

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 458**

51 Int. Cl.:

**G06F 11/20** (2006.01)

**G06F 11/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2012 PCT/EP2012/069688**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.04.2013 WO13053643**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2012 E 12784216 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.08.2016 EP 2745205**

54 Título: **Procedimiento para la operación de una red de control y red de control**

30 Prioridad:

**13.10.2011 US 201113272260**

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

**15.02.2017**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**KIRSCH, ANDREAS;  
LUDWIG, HARTMUT;  
PORSCH, ROLAND;  
SCHWARZ, TINO y  
ZIEGLER, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 601 458 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para la operación de una red de control y red de control

5 Se conoce el hecho de la ejecución de instalaciones técnicas de forma redundante cuando es necesaria una alta disponibilidad. Esto también es válido para vehículos sobre raíles, que se encuentran ejecutados de manera redundante en tanto además de un primer ordenador de control presentan un segundo ordenador de control. Con los ordenadores de control se pueden accionar distintos aparatos del vehículo sobre raíles mediante una red de circuito de datos propia del vehículo sobre raíles; en el caso de estos aparatos puede tratarse de aparatos importantes para la función o aparatos no imprescindiblemente necesarios para la capacidad de funcionamiento del vehículo sobre raíles.

10 Para evitar que en una red de control de este tipo más de un ordenador ejerza la función de maestro, se conoce la posibilidad de acoplar entre sí los ordenadores de control a través de más de una conexión física (conexión redundante). A través de esta conexión redundante se puede reconocer, si el segundo ordenador de control, que actúa como ordenador standby (en modo espera), se ha averiado o si existe una falla en la comunicación. De la US6782416 se conoce un procedimiento sin conexión redundante que se basa en conectar discos de quórum  
15 individuales.

Es objeto de la presente invención, definido por las reivindicaciones independientes 1 y 5, proponer un procedimiento para la operación de una red de control con dos ordenadores de control, por cuestiones de redundancia, que se puede realizar de manera segura con un coste, comparativamente, bajo. Para resolver esta  
20 tarea, conforme a la invención es adecuado un procedimiento para la operación de una red de control con una única conexión física entre un primer ordenador de control y un segundo ordenador de control redundante mediante una red de circuito de datos, a la que se encuentran conectados múltiples aparatos importantes para el funcionamiento y que procesan datos; la conexión de tratamiento de datos entre los ordenadores de control y los aparatos importantes para el funcionamiento se encuentra realizada mediante un programa heartbeat, en donde para la entrada en servicio de la red de control se verifica la conexión de comunicación entre ambos ordenadores de control; en el caso  
25 de un resultado positivo se asigna a un ordenador de control una función maestro, en el caso de un resultado negativo ambos ordenadores de control conectan consigo, de acuerdo a una secuencia determinada, los aparatos importantes para el funcionamiento; en el caso de una conexión de una cantidad predeterminada de aparatos importantes para el funcionamiento a uno de los dos ordenadores de control, este asume la función de maestro y el otro ordenador de control la función standby; en el caso de que se presente un número por debajo de la cantidad predeterminada de aparatos importantes para el funcionamiento conectados a cada uno de los ordenadores de control se genera una señal que indica un estado de falla de la red de control.  
30

Una ventaja del dispositivo conforme a la invención consiste en que se puede evitar una segunda conexión o conexión redundante entre ambos ordenadores de control, ya que la comunicación directa entre ambos ordenadores de control y la integración de aparatos de procesamiento de datos a la red de control implementa un heartbeat redundante y diverso. Un heartbeat de este tipo se encuentra descrito brevemente, por ejemplo, en la publicación en Internet <http://de.wikipedia.org/wiki/Heartbeat>. En este caso se evita con seguridad, además, que a ambos ordenadores de control se les pueda asignar simultáneamente una función de maestro. Esto es necesario desde el punto de vista de la seguridad.  
35

En una forma de ejecución ventajosa del procedimiento conforme a la invención durante una operación con el primer ordenador de control con función maestro y el segundo ordenador de control en modo standby en el caso de una falla de comunicación determinada por estos recíprocamente, el primer ordenador de control conserva su función, hasta que se alcanza la cantidad predeterminada de aparatos importantes para el funcionamiento y simultáneamente el segundo ordenador de control verifica, si los aparatos importantes para el funcionamiento se encuentran activados y no se encuentran ocupados por el primer ordenador de control; en el caso de que los  
40 aparatos importantes para el funcionamiento no estén ocupados por el primer ordenador de control, el segundo ordenador de control ocupa por su parte la función de esos aparatos y asume, al alcanzar la cantidad predeterminada de estos aparatos, la función de maestro o, si no se alcanza, conserva la función standby e indica un estado de falla de la red de control.  
45

Este diseño del procedimiento conforme a la invención tiene la especial ventaja de que ambos ordenadores de control no pueden ejercer simultáneamente la función de maestro, aunque en un caso de falla ya no puedan comunicarse entre sí. También en un estado especialmente crítico, en que una falla de comunicación se haya producido por una interrupción de la red de circuito de datos, ambos ordenadores de control no pueden ejecutarse simultáneamente con, en cada caso, una parte de los aparatos importantes para el funcionamiento, de procesamiento de datos, una función de maestro. De este modo, la capacidad de funcionamiento y, especialmente,  
50 la seguridad del funcionamiento del procedimiento conforme a la invención son igual de altos en comparación.  
55

En el caso del procedimiento conforme a la invención la cantidad predeterminada de los aparatos importantes para el funcionamiento, de procesamiento de datos, previstos para mantener la función de maestro puede ser definida en distintos niveles. Para lograr una seguridad de funcionamiento alta resulta ventajoso si, como cantidad predeterminada de aparatos importantes para el funcionamiento, se determina la mitad de los aparatos.

5 Se considera ventajoso si cada ordenador de control trabaja a modo de variable informática semáforo en relación con los aparatos importantes para el funcionamiento, ya que no depende de cada uno de los aparatos importantes para el funcionamiento que estén conectados, sino en cada caso, de respetar la cantidad predeterminada para la función de maestro. Respecto de la funcionalidad informática semáforo se pueden encontrar exposiciones introductorias breves en la publicación de Internet [http://en.wikipedia.org/wiki/Semaphore\\_\(programming\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Semaphore_(programming)).

10 La presente invención hace referencia además a una red de control con dos ordenadores de control, por cuestiones de redundancia y tiene por objeto otorgar a tal red de control una función de seguridad alta, en comparación, con costes relativamente bajos.

15 Para resolver esta tarea, conforme a la invención en una red de control con una única conexión física entre un primer ordenador de control y un segundo ordenador de control redundante, a través de una red de circuito de datos, a la que se encuentran conectados múltiples aparatos importantes para el funcionamiento, de procesamiento de datos, la conexión de procesamiento de datos entre los ordenadores de control y los aparatos importantes para el funcionamiento se encuentra conformada mediante heartbeats redundantes y diversos. Para el diseño del heartbeat aquí se hace referencia solo a la literatura antes mencionada.

20 Se considera ventajoso, si cada ordenador de control se encuentra conformado de manera tal, que trabaja como semáforo en vista de los aparatos importantes para el funcionamiento.

Es ventajoso además, si los aparatos importantes para el funcionamiento se encuentran conformados de manera tal, que emiten en su señal de salida una identificación de "importante para el funcionamiento".

25 De manera especialmente ventajosa se puede implementar la red de control conforme a la invención en vehículos sobre raíles, para lo que el primer ordenador de control se encuentra dispuesto en una primera sección del vehículo sobre raíles, conectada mediante un acople con una segunda sección de un vehículo sobre raíles, y la única conexión física transcurre a través del acople. De este modo se puede reducir considerablemente el coste de cableado y el acople se puede diseñar de manera relativamente sencilla.

Para una mayor explicación de la invención, en la figura se encuentra representado un ejemplo de ejecución de la red de control conforme a la invención.

30 La red de control 1, por ejemplo de un vehículo sobre raíles, representada en la figura presenta una red de circuito de datos con un bus de datos 2. Al bus de datos 2 se encuentran conectados un primer ordenador de control ST1 y un segundo ordenador de control redundante ST2, entre los que se encuentra instalada una conexión de red heartbeat. Además, con el bus de datos 2, se encuentran conectados aparatos importantes para el funcionamiento, de procesamiento de datos A,C,D,F,H,K y L, que mediante una conexión punto a puntos pueden conectarse con los  
35 ordenadores de control ST1 y ST2 utilizando un semáforo; en ese caso puede tratarse de aparatos importantes para el funcionamiento A,C,D,F,H,K y L de una red de control para un vehículo sobre raíles. Además, con el bus de datos 2 se encuentran conectados otros aparatos de procesamiento de datos b, e, g y j, que no son necesarios para el funcionamiento de, por ejemplo, un vehículo sobre raíles.

40 La red de control 1 mostrada entra en servicio de manera tal, que ambos ordenadores de control ST1 y ST2 se inician. Si se puede establecer una comunicación entre ambos ordenadores de control St1 y ST2, entonces a uno de los dos ordenadores de control se le asigna una función de maestro.

45 Si el establecimiento de la comunicación no resulta, entonces ambos ordenadores de control ST1 y ST2 intentan, conforme a una lista predeterminada y en una secuencia determinada, conectar consigo los aparatos importantes para el funcionamiento, de procesamiento de datos A,C,D,F,H,K y L. Si, en ese caso, por ejemplo el primer ordenador de control ST1 determina que aparatos importantes para el funcionamiento entre los aparatos A,C,D,F,H,K y L no se encuentran apagados y tampoco ocupados por el segundo ordenador de control ST2, conecta esos aparatos consigo; si en ese caso determina que, ha conectado consigo al menos una cantidad predeterminada de aparatos importantes para el funcionamiento A,C,D,F,H,K y L, por ejemplo cuatro aparatos A,C,D y F, automáticamente asume la función de maestro. La cantidad predeterminada siempre debería ser más de la mitad de  
50 todos los aparatos importantes para el funcionamiento A,C,D,F,H,K y L. El segundo ordenador de control ST2 pasa al funcionamiento standby.

5 Si el establecimiento de la comunicación arriba mencionado después de iniciar ambos ordenadores de control ST1 y ST2 no se logra y si el primer ordenador de control ST1 determina - contrariamente a lo explicado anteriormente -, que no puede conectar consigo la cantidad predeterminada de aparatos importantes para el funcionamiento, entonces se retrae (función standby), y el segundo ordenador de control ST2 asume la función de maestro con la condición, de que haya podido conectar consigo la cantidad predeterminada de aparatos importantes para el funcionamiento. Si esta condición no se cumple, entonces también el segundo ordenador de control ST2 pasa a estado standby.

10 De la situación con ambos ordenadores de control ST1 y ST2 en modo standby se puede derivar una señal, que identifique un estado de falla de la red de control 1. Esto corresponde también al estado real de la red de control 1, ya que este estado se produce porque para ambos ordenadores de control ST1 y ST2 no se encontraban disponibles suficiente cantidad de aparatos importantes para el funcionamiento A,C,D,F,H, K y L para la conexión. Es por ello que esta señal también satisface aspectos de la seguridad.

15 Si después de una entrada en servicio exitosa de la red de control 1 y con, por ejemplo, el primer ordenador de control ST1 en función de maestro y el segundo ordenador de control ST2 en función standby se produce una falla de comunicación entre ambos ordenadores de control ST1 y ST2, el primer ordenador de control ST1 conserva su función de maestro, siempre que, al igual que antes, pueda alcanzar al menos la cantidad predeterminada de aparatos importantes para el funcionamiento. Sin embargo, el segundo ordenador de control ST2 verifica, si los aparatos importantes para el funcionamiento A,C,D,F,H,K y L se encuentran conectados y no se encuentran ocupados por el primer ordenador de control ST1. Si de esta prueba resulta que los aparatos importantes para el funcionamiento A,C,D,F,H,K y L no se encuentran ocupados por el primer ordenador de control ST1 - el primer ordenador de control ST1 ha fallado, por ejemplo - entonces el segundo ordenador de control ST2, que hasta entonces se encuentra en modo standby, conecta consigo los aparatos importantes para el funcionamiento A,C,D,F,H,K y L; si esto se logra en la cantidad predeterminada, entonces el segundo ordenador de control ST2 asume la función de maestro. De lo contrario, el segundo ordenador de control ST2 permanece en modo standby y no asume la función de maestro. Esto indica una fuerte limitación en la disponibilidad de la red de control 1 y es correcto desde el punto de vista de la seguridad.

20

25

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para la operación de una red de control (1) con una única conexión física entre un primer ordenador de control (ST1) y un segundo ordenador de control redundante (ST2) mediante una red de circuito de datos (2), a la que se encuentran conectados múltiples aparatos importantes para el funcionamiento y que procesan datos (A, C, D, F, H, K, L); en donde la conexión de tratamiento de datos entre los ordenadores de control (ST1, ST2) y los aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L) se encuentra realizada mediante un heartbeat, en donde para la entrada en servicio de la red de control (1) se verifica la conexión de comunicación entre ambos ordenadores de control (ST1, ST2) y
- en el caso de un resultado positivo se asigna a un ordenador de control (ST1) una función maestro,
- 10 • en el caso de un resultado negativo ambos ordenadores de control (ST1, ST2) conectan consigo, de acuerdo a una secuencia determinada, a los aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L), y
- en el caso de una conexión de una cantidad predeterminada de aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L) a uno de los dos ordenadores de control (ST1), este asume la función de maestro y el otro ordenador de control (ST2), la función standby,
- 15 • en el caso de un número por debajo de la cantidad predeterminada de aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L) conectados a cada uno de los ordenadores de control (ST1, ST2) se genera una señal que indica un estado de falla de la red de control (1).
2. Procedimiento conforme a la reivindicación 1,
- caracterizado porque
- 20 en el caso de un funcionamiento con el primer ordenador de control (ST1) como función de maestro y el segundo ordenador de control (ST2) en modo standby, en el caso de una falla de comunicación determinada recíprocamente
- el primer ordenador de control (ST1) conserva su función, siempre que alcance la cantidad predeterminada de aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L) y simultáneamente el segundo ordenador de control (ST2) verifica, si los aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L) se encuentran conectados y no se encuentran ocupados por el primer ordenador de control (ST1),
- 25 • en el caso de que el primer ordenador de control (ST1) no ocupe los aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L), el segundo ordenador de control (ST2) ocupa, por un lado, estos aparatos (A, C, D, F, H, K, L) y al alcanzar la cantidad predeterminada de estos aparatos (A, C, D, F, H, K, L) asume la función de maestro o, si no se alcanza, conserva la función de standby indicando el estado de falla de la red de control (1).
- 30 3. Procedimiento conforme a la reivindicación 1,
- caracterizado porque
- como cantidad predeterminada de aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L) se determina la mitad de los aparatos.
4. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones anteriores,
- 35 caracterizado porque
- cada ordenador de control (ST1, ST2) trabaja como semáforo en vista de los aparatos importantes para el funcionamiento.
- 40 5. Red de control (1) con un primer ordenador de control (ST1), un segundo ordenador de control (ST2) y una única conexión física entre el primer ordenador de control (ST1) y el segundo ordenador de control redundante (ST2) mediante una red de circuito de datos (2), a la que se encuentran conectados múltiples aparatos importantes para el funcionamiento y que procesan datos (A, C, D, F, H, K, L), en donde la conexión de tratamiento de datos entre los ordenadores de control (ST1, ST2) y los aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L) se encuentra realizada mediante un heartbeat,

## ES 2 601 458 T3

en donde en el caso de un resultado positivo de una verificación de la conexión de comunicación que se realiza para la entrada en servicio de la red de control (1) entre ambos ordenadores de control (ST1, ST2) se puede asignar una función de maestro a un ordenador de control (ST1);

en donde el ordenador de control (ST1, ST2) en cada caso se encuentran previstos para

5 - en el caso de un resultado negativo de la verificación conectar consigo, de acuerdo a una secuencia determinada, a los aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L), y

- en el caso de una conexión de una cantidad predeterminada de los aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L) consigo como primer ordenador de control, asumir la función de maestro, y

10 - en el caso de que el primer ordenador de control (ST1) asuma la función de maestro, como segundo ordenador de control (ST2) asumir la función standby;

y en donde se encuentra prevista una unidad que sirva para, el caso de un número por debajo de la cantidad predeterminada de aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L) conectados a cada uno de los ordenadores de control (ST1, ST2) generar una señal que indique un estado de falla de la red de control (1).

6. Red de control conforme a la reivindicación 5,

15 caracterizada porque

cada ordenador de control (ST1, ST2) se encuentra conformado de manera tal, que trabaja como semáforo en vista de los aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L).

7. Red de control conforme a la reivindicación 5 o 6,

caracterizada porque

20 los aparatos importantes para el funcionamiento (A, C, D, F, H, K, L) se encuentran conformados de manera tal, que en su señal de salida emiten una identificación de "importante para el funcionamiento".

8. Red de control conforme a una de las reivindicaciones 5 a 7,

caracterizada porque

25 el primer ordenador de control (ST1) se encuentra dispuesto en una primera sección del vehículo sobre raíles, conectada mediante un acople con una segunda sección de un vehículo sobre raíles, y la única conexión física transcurre a través del acople.

