

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 178**

51 Int. Cl.:

B61L 15/00 (2006.01)

B61L 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2015 PCT/EP2015/055606**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2015 WO15150070**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2015 E 15715176 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 3102475**

54 Título: **Recurso de reserva para un canal de ordenador defectuoso de un vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

31.03.2014 DE 102014206078

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

16.04.2020

73 Titular/es:

SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)

Otto-Hahn-Ring 6

81739 München, DE

72 Inventor/es:

LOTTERMOSER, MARTIN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 754 178 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

Recurso de reserva para un canal de ordenador defectuoso de un vehículo ferroviario

5 La invención se refiere a un procedimiento para la puesta a disposición de un recurso de reserva para un canal de ordenador defectuoso de un vehículo ferroviario, a un dispositivo correspondiente, así como a un vehículo ferroviario correspondiente.

El documento DE 103 19 904 A1 se refiere a un sistema de comunicación para vehículos ferroviarios.

El documento US 2013/0261842 A1 se refiere a un sistema de control de configuración para vehículos ferroviarios.

10 En computadores de vehículo de puestos de enclavamiento (y de carriles) para sistemas de control seguros desde el punto de vista de la técnica de señales, se usan unidades de procesamiento de varios canales (denominados también computadores), en los que los canales de ordenador se vigilan mutuamente. En particular, en una vigilancia de este tipo tiene lugar un intercambio de informaciones de sincronización, así como una comparación de los datos emitidos. Por lo tanto, los canales de ordenador trabajan de forma sincrónica, de modo que puede detectarse una desviación entre los canales de ordenador o entre los resultados suministrados por los canales de ordenador.

15 En un llamado sistema 2 de 3 (llamado también sistema 2d3), se usan tres canales de ordenador, de modo que puede tolerarse un fallo de un solo canal de ordenador: así puede detectarse mediante una decisión por mayoría respecto a los resultados suministrados por los canales de ordenador cuál de los tres canales de ordenador está defectuoso. Los dos canales de ordenador restantes, que aún suministran los mismos resultados, siguen representando en este caso un sistema funcional redundante, que cumple los requisitos de seguridad prescritos en la técnica ferroviaria. En particular, puede continuar el funcionamiento de un vehículo ferroviario con dos de tres
20 canales de ordenador que funcionan.

25 En un llamado sistema 2 de 2 (llamado también sistema 2d2), hay 2 canales de ordenador, conduciendo cada desviación entre los canales de ordenador a una parada por la técnica de seguridad (una llamada "desconexión por seguridad") de todo el ordenador del vehículo. En caso de una desviación entre los resultados obtenidos por los dos canales de ordenador no puede detectarse mediante una decisión por mayoría, como en el sistema 2d3, de cuál de los dos canales de ordenador se obtienen los resultados correctos y cuál está defectuoso.

30 Los sistemas 2d2 son menos complejos que los sistemas 2d3, pero en caso de fallar uno de los dos canales de ordenador es necesaria una intervención manual in situ, por ejemplo, por parte de personal de mantenimiento. En particular, puede ser necesario cambiar el canal de ordenador que ha fallado o el computador con los dos canales de ordenador. Hasta la intervención, el computador del vehículo y, por lo tanto, el vehículo ferroviario solo pueden usarse en un grado restringido (por ejemplo con una velocidad fuertemente reducida), lo que puede conducir a restricciones considerables en el funcionamiento.

El objetivo de la invención es evitar los inconvenientes arriba indicados e indicar en particular una solución eficiente, para poner a disposición de forma flexible un recurso redundante para un computador de un vehículo ferroviario.

35 Este objetivo se consigue de acuerdo con las características de las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones subordinadas se indican, en particular, formas de realización preferibles.

Para conseguir este objetivo se propone un procedimiento de acuerdo con las características de la reivindicación 1.

Además, el objetivo se consigue con un vehículo ferroviario con las características de la reivindicación 2.

El recurso de reserva puede estar realizado tanto en hardware como en software. También es posible una combinación de hardware y software.

40 Una ventaja de la solución aquí presentada está en que la disponibilidad de por ejemplo un sistema 2d2 puede elevarse al nivel de un sistema 2d3, sin que para ello necesite cada sistema (por ejemplo cada computador) un tercer canal de ordenador. Gracias a ello se reducen el esfuerzo y los costes para los diferentes computadores.

45 Se añade que un vehículo ferroviario (llamado también "tren") presenta al menos un vagón, pudiendo ser el vagón un vehículo motor, un vagón de viajeros, un vagón de mercancías o una combinación de compartimentos o funciones de este tipo. El vehículo motor presenta una cabina de conductor (llamado también puesto de mando) y puede estar realizado con o sin accionamiento. El vehículo motor puede ser en particular una locomotora. En particular, el vehículo ferroviario puede ser un ferrocarril urbano (por ejemplo un ferrocarril ligero o subterráneo), que se desplaza al menos en parte de forma subterránea en túneles. En particular, el vehículo ferroviario puede ser un

vehículo ferroviario con un conductor o sin conductor. En el servicio sin conductor, el vehículo motor puede presentar un pupitre de mando de emergencia, que está dispuesto por ejemplo en el compartimento de los pasajeros detrás de una tapa con cierre.

5 De acuerdo con la invención, el recurso de reserva es un canal de ordenador de reserva, que está conectado mediante una red con el computador.

La red puede ser, por ejemplo, un Ethernet. Preferentemente, se usa una conexión de comunicación que permite una transmisión de datos rápida y asegurada.

De acuerdo con la invención, el recurso de reserva es un recurso de cálculo en un computador o en un canal de ordenador que está conectado mediante una red con el computador.

10 En particular, una variante prevé que el recurso de reserva sea un recurso en otro computador del vehículo ferroviario.

Otra variante prevé que la conexión de comunicación presente una conexión alámbrica y/o inalámbrica.

De acuerdo con la invención se detecta cuál de al menos dos canales de ordenador del ordenador está defectuoso,

15 - transmitiendo los al menos dos canales de ordenador al menos una parte de su contenido de memoria a un ordenador de control,
- detectando el ordenador de control con ayuda de los contenidos de memoria transmitidos cuál de los canales de ordenador está defectuoso.

20 También es una posibilidad que el ordenador de control active un reset del al menos un canal de ordenador, para que el canal de ordenador realice llamadas verificaciones de conexión. Después de haber realizado con éxito las verificaciones de conexión, el contenido de memoria anterior (que fue transmitido por ejemplo anteriormente al ordenador de control) puede volver a transmitirse al canal de ordenador y este puede proseguir con el trabajo.

Otra variante prevé que para el canal de ordenador defectuoso se ponga a disposición el recurso de reserva,

25 - inicializando el ordenador de control el recurso de reserva con ayuda del contenido de memoria transmitido por el canal de ordenador no defectuoso y
- estableciendo el ordenador de control un contacto entre el recurso de reserva y el canal de ordenador no defectuoso.

Otra variante prevé que se detecte cuál de al menos dos canales de ordenador del ordenador está defectuoso, determinando el ordenador de control mediante al menos una verificación cuál de los canales de ordenador está defectuoso.

30 Puede seguir usándose por ejemplo un canal de ordenador aún activo o restante si supera la verificación.

35 Así, el ordenador de control podría enviar un comando al por lo menos un canal de ordenador y comprobar la respuesta enviada por el por lo menos un canal de ordenador. El comando puede ser, por ejemplo, el requerimiento de realizar una operación, por ejemplo, una operación de cálculo. Con ayuda de esta verificación, el ordenador de control puede determinar cuál de los canales de ordenador está defectuoso y cuál de los canales de ordenador aún funciona.

El mecanismo aquí usado puede depender, por ejemplo, de un nivel de seguridad predeterminado, es decir, de una probabilidad de un comportamiento incorrecto que hace peligrar la seguridad.

En una configuración, el ordenador de control está realizado de forma externa al ordenador.

En una forma de realización alternativa, el ordenador de control no forma parte del vehículo ferroviario.

40 De forma opcional, el ordenador de control también puede estar dispuesto en el vehículo ferroviario.

Otra configuración prevé que el ordenador de control presente el recurso de reserva.

Otra configuración prevé que el recurso de reserva esté realizado de forma separada del vehículo ferroviario y de forma separada del ordenador de control, presentando el recurso de reserva una conexión de comunicación con el ordenador de control.

El recurso de reserva puede presentar una conexión de comunicación directa con el ordenador de control o puede estar acoplado con el ordenador de control por ejemplo mediante la red.

Las realizaciones respecto al procedimiento son válidas de forma correspondiente para las otras categorías de las reivindicaciones.

- 5 Una variante prevé que el recurso de reserva esté dispuesto en el vehículo ferroviario o de forma separada del vehículo ferroviario.

Otra variante prevé que la unidad de procesamiento esté realizada de forma separada del vehículo ferroviario, comprendiendo la conexión con la unidad de procesamiento una conexión alámbrica y/o inalámbrica.

- 10 La unidad de procesamiento aquí indicada puede estar realizada en particular como unidad procesadora y/o una disposición de circuito al menos en parte con cableado fijo o lógica que está realizada, por ejemplo, de tal modo que el procedimiento pueda realizarse de la forma aquí descrita. Dicha unidad de procesamiento puede ser o comprender cualquier tipo de procesador u ordenador o computador con periféricos correspondientemente necesarios (memoria, interfaces de entrada/salida, equipos de entrada/salida, etc.). Esta unidad de procesamiento puede formar parte de una unidad de control del vehículo ferroviario.

- 15 Las propiedades arriba descritas, las características y ventajas de esta invención, así como el modo de conseguirlas, se entenderán de forma más clara y comprensible en relación con la descripción esquemática expuesta a continuación de unos ejemplos de realización que se explicarán más detalladamente en relación con los dibujos. Para mayor claridad, los elementos iguales o que actúan de la misma forma pueden estar provistos de los mismos signos de referencia.

- 20 Muestran:

Fig.1 un diagrama esquemático con dos computadores, que representan respectivamente un sistema 2d2 y que pueden estar dispuestos en un vehículo ferroviario, poniendo un ordenador de control a disposición un canal de ordenador de reserva o un recurso correspondiente en caso de fallar uno de los canales de ordenador de los computadores;

Fig.2 un diagrama de secuencia realizado a modo de ejemplo, que muestra el uso de otro canal de ordenador, que se conecta mediante la conexión de comunicación.

- 25 Se propone sustituir al menos en parte (en particular por completo) un canal de ordenador que ha fallado por un canal de ordenador (llamado aquí canal de ordenador de reserva), estando conectados el canal de ordenador que ha fallado y el canal de ordenador de reserva mediante una conexión de comunicación entre sí. El canal de ordenador de reserva puede ser un recurso que puede ponerse a disposición en forma de hardware y/o software, que está conectado o puede conectarse mediante la conexión de comunicación.

El canal de ordenador que ha fallado puede ser parte de un computador con varios canales de ordenador. El computador es en particular un computador que se usa en un componente ferroviario, por ejemplo en un vehículo ferroviario.

- 30 El canal de ordenador que ha fallado es uno de una pluralidad de canales de ordenador de un computador, estando realizados los canales de ordenador de forma redundante. Los canales de ordenador realizados de forma redundante pueden trabajar por ejemplo de forma sincrónica y los resultados facilitados por los canales de ordenador de forma sincrónica pueden ser comprobados por ejemplo en momentos predeterminados. También es posible que canales de ordenador diferentes realicen operaciones similares o iguales que deberían producir respectivamente los mismos resultados. En cuanto se detecte una desviación entre los resultados, puede llegarse a
35 la conclusión de que ha fallado al menos uno de los canales de ordenador.

El canal de ordenador de reserva forma parte de otro computador, estando conectado el otro computador con el computador en el que implementado el canal de ordenador que ha fallado mediante la conexión de comunicación.

- 40 La conexión de comunicación puede ser por ejemplo una conexión de ethernet o puede comprender una conexión de este tipo. La conexión de comunicación puede estar realizada de forma alámbrica y/o inalámbrica. También son posibles combinaciones de una comunicación alámbrica e inalámbrica como conexión de comunicación.

Esta opción es especialmente ventajosa cuando existe una pluralidad de canales de ordenador iguales o casi iguales en diferentes computadores que están conectados por ejemplo mediante una red entre sí. El fallo de un canal de ordenador en un computador puede compensarse, por lo tanto, mediante un canal de ordenador de otro computador (es decir, el canal de ordenador de reserva) con el que existe la conexión de comunicación.

En particular, es posible que el canal de ordenador de reserva asuma todas las funciones del canal de ordenador que ha fallado o una parte de las mismas. También es una opción que un canal de ordenador de reserva de este tipo se use para un intervalo de tiempo predeterminado (por ejemplo de forma transitoria), por ejemplo hasta poderse sustituir el hardware defectuoso.

- 5 También es posible que el canal de ordenador de reserva esté previsto como reserva en un computador en la red. Un computador de este tipo puede prever uno o varios canales de ordenador para fallos potenciales. Cuando falla un canal de ordenador en un sistema 2d2, mediante un canal de ordenador de reserva de este tipo puede restablecerse un sistema 2d2 capaz de funcionar.

- 10 Un canal de ordenador de reserva puede estar realizado en hardware y/o software. En particular, es posible que para el canal de ordenador de reserva se pongan a disposición recursos en una unidad hardware que asume en parte o por completo la función del canal de ordenador de reserva que ha fallado. Un recurso de este tipo también puede estar previsto en forma de software.

- 15 Preferentemente, se suministran los datos necesarios al canal de ordenador de reserva (por ejemplo contenidos RAM), antes de que pueda asumir la función del canal de ordenador que ha fallado. Aquí pueden usarse mecanismos iguales o similares, como al añadirse un tercer canal de ordenador a dos canales de ordenador que ya están funcionando.

- 20 Por ejemplo, puede determinarse un canal de ordenador defectuoso en un sistema 2d2 con ayuda del canal de ordenador de reserva y/o un ordenador de control realizado de forma separada. Para ello, el canal de ordenador de reserva y/o el ordenador de control evalúa informaciones facilitadas por los dos canales de ordenador del sistema 2d2, y por consiguiente se determina cuál de los dos canales de ordenador del sistema 2d2 está defectuoso.

- 25 Para una evaluación de este tipo de canales de ordenador puede estar previsto preferentemente un puesto centralizado con el que hay una conexión de comunicación (al menos transitoria). Esta evaluación puede ser realizada por un canal de ordenador de reserva o por el puesto centralizado (por ejemplo en forma del ordenador de control). El ordenador de control puede evaluar por ejemplo la capacidad de funcionamiento de los canales de ordenador del sistema 2d2 y puede realizar, por consiguiente, la inicialización del canal de ordenador de reserva. En particular, el ordenador de control y el canal de ordenador de reserva pueden estar implementados en un hardware común o en un hardware distribuido. Un hardware distribuido de este tipo también puede estar acoplado mediante una conexión de comunicación, por ejemplo mediante una red. El canal de ordenador evaluado como defectuoso, también podría ser desconectado o desactivado por el ordenador de control.

- 30 Un ordenador de control podría estar concebido como seguro según las normas de la técnica ferroviaria. También la conexión de comunicación se realiza preferentemente usándose un protocolo de comunicación seguro, por ejemplo un protocolo (por ejemplo UDP, IP o Ethernet) que cumple con la norma EN 50159.

- 35 La Figura 1 muestra un diagrama esquemático con dos computadores 101 y 102, que representan respectivamente un sistema 2d2 y que pueden estar dispuestos en un vehículo ferroviario. En particular, los computadores 101 y 102 pueden estar dispuestos en diferentes vagones del mismo vehículo ferroviario. Cada uno de los computadores 101 y 102 presenta aquí dos canales de ordenador.

Los computadores 101 y 102 están conectados mediante una red 103. Además, con la red 103 y, por lo tanto, con los dos computadores 101 y 102 está conectado un ordenador de control 104 que presenta un canal de ordenador de reserva 105.

- 40 Cuando falla uno de los canales de ordenador en uno de los computadores 101 y 102, el ordenador de control 104 puede determinar cuál de los dos canales de ordenador está defectuoso y puede poner a disposición para ello el canal de ordenador de reserva 105. Gracias a ello, los computadores 101 y 102 del vehículo ferroviario vuelven a estar equipados de forma redundante con dos canales de ordenador que funcionan correctamente y el servicio del vehículo ferroviario puede continuar.

- 45 El canal de ordenador de reserva 105 forma parte del ordenador de control 104. A título de ejemplo, el canal de ordenador de reserva 105 puede ser un hardware separado del ordenador de control 104 o puede ser ejecutable en el hardware del ordenador de control 104 (por ejemplo en forma de software).

- 50 De forma opcional (o adicional) podría preverse como reserva un canal de ordenador de reserva 106 que presenta una conexión de comunicación 107 directa con el ordenador de control 104 y que es administrado por este para asumir la función del canal de ordenador que ha fallado. El canal de ordenador de reserva 106 está acoplado a la red 103 y podría conectarse mediante este acoplamiento también con el ordenador de control (por ejemplo en lugar de con la conexión de comunicación 107 directa). Además, el canal de ordenador de reserva 106 podría ser parte de un computador que pone a disposición recursos para varios canales de ordenador de reserva que son activados,

dado el caso, por el ordenador de control 104 para asumir las funciones de los canales de ordenador que han fallado o que están defectuosos.

5 Otra opción es usar como canal de ordenador de reserva un canal de ordenador al que puede renunciarse temporalmente. Cuando en el vehículo ferroviario están previstos por ejemplo los computadores 101 y 102 con respectivamente dos canales de ordenador y falla, por ejemplo, uno de los dos canales de ordenador en el computador 101, la función del canal de ordenador que ha fallado podría ser asumida al menos en parte (o por completo) por uno (o los dos) canales de ordenador del computador 102. La administración puede realizarse, como se ha descrito, mediante el ordenador de control 104, que en lugar del canal de ordenador de reserva 105 o del canal de ordenador de reserva 106 ajusta correspondientemente los recursos de los canales de ordenador del computador 102. Este escenario puede ser ventajoso cuando se necesita por ejemplo el computador 102 en un modo de servicio determinado solo de forma restringida y/o cuando el computador 102 dispone de suficientes recursos de la técnica de ordenador, de modo que puede asumir la funcionalidad del canal de ordenador defectuoso sin perder funcionalidad propia. Otra ventaja podría ser que la conexión de comunicación entre dos computadores del mismo vehículo ferroviario presenta un mayor rendimiento que una conexión de comunicación con un canal de ordenador de reserva 105 o 106 en el exterior del vehículo ferroviario.

Una ventaja de la solución aquí presentada está en que la disponibilidad de un sistema 2d2 puede elevarse al nivel de un sistema 2d3, sin que para ello necesite cada sistema (por ejemplo cada computador) un tercer canal de ordenador. Gracias a ello se reducen el esfuerzo y los costes para los diferentes computadores.

20 La Figura 2 muestra un diagrama de secuencia realizado a modo de ejemplo, que muestra el uso de otro canal de ordenador, que se conecta mediante la conexión de comunicación.

En una etapa 201, dos canales de ordenador de un sistema 2d2 divergen, es decir, se obtienen resultados diferentes en los dos canales de ordenador de los que en principio, con un funcionamiento correcto, deberían obtenerse los mismos resultados. Aquí en primer lugar no puede detectarse cuál de los dos canales de ordenador está defectuoso.

25 En una etapa 202, los dos canales de ordenador (o solo uno de los dos canales de ordenador), porque el otro ya no puede realizar ninguna transmisión por un error del hardware), transmiten sus contenidos RAM (o partes de su contenido RAM) al ordenador de control, comprueban su capacidad de funcionamiento y solicitan en caso de éxito un canal de ordenador de reserva del ordenador de control.

30 En una etapa 203, el ordenador de control decide, por ejemplo, por activarse un reset en el al menos un canal de ordenador restante y/o en caso de la realización de una verificación con el al menos un canal de ordenador restante, cuál de los dos canales de ordenador es capaz de funcionar, inicializa el canal de ordenador de reserva con los datos del canal de ordenador capaz de funcionar y establece el contacto entre el canal de ordenador capaz de funcionar y el canal de ordenador de reserva.

35 En caso de fallar uno de los dos canales de ordenador, será por ejemplo el canal de ordenador que no ha fallado el que establecerá contacto con el ordenador de control y se pondrá a disposición un canal de ordenador de reserva para este canal de ordenador.

Aunque la invención haya sido detalladamente ilustrada y descrita con ayuda del al menos un ejemplo de realización mostrado, la invención no está limitada a este y el experto podrá deducir otras variantes del mismo, sin abandonar el alcance de protección de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la puesta a disposición de un canal de ordenador de reserva (105, 106) para un canal de ordenador defectuoso de un vehículo ferroviario,

- 5 - presentando el vehículo ferroviario dos computadores (101, 102), que representan respectivamente un sistema 2 de 2 redundante,
- presentando cada computador (101, 102) dos canales de ordenador,
- estando conectados los dos computadores (101, 102) mediante una red (103) uno con el otro, estando conectada con la red y, por lo tanto, con los dos computadores (101, 102) un ordenador de control (104) que presenta el canal de ordenador de reserva (105),
- 10 - en el que el ordenador de control (104) conectado mediante la red (103) con los computadores (101) detecta cuál de los dos canales de ordenador de uno de los computadores (101) está defectuoso,
- transmitiendo los dos canales de ordenador al menos una parte de su contenido de memoria a un ordenador de control (104),
- 15 - detectando el ordenador de control (104) con ayuda de los contenidos de memoria transmitidos cuál de los canales de ordenador está defectuoso,
- en el que el ordenador de control (104) pone a disposición mediante la red (103) el canal de ordenador de reserva (105, 106) para el canal de ordenador defectuoso,
- de modo que el computador (101, 102) con el canal de ordenador defectuoso vuelve a estar equipado de forma redundante con dos canales de ordenador que funcionan.

20 2. Vehículo ferroviario, que presenta dos computadores (101, 102), que representan respectivamente un sistema 2 de 2 redundante,

- estando configurado cada computador de tal modo que presenta dos canales de ordenador,
- estando conectados los dos computadores (101, 102) mediante una red (103) uno con el otro, estando conectada con la red (103) y, por lo tanto, con los dos computadores (101, 102) un ordenador de control (104) que presenta un canal de ordenador de reserva (105),
- 25 - estando configurado el ordenador de control (104) de tal modo que por el mismo puede detectarse con la conexión de red (103) existente con los computadores (101, 102) cuál de los canales de ordenador de uno de los computadores (101) está defectuoso,
- transmitiendo los dos canales de ordenador al menos una parte de su contenido de memoria a un ordenador de control (104),
- 30 - detectando el ordenador de control (104) con ayuda de los contenidos de memoria transmitidos cuál de los canales de ordenador está defectuoso,
- en el que el ordenador de control (104) está configurado además de tal modo que mediante la red (103) se pone a disposición un canal de ordenador de reserva (105, 106) para el canal de ordenador defectuoso,
- 35 - de modo que el computador (101, 102) con el canal de ordenador defectuoso vuelve a estar equipado de forma redundante con dos canales de ordenador que funcionan.

FIG 1

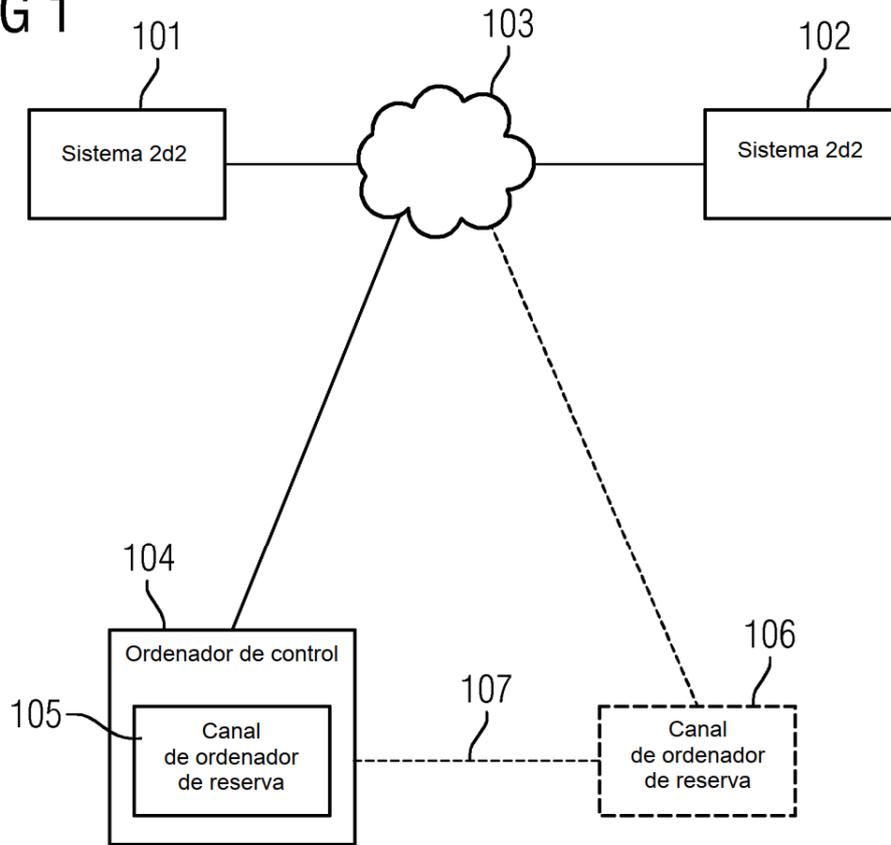


FIG 2

