



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 280**

51 Int. Cl.:
G05B 19/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04803922 .6**

96 Fecha de presentación : **15.12.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1695159**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.08.2006**

54 Título: **Sistema de control redundante.**

30 Prioridad: **16.12.2003 DE 103 58 989**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.06.2011

73 Titular/es: **Siemens Aktiengesellschaft
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es: **Kreb, Walter y
Lehmann, Ulrich**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 362 280 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

Sistema de control redundante

La invención se refiere a un sistema de control redundante con un primero y un segundo ordenador de control, en los que está conectada en cada caso una unidad periférica, y con un convertidor de medición de dos conductores, que está conectado con una primera y con una segunda conexión en las unidades periféricas, en el que el convertidor de medición de dos conductores imprime a las unidades periféricas una corriente de medición en función de una variable a detectar.

Se conoce a partir del Catálogo de Siemens ST 70, Capítulos 1 y 5, edición de 2003, el sistema de automatización SIMATIC S7-400H de alta disponibilidad con estructura diseñada redundante así como la conexión IM153-2, que se puede emplear para la conexión de una unidad periférica T 200M como subordinado en sistemas PROFIBUS-DP redundantes con el sistema de automatización SIMATIC S7-400H.

En muchos campos de la técnica de automatización se plantean requerimientos cada vez más elevados a la disponibilidad y, por lo tanto, a la seguridad contra fallos de los sistemas de automatización. Existen campos, en los que una parada de las instalaciones provocaría costes muy altos. Aquí solamente los sistemas redundantes pueden cumplir los requerimientos planteados a la disponibilidad. Por ejemplo, el sistema SIMATIC S7-400H de alta disponibilidad continúa trabajando también cuando debido a uno o varios fallos, han fallado partes del control. Posee funciones centrales diseñadas redundantes y está constituido con dos aparatos centrales separados como ordenadores de control. Los dos ordenadores de control ejecutan de forma cíclica y sincronizada los mismos programas de procesamiento. Se supervisan mutuamente y establecen de forma automática qué ordenador de control está activo, es decir, que controla realmente el proceso a través de sus datos de salida. A tal fin se intercambian datos a través de un acoplamiento de redundancia entre los dos ordenadores de control. Unas unidades periféricas ET 200M descentralizadas configuradas redundantes, en las que están enchufados, según el caso de aplicación, unos módulos de entrada y de salida, están conectadas en cada caso con un bus de campo PROFIBUS-DP en uno de los ordenadores de control. Las informaciones de entrada del proceso obtenidas con la ayuda de convertidores o de transmisores de medición son transmitidas a través de la unidad periférica a los dos ordenadores de control. Durante el llamado funcionamiento "Hot Stand By", los dos ordenadores de control ejecutan, en el estado no perturbado, al mismo tiempo el mismo programa de control, pero solamente un ordenador de control está activo, es decir, que solamente los datos de salida de un ordenador de control son procesados en adelante para el control del proceso. En caso de fallo, sólo el aparato intacto asume el control del proceso. A tal fin, los aparatos reciben de forma automática el mismo programa de aplicación, los mismos módulos de datos, los mismos contenidos de la copia del proceso así como los mismos datos internos, como por ejemplo tiempos, contadores, marcadores, etc. De esta manera, ambos aparatos están siempre en el mismo estado actual y en caso de fallo pueden continuar por sí solos en cualquier momento el control. Los datos de salida del proceso, a través de los cuales se predeterminan las señales a emitir a los miembros de control por la unidad periférica, son ofrecidos a la unidad periférica en el caso no perturbado a través de ambos buses de campo, pero solamente evalúa los datos de control recibidos desde uno de los buses de campo. El ordenador de control conectado en cada caso se puede designar, por lo tanto, como el ordenador de control activo.

Con frecuencia, como convertidores de medición se emplean los llamados convertidores de medición de dos conductores que, en función de una variable a detectar, por ejemplo una variable en forma de una temperatura o de una presión, imprimen una corriente de medición a las unidades periféricas en forma de unidades de entrada analógicas. En un sistema redundante, un convertidor de medición de este tipo está conectado con sus conexiones en dos unidades de entrada analógicas, de manera que durante una sustitución condicionada por una reparación de una unidad de entrada analógica, la otra unidad de entrada analógica asume la medición. Para que se pueda realizar una medición continua de este tipo, por ejemplo en las conexiones (entradas de medición) de las unidades de entrada analógica están previstos unos diodos Zener, que se conectan habitualmente fuera de estas unidades, por ejemplo en el llamado plano del cableado en la zona del proceso técnico a controlar. Es especialmente un inconveniente que debido a estos componentes adicionales, el cableado es costoso y la resistencia de carga depende del número de las unidades de entrada analógicas precisamente empleadas, puesto que en un funcionamiento redundante se emplean dos unidades de entrada analógicas, en cambio en el funcionamiento no redundante, por ejemplo durante una sustitución de una unidad de entrada analógica, solamente está en funcionamiento una unidad de entrada analógica. Una resistencia de carga variable es especialmente perturbadora cuando el convertidor de medición debe cumplir los requerimientos según la Especificación HART y deben transmitirse señales HART.

El documento DE 44 15 541 A1 publica un control programable tolerante a fallos con unidades de salida, en el que se proponen medidas para posibilitar un funcionamiento completo tolerante a fallos de una carga.

Un sistema de control redundante de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación de la patente se conoce a partir de la publicación "The Design and Application of Redundant Programmable Controllers", Sykora Mark R., Control Engineering, Nueva York, US. Vol. 29, Nº 8, Julio de 1982, páginas 77 a 79, XP002057993. No se proponen

medidas para posibilitar una sustitución de una unidad periférica esencialmente libre de repercusiones con respecto a la resistencia de carga.

5 La invención tiene el cometido de crear un sistema de control redundante del tipo mencionado al principio, en el que se posibilita la sustitución de una unidad periférica esencialmente libre de repercusiones con respecto a la resistencia de carga. Este cometido se soluciona por medio de las características indicadas en la parte de caracterización de la reivindicación de patente.

Es ventajoso que en el plano del cableado no sean necesarios diodos Zener.

10 Independientemente de si el sistema de control trabaja en el modo redundante o no redundante, la resistencia de carga es constante. La resistencia de carga se forma por las resistencias de medición conectadas en serie de dos circuitos de medición. En el modo no redundante, los dos circuitos de medición de una unidad periférica están conectados en serie, en el modo redundante, un circuito de medición de una de las dos unidades periféricas está conectado en serie con un circuito de medición de la otra unidad periférica. Con la ayuda del dibujo, en el que se ilustra un ejemplo de realización de la invención, se explican en detalle a continuación la invención, sus configuraciones así como sus ventajas.

15 La figura 1 muestra un circuito de conexión de dos unidades periféricas redundantes, y

La figura 2 muestra un sistema de control redundante.

20 En primer lugar, se remite a la figura 2, en la que se representa un sistema de control redundante conocido en sí. El sistema de control redundante está constituido de acuerdo con un principio 1-de-2 y comprende una primera unidad de redundancia con un primer ordenador de control 1 y una primera unidad periférica 4 y una segunda unidad redundante con un segundo ordenador de control 2 así como una unidad periférica 5. Unos sensores 8, por ejemplo llamados convertidores de medición de dos conductores, detectan señales de proceso de un proceso técnico a controlar, que son leídas por las unidades periféricas 4, 5 a través de líneas 10 y son transmitidas a través de buses 6, 7 en serie o en paralelo adecuados a los ordenadores de control 1, 2 en forma de señales digitales. Los ordenadores de control 1, 2 procesan estas señales en señales de control correspondientes para actuadores 8, transmitiendo solamente una de las unidades redundantes estas señales de control a los actuadores 9 a través de una línea 11. Las unidades redundantes trabajan de acuerdo con un modo de Reserva de Maestro, lo que significa que solamente una unidad de redundancia está activa, en cambio la otra está conectada pasiva. Solamente la unidad de redundancia activa controla los actuadores 9 a través de su unidad periférica, la otra unidad de redundancia transmite a su unidad periférica solamente una señal cero. Para el intercambio de informaciones, por ejemplo en forma de informaciones de estado e informaciones de compensación, está previsto un acoplamiento de redundancia 3, a través del cual las unidades de redundancia están conectadas entre sí. Para el caso de que la unidad de redundancia activa no trabaje libre de interferencias, la unidad de redundancia activa indica la perturbación a la unidad de redundancia pasiva a través del acoplamiento de redundancia 3, con lo que la unidad de redundancia precisamente pasiva cambia al tipo de funcionamiento activo, es decir, que esta unidad de redundancia se conecta activamente y asume el modo Maestro, en cambio, la unidad de redundancia precisamente activa se conmuta pasiva y cambia al modo de Reserva. Un cambio del control maestro debe realizarse de tal manera que se transmitan a los actuadores las señales de control de manera esencialmente continua y a ser posible sin irrupciones de señales. Además, debe asegurarse que durante una sustitución condicionada por una reparación de una unidad periférica 4, 5 se garantice una medición continua de las señales del proceso. Una corriente de medición impresa en las unidades periféricas 4, 5 a través de un convertidor de medición de dos conductores, que depende de una variable a detectar, por ejemplo una variable en forma de una temperatura o de una presión, debe ser detectada, para el caso de que la unidad periférica 4 falle, por la unidad periférica 5, para realizar un control del proceso libre de interferencias.

45 En este contexto, se remite a la figura 1, en la que se representa un circuito de conexión de dos unidades periféricas redundantes. Las partes iguales representadas en las figuras 1 y 2 están provistas con los mismos signos de referencia.

50 Las unidades periférica 4, 5 constituidas de forma redundante presentan en cada caso primeros y segundos circuitos de medición 12a, 13a, 12b, 13b, que están provistos en cada caso con una resistencia de medición R, siendo el valor de la resistencia de medición R igual que la mitad del valor de la resistencia de carga. Un convertidor de medición 14 de dos conductores se puede conectar con primeras conexiones 15a, 15b por medio de los primeros conmutadores controlables 17a, 17b a través de los primeros circuitos de medición 12a, 12b en una línea de alimentación VL y se puede conectar con las segundas conexiones 16a, 16b por medio de segundos conmutadores 18a, 18b a través de los segundos circuitos de medición 13a, 13b en una conexión de masa de las unidades periféricas 4, 5.

55 A través del circuito de conexión de las unidades periféricas 4, 5 y a través de la estructura de estas unidades 4, 5 son posibles cuatro tipos de funcionamiento, dos redundantes y dos no redundantes.

En el presente ejemplo de realización, se muestra un primer tipo de funcionamiento redundante. En este caso, el primer conmutador 17a de la unidad periférica 4 y el segundo conmutador 18b de la unidad periférica 5 están cerrados, en cambio el segundo conmutador 18a de la unidad periférica 4 y el primer conmutador 17b de la unidad periférica 5 están abiertos. La corriente de medición es detectada en este caso por el primer circuito de medición 12a de la unidad periférica 4 y por el segundo circuito de medición 13b de la unidad periférica 5 (el flujo de medición se representa a través de una línea trazada gruesa), de manera que unos amplificadores de operación 19 adecuados de estos circuitos de medición 12a, 13a miden la caída de la tensión provocada a través de la corriente de medición en la resistencia de medición R y la transmiten a través de conmutadores controlables 19a, 19b a circuitos de evaluación no representados aquí de las unidades periféricas 4, 5.

5
10
15
Otro tipo de funcionamiento redundante se puede realizar cerrando el primer conmutador 17b de la unidad periférica 5 y el segundo conmutador 18a de la unidad periférica 4, en cambio abriendo el segundo conmutador 18b de la unidad periférica 5 y el primer conmutador 17a de la unidad periférica 4. La corriente de medición es detectada en este caso a través del primer circuito de medición 12b de la unidad periférica 5 y a través del segundo circuito de medición 13b de la unidad periférica 4, siendo conectados de forma correspondiente los conmutadores controlables 19a, 19b, para que la tensión de los circuitos de medición 12b, 13a, que cae en la resistencia R, sea transmitida a los circuitos de evaluación.

Para el caso de que, por ejemplo, la unidad periférica 4 esté averiada y deba ser retirada fuera del sistema de control, se conecta la unidad periférica 5 en el tipo de funcionamiento no redundante. En este caso, se cierran los circuitos 17b, 18b, con lo que la corriente de medición fluye a través de la resistencia R del primero y del segundo circuito de medición 12b, 13b de la unidad periférica 5. En cambio, la unidad periférica 4 trabaja en el modo no redundante, en el caso de que la unidad periférica 5 sea retirada fuera del sistema de control. Los conmutadores 17a, 18a están cerrados en este caso, con lo que la corriente de medición fluye a través de la resistencia R del primero y del segundo circuitos de medición 12a, 13a de la unidad periférica.

Las posiciones de los conmutadores controlables 17a, 18a, 19a de la unidad periférica 4 así como los conmutadores controlables 17b, 18b, 19b de la unidad periférica 5 dependen de señales de control que el ordenador de control activo transmite a las unidades periféricas 4, 5. Por ejemplo, un nivel alto de una señal de control, que es alimentado a las unidades periféricas 4, 5 provoca que

- se cierren los conmutadores 17a, 18b,
- se abran los conmutadores 17b, 18a y, además,
- se conecten los conmutadores 19a, 19b de tal manera que se detecta la corriente de medición a través del primer circuito de medición 12a y el segundo circuito de medición 13b.

Un nivel bajo de esta señal de control provoca, en cambio, que

- se cierren los conmutadores 17b, 18a,
- se abran los conmutadores 17a, 18b y, además,
- se conecten los conmutadores 19a, 19b de tal manera que se detecta la corriente de medición a través del primer circuito de medición 13a y el segundo circuito de medición 12b.

Otro nivel de esta señal de control o un nivel de otra señal de control provoca que los primeros y segundos circuitos de medición 12a, 13a o 12b, 13b, respectivamente, de la unidad periférica 4, 5 precisamente activa, estén activos, lo que significa que los conmutadores 17a, 18a o 17b, 18b están cerrados. La posición de los conmutadores 19a y 19b, respectivamente, es tal que la corriente de medición o bien es detectada a través del primero o del segundo circuito de medición de la unidad periférica 4 ó 5 correspondiente.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control redundante con

- 5 - un primero y un segundo ordenador de control (1, 2), en los que está conectada en cada caso una unidad periférica (4, 5),
 - un convertidor de medición (14) de dos conductores, que está conectado con una primera y con una segunda conexión (15a, 15b, 16a, 16b) en las unidades periféricas (4, 5), en el que el convertidor de medición (14) de dos conductores imprime a las unidades periféricas (4, 5) una corriente de medición en función de una variable a detectar, caracterizado porque
- 10 - cada unidad periférica (4, 5) está provista con un primero y con un segundo circuito de medición (12a, 12b, 13a, 13b) para la detección de la corriente de medición, en el que a través de un primer conmutador controlable (17a, 17b) se puede conmutar una línea de alimentación de tensión (VL) a través del primer circuito de medición (12a, 12b) en la primera conexión (15a, 15b) del convertidor de medición (14) de dos conductores y a través de un segundo conmutador controlable (18a, 18b) se puede conmutar un potencial de masa a través del segundo circuito de medición (13a, 13b) en la segunda conexión (16a, 16b) del segundo convertidor de medición (14) de dos conductores, en el que los circuitos de medición (12a, 12b, 13a, 13b) presentan en cada caso una resistencia de medición (R), en el que la resistencia de medición (R) del primer circuito de medición (12a, 12b) está conectada entre el primer conmutador controlable (17a, 17b) y la primera conexión (15a, 15b, 16a, 16b) y la resistencia de medición (R) del segundo circuito de medición (13a, 13b) está conectada entre la segunda conexión (15a, 15b, 16a, 16b) y el segundo conmutador controlable (18a, 18b)
- 15 - en un modo de funcionamiento redundante, el primer circuito de medición (12a, 12b) de una unidad periférica (3, 5) está conectado en serie con el segundo circuito de medición (13a, 13b) de la otra unidad periférica (4, 5), en el que en función de una señal de control en cada unidad periférica, se evalúa la corriente de medición del primero (12a, 12b) o del segundo (13a, 13b) circuito de medición, y
- 20 - en el caso de que una de las unidades periféricas (4, 5) esté perturbada, la corriente de medición circula a través del primero (12a, 12b) y del segundo circuito de medición (13a, 13b) de la otra unidad periférica (4, 5) conectada en un modo de funcionamiento no redundante.
- 25

FIG 1

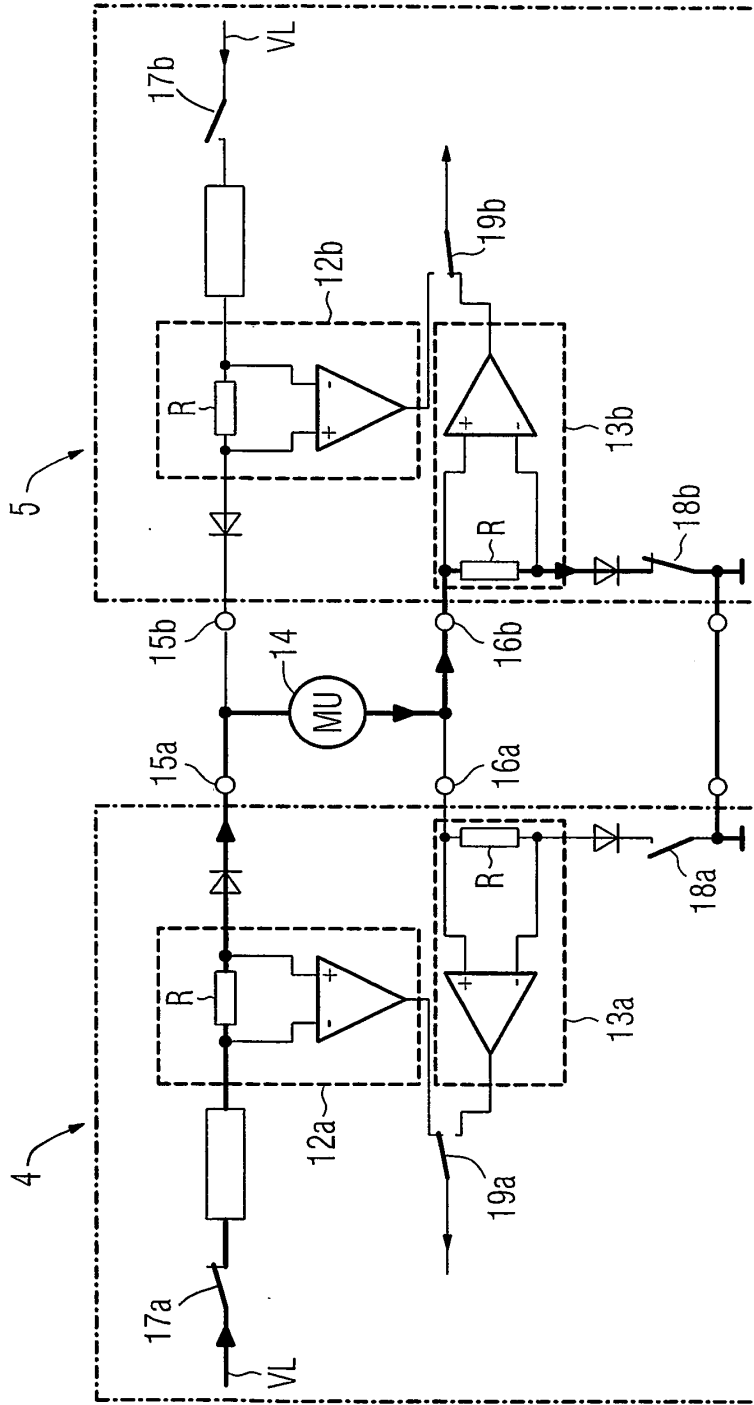


FIG 2

