



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 669**

51 Int. Cl.:
G05B 9/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09154411 .4**

96 Fecha de presentación : **05.03.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2104010**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.09.2009**

54 Título: **Dispositivo de detección con umbral de seguridad para sistema ferroviario.**

30 Prioridad: **19.03.2008 FR 08 51762**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.05.2011

73 Titular/es: **ALSTOM TRANSPORT S.A.**
3, avenue André Malraux
92300 Levallois-Perret, FR

72 Inventor/es: **De Mareschal, Odon;**
Thanh Tung, Jacques y
Plantard, Pascal

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 359 669 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

Dispositivo de detección con umbral de seguridad para sistema ferroviario

5 **[0001]** La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento de detección con umbral de seguridad de una información de estado a partir de una señal analógica, destinado en especial a una aplicación de tipo ferroviario.

[0002] Un tal dispositivo se utiliza para la adquisición de informaciones en condiciones de seguridades de los estados de un circuito de vía, por ejemplo de una lámpara o de una posición de sistema de agujas mediante un
10 calculador de seguridad que realiza a continuación tratamientos asociados al cambio de estado de la información y luego envía órdenes a los equipos de señalización.

[0003] Es conocido llamar « estado restrictivo » a un estado de una variable de control o de señalización que, cuando se detecta y que es erróneo, conlleva un grave peligro de accidente.
15

[0004] Es conocido llamar « estado permisivo » a un estado de una variable de control o de señalización que, cuando se detecta y que es erróneo, no conlleva pérdida alguna de seguridad.

[0005] El término « detección de seguridad » define la concepción de un dispositivo o de un procedimiento que garantiza la imposibilidad de detectar un estado permisivo en una señal que representa un estado restrictivo. A la inversa, en una tal concepción, la detección de un estado permisivo o restrictivo en una señal que representa un estado permisivo está permitida.
20

[0006] Un ejemplo conocido de dispositivo con detección de umbral de seguridad utilizado en el ámbito de la seguridad nuclear se describe en la solicitud de patente US 2004/078101 A1.
25

[0007] Clásicamente, un circuito de detección de seguridad comprende un circuito con umbral de seguridad, realizado en la forma de un diodo o un transistor, y que utiliza como forma de seguridad la variación de impedancia no lineal de la unión de semi-conductor presente en estos componentes.
30

[0008] La concepción y la validación de seguridad de un tal circuito de detección es extremadamente compleja y costosa debido al hecho de en especial un límite de basculamiento mal definido en la zona lineal.

[0009] El problema técnico es remplazar un circuito con umbral de seguridad clásico de tipo unión de semiconductor por un circuito con umbral de seguridad de desarrollo y validación menos complejos en términos de concepción de seguridad.
35

[0010] A tal efecto, la invención tiene por objeto un dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado a partir de una señal analógica, destinado en especial a una aplicación de tipo ferroviario, comprendiendo dicho dispositivo: un elemento de decisión capaz de determinar en una salida una información de estado de seguridad detectada del dispositivo y al menos dos cadenas de adquisición de diversificación, incluyendo cada cadena de adquisición en serie: un circuito de adaptación de la señal analógica a una señal adaptada continua analógica de seguridad; un circuito de umbral no de seguridad de cadena capaz de suministrar una información de estado de cadena que comprende una fuente de tensión estabilizada en temperatura en un rango de temperaturas
40 predeterminadas y que sirve de referencia de tensión; caracterizado por el hecho de que el circuito de umbral de cada cadena comprende: un circuito electrónico de conversión analógica - numérica capaz de recibir la señal adaptada continua analógica de seguridad, señal de entrada del convertidor, y de suministrar una señal de salida numérica de muestreo de la señal de entrada del convertidor a una frecuencia de muestreo predeterminada, una unidad de comparación de la señal de salida numérica con una señal numérica de referencia capaz de suministrar una información de estado de salida de cadena como resultado de la comparación; por el hecho de que el dispositivo comprende un circuito de detección de fallo del dispositivo capaz de comparar mutuamente las señales de salida numéricas suministradas en unas entradas y provenientes respectivamente de los circuitos de conversión analógica - numérica y de suministrar en una salida un resultado de coherencia en función de la comparación mutua de las señales de salida numéricas; y por el hecho de que la salida del elemento de decisión es función del resultado
50 de coherencia suministrado por la unidad de detección de fallo y de los resultados de comparación de las unidades de comparación asociados a las cadenas de adquisición respectivas.

[0011] Según unos modos particulares de realización, el dispositivo de detección con umbral de seguridad puede comprender una o varias de las características siguientes:
60

- la señal de entrada de cada circuito de conversión analógica - numérica puede ser muestreada a una velocidad suficiente superior a dos veces la inversa de la duración del transitorio correspondiente al cambio de estado de la señal de entrada;

- 5 - el circuito de detección de fallo comprende solamente un comparador capaz de comparar mutuamente las señales de salida numéricas provenientes de los circuitos de conversión analógica-numérica muestra por muestra y de declarar una coherencia mutua cuando la separación entre dos muestras está comprendida en un intervalo de anchura predeterminada;
 - 10 - el circuito de detección de fallo comprende al menos dos comparadores vectoriales capaces de comparar mutuamente las señales de salida numéricas provenientes de los convertidores de conversión analógica-numérica que representan un conjunto de muestras y de declarar una coherencia mutua entre dos señales numéricas cuando una distancia entre dos conjuntos de muestras es inferior a un valor predeterminado;
 - 15 - la estabilidad en temperatura de la fuente de tensión está ajustada de manera que la sensibilidad en temperatura de cada circuito de conversión analógica - numérica es al menos inferior a la sensibilidad en temperatura del umbral de detección de un circuito de seguridad con unión de semi-conductor compensado en temperatura, definiéndose la sensibilidad en temperatura como una variación de tensión, respectivamente tensión de referencia para el circuito de conversión analógica - numérica y tensión de umbral para el circuito de unión, observada en el mismo rango de
 - 20 temperaturas predeterminadas;
 - los convertidores analógico-numérico son de campos tecnológicos diferentes;
 - cada unidad de comparación de una cadena de adquisición comprende una entrada de recepción de una señal
 - 25 numérica de referencia y un medio de ajuste del valor de la señal numérica de referencia;
 - el circuito de adaptación de una cadena comprende un transformador de aislamiento galvánico;
 - el circuito de adaptación de una cadena comprende un circuito rectificador de corriente conectado al secundario del
 - 30 transformador;
 - el circuito de adaptación de una cadena comprende un opto-acoplador;
 - 35 - el dispositivo comprende solamente dos cadenas de adquisición, y cuando el resultado de coherencia mutua es negativo, el circuito de detección de fallo es capaz de suministrar al elemento de decisión una señal de salida en el estado restrictivo y de emitir además una señal de diagnóstico de una avería del dispositivo;
 - 40 - el dispositivo comprende al menos tres cadenas y cuando existe una mayoría de señales de salida numéricas sensiblemente idénticas y los estados de cadena son idénticos, el elemento de decisión es capaz de suministrar la información de estado de las cadenas mayoritariamente idénticos como estado de salida de seguridad del dispositivo;
 - 45 - el circuito de detección de fallo es capaz de emitir una señal de diagnóstico de avería del dispositivo de detección cuando existen al menos dos señales de salida numéricas claramente diferentes;
 - 50 - el circuito de detección de fallo es capaz de emitir una señal de identificación de la cadena de adquisición averiada cuando dos señales de salida numéricas son sensiblemente idénticas y claramente diferentes de la tercera restante, denominándose la cadena de adquisición identificada averiada como la tercera cadena; y
 - 55 - cada cadena de adquisición comprende un circuito de conmutación con al menos una entrada de primer tipo capaz de recibir una señal adaptada continua, una segunda entrada de segundo tipo capaz de recibir una señal de test y una salida conectada al circuito de conversión analógica numérica asociado de la cadena capaz de suministrar una señal de salida que constituye un multiplex temporal de las señales recibidas en las entradas de primer y segundo tipo.
- [0012]** La invención también tiene por objeto un procedimiento de detección con umbral de seguridad de una información de estado a partir de señales analógicas de seguridad, destinado en especial a una aplicación de tipo ferroviario, que comprende las etapas consistentes en:

. muestrear en al menos dos vías de adquisición con diversificación unas señales de entrada analógicas de seguridad adaptadas y aisladas, provenientes de una misma señal analógica de entrada en señales de salida numéricas,

5 . determinar la coherencia mutua de las señales de salida numéricas de salida por comparación y suministrar un resultado de coherencia,

. sobre cada señal numérica de salida, hacer una comparación con respecto a un umbral asociado predeterminado y detectar un estado de salida de cadena, y

10

. determinar la información de estado de seguridad de salida de detección en función del resultado de coherencia y de las informaciones de los estados de salida de las cadenas con diversificación.

15 **[0013]** Según unos modos particulares de realización, el procedimiento de detección con umbral de seguridad comprende una o varias de las características siguientes:

- comprende la etapa consistente en realizar un test de estado de funcionamiento de cadena con ayuda de una señal de test calibrada inyectada a la entrada de cada cadena.

20 **[0014]** La invención será mejor comprendida con la lectura de la descripción siguiente, determinada únicamente a título de ejemplo y hecha haciendo referencia a los dibujos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista esquemática de una primera forma de realización de dispositivo de detección con umbral de seguridad según la invención,

25

- la figura 2 es una vista esquemática de una segunda forma de realización de dispositivo de detección con umbral de seguridad según la invención,

30 - la figura 3 es una mejora de la primera forma de realización descrita en la figura 1 que permite asegurar una detección con umbral de seguridad en al menos dos entradas de señal analógica, y

- la figura 4 es un ordinograma que ilustra etapas del procedimiento de detección con umbral de seguridad empleado por el dispositivo de detección descrito en la figura 3 según la invención.

35 **[0015]** El dispositivo de detección 1 con umbral de seguridad de la figura 1 está constituido por dos cadenas de adquisición con diversificación 3 y 5, siendo cada cadena de adquisición capaz de recibir una misma señal analógica, aquí de tipo todo o nada, proveniente de una doble entrada diferencial constituida por los bornes 7 y 9.

40 **[0016]** Cada cadena de adquisición 3 y 5 comprende en serie un circuito de adaptación 10 y 12 con aislamiento galvánico, un circuito de conversión analógica - numérica 14 y 18 asociado respectivamente a una fuente de tensión 16 y 20 estabilizada en temperatura y una unidad de comparación 22 y 24.

45 **[0017]** El dispositivo de detección 1 con umbral de seguridad comprende también un circuito de detección de fallo 26, un elemento de decisión 28 capaz de determinar una información de estado de seguridad de salida del dispositivo y un reloj de muestreo 30.

50 **[0018]** Los circuitos de adaptación 10 y 12 de aislamiento galvánico también están provistos respectivamente de bornes de entrada 32, 34 y 36, 38 conectados a los bornes de entrada 7 y 9 de recepción de la señal analógica de entrada.

55 **[0019]** Los circuitos de aislamiento galvánico de adaptación 10 y 12 también están provistos respectivamente de bornes de salida 40, 42 y 44, 46 capaces de suministrar una señal adaptada continua analógica de seguridad de tipo todo o nada, obtenida a partir de una señal analógica de tipo todo o nada suministrada en las entradas 32, 34 y 36, 38.

[0020] Una señal adaptada de seguridad corresponde a la imposibilidad de transformar mediante la adaptación un estado realmente restrictivo en un estado permisivo, siendo poco importante la inversa.

60 **[0021]** Aquí, se supone que la señal analógica de entrada es de tipo tensión continua. El circuito de aislamiento galvánico de adaptación comprende un oscilador de tipo LC (montaje de tipo Colpitt por ejemplo con L una inductancia y C una capacidad) capaz de suministrar una tensión proporcional a la tensión de entrada y una señal de

frecuencia relativamente elevada (50 a 100 kHz) y un transformador cuyo circuito primario es al menos una parte de la inductancia del oscilador. De este modo, se consigue un aislamiento de la entrada del transformador con respecto a unos circuitos conectados al circuito secundario del transformador. Al secundario del transformador, dos rectificadores de doble alternancia están conectados de tal manera que puedan suministrar una tensión positiva y una tensión negativa de diversificación.

[0022] La concepción de seguridad de este circuito llamado de seguridad intrínseca garantiza que la tensión rectificada no puede aumentar intempestivamente.

[0023] Como variante, cuando la señal de entrada se presenta en la forma de una tensión alternativa, el circuito de aislamiento galvánico de adaptación 10, 12 comprende un transformador de intensidad. Una resistencia en serie con el primario del transformador determina el consumo del circuito. El secundario se carga mediante un rectificador conectado a dos resistencias de tecnologías diferentes en serie, estando el punto común conectado a un punto del transformador a cero voltios. De este modo, el circuito de aislamiento galvánico es capaz de suministrar una tensión positiva y una tensión negativa de diversificación.

[0024] Como variante, cada circuito de aislamiento galvánico comprende un opto-acoplador.

[0025] Los circuitos electrónicos de conversión analógica - numérica 14 y 18 son unos circuitos electrónicos integrados de tipo VLSI por ejemplo llamados CAN o ADC, fabricados comercialmente a gran escala y que provienen de dos fabricantes diferentes que utilizan procesos de fabricación diferentes, denominándose los procesos campos tecnológicos.

[0026] Los circuitos electrónicos de conversión analógica - numérica 14 y 18 están asociados respectivamente a las fuentes de tensión estabilizadas en temperatura 16 y 20.

[0027] Los circuitos electrónicos de conversión analógica - numérica 14 y 18 están conectados respectivamente por sus bornes de entrada 48, 50 y 52, 54 a los bornes de salida 40, 42 y 44, 46 de los circuitos con aislamiento galvánico de adaptación 10 y 12.

[0028] Los circuitos electrónicos de conversión analógica - numérica 14 y 18 comprenden respectivamente unos bornes de entrada 56 y 58 de tensión de referencia conectados a las fuentes de tensión 16 y 20 estabilizadas en temperatura. También comprenden respectivamente unos bornes de entrada 60 y 62 de control de un instante de muestreo, conectados al reloj de muestreo 30 y respectivamente unos bornes de salida 64 y 66 capaces de suministrar de las señales de salida numéricas de muestreo en forma de vectores con valores binarios correspondientes a las señales analógicas de entrada diferencial suministradas en 48, 50 y 52, 54 muestreadas.

[0029] La frecuencia de muestreo de cada circuito de conversión analógica - numérica 14 y 16 se escoge para que sea suficiente para suministrar a los bornes de salida 64 y 66 de manera síncrona o casi-síncrona los al menos dos valores de muestras de señales de entrada recogidos en el intervalo de tiempo definido por el transitorio correspondiente al cambio de estado de las señales de entrada suministradas respectivamente en los bornes 48, 50 y 52 y 54, respetando así la condición clásica llamada de « Shannon » que exige una frecuencia de muestreo igual al doble de la anchura de banda del espectro que representa la señal a muestrear para poder reconstituirla fielmente.

[0030] Aquí, el mismo reloj 30 está conectada a los dos circuitos de conversión analógica - numérica 14, 18, garantizando de este modo un sincronismo 8 de muestreo de los dos circuitos electrónicos de conversión analógica - numérica.

[0031] Como variante, varios relojes síncronos o casi-síncronos entre sí pilotan los circuitos de conversión analógica - numérica 14 y 18.

[0032] Las fuentes de tensión 16, 20 son unas fuentes electrónicas de tensión con reducida corriente, reguladas por temperatura, de tipo bien conocido en electrónica analógica por el término « regulador de tensión » y presentan cada una una característica de la tensión de salida estable en temperatura.

[0033] Las unidades de comparación 22 y 24 comprenden respectivamente unos bornes de entrada 68, 69 respectivamente conectados a los bornes 64, 66 de salida de los circuitos electrónicos de conversión analógica - numérica 14, 18 y de los bornes de entrada 70 y 71 destinados a recibir señales de referencia con vistas a realizar una comparación entre las señales de salida numéricas provenientes de los circuitos de conversión analógica - numérica y las señales de referencia.

- [0034]** Las unidades de comparación 22 y 24 comprenden también unos bornes de salida 72 y 74 respectivamente destinados a suministrar el resultado de las comparaciones, siendo cada resultado de comparación una información de estado de salida de las cadenas de adquisición 3, 5.
- 5 **[0035]** Las señales de referencia de las unidades de comparación 22, 24 son unas señales con valor fijo, regulables por unos medios de ajuste no representados en la figura 1.
- 10 **[0036]** Las unidades de comparación 22, 24 son por ejemplo unos circuitos electrónicos numéricos de tecnología CMOS llamados clásicamente comparadores numéricos. En este caso, los bornes de entrada 68, 69, 70, 71 son de entradas múltiples debido a que cada borne recibe un vector de bits en forma de entradas paralelas mientras que los bornes de salida son simples para suministrar un bit de resultado de la comparación.
- 15 **[0037]** Como variante, las señales de referencia son unas señales más complejas constituidas por varios vectores binarios con vistas a realizar una comparación de tipo funcional sobre una serie temporal de vectores de muestras. En este caso, las unidades de comparación 22, 24 son unos circuitos electrónicos numéricos de tecnología CMOS más complejos constituidos por un conjunto de comparadores numéricos vectoriales en el caso de un tratamiento paralelo o de un único comparador numérico vectorial en el caso de un tratamiento en serie, y por una unidad de cálculo de distancia.
- 20 **[0038]** El circuito de detección de fallo 26 del dispositivo comprende dos bornes de entrada 76 y 78 conectados a los bornes 64 y 66 respectivamente de los circuitos de conversión analógica - numérica 14, 18.
- 25 **[0039]** El circuito de detección de fallo 26 comprende también dos bornes de salida 80 y 82.
- [0040]** El primer borne 80 es capaz de emitir una señal de diagnóstico de fallo del dispositivo 1, pudiendo ocurrir una avería en una o dos cadenas de adquisición.
- 30 **[0041]** El borne 82 es capaz de suministrar un resultado de coherencia proveniente de la comparación mutua y de un cálculo de distancia de las señales de salida numéricas provenientes de los circuitos de conversión analógica - numérica 14, 18.
- [0042]** Aquí, dos señales de salida numéricas son coherentes entre sí cuando su distancia mutua es inferior a un valor predeterminado.
- 35 **[0043]** Aquí, la distancia entre dos señales es igual a la separación entre solamente dos muestras suministradas en las entradas 76, 78 asociadas respectivamente a los circuitos de conversión analógica - numérica 14, 18 recogidas en el mismo instante de muestreo.
- 40 **[0044]** El circuito de detección de fallo 26 está hecho en la forma de un restador numérico seguido de un comparador numérico de dos entradas vectoriales y una salida con un bit de tecnología CMOS.
- [0045]** Como variante, la distancia es una distancia funcional formada a partir de las diferencias de cada muestra de mismo rango de dos series temporales de muestras asociadas respectivamente a las entradas 76 y 78. En este caso, el circuito de detección de fallo 26 está hecho en la forma de un circuito electrónico numérico de tecnología CMOS más complejo constituido por un conjunto de comparadores numéricos vectoriales en el caso de un tratamiento paralelo o de un único comparador numérico vectorial en el caso de un tratamiento en serie y de una unidad de cálculo, y de una unidad de cálculo de distancia.
- 45 **[0046]** Como variante, dos señales de salida numéricas son coherentes entre sí cuando el resultado de la función de correlación que opera sobre las dos señales es superior a un valor de umbral predeterminado. En este caso, el circuito de detección de fallo está hecho en la forma de un correlacionador electrónico seguido de un comparador electrónica.
- 50 **[0047]** El elemento de decisión 28 capaz de determinar la información de estado de seguridad de salida del dispositivo de detección con umbral de seguridad comprende tres entradas 84, 86 y 88. Las entradas 84 y 86 están conectadas respectivamente a las salidas 72 y 74 de los circuitos de comparación numérica 22 y 24 mientras que la entrada 88 está conectada a la salida 82 del circuito de detección de fallo 26.
- 55 **[0048]** El elemento de decisión 28 comprende una salida 90 por la cual se suministra la información de estado de seguridad de salida del dispositivo 1 que es función del resultado de coherencia suministrado por el circuito de

detección de fallo 26 en 88 y de los resultados de comparación o informaciones de estado de cadena de las unidades de comparación 22 y 24 suministradas en los bornes 84 y 86.

- 5 **[0049]** Con el fin de garantizar la concepción de seguridad del dispositivo, el elemento de decisión 28 es capaz de forzar el estado de salida a un estado restrictivo cuando el resultado de coherencia es negativo es decir cuando aparece una ausencia de coherencia o cuando los resultados de las comparaciones de las unidades de comparación 22, 24 son diferentes.
- 10 **[0050]** El elemento de decisión 28 está hecho a elección en la forma de un conjunto discreto de circuitos lógicos cableados, de un FPGA o de un microprocesador programado.
- [0051]** Como variante, el elemento de decisión 28 y el circuito de detección de fallo 26 están hechos en la forma de un mismo microprocesador programado.
- 15 **[0052]** En funcionamiento, una señal analógica de entrada de tipo todo o nada se suministra en los bornes 7 y 9 de entrada diferencial. La misma señal analógica de entrada se suministra por las entradas 32, 34 y 36, 38 de los circuitos de aislamiento galvánico de adaptación 10 y 12 asociados respectivamente a las cadenas de adquisición 3 y 5.
- 20 **[0053]** Las señales de entrada se adaptan mediante los circuitos de adaptación 10 y 12 con aislamiento galvánico en señales adaptadas analógicas de seguridad.
- [0054]** Las señales que de este modo entran en los circuitos de conversión analógica - numérica 14 y 18 son muestreadas a la frecuencia de reloj suministrada por el reloj 30 con respecto a la referencia de tensión estabilizada en temperatura, respectivamente 16 y 20, con el fin de suministrar por las salidas 64 y 66 unas señales de salida numéricas muestreadas.
- 25 **[0055]** Las señales de salida numéricas suministradas en las entradas 76 y 78 son comparadas mutuamente por el circuito de detección de fallo 26 y el resultado de coherencia se presenta en la forma de una señal binaria tal como ya se ha descrito más arriba.
- 30 **[0056]** El resultado de coherencia indica de manera más fina y más precisa el hecho de saber si al menos una cadena de adquisición 3, 5 antes de la comparación con umbral efectuada al nivel de cada cadena es defectuosa por ejemplo a causa de un circuito de conversión analógica - numérica averiada en una de las dos cadenas.
- 35 **[0057]** En el caso en que hay un tal defecto, cualesquiera que sean las informaciones de comparación suministradas por las unidades de comparaciones 22 y 24, incluso en el caso en el que son idénticas, el elemento de decisión 28 suministra una información de estado restrictivo en 90 con el fin de garantizar la seguridad del sistema ferroviario.
- 40 **[0058]** De este modo, la función de seguridad del circuito con umbral de seguridad de concepción clásico, de desarrollo costoso se realiza mediante un circuito de umbral de concepción diferente que utiliza convertidores electrónicos analógico -numéricos ampliamente distribuidos comercialmente y una unidad de tratamiento numérico asociado poco compleja y costosa en términos de desarrollo y validación de seguridad.
- 45 **[0059]** Hay que destacar que un test de coherencia efectuado a partir de los resultados de comparación de las unidades de comparación solamente corresponde a una estrategia de diversificación con voto mayoritario que es bien conocido. Un tal test precisaría de un número elevado de cadenas de diversificación para devolver la detección del estado de seguridad debido a que las unidades de comparación son unos detectores con umbral no de seguridad.
- 50 **[0060]** A la inversa, el test de coherencia mutua efectuado antes de las unidades de comparación de cadena según la invención es de seguridad debido al hecho de que la totalidad del contenido informativo de las señales de salida de los circuitos de conversión analógica - numérica, y, por lo tanto, se analizan sus diferencias.
- 55 **[0061]** Además, un tal dispositivo presenta la ventaja de un mejor control del umbral de funcionamiento en temperatura debido a que es posible disponer de una fuente de tensión estabilizada en temperatura muy precisa llamada comúnmente regulador de tensión. Efectivamente, las fuentes de tensión estables en temperatura de tipo regulador de tensión garantizan que la sensibilidad en temperatura para cada circuito de conversión analógica - numérica 14 y 18 es al menos inferior a la sensibilidad en temperatura del umbral de detección de un circuito clásico
- 60 con unión de semi-conductor compensado en temperatura y de concepción de seguridad. La sensibilidad en temperatura se define como una variación de tensión, respectivamente tensión de referencia para el circuito de

conversión analógica - numérica y la tensión de umbral para el circuito con unión, observada en el mismo rango de temperaturas.

- 5 **[0062]** El dispositivo 1 también permite mejorar el control del límite de basculamiento en la zona de funcionamiento lineal correspondiente al transitorio de un cambio de estado disponiendo de un número de muestras suficiente durante el transitorio de basculamiento. De este modo, se permite realizar un tratamiento de la señal apropiado tal como un filtrado del ruido térmico, correcciones de distorsión, supresiones de parásitos discretos. De este modo, es posible reducir la amplitud de la histéresis del umbral de activación del dispositivo de detección.
- 10 **[0063]** Ventajosamente, el dispositivo de detección 1 permite determinar si al menos una cadena está averiada.
- [0064]** La figura 2 representa un segundo modo de realización del dispositivo de detección con umbral de seguridad 201 con tres cadenas de adquisición de diversificación.
- 15 **[0065]** El conjunto de las tres cadenas de adquisición configuradas en paralelo está constituido por dos cadenas de adquisición 3 y 5 cuya descripción es idéntica a la de la figura 1 y por una cadena de adquisición suplementaria 203 conectada también a los bornes de entrada 7 y 9 y destinada a recibir la señal analógica de entrada de tipo todo o nada.
- 20 **[0066]** Igual que las dos cadenas de adquisición 3 y 5, la cadena de adquisición suplementaria 203 comprende de manera análoga a aquella descrita en la figura 1, montados en serie, un circuito de aislamiento galvánico de adaptación 210, un circuito de conversión analógica - numérica 214 asociado a una fuente de tensión 216 con un borne de salida 230, y una unidad de comparación 222 con una entrada 232 conectada al borne de salida 230.
- 25 **[0067]** El dispositivo 201 comprende también un circuito de detección de fallo 226 de tres entradas y dos salidas y un elemento de decisión 228 capaz de determinar una información de estado de seguridad de salida del dispositivo con cuatro entradas y una salida.
- 30 **[0068]** Los tres bornes de entrada 238, 240 y 242 del circuito de detección de fallo 226 están conectados respectivamente a los bornes 64, 66, 230 de salida de los circuitos de conversión analógica - numérica 14, 18, 214.
- [0069]** El circuito de detección de fallo 226 comprende también un borne de salida 244 destinado a suministrar una señal de diagnóstico de avería del dispositivo 201 con eventualmente una identificación de una cadena de adquisición defectuosa y un borne de salida 242 destinado a suministrar una señal de resultado de coherencia en la forma de un triplete de valores de coherencia.
- 35 **[0070]** Los valores de coherencia son los resultados de las comparaciones mutuas de las señales de salida numéricas, consideradas dos a dos y provenientes de los circuitos de conversión analógica - numérica 14, 18, 214.
- 40 **[0071]** De este modo, los valores de coherencia primero, segundo y tercero son respectivamente los resultados de comparación mutua entre las señales numéricas de salida provenientes respectivamente de los bornes de salida 64 y 66, 66 y 230, 64 y 230.
- [0072]** El elemento de decisión 228 comprende tres bornes de entrada 248, 250 y 252 conectados respectivamente a los bornes de salida 72, 74 y 234 de las unidades de comparación y una entrada 254 de suministro del resultado de coherencia conectada a la salida 246 del circuito de detección de fallo 242.
- 45 **[0073]** El elemento de decisión 224 es capaz de determinar una información de estado de seguridad de salida del dispositivo 201 en función de los resultados de comparación de las unidades de comparación suministrados en los bornes de entrada 248, 250 y 252 y del resultado de coherencia suministrado en una entrada 254.
- 50 **[0074]** El elemento de decisión 228 comprende un borne de salida 260 destinado a suministrar la información de estado de seguridad de salida del dispositivo de detección 201.
- [0075]** En funcionamiento, cada cadena de adquisición 3, 5 y 203 funciona de manera análoga a aquella descrita en la figura 1 de cualquiera de las cadenas de adquisición.
- 55 **[0076]** El circuito de detección de fallo 226 efectúa tres comparaciones mutuas entre las señales de salida numéricas provenientes de los bornes 64, 66 y 230 de las unidades de conversión analógica - numérica 14, 18 y 214 consideradas dos a dos en lugar de una sola como para el primer modo de realización y suministra una señal de coherencia en la forma de un triplete de valores de coherencia, calculándose cada valor de coherencia mediante un procedimiento análogo al descrito la figura 1.
- 60

- 5 **[0077]** Cuando el resultado de coherencia indica que las tres señales de salida numéricas son idénticas, el circuito de detección de fallo 226 emite por el borne 244 una señal de ausencia de avería mientras que cuando existe al menos una señal entre las tres sensiblemente diferente de al menos una de las otras dos entonces el circuito de detección de fallo 226 emite una señal de presencia de avería por al menos una de las cadenas.
- 10 **[0078]** En el caso particular en que solamente dos señales de salida numéricas de entre las tres son sensiblemente idénticas, entonces la cadena de adquisición correspondiente a la señal de salida sensiblemente diferente de las otras se identifica como una cadena defectuosa y una señal de identificación de la cadena averiada es emitida por el borne de salida 244.
- 15 **[0079]** Cuando una avería es detectada por el circuito de detección de fallo 226 con solamente dos señales de salida numéricas sensiblemente idénticas y dos resultados de comparación de las cadenas asociadas idénticas, el elemento de decisión 228 emite por 260 una señal de información de estado idéntica al resultado de comparación idéntico de las dos cadenas.
- [0080]** En los otros casos, el elemento de decisión 228 emite por 260 una señal de información de estado restrictivo.
- 20 **[0081]** Ventajosamente, la configuración de la figura 2 permite no solamente detectar un defecto en una de las cadenas de adquisición sino también en determinados casos localizar la cadena defectuosa.
- [0082]** Como variante, el dispositivo de detección con umbral de seguridad comprende más de tres cadenas de adquisición.
- 25 **[0083]** La figura 3 es un tercer modo de realización en el cual el primer modo de realización descrito en la figura 1 se ha enriquecido con conmutadores con el fin de gestionar la entrada de varias señales analógicas de entrada.
- [0084]** En este tercer modo de realización, la cadena de adquisición 3 descrita en la figura 1 se ha sustituido por una cadena de adquisición 303 a la cual se ha añadido un circuito de aislamiento galvánico 314 conectado a una
30 segunda entrada de señal analógica 307, 309 y del cual una salida 318 está conectada a la entrada de un conmutador 322.
- [0085]** En este tercer modo de realización, la cadena de adquisición 5 descrita en la figura 1 se ha sustituido por una cadena de adquisición 305 en la cual se ha añadido un circuito de aislamiento galvánico 316 conectado a una
35 segunda entrada de señal analógica 307, 309 y del cual una salida 320 está conectada en una entrada de un conmutador 324.
- [0086]** El conmutador 322 de la cadena 303 comprende dos bornes de doble entrada 326, 328 conectados respectivamente a los bornes de salida 40,42 y 318 de los circuitos de aislamiento galvánico de adaptación 10 y 314.
40 El conmutador 322 comprende también un borne 330 único capaz de suministrar la señal seleccionada durante una conmutación conectada a la entrada de la unidad de conversión analógica - numérica 14.
- [0087]** El conmutador 324 de la cadena 305 comprende dos bornes de doble entrada 332, 334 conectados respectivamente a los bornes de salida 44,46 y 320 de los circuitos de aislamiento galvánico de adaptación 12 y 316.
45
- [0088]** El conmutador 324 comprende también un borne 336 único, capaz de suministrar la señal seleccionada durante una conmutación, y conectado a la entrada de la unidad de conversión analógica - numérica 18.
- [0089]** El conmutador 322 comprende tres interruptores 338, 340 y 342.
50
- [0090]** Los interruptores 338, 340 están conectados respectivamente entre los bornes 326 y 330, entre los bornes 328 y 330, estando el interruptor 342 conectado entre una entrada 344 capaz de recibir una señal de test calibrada y el borne de salida 330.
- 55 **[0091]** El conmutador 324 comprende tres interruptores 346, 348 y 350. Los interruptores 346, 348 están conectados respectivamente entre los bornes 332 y 336, entre los bornes 334 y 336, estando el interruptor 350 conectado entre una entrada 352 capaz de recibir una señal de test calibrada y el borne de salida 336.
- [0092]** En funcionamiento, en la cadena de adquisición 303, el conmutador 322 se conmuta sobre la salida 330,
60 según un multiplex temporal, dos señales adaptadas analógicas continuas de seguridad, recibidas respectivamente

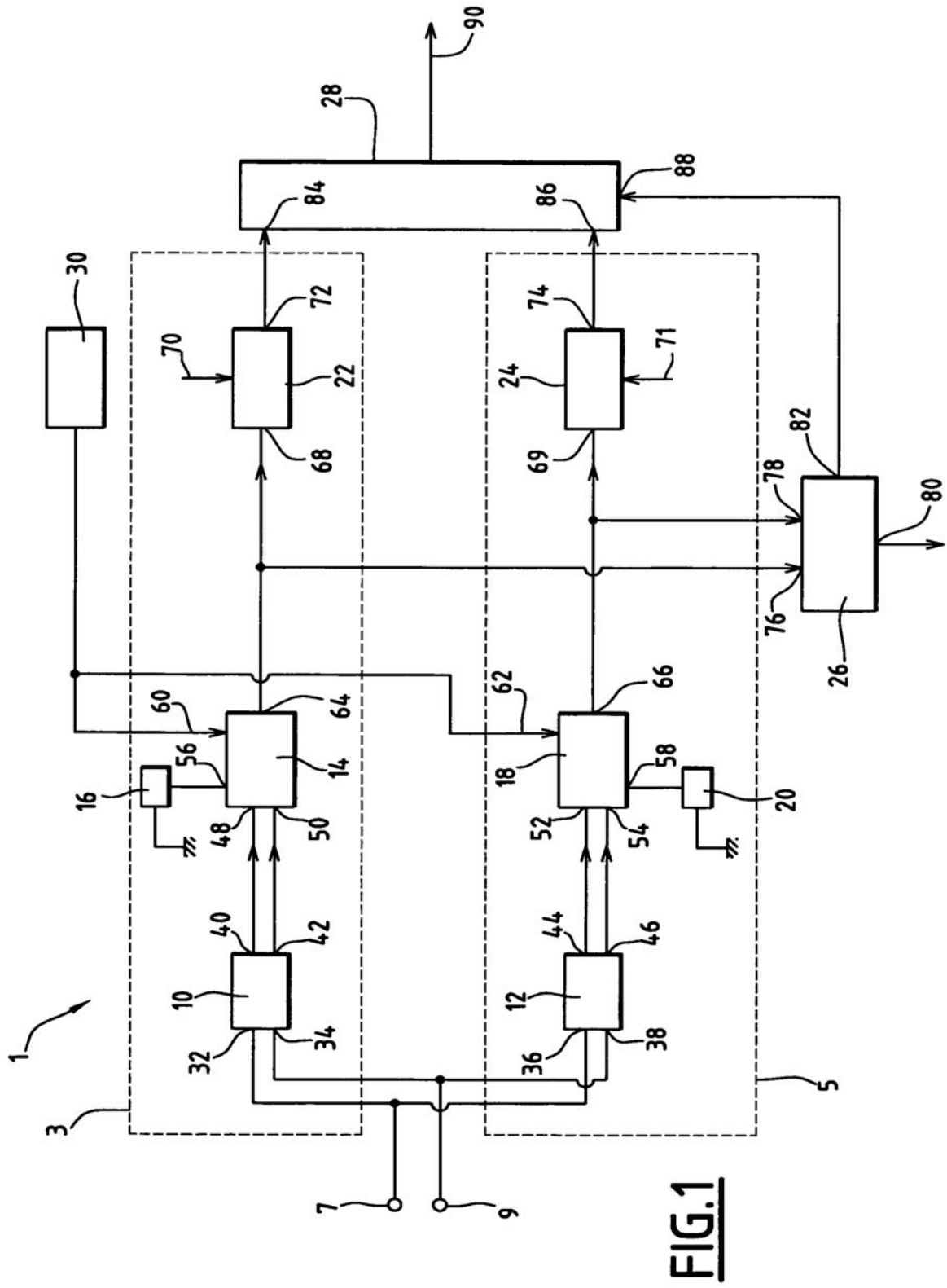
en 326, 328 y resultantes respectivamente de dos señales analógicas de entrada suministradas en 7,9 y 307, 309 y una señal de test recibida en el borne 344.

- 5 **[0093]** En paralelo, en la cadena de adquisición 305, el conmutador 324 se conmuta sobre la salida 336, según un multiplex temporal, dos señales adaptadas analógicas continuas de seguridad, recibidas respectivamente en 332, 334 y resultantes respectivamente de las mismas dos señales analógicas de entrada suministradas en 7,9 y 307, 309 que para la cadena 303, y una señal de test recibida en el borne 352.
- 10 **[0094]** Las señales de test suministradas respectivamente a las entradas 344 y 352 permiten realizar un diagnóstico de avería y localizar la avería al nivel de una cadena de adquisición, en particular al nivel del circuito de conversión analógica - numérica.
- 15 **[0095]** Ventajosamente, el modo de realización de la figura 3 permite disponer de un dispositivo de detección universal capaz de adaptarse y de tener una interfaz con una pluralidad de diversas señales analógicas de tipo todo o nada.
- [0096]** De este modo, permite simplificar la concepción y rebajar el coste de un sistema que emplea un elevado número de detecciones con umbral de seguridad sobre las señales analógicas de tipo todo o nada.
- 20 **[0097]** La figura 4 describe el organigrama de un procedimiento 400 de detección de seguridad de una información de estado a partir de varias señales analógicas de entrada, aquí de tipo todo o nada, empleado por un dispositivo de detección análogo al del tipo descrito en la figura 3.
- 25 **[0098]** En una primera etapa de inicialización 402, se verifica el estado de funcionamiento de determinados componentes mediante la inyección de señales de test en las entradas 344 y 352 del dispositivo descritas en la figura 3.
- [0099]** A continuación, en una etapa 404, sobre cada una de las vías de adquisición de diversificación, cada señal analógica de entrada se transforma en una señal adaptada continua de seguridad que luego es muestreada a través de una unidad de conversión analógica - numérica a una señal de salida numérica.
- 30 **[0100]** Luego, en una etapa 406, para cada señal analógica de entrada, se realiza una comparación mutua de las señales numéricas de salida asociadas con una misma señal analógica de entrada con el fin de determinar la coherencia de las señales entre sí en la forma de un resultado de coherencia.
- 35 **[0101]** A continuación en una etapa 408, para cada señal analógica de entrada y para cada cadena de adquisición, se determina un resultado de comparación asociado a la cadena y a la señal analógica de entrada a partir de una comparación entre la señal de salida numérica de la cadena asociada y la señal analógica de entrada, y una señal de referencia.
- 40 **[0102]** A continuación en una etapa 410, a partir del resultado de coherencia determinado en la etapa 406, se realiza un diagnóstico de fallo del dispositivo que permite detectar un defecto en una o varias de las cadenas de adquisición e incluso identificar la cadena de adquisición que está averiada.
- 45 **[0103]** Igualmente en la etapa 410, para cada señal analógica de entrada, se determina una información de estado de salida detectada en función del resultado de coherencia determinado en la etapa 406 y de los resultados de comparación de cada cadena determinadas en la etapa 408.
- 50 **[0104]** Estas etapas se vuelven a llevar a cabo según un periodo predeterminado que es función del muestreo utilizado para los convertidores analógicos numéricos y los tiempos de ciclo de cálculo de verificación de coherencia.
- [0105]** La etapa 412 es una etapa correspondiente al fin de la realización del proceso de detección de las informaciones de estado de seguridad asociadas respectivamente a cada señal analógica de entrada.
- 55 **[0106]** El procedimiento descrito se emplea ventajosamente con un dispositivo correspondiente de realización y validación simples respetando a la vez las exigencias de concepción de seguridad.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado a partir de una señal analógica, destinado en especial a una aplicación de tipo ferroviario, comprendiendo dicho dispositivo: un elemento de decisión
 5 (28; 228) capaz de determinar en una salida (90) una información de estado de seguridad detectada del dispositivo y al menos dos cadenas de adquisición (3, 5; 203; 303, 305) de diversificación, incluyendo cada cadena de adquisición (3, 5, 203, 303, 305) en serie: un circuito de adaptación (10, 12, 210) de la señal analógica a una señal adaptada continua analógica de seguridad; un circuito de umbral (14, 16, 22, 18, 20, 24) no de seguridad de cadena capaz de suministrar una información de estado de cadena que comprende una fuente de tensión (16, 20) estabilizada en
 10 temperatura en un rango de temperaturas predeterminadas y que sirve de referencia de tensión; **caracterizado por el hecho de que** el circuito de umbral (14, 16, 22, 18, 20, 24) de cada cadena (3, 5, 303, 305) comprende: un circuito electrónico de conversión analógica - numérica (14, 18) capaz de recibir la señal adaptada continua analógica de seguridad, señal de entrada del convertidor, y de suministrar una señal de salida numérica de muestreo de la señal de entrada del convertidor a una frecuencia de muestreo predeterminada, una unidad de comparación
 15 (22, 24; 222) de la señal de salida numérica con una señal numérica de referencia capaz de suministrar una información de estado de salida de cadena como resultado de la comparación; **por el hecho de que** el dispositivo comprende un circuito de detección de fallo (26; 226) del dispositivo capaz de comparar mutuamente las señales de salida numéricas suministradas en unas entradas (76, 78) y provenientes respectivamente de los circuitos de conversión analógica - numérica (14, 18) y de suministrar en una salida (80) un resultado de coherencia en función
 20 de la comparación mutua de las señales de salida numéricas; **y por el hecho de que** la salida (90) del elemento de decisión (88) es función del resultado de coherencia suministrado por la unidad de detección de fallo (26; 226) y de los resultados de comparación de las unidades de comparación (22, 24) asociados a las cadenas de adquisición respectivas (3, 4).
- 25 2. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** la señal de entrada de cada circuito de conversión analógica - numérica (14, 18) puede ser muestreada a una velocidad suficiente superior a dos veces la inversa de la duración del transitorio correspondiente al cambio de estado de la señal de entrada.
- 30 3. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por el hecho de que** el circuito de detección de fallo (26, 226) comprende solamente un comparador capaz de comparar mutuamente las señales de salida numéricas provenientes de los circuitos de conversión analógica-numérica (14, 18) muestra por muestra y de declarar una coherencia mutua cuando la separación entre dos muestras está comprendida en un intervalo de anchura predeterminado.
- 35 4. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por el hecho de que** el circuito de detección de fallo (26, 226) comprende al menos dos comparadores vectoriales capaces de comparar mutuamente las señales de salida numéricas provenientes de los circuitos de conversión analógica-numérica (14, 18) que representan un conjunto de muestras y
 40 de declarar una coherencia mutua entre dos señales numéricas cuando una distancia entre dos conjuntos de muestras es inferior a un valor predeterminado.
5. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por el hecho de que** la estabilidad en temperatura de la fuente de tensión (16,
 45 20) está ajustada de manera que la sensibilidad en temperatura de cada circuito de conversión analógica - numérica (14, 18) es al menos inferior a la sensibilidad en temperatura del umbral de detección de un circuito de seguridad con unión de semi-conductor compensado en temperatura, definiéndose la sensibilidad en temperatura como una variación de tensión, respectivamente tensión de referencia para el circuito de conversión analógica - numérica y tensión de umbral para el circuito de unión, observada en el mismo rango de temperaturas predeterminadas.
- 50 6. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que** los convertidores analógico- numéricos son de campos tecnológicos diferentes.
- 55 7. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por el hecho de que** cada unidad de comparación de una cadena de adquisición comprende una entrada (70) de recepción de una señal numérica de referencia y un medio de ajuste del valor de la señal numérica de referencia.

8. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** el circuito de adaptación (10, 12, 210) de una cadena comprende un transformador de aislamiento galvánico.
- 5 9. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según la reivindicación 8, **caracterizado por el hecho de que** el circuito de adaptación (10, 12, 210) de una cadena comprende un circuito rectificador de corriente conectado al secundario del transformador.
- 10 10. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** el circuito de adaptación (10, 12, 210) de una cadena (3, 5) comprende un opto-acoplador.
- 15 11. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por el hecho de que** el dispositivo comprende solamente dos cadenas de adquisición (3, 5), **y por el hecho de que** cuando el resultado de coherencia mutua es negativo, el circuito de detección de fallo (126, 226) es capaz de suministrar al elemento de decisión (28, 228) una señal de salida en el estado restrictivo y de emitir además una señal de diagnóstico de una avería del dispositivo.
- 20 12. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por el hecho de que** el dispositivo comprende al menos tres cadenas y por el hecho de que cuando existe una mayoría de señales de salida numéricas sensiblemente idénticas y que los estados de cadena son idénticos, el elemento de decisión (28, 228) es capaz de suministrar la información de estado de las cadenas mayoritariamente idénticas como estado de salida de seguridad del dispositivo.
- 25 13. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según la reivindicación 12, **caracterizado por el hecho de que** el circuito de detección de fallo (26) es capaz de emitir una señal de diagnóstico de avería del dispositivo de detección cuando existen al menos dos señales de salida numéricas claramente diferentes.
- 30 14. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según la reivindicación 13, **caracterizado por el hecho de que** el circuito de detección de fallo es capaz de emitir una señal de identificación de la cadena de adquisición averiada cuando dos señales de salida numéricas son sensiblemente idénticas y claramente diferentes de la tercera restante, denominándose la cadena de adquisición identificada averiada como la tercera cadena.
- 35 15. Dispositivo de detección con umbral de seguridad de una información de estado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado por el hecho de que** cada cadena de adquisición (303, 305) comprende un circuito de conmutación (322, 324) con al menos una entrada de primer tipo (338, 346) capaz de recibir una señal adaptada continua, una segunda entrada de segundo tipo (344, 352) capaz de recibir una señal de test y una salida (330, 336) conectada al circuito de conversión analógica numérica (14, 18) asociada de la cadena (303, 305) capaz de suministrar una señal de salida que forma un multiplex temporal de las señales recibidas en las entradas de primer y segundo tipo.
- 40 16. Procedimiento de detección con umbral de seguridad de una información de estado a partir de señales analógicas de seguridad, destinado en especial a una aplicación de tipo ferroviario, **caracterizado por el hecho de que** comprende las etapas consistentes en muestrear (404) en al menos dos vías de adquisición (3, 5) con diversificación de las señales de entrada analógicas de seguridad adaptadas y aisladas, provenientes de una misma señal analógica de entrada en señales de salida numéricas, determinar (406) la coherencia mutua de las señales de salida numéricas de salida por comparación y suministrar un resultado de coherencia, sobre cada señal numérica de salida, hacer una comparación (408) con respecto a un umbral asociado predeterminado y detectar un estado de salida de cadena, determinar (410) la información de estado de seguridad de salida de detección en función del resultado de coherencia y de las informaciones de los estados de salida de las cadenas con diversificación.
- 50 17. Procedimiento de detección con umbral de seguridad de una información de estado según la reivindicación 16, **caracterizado por el hecho de que** comprende la etapa consistente en: realizar (402) un test de estado de funcionamiento de cadena con ayuda de una señal de test calibrada inyectada en la entrada de cada cadena.
- 55



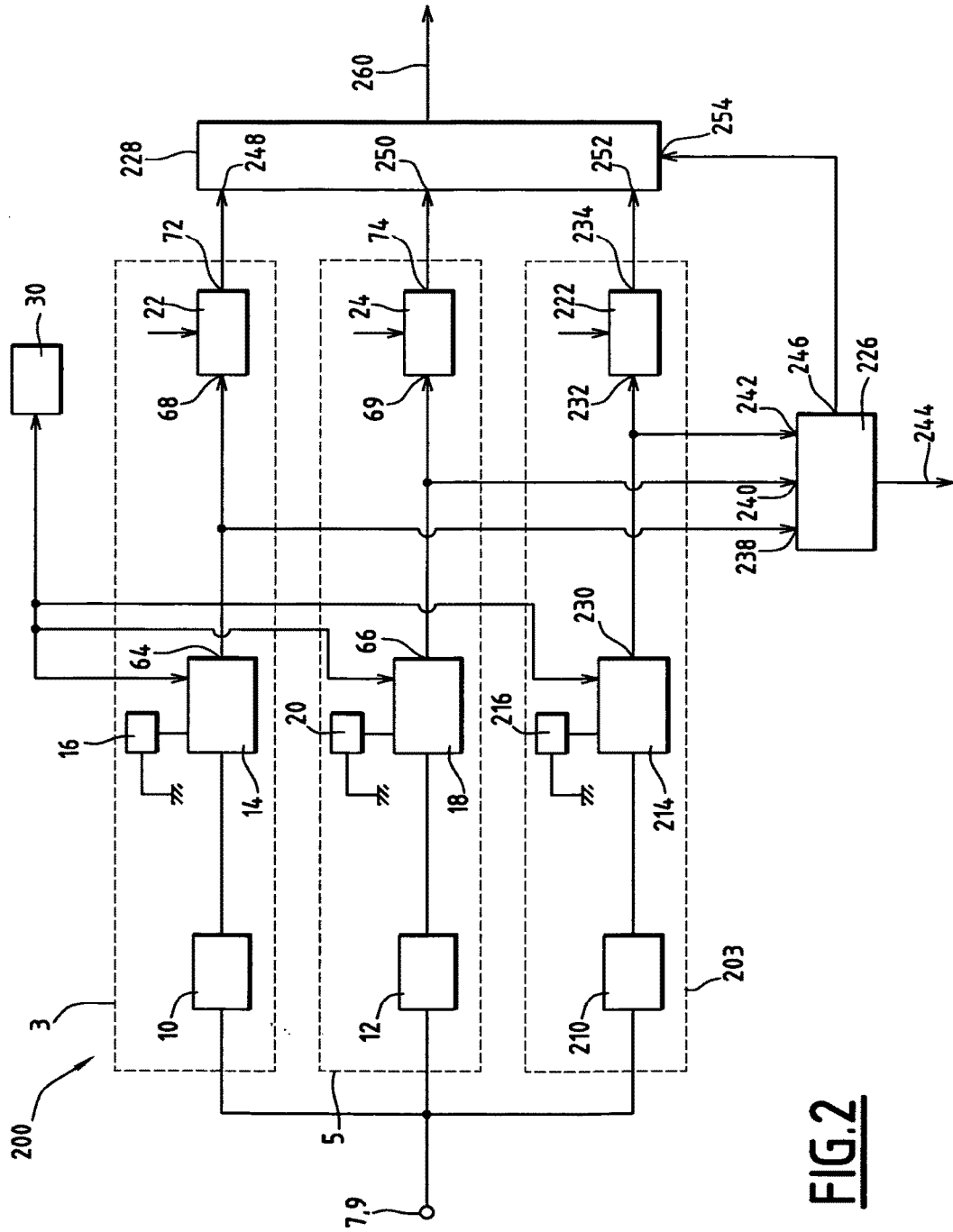


FIG. 2

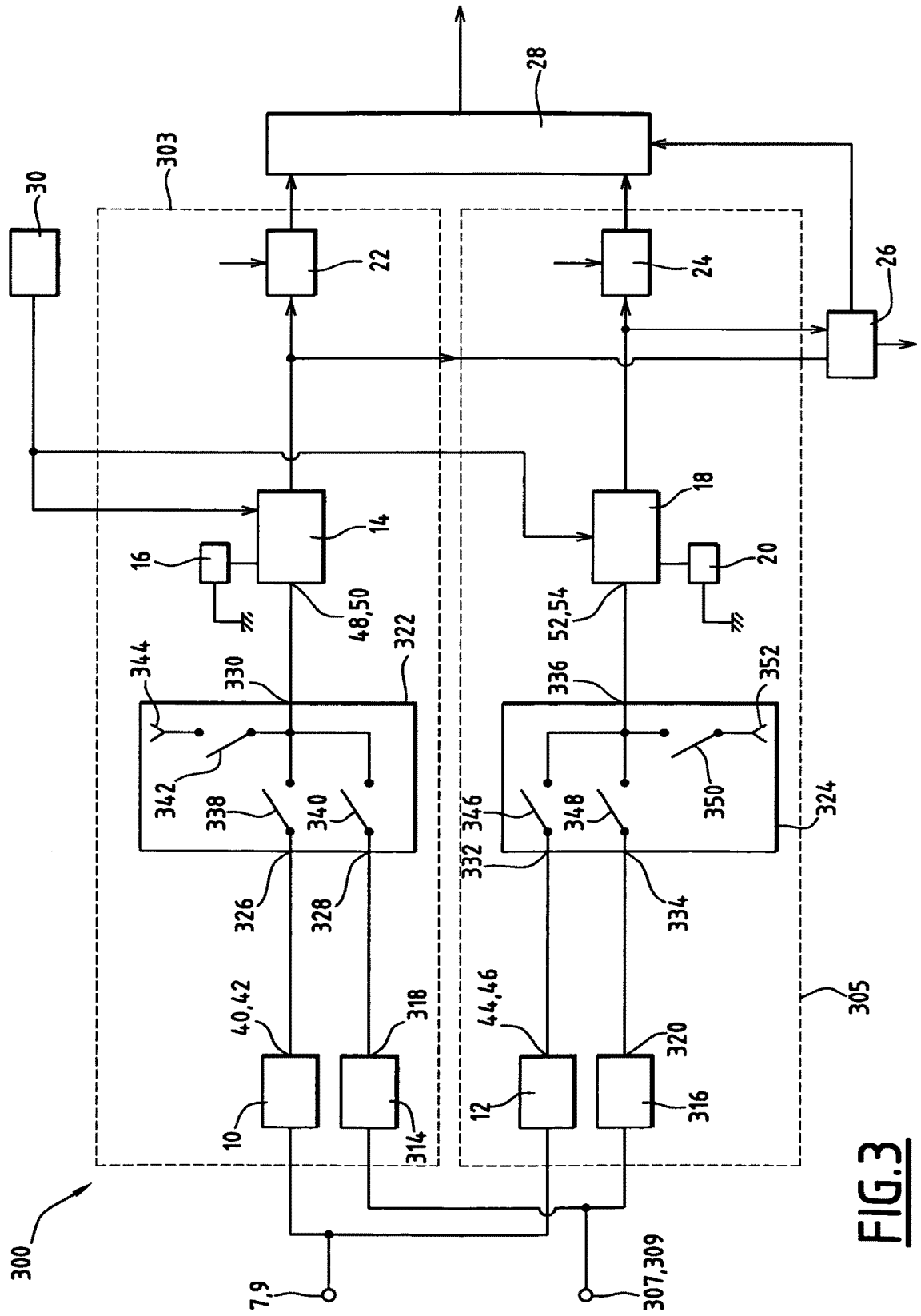


FIG.3

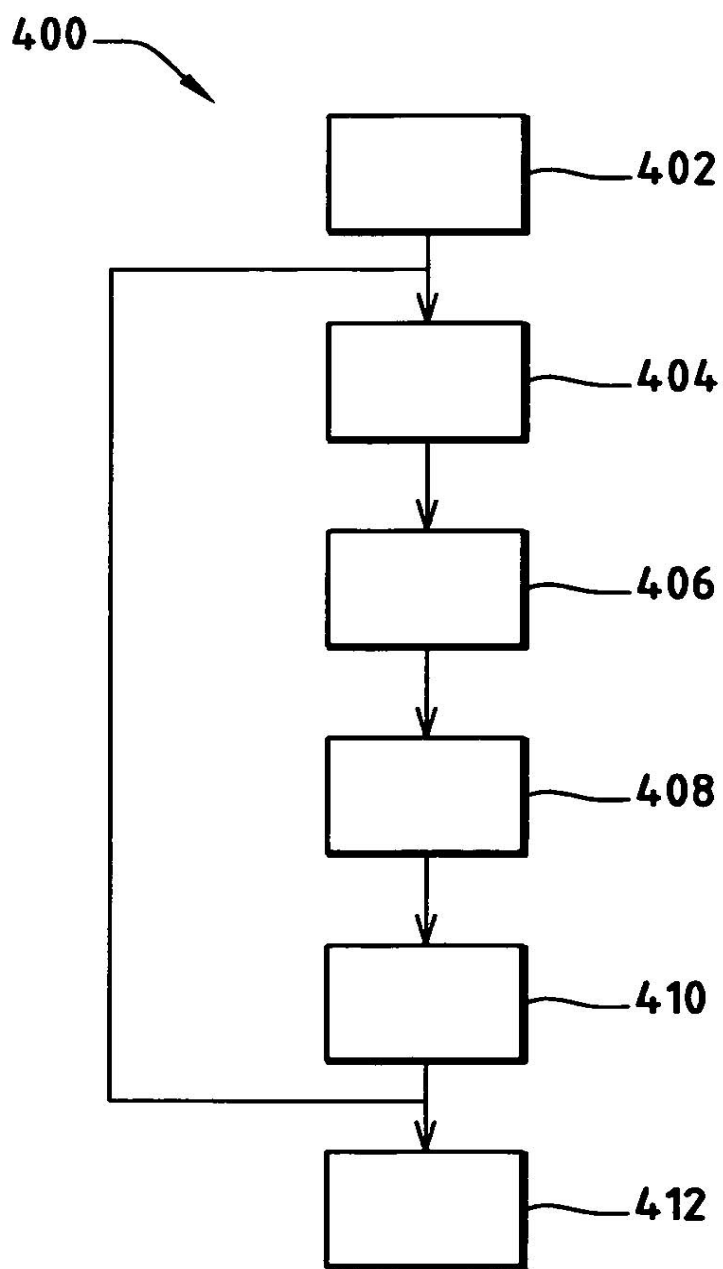


FIG.4