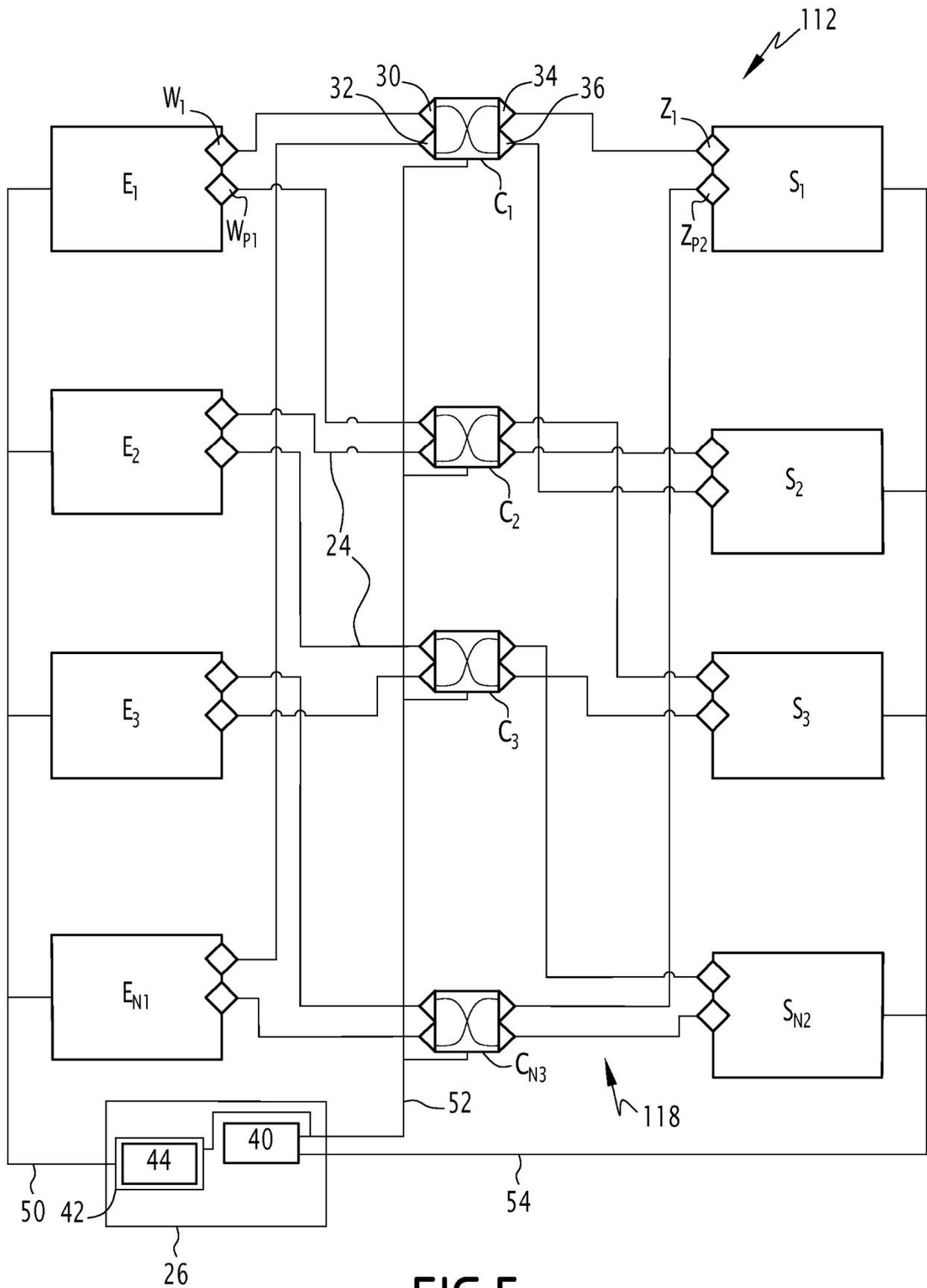


FIG.5

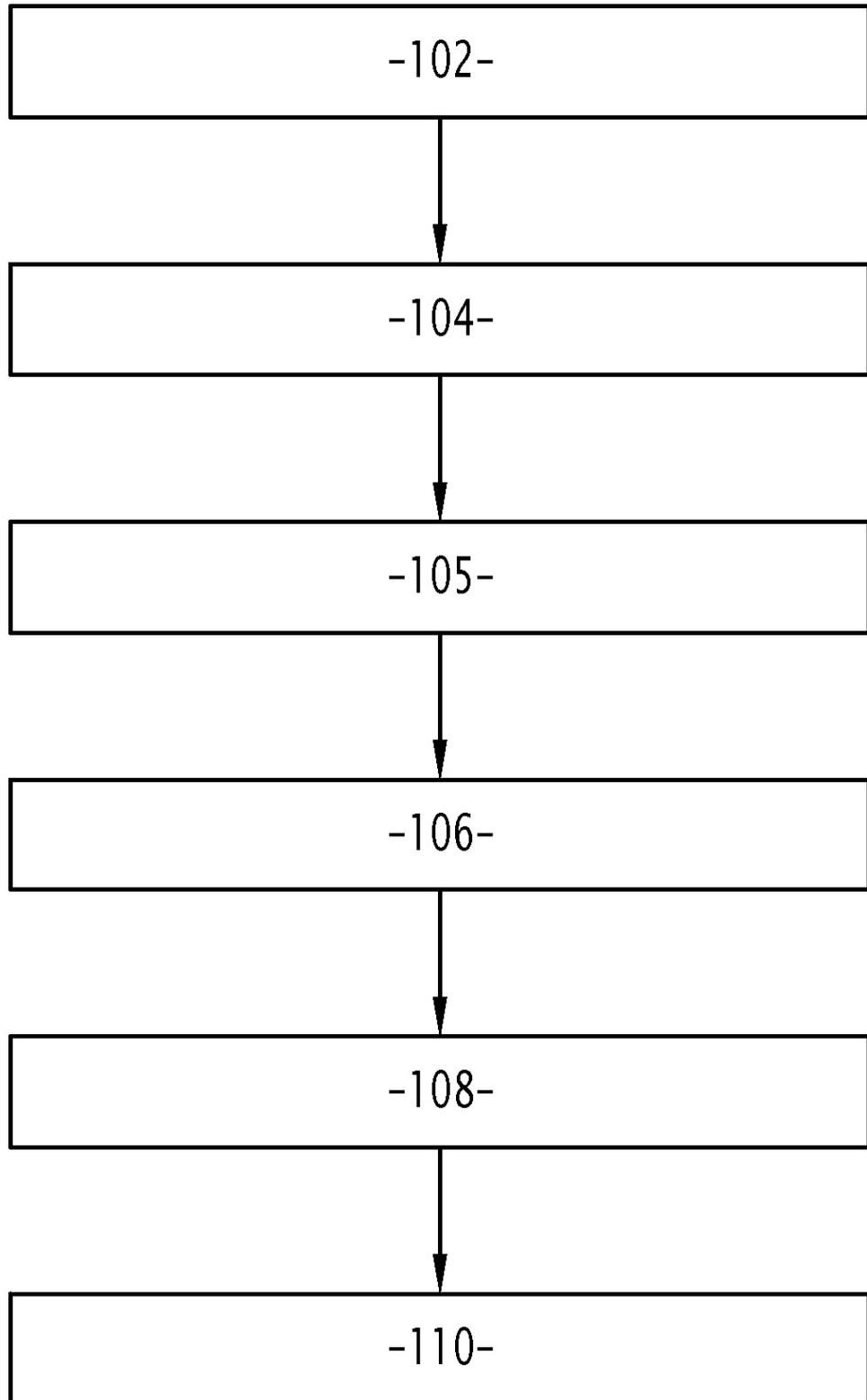


FIG.6