

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 112**

51 Int. Cl.:

<b>H04L 1/22</b>	(2006.01) <b>H01H 47/00</b>	(2006.01)
<b>H04L 1/06</b>	(2006.01) <b>H04L 1/24</b>	(2006.01)
<b>F16P 3/00</b>	(2006.01) <b>H04L 12/46</b>	(2006.01)
<b>H04L 29/08</b>	(2006.01)	
<b>H04B 7/04</b>	(2007.01)	
<b>G05B 19/409</b>	(2006.01)	
<b>H04B 7/08</b>	(2006.01)	
<b>H04L 12/417</b>	(2006.01)	
<b>H04L 12/40</b>	(2006.01)	
<b>G05B 19/042</b>	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2010 E 13183192 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 2685660**

54 Título: **Procedimiento y sistema para la detección, transmisión y evaluación de señales orientadas a la seguridad**

30 Prioridad:  
**07.07.2009 DE 102009026124**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**04.12.2019**

73 Titular/es:  
**ELAN SCHALTELEMENTE GMBH & CO. KG  
(100.0%)  
Im Ostpark 2  
35435 Wettenberg, DE**

72 Inventor/es:  
**HOTZ, STEPHAN;  
KOCH, JÖRG y  
SCHLOTZHAUER, BJÖRN**

74 Agente/Representante:  
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 734 112 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 y sistema para la detección, transmisión y evaluación de señales orientadas a la seguridad

La invención se refiere a procedimientos para la detección, transmisión y evaluación de señales orientadas a la seguridad según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Un procedimiento del tipo mencionado al principio se describe en el documento "aktiver Personenschutz", Elektroautomation, tomo 2002/006, 10 de julio de 2002. A este respecto, una unidad de control o de programación está equipada con un interruptor de aprobación de tres pasos. Las normas internacionales exigen que una unidad de control o de programación que se usa por un operador solo pueda ser controlada por este. Los demás operadores que entren en una zona peligrosa también deben llevar consigo un aparato de aprobación. También, las unidades de programación deben equiparse con dos interruptores de aprobación en cada caso en el lado derecho e izquierdo, para que el operador pueda cambiar de mano durante la programación. Si se usan dos o más unidades de control o de programación en un espacio de protección, el movimiento del robot no debe activarse tan pronto como se pulse un interruptor de aprobación en el paso tres. Una nueva activación del movimiento del robot debe efectuarse solo después de que todos los interruptores de aprobación se hayan soltado y hayan alcanzado la posición segura. La operación de señales de aprobación en una función de aprobación del interruptor de aprobación para la liberación de una acción peligrosa no se menciona.

El documento US 6.173.814 B1 se refiere a un circuito electrónico de seguridad para ascensores. El sistema comprende un equipo de control de seguridad electrónico en comunicación con una pluralidad de nodos de bus sobre un bus de seguridad, recibiendo cada nodo de bus datos de al menos un sensor, así como una unidad de control de ascensor en comunicación adicional con el equipo de control de seguridad electrónico y una unidad de accionamiento y de freno en comunicación aún adicional con el equipo de control de seguridad electrónico. A este respecto está previsto que el equipo de control de seguridad electrónico procese la pluralidad de datos recibidos por nodos de bus y determine si existe un estado inseguro, y de haberlo el equipo de control de seguridad envía una señal de detención a la unidad de accionamiento y de freno y además envía una señal de estado al control de ascensor.

En el procedimiento conocido según el documento DE-A-199 20 299 se detectan señales orientadas a la seguridad con al menos un medio de detección y se transmiten a través de un trayecto de transmisión de radio a al menos un medio de procesamiento de señales.

Las señales orientadas a la seguridad se detectan físicamente al menos en dos canales en un lado de emisor y los datos detectados se transmiten de forma lógica por radio al menos en dos canales en una técnica segura a un lado de receptor. Los datos recibidos en el lado de receptor también se procesan y vigilan físicamente al menos en dos canales.

En el procedimiento conocido está previsto además que para el procesamiento al menos en dos canales como datos de señales se generen señales redundantes mediante elementos de entrada al menos dobles electromecánicos, eléctricos o electrónicos y se generen por cada medio de detección a partir de los datos de señales datos de seguridad adicionales que posibilitan una vigilancia para fines de transmisión.

La disposición de conexión conocida o el sistema comprende medios de entrada en forma de teclas relevantes para la seguridad, como interruptores de aprobación, aparatos de mando de parada de emergencia, aparatos de mando de detención de emergencia, teclas de desplazamiento que están configuradas en dos canales. Para una evaluación en dos canales de los medios de entrada están previstas unas unidades de detección primera y segunda cuyas salidas están conectadas como unos canales primero y segundo con un emisor que a través de un módulo de radio envía señales orientadas a la seguridad a un módulo de receptor de una unidad de procesamiento. En esta última, la señal recibida se procesa y evalúa en dos canales mediante unos medios de procesamiento primero y segundo.

En el documento "Aktiver Personenschutz", Elektroautomation, tomo 2002/006, 10 de julio de 2002, se explica el uso de un interruptor de aprobación de tres pasos en unidades de control o de programación. Una unidad de control o de programación está equipada con un interruptor de aprobación de tres pasos. Otros operadores que entran en una zona de peligro deben llevar consigo también un aparato de aprobación. También deben equiparse unidades de programación con dos interruptores de aprobación en cada caso en el lado derecho e izquierdo para que el operador durante la programación pueda cambiar de mano. Si se usan en un espacio de protección dos o más unidades de control o de programación, no puede activarse el movimiento del robot en cuando se presione un interruptor de aprobación en el paso tres. Una nueva activación del movimiento del robot puede efectuarse solo después de que todos los interruptores de aprobación se hayan soltado y hayan alcanzado la posición segura.

El documento US 6.173.814 B1 se refiere a un circuito electrónico de seguridad para ascensores. El sistema comprende un equipo de control de seguridad electrónico en comunicación con una pluralidad de nodos de bus

5 sobre un bus de seguridad, recibiendo cada nodo de bus datos desde al menos un sensor así como una unidad de control de ascenso en comunicación adicional con el equipo de control de seguridad electrónico y una unidad de accionamiento y de freno en comunicación aún adicional con el equipo de control de seguridad electrónico. A este respecto está previsto que el equipo de control de seguridad electrónico procese los datos recibidos por la pluralidad de nodos de bus y determine si existe un estado inseguro, y de haberlo el equipo de control de seguridad envía una señal de detención a la unidad de accionamiento y de freno y además envía una señal de estado al control de ascensor.

10 Partiendo de ello, la presente invención se basa en el objetivo de perfeccionar un procedimiento y un sistema del tipo mencionado al principio que simplifique la detección de señales orientadas a la seguridad y se mejore su transmisión a través de trayectos de radio defectuosos.

Otro objetivo consiste en perfeccionar un procedimiento y un sistema de modo que puedan dominarse situaciones en las que se libere un movimiento peligroso de una máquina mediante la aprobación de varios observadores y este pueda detenerse en caso de peligro por uno o varios observadores. A continuación se equipara la detención de un movimiento peligroso con el "quitar/restablecer" la liberación.

15 Un objetivo consiste también en proporcionar un procedimiento y un sistema mediante el que se mejoren el alcance y la disponibilidad de un trayecto de radio.

Además, la invención se basa en el objetivo de perfeccionar un procedimiento y un sistema de tal modo que la unidad de detección está construida de manera sencilla.

20 Finalmente un objetivo de la invención consiste en poner a disposición un sistema en el que puedan realizarse ampliaciones específicas del cliente o cambios sin recertificación.

25 El objetivo de la invención se soluciona entre otros mediante las características de la reivindicación 1. Para la liberación de una acción peligrosa se generan independientemente entre sí al menos dos señales orientadas a la seguridad y se envían a través del sistema de radio a la unidad de evaluación, generándose en esta una señal de salida para la liberación de una acción peligrosa mediante operación lógica de las señales orientadas a la seguridad recibidas.

Las señales orientadas a la seguridad recibidas se operan lógicamente y/o se emiten al menos en dos canales. La señal de liberación se genera por la operación lógica Y de las señales orientadas a la seguridad recibidas.

30 Está previsto que la transmisión de las señales orientadas a la seguridad se efectúe por medio de tecnología de radio, llevándose a cabo la transmisión en tecnología de multiplexado de frecuencia, código y/o en tiempo. A este respecto se efectúa la transmisión de las señales orientadas a la seguridad a través de un único sistema de radio o a través de un único trayecto de radio, estando asociado a cada unidad de detección un canal de radio (FDM, *Frequency Devision Multiplexing*, multiplexado de división por frecuencia), una ranura de tiempo (TDM, *Time Devision Multiplexing*, multiplexado de división de tiempo) o un código de ensanchamiento (CDM, *Code Devision Multiplex*, multiplexado por división de código).

35 De acuerdo con un modo de proceder preferente adicional está previsto que se detecten estados como conductor o no conductor de contactos de al menos un aparato de conexión conectado a la unidad de detección o integrado en esta tal como interruptores de aprobación o aparatos de comando de NO PARADA/NO DETENCIÓN al menos en dos canales y se transmitan con preferencia cíclicamente, con preferencia cada 25 ms a la unidad de evaluación.

40 Con preferencia se predefine un comportamiento de tiempo de la transmisión de señal por la unidad de evaluación, consultándose las unidades de detección una tras otra con el uso de una identificación inequívoca por la unidad de evaluación y respondiendo dentro de una ventana de tiempo predefinida de con preferencia 2,5 ms.

Con preferencia se efectúa la recepción o la transmisión de las señales orientadas a la seguridad según el principio de circuito cerrado.

45 Además, la invención se refiere a un sistema para la detección, transmisión y evaluación de al menos una señal orientada a la seguridad, que comprende al menos una unidad de detección para la detección y la emisión de la al menos una señal orientada a la seguridad a través de un sistema de radio a una unidad de evaluación. Un sistema de este tipo se caracteriza por las características de la reivindicación 6. Está previsto que el sistema presente al menos dos unidades de detección, con las que puede generarse en cada caso independientemente una señal orientada a la seguridad para la liberación de una acción peligrosa, que pueden transmitirse las señales orientadas a la seguridad a través de un sistema de radio a la unidad de evaluación y que la unidad de evaluación presente una unidad de lógica, con la que puede llevarse a cabo una operación lógica de las señales orientadas a la seguridad recibidas para generar una señal de salida para liberar una acción peligrosa.

50

La unidad de lógica presenta al menos una operación Y y está realizada con preferencia en una unidad de procesamiento tal como microprocesador con preferencia en dos canales.

5 Para posibilitar un uso móvil de las unidades de detección y con ello una activación en posiciones en las que puede reconocerse de la mejor manera un movimiento peligroso de la instalación/máquina que va a vigilarse, está previsto que las unidades de detección estén configuradas como unidades móviles, en cada caso que comprenden al menos el aparato de conexión conectado o integrado, una unidad de cálculo tal como microprocesador así como una unidad de envío/recepción tal como transceptor. Es preferente que el al menos un aparato de conexión de la unidad de detección esté configurado como interruptor de aprobación o aparato de comando de NO PARADA/NO DETENCIÓN. La unidad de evaluación comprende la unidad de procesamiento con preferencia estacionaria con 10 unidad de cálculo y unidad de entrada/salida así como una o varias unidades de envío/recepción distribuidas tal como transceptor.

El al menos un aparato de conexión de la unidad de detección puede estar configurado como interruptor de aprobación o aparato de comando de No parada/No detención.

15 La unidad de evaluación puede estar configurada con preferencia como unidad de procesamiento estacionaria (estación base) con unidad de cálculo tal como microprocesador y unidad de entrada/salida, así como uno o varios transceptores dispuestos distribuidos espacialmente o un transceptor integrado.

20 Para optimizar de manera flexible el ámbito de acción del trayecto de transmisión de radio orientado a la seguridad está previsto de acuerdo con una idea inventiva independiente que la señal orientada a la seguridad emitida por la al menos una unidad de detección se reciba por una o varias unidades de transceptor dispuestas de manera localmente distribuida, estando la al menos una unidad de transceptor conectada a través de un sistema de bus con la unidad de procesamiento (estación base).

De este modo se posibilita que una o varias unidades de detección puedan comunicar preferiblemente en forma de estaciones móviles con una unidad de evaluación a través de un trayecto de radio.

25 Mediante la al menos una unidad de transceptor localmente separada con respecto a la estación base, la iluminación de radio del sistema de radio se puede adaptar flexiblemente de la manera más sencilla al entorno.

Las unidades de transceptor dispuestas de manera localmente distribuida preparan las señales orientadas a la seguridad recibidas y las transmiten en forma digital a través del sistema de bus a la unidad de procesamiento (estación base).

30 Para aumentar adicionalmente la calidad de transmisión, se determina la calidad de emisión/recepción de una unidad de transceptor, con la consecuencia de que solo la unidad de transceptor con la mayor calidad de emisión/recepción se utiliza para la comunicación entre la unidad de procesamiento (estación base) y la unidad de detección.

35 Además, está previsto que la estación base envíe de manera cíclica, preferiblemente cada 25 ms, un telegrama en forma de una trama (TOKEN) a la estructura de bus de anillo. La trama (TOKEN) pasa entonces de manera sucesiva por todas las unidades de transceptor con un tiempo de propagación definido, incrementando cada unidad de transceptor un contador implementado en el telegrama en la cabecera de la trama.

40 Además, según una forma de realización preferida está previsto que la trama (TOKEN) se procese por cada unidad de transceptor que haya recibido un telegrama de radio válido, introduciéndose los datos recibidos en la trama (TOKEN) y/o sustituyéndose un índice de calidad, siempre que la calidad de recepción propia sea mayor que la calidad de recepción introducida.

Preferiblemente, se realiza un envío de un telegrama a través de una unidad de transceptor de modo que la estación base introduce en un campo de identificación de emisor de la trama (TOKEN) una identificación de receptor de la unidad de transceptor con la mayor calidad de recepción de la última trama (TOKEN) y la unidad de transceptor, cuya identificación está introducida en el campo de identificación de emisor, envía el telegrama de emisión.

45 Las unidades de transceptor se pueden operar en diferentes canales de radio, en particular para la transmisión redundante en dos canales de radio, para operar varias estaciones móviles en una unidad de evaluación, para la conexión inalámbrica de actuadores/sensores adicionales en la unidad de evaluación y/o para la transmisión bidireccional orientada a la seguridad entre dos unidades de evaluación.

50 Un sistema para la detección, transmisión y evaluación de al menos una señal orientada a la seguridad, que se detecta por al menos una unidad de detección y se envía por un trayecto de radio a al menos una unidad de evaluación, se caracteriza por que la unidad de evaluación presenta una unidad de procesamiento (estación base)

con al menos una unidad de transceptor dispuesta distribuida espacialmente para la recepción de la señal orientada a la seguridad emitida desde la al menos una unidad de detección, estando unida la al menos una unidad de transceptor a través de un sistema de bus y con la unidad de procesamiento.

5 Para conseguir una iluminación de radio óptima, el sistema puede presentar una pluralidad de transceptores localmente distribuidos. Las unidades de transceptor localmente distribuidas presentan al menos una antena así como al menos una conexión de bus, preferiblemente conexiones de bus de alta velocidad.

Para preparar las señales recibidas, las unidades de transceptor pueden presentar una unidad de preparación de señales para la transmisión de las señales por trayectos más grandes.

10 El sistema de bus puede estar configurado como estructura de bus de anillo con una transmisión de señales óptica y/o eléctrica.

Además, según una forma de realización preferida está previsto que las unidades de transceptor estén dispuestas en cascada en el sistema de bus de anillo. Las unidades de transceptor están conectadas con la estación base para la alimentación de tensión o presentan respectivamente alimentaciones de tensión descentralizadas, preferiblemente acopladas galvánicamente.

15 Además, la invención de acuerdo con una idea inventiva no reivindicada, independiente, se refiere a un procedimiento para la detección, transmisión y evaluación de señales orientadas a la seguridad, representando las señales orientadas a la seguridad un estado tal como conducto o no conductor de al menos dos contactos de conexión de un aparato de conexión, detectándose en dos canales y transmitiéndose a través de un sistema de radio a una unidad de evaluación y evaluándose las señales orientadas a la seguridad recibidas y generándose dado el caso una señal de salida para la liberación o para la desconexión de una acción peligrosa. El procedimiento se caracteriza por que a cada contacto de conexión del aparato de conexión se somete a una secuencia de prueba, y porque la secuencia de prueba adjunta al contacto de conexión se transmite inmediatamente a través del sistema de radio a la unidad de evaluación.

20

25 Con preferencia se predefine dinámicamente la secuencia de prueba por la unidad de evaluación o se generan en la unidad de detección debido a un número de secuencia enviado desde la unidad de evaluación. Para reducir el volumen de datos que va a transmitirse está previsto que la unidad de evaluación transmita el número de secuencia a la unidad de detección y se generen en la unidad de detección a partir de los números de secuencia recibidos secuencias de prueba inequívocas tales como patrones de prueba binarios para cada contacto de conexión conectado. Los patrones de prueba binarios se generan al menos en dos canales por cifrado, difusión de código o por medio de tablas de búsqueda en hardware y/o software.

30

Los números de secuencia pueden generarse por medio de un generador de números aleatorios como números pseudoaleatorios que se transmiten mediante un telegrama de envío a las unidades de detección, generándose a partir de los números pseudoaleatorios por medio de dos codificadores distintos patrones de prueba binarios para la prueba de los contactos de conexión del aparato de conexión en dos canales.

35 Con preferencia se envían de vuelta los patrones de prueba binarios adyacentes a una salida de los contactos de conexión de los elementos de conexión por medio de un telegrama de envío a la unidad de evaluación y en esta se evalúan en dos canales.

40 Con preferencia se efectúa a este respecto en la unidad de evaluación por medio de dos microprocesadores una evaluación en dos canales del telegrama de envío, procesando cada microprocesador toda la señal orientada a la seguridad.

Durante la evaluación de las señales recibidas se "descifran" los patrones de prueba binarios, comprobándose después de un descifrado si el resultado en contactos cerrados coincide con el número pseudoaleatorio original transmitido.

45 Cuando uno de los dos resultados no coincide con el número pseudoaleatorio transmitido o el patrón de prueba, es decir, también en caso de contacto de conexión abierto del elemento de conexión, esta señal se desconecta orientada hacia la seguridad.

De acuerdo con un modo de proceder preferente adicional se efectúa la detección y la transmisión de los estados de contacto del elemento de conexión por los trayectos de radio según el principio de circuito cerrado.

Con preferencia se usa para cada canal del elemento de conexión un patrón de prueba binario separado.

50 La señal al menos en dos canales determinada a partir de la prueba del elemento de conexión al menos en dos

canales representa una única información orientada a la seguridad, que se transmite en un canal hacia la unidad de evaluación. Esta información se forma con preferencia a partir de una suma de los patrones de prueba de cada canal.

5 Para generar una secuencia de datos que va a transmitirse se usan patrones de prueba seleccionados, de modo que la secuencia de datos da como resultado una señal codificada con una distancia mínima de Hamming de por ejemplo 6 o 12, que permite transmitir la señal orientada a la seguridad sin otros seguros de datos por radio.

10 La invención se refiere además a un sistema no reivindicado para la detección, transmisión y evaluación de señales orientadas a la seguridad, que comprende una unidad de detección con al menos un aparato de conexión en dos canales conectado o integrado, con contactos de conexión, representando las señales orientadas a la seguridad un estado tal como conductor o no conductor de uno de los contactos de conexión, un sistema de radio para la transmisión de las señales orientadas a la seguridad a una unidad de evaluación, en la que se evalúan con preferencia en dos canales las señales orientadas a la seguridad recibidas y se genera dado el caso una señal de salida para la liberación o desconexión de una acción peligrosa. El sistema se caracteriza por que la unidad de evaluación y/o la unidad de recepción presenta medios para generar una secuencia de prueba para cada uno de los contactos de conexión, de modo que los contactos de conexión están unidos por el lado de entrada en cada caso con una conexión, a la que se adyace una secuencia de prueba y por el lado de salida con entradas de una unidad de cálculo para la detección y transmisión de las secuencias de prueba a la unidad de evaluación.

20 Para especificar un número de secuencia, la unidad de evaluación presenta un generador de números pseudoaleatorios, pudiendo transmitirse el número de secuencia a través del sistema de radio a la unidad de detección y pudiendo generarse la secuencia de prueba en el medio para la generación de una secuencia de prueba a partir del número de secuencia.

25 Con preferencia están configurados los medios para generar un patrón de prueba como codificador de hardware y/o software o como tabla de búsqueda en hardware y/o software. A este respecto pueden estar configurados los codificadores de hardware y/o software en dos canales. La unidad de detección presenta un microprocesador, cuya salida está unida con la entrada del codificador en dos canales. Las salidas de los codificadores están unidas con contactos del elemento de conexión y las salidas de los contactos de conexión están unidas con entradas del microprocesador.

30 De acuerdo con otra forma de realización no reivindicada del sistema está previsto que la unidad de detección presente un microprocesador así como una lógica de hardware, estando implementada en el microprocesador una primera tabla de búsqueda y en la lógica de hardware una segunda tabla de búsqueda, estando unida una entrada en cada caso de las tablas de búsqueda con una salida del transceptor para suministrar los número de secuencia y estando unida en cada caso una salida de las tablas de búsqueda en cada caso con un contacto de conexión del aparato de conexión en dos canales tal como No Detención, estando unido un contacto de conexión, que está unido por el lado de entrada con la tabla de búsqueda del microprocesador y por el lado de salida con un bloque de lógica de la lógica de hardware y el contacto de conexión unido con la tabla de búsqueda por el lado de salida con un bloque de lógica integrado en el microprocesador, estando unidas salidas de los bloques de lógica con un sumador para la generación de una única señal (de una información), que puede transmitirse en un canal a la unidad de evaluación.

40 Mediante esta forma de realización pueden detectarse señales en varios canales, detectándose los canales individuales, es decir, contactos de conexión, independientemente entre sí con patrones de prueba binarios adecuados y combinándose los resultados de la manera más sencilla, por ejemplo mediante sucesión sencilla en el sumador de tal modo que se da como resultado una señal, que presenta una distancia de Hamming mínima adecuada para la transmisión segura a través de trayectos de radio.

El aparato de conexión está configurado con preferencia en dos canales y comprende dos contactos de conexión.

45 También está configurada la unidad de procesamiento en la unidad de evaluación en cada caso en dos canales, presentando cada canal una unidad de unidad de descifrado, con preferencia para cada contacto del aparato de conexión en dos canales.

50 De acuerdo con otra idea inventiva independiente, no reivindicada, la invención se refiere a un procedimiento para la detección, transmisión y evaluación de señales orientadas a la seguridad, representando las señales orientadas a la seguridad un estado tal como conductor o no conductor de al menos un contacto de conexión de un aparato de conexión y detectándose en dos canales y transmitiéndose a través de un sistema de radio a una unidad de evaluación y evaluándose las señales orientadas a la seguridad recibidas y generándose dado el caso una señal de salida para la liberación o para la desconexión de una acción peligrosa. Un procedimiento de este tipo se caracteriza por que la detección y/o procesamiento de la señal al menos en dos canales se efectúa en software y hardware, estando configurado un primer canal como software y un segundo canal como hardware.

Preferentemente, el canal de hardware está establecido en tecnología de programa fijo, tal como FPGA o PLD, mientras que el canal de software está realizado como programa de software en un microprocesador.

Para detectar errores en el hardware y/o software en la unidad de detección, esto puede ser comprobado a intervalos fijos por la unidad de evaluación.

- 5 Además está previsto que para comprobar el hardware y/o software se envíen números de secuencia especiales desde la unidad de evaluación a la unidad de detección y que con ello se simulen contactos de conexión abiertos en la unidad de detección.

En este sentido, la unidad de evaluación en referencia a la recepción de secuencias de prueba presenta una expectativa, de modo que pueden reconocerse errores de software y/o hardware en la unidad de detección.

- 10 De acuerdo con otra idea independiente, no reivindicada, de acuerdo con la invención, la invención se refiere a un sistema para la detección, transmisión y evaluación de señales orientadas a la seguridad con al menos una unidad de detección con certificado de seguridad, al menos una trayectoria de radio y al menos una unidad de procesamiento con certificado de seguridad, presentando la unidad de detección con certificado de seguridad al menos una entrada orientada a la seguridad, entradas/salidas operacionales así como una unidad de envío/recepción para la comunicación inalámbrica por trayectos de radio, y presentando la unidad de procesamiento con certificado de seguridad entradas/salidas orientadas a la seguridad y entradas/salidas operacionales. Un sistema de este tipo se caracteriza por que la unidad de detección con certificado de seguridad así como la unidad de procesamiento con certificado de seguridad presentan en cada caso una interfaz de datos universal.

- 20 De este modo se pone a disposición un ancho de banda ("túnel") fijo o también uno variable para la transmisión transparente de otros datos no relevantes para la seguridad. La interfaz de datos universal sirve para utilizar los canales de transmisión transparentes mediante otras aplicaciones.

Una entrada de la interfaz de datos universal está unida con una salida de un módulo específico del cliente, que pone a disposición por el lado de entrada una interfaz específica del cliente.

- 25 En una forma de realización preferente del sistema se proporciona a través de la interfaz de datos universal una salida y/o entrada analógica, tal como una salida/entrada analógica y/o una entrada/salida serial tal como RS232.

Con preferencia puede adaptarse la interfaz de datos universal a una respectiva aplicación específica del cliente en hardware y/o software. Con preferencia la interfaz de datos universal está unida a través de un módulo de seguridad de datos para datos de control con un multiplexor/demultiplexor, cuya salida está unida con un transceptor.

- 30 Un procedimiento se caracteriza por que el sistema con certificado de seguridad pone a disposición un ancho de banda fijado y/o uno variable para la transmisión transparente de datos no relevantes para la seguridad. Los datos se insertan y/o extraen con preferencia mediante multiplexado aguas arriba en hardware o mediante empaquetado y/o desempaquetado en/desde un protocolo de transmisión en software.

- 35 Detalles, ventajas y características adicionales de la invención no solo resultan de las reivindicaciones, las características a deducir de las mismas, por sí y/o en combinación, sino también de la siguiente descripción de las formas de realización preferidas a deducir del dibujo.

Muestran:

- La figura 1 una representación esquemática de dos unidades de detección configuradas como estaciones móviles que se comunican por radio con una unidad de evaluación configurada como estación base con transceptores separados,
- 40 La figura 2 una representación esquemática de una estación móvil que está acoplada por radio con varias unidades de transceptor que están conectadas con una estación base a través de un sistema de bus,
- La figura 3 los transceptores dispuestos en una estructura de anillo y conectados con la estación base según la figura 2,
- La figura 4 un diagrama de bloques del sistema de radio con la unidad de recepción y la unidad de evaluación,
- 45 La figura 5 un diagrama de bloques de la unidad de detección (estación móvil),
- La figura 6 un diagrama de bloques de la unidad de evaluación (estación base y transceptor),

La figura 7 un diagrama de bloques de un bloque lógico (estación móvil), y

La figura 8 un sistema para la transmisión de datos relevantes para la seguridad así como específicos de la aplicación a través de unidades de detección y procesamiento con certificado de seguridad.

5 La figura 1 muestra en una representación esquemática una primera forma de realización de un sistema SYS1 para detectar, transmitir y procesar señales S1...Sn orientadas a la seguridad. El sistema SYS1 comprende al menos dos unidades de detección EE1, EE2 preferiblemente móviles que están acopladas respectivamente a través de un trayecto de radio FS1, FS2 con una unidad de evaluación AE1 preferiblemente estacionaria. Los trayectos de radio FS1, FS2 forman parte de un sistema de radio FS.

10 Las unidades de detección EE1, EE2 comprenden respectivamente al menos un aparato de conexión SG1, SG2 como interruptores de aprobación, un aparato de mando de parada de emergencia y/o de detención de emergencia, un microcontrolador MCE1, MCE2 así como una unidad de emisión/recepción TRE1, TRE2 como un transceptor. La unidad de evaluación AE comprende al menos una unidad de emisión/recepción TRA1 como un transceptor, una unidad de procesamiento VE1 con un microcontrolador MCA así como puertos de entrada/salida IOA.

15 El sistema SYS1 orientado a la seguridad representado en la figura 1 permite la transmisión de radio de señales orientadas a la seguridad de varias unidades de detección EE1, EE2 y su conexión lógica en la unidad de evaluación AE1. A través de las unidades de detección EE1, EE2 se detectan señales orientadas a la seguridad al menos en dos canales y se envían respectivamente a través de un trayecto de radio FS1, FS2, correspondiendo cada trayecto de radio a un canal de radio, a la unidad de procesamiento VE1 configurada al menos en dos canales de la unidad de evaluación AE. En lugar de un sistema de radio con dos canales de radio (FDM, multiplexado por división de frecuencia) también se puede emplear TDM (multiplexado por división de tiempo) o CDM (multiplexado por división de código).

20 Las señales orientadas a la seguridad recibidas por radio se conectan lógicamente al menos en dos canales mediante a través de la unidad de procesamiento VE1 integrada en la unidad de evaluación AE1 mediante el microcontrolador MCA. Basándose en el resultado de la conexión lógica se pone entonces una señal de salida FGS para la liberación de una acción que conlleva peligro o se retoma la señal de liberación para detener la acción.

25 En el denominado principio de corriente de reposo, varias señales orientadas a la seguridad, por ejemplo estados de contactos de los aparatos de conexión SG1, SG2, que por ejemplo están configurados como interruptores de aprobación o como aparato de conexión de parada de emergencia/detención de emergencia, se detectan respectivamente por las unidades de detección EE1, EE2 al menos en dos canales y se transmiten de manera cíclica, por ejemplo cada 25 ms en el procedimiento de multiplexado a través de los trayectos de radio FS1, FS2 a la unidad de evaluación AE1.

30 El comportamiento de tiempo en la comunicación con las unidades de detección EE1, EE2 se predefine de acuerdo con la invención reivindicada mediante la unidad de evaluación AE1. Las unidades de detección EE1, EE2 se consultan de manera sucesiva utilizando una identificación unívoca ID1, ID2 por la unidad de evaluación AE1 (interrogación). La unidad de evaluación EE1, EE2 direccionada respectivamente responde a la consulta dentro de una ventana de tiempo predefinida de por ejemplo 2,5 ms +/- 0,5 ms.

35 La unidad de evaluación AE1 comprueba los datos o señales orientados a la seguridad recibidos y realiza una conexión lógica de las señales y/o las emite a través de la unidad de entrada/salida IO. La conexión lógica se realiza con respecto a la seguridad, es decir, la señal de salida (FGS) se apaga con respecto a la seguridad cuando por ejemplo falta una aprobación de un interruptor de aprobación o cuando se haya accionado un aparato de mando de parada de emergencia/detención de emergencia o cuando durante un periodo determinado no se reciba una respuesta de una o varias unidades de detección EE1, EE2.

En zonas de instalación/máquina críticas con respecto a la seguridad se emplean como unidades de detección por ejemplo interruptores de aprobación cuya activación es necesaria para iniciar un movimiento que conlleva peligro.

45 Al usar el interruptor de aprobación inalámbrico EE1, EE2, el accionamiento se puede realizar en la posición en la que se puede ver mejor el movimiento que conlleva peligro de la instalación o de la máquina.

Si ahora la zona, en la que se debe realizar el movimiento que conlleva peligro, no se puede ver completamente por parte de una persona, entonces dado el caso son necesarios varios observadores.

50 Mediante la invención anteriormente descrita se da la posibilidad de que solo tras la aprobación por parte de todos los observadores, por ejemplo mediante una conexión Y lógica, se libera el movimiento que conlleva peligro.

De acuerdo con la invención ahora es posible por primera vez transmitir varias señales orientadas a la seguridad a

través del único sistema de radio FS y conectar de manera adecuada con respecto a la lógica las señales orientadas a la seguridad.

5 La figura 2 muestra de forma meramente esquemática un sistema de radio SYS2 para la transmisión de señales orientadas a la seguridad desde una unidad de detección EE3 hasta una unidad de evaluación AE2, estando conectadas unidades de transceptor TRA1...TRAN a través de un sistema de bus BUS con la unidad de procesamiento VE2 (estación base) para la optimización flexible del ámbito de acción del sistema de radio orientado a la seguridad SYS2 y estando acopladas a su vez a través de trayectos de radio FS1, FS2... FSn con la al menos una unidad de recepción EE3.

10 En el sistema de radio SYS2 representado en la figura 2, una o varias unidades de detección EE3, que están configuradas como estaciones móviles, se comunican a través de trayectos de radio FS1, FS2...FSn con la unidad de evaluación AE2, comprendiendo la unidad de procesamiento VE2 instalada fijamente (estación base) así como unidades de transceptor TRA1...TRAN localmente separadas.

15 La iluminación de radio del sistema de radio SYS2 se adapta de manera flexible al entorno mediante las unidades de transceptor TRA1, TRA2...TRAN localmente separadas con respecto a la unidad de procesamiento VE2 (estación base).

20 La figura 3 muestra la conexión de las unidades de transceptor TRA1...TRAN a través del bus BUS configurado como bus de anillo a la unidad de procesamiento VE2 (estación base) de la unidad de evaluación AE2. Cada uno de los transceptores TRA1...TRAN comprende una antena ANT1, ANT2...ANTn así como respectivamente una entrada de bus BE1...BEn y una salida de bus BA1...BAn. Asimismo, la unidad de procesamiento (estación base) VE2 presenta una salida de datos DO así como una entrada de datos DI que están conectadas respectivamente con terminales del bus de anillo BUS. Para el suministro eléctrico de las unidades de transceptor, éstas están conectadas a través de una línea de suministro eléctrico EV con la unidad de procesamiento (estación base) VE2 o un suministro descentralizado.

25 Mediante los transceptores TRA1...TRAN localmente separados existe la posibilidad de preparar las señales de radio recibidas de modo que éstas se pueden retransmitir por mayores distancias a la unidad de procesamiento (estación base) VE2. En el bus de anillo BUS se puede encender en cascada cualquier número de transceptores TRA1...TRAN. El propio bus BUS puede estar configurado como bus óptico o eléctrico.

Está previsto que la unidad de procesamiento (estación base) se descargue por que solo se comunica con el transceptor TRA1...TRAN con la mayor calidad de emisión/recepción.

30 En primer lugar se describirá la recepción de un telegrama de recepción RxT mediante la unidad de evaluación AE2. Para ello está previsto que la unidad de procesamiento (estación base) VE2 envíe de manera cíclica por ejemplo cada 25 ms una trama (TOKEN) T, representada en la figura 3, al bus de anillo BUS. El token T pasa de manera sucesiva con un tiempo de propagación definido por todas las unidades de transceptor TRA1...TRAN. El token T representado en la figura 3 está configurado preferiblemente de modo que presenta un marcador FLAG, un número de marcador FNR, un contador de recepción RxCNT, un índice de calidad de recepción RxRSSI, una identificación de recepción RxID, datos de recepción Rx-DATA, una identificación de emisor TxID, datos de emisión Tx-DATA así como un marcador terminal FLAG.

Cuando el token T pasa de manera sucesiva por los transceptores TRA1...TRAN, cada unidad de transceptor incrementa el contador de recepción RxCNT en la cabecera.

40 Finalmente, el token T se procesa por cada unidad de transceptor TRA1...TRAN que haya recibido un telegrama de radio válido. La primera unidad de transceptor que haya recibido un telegrama de radio válido introduce los datos RxDATA recibidos en el token T. Además, se sustituyen el índice de calidad de recepción RxSSI y la identificación de recepción RxID, siempre que la calidad de recepción propia sea mayor que la calidad de recepción introducida. Por consiguiente, el token T, tras pasar por los transceptores TRA1...TRAx, recibe los datos recibidos de la unidad de transceptor que presentaba el mayor índice de calidad de recepción RxRSSI.

El envío de un telegrama se realiza mediante un único transceptor TRAx al introducir la unidad de procesamiento (estación base) VE2 en el campo de la identificación de emisor TxID la identificación de módulo RxID del transceptor con la mayor calidad de recepción del último token T recibido. El transceptor TRAx, cuya identificación ID está introducida en la identificación de módulo TxId, envía entonces el telegrama Tx-DATA.

50 Para conseguir una iluminación de radio óptima, la estructura de anillo del bus BUS se puede ampliar casi de cualquier manera. Asimismo, se puede realizar un suministro de tensión descentralizado para los transceptores TRA1...TRAN con un desacoplamiento galvánico completo. Los transceptores TRA1...TRAN se pueden operar en diferentes canales de radio, por ejemplo para: a) una transmisión redundante en dos canales de radio, b) varias

unidades de detección EE1...EE en una unidad de evaluación AE, c) actuadores/sensores adicionales en una unidad de evaluación AE y d) una transmisión bidireccional orientada a la seguridad entre dos unidades de evaluación AE1, AE2.

5 Mediante el uso de varios transceptores TRA1...TRAN se puede adaptar la iluminación de radio a las circunstancias locales. Para evitar pérdidas de amortiguación en la retransmisión de las señales de radio de alta frecuencia desde la unidad de procesamiento (estación base) VE2 hasta los transceptores TRA1...TRAN y viceversa, tal como se producen por ejemplo en una mera diversidad de antena, en el procedimiento descrito las señales de radio se preparan por los transceptores y se sustituyen en forma digital a través del sistema de bus BUS. El sistema es adecuado en particular para su uso en un entorno muy cargado con radiación electromagnética debido a la flexibilidad elevada.

La figura 4 muestra la estructura principal de un sistema de radio SYS3 para la transmisión de señales orientadas a la seguridad desde una unidad de detección EE3 a través de un trayecto de radio FS3 a una unidad de evaluación AE3.

15 Según una idea inventiva independiente, no reivindicada, el procedimiento descrito a continuación para la detección y transmisión de señales orientadas a la seguridad a través del trayecto de radio FS3 se caracteriza por que la unidad de detección EE3 (estación móvil) detecta las señales orientadas a la seguridad al menos en dos canales y las envía a la unidad de procesamiento (estación base) VE3 segura de al menos dos canales en la unidad de evaluación AE3. En la presente forma de realización, la unidad de procesamiento (estación base) VE3 está configurada en dos canales y comprende un primer canal A con un microordenador MCA3 y un segundo canal B con un microordenador MCB3. El microordenador MCA3 presenta un generador de números aleatorios PRNG para generar números pseudoaleatorios PRN. Además, los microcontroladores MCA3 y MCB3 comprenden respectivamente unidades DIVPRNA1, DIVPRNA2 así como DIVPRNB1, DIVPRNB2 para comprobar los números pseudoaleatorios PRN recibidos y liberar señales correspondientes SK1A, SK1B, SK2A así como SK2B de contactos asociados K1A, K1B; K2A, K2B que están conectados en la unidad de detección EE3 y se vigilan por la misma.

Los microcontroladores MCA3 y MCB3 están conectados a través de líneas L1, L2 entre sí para la comparación cruzada de datos.

Además, al menos uno de los dos microcontroladores MCA3, MCB3 está acoplado con una unidad de emisión/recepción como el transceptor TRAE3.

30 La unidad de detección EE3 comprende también un microcontrolador MCE3 para controlar la detección por ejemplo de dos elementos de conexión de dos canales K1, K2. Cada elemento de conexión K1, K2 presenta dos contactos de conexión K1A, K1B o K2A o K2B cuyos estados de contacto se introducen por lectura. Una salida del microcontrolador MCE3, en el que se encuentra el número pseudoaleatorio PRN recibido, está conectada respectivamente con una entrada de un codificador SCR1, SCR2. Una salida del codificador SCR1 está conectada con una entrada del primer contacto K1A del elemento de conexión K1 y con la entrada del primer contacto K2A del segundo elemento de conexión K2. Una salida del codificador SCR2 está conectada con la entrada del segundo contacto K1B del elemento de conexión K1 y con la entrada del segundo contacto K2B del elemento de conexión K2. Las respectivas salidas de los contactos K1A, K1B, K2A así como K2B están conectadas con entradas adicionales del microcontrolador MCE3. El microcontrolador MCE3 está acoplado a través del transceptor TREE3 con el trayecto de radio FS3.

45 A continuación se explica la función del sistema de radio SYS3. El generador de números aleatorios PRNG genera números pseudoaleatorios PRN que por ejemplo se introducen por el microcontrolador MCA3 en un telegrama de emisión TxT. En la unidad de recepción EE se conducen los números aleatorios PRN que llegan a través de dos codificadores SCR1, SCR2 diferentes, preferiblemente de hardware/software. En las salidas del codificador SCR1, SCR2 se encuentran patrones de bits o respectivamente secuencias de prueba como patrones de prueba binarios o secuencias de bits BF1, BF2 que se utilizan para la sometida a pruebas o consulta dinámica de los elementos de conexión de dos canales K1, K2 o de los contactos de conexión K1A, K1B, K2A, K2B. Las secuencias de bits conducidas a través de los contactos de conexión K1A, K1B, K2A, K2B se suministran al microcontrolador MC y se envían a través del transceptor TREE3 a la unidad de evaluación AE3. El telegrama de emisión RxT contiene las secuencias de bits de los contactos individuales.

55 Uno de los microcontroladores, por ejemplo MCB3, recibe el telegrama de emisión RxT y lo retransmite al microcontrolador MCA3 para realizar una comprobación paralela. Se realiza una evaluación de dos canales, evaluando cada microcontrolador MCA3, MCB3 contactos de conexión K1A, K1B, K2A, K2B de los elementos de contacto de dos canales K1, K2. En los descodificadores DESCR1, DESCR2 contenidos en los respectivos microcontroladores MCA, MCB se realiza una descodificación de las secuencias de bits BF1, BF2, después de lo cual se comprueba a continuación si el resultado, con el contacto de conexión cerrado K1A, K1B, K2A, K2B, coincide con el número aleatorio original PRN. Si uno de los dos resultados no coincide con el patrón de prueba, es

decir, el número aleatorio PRN, es decir, también con contactos de conexión abiertos del elemento de conexión, esta señal se apaga con respecto a la seguridad.

5 En un nivel de construcción opcional, el apagado con respecto a la seguridad se puede acoplar, en caso de contactos de conexión abiertos de un aparato de conexión, con el apagado simultáneo de otras señales orientadas a la seguridad y no orientadas a la seguridad transmitidas por el trayecto de radio.

El sistema SYS3 se basa en los siguientes planteamientos:

- El sistema no debe fallar de modo que conlleva un peligro, es decir, ningún contacto abierto se debe identificar como cerrado y
- 10 - para que un aparato de conexión abierto de dos canales se identifique como cerrado se deben cumplir los siguientes requisitos al mismo tiempo:
  - en el telegrama de emisión RxT se tienen que falsificar los datos de ambos contactos o canales K1A y K1B o K2A y K2B de un elemento de conexión K1 o K2 de modo que ambos coinciden con el número aleatorio original PRN según los descodificadores DESCR1, DESCR2
  - 15 - la probabilidad de ello depende de manera significativa de la longitud del número aleatorio PRN o de la secuencia de bits BF1/BF2. Mediante la elección adecuada de la longitud se puede conseguir la probabilidad de error restante (por ejemplo  $< 10^{-7}$ ) necesaria para la respectiva aplicación.
  - con un número aleatorio de 24 bits o secuencia de bits, que presenta una distancia Hamming de  $H_d = 12$ , la probabilidad de un fallo que conlleva un peligro por hora asciende por ejemplo aproximadamente a  $1,4 \times 10^{-10}$  con una supuesta tasa de errores de bits sobre el trayecto de radio de  $10^{-2}$  y un ciclo de telegrama de aproximadamente 25 ms.
  - 20

Asimismo, contactos de conexión suspendidos o adheridos del aparato de conexión de dos canales K1, K2 se detectarían de manera segura como muy tarde con el siguiente accionamiento.

25 Mediante el procedimiento anterior se abre la posibilidad de que las secuencias de bits BF1, BF2, que también se pueden denominar bits de comprobación, se elijan de manera adecuada de modo que se pueden utilizar directamente como patrones de prueba para detectar las señales y de modo que el resultado, es decir, las señales SK1A, SK1B, SK2A, SK2B generadas con ayuda de los patrones de prueba se pueden transmitir de manera segura sin un procesamiento posterior adicional a través del trayecto de radio FS3, es decir, respetando la tasa máxima de errores restantes exigida. Además, la selección del patrón de prueba BF1, BF2 utilizado se realiza de forma dinámica mediante la unidad de evaluación AE3, de modo que la unidad de detección EE se puede construir de la manera más sencilla y la evaluación necesaria y segura y en dos canales exclusivamente se realiza en la unidad de evaluación AE.

30

Tal como ya se explicó anteriormente, las secuencias de prueba o secuencias de bits BF1, BF2 se predefinen de forma dinámica a través del número aleatorio PRN por la unidad de evaluación AE3.

35 Para reducir el volumen de datos a transmitir, la unidad de evaluación AE3 transmite solo un número aleatorio PRN o número de secuencia, generando la unidad de detección EE3 a partir de ello secuencias de bits BF1, BF2 unívocas para cada contacto de conexión K1A, K1B, K2A, K2B conectado, es decir, al menos en dos canales. Las secuencias de bits BF1, BF2 para detectar las señales orientadas a la seguridad se generan al menos en dos canales mediante codificación, ensanchamiento de código o mediante tablas de consulta en hardware o software.

40 Tal como ya se explicó anteriormente, resulta ventajoso utilizar para cada canal K1A, K1B o K2A, K2B una secuencia de bits BF1, BF2 independiente para la detección de las señales al menos de dos canales.

Según una propuesta autoinventiva, está previsto que la señal al menos de dos canales, determinada a partir de la prueba, represente una única información que se transmite en un solo canal a la unidad de evaluación AE.

45 Este procedimiento se explicará mediante la figura 5. La figura 5 muestra el diagrama de bloques de una unidad de detección EE5. Para detectar los estados de contactos SA, SB de un aparato de conexión de dos canales así como una parada de emergencia, la unidad de detección EE5 está configurada en dos canales y comprende un canal A y un canal B. El canal A está realizado como microcontrolador MCE5 en el que está implementada una lógica LBA como software. El canal B está realizado como lógica de hardware HWL, preferiblemente como un módulo de lógica libremente programable como CPLD o FPGA. Además está previsto un transceptor TRX para acoplar el microcontrolador MCE5 al trayecto de radio FS. Mediante un número de secuencia SN transmitido por la unidad de evaluación AE1...AE3 a través del trayecto de radio FS se generan en las tablas de consulta LUTA, LUTB

50

secuencias de prueba como patrones de prueba binarios o patrones de bits BMA, BMB que se conducen a través de los contactos de conexión SA, SB. Con los patrones de prueba binarios BMA, BMB se comprueban los estados de contacto de los contactos de conexión SA, SB conectados.

5 Los patrones de bits BMA, BMB conducidos a través de los contactos de conexión SA, SB del elemento de conexión de parada de emergencia de dos canales recorren respectivamente un bloque de lógica LBA, LBB del otro canal, sustituyéndose la "capa continua 0", generada por un contacto abierto SA, SB o por ambos contactos abiertos SA, SB y no adecuada para la transmisión, por patrones de bits especiales IA, IB. Finalmente, los dos patrones de bits se juntan y se suman para formar una información o un patrón de bits BMC y se transmiten a través del transceptor y el trayecto de radio a la unidad de evaluación.

10 La figura 6 muestra un diagrama de bloques de la unidad de evaluación AE3. Ésta comprende el transceptor TRAE3 así como la unidad de procesamiento de dos canales VE3 que comprende el microcontrolador MCA3 (canal A) y el microcontrolador MCB3 (canal B). Una unidad de recepción del transceptor retransmite la información completa BMC a ambos microcontroladores MCA3, MCB3. Se realiza un procesamiento redundante incluyendo una comparación cruzada de los resultados. Tal como ya se mencionó anteriormente, los microcontroladores MCA3, 15 MCB3 de la unidad de evaluación AE3 están acoplados de manera cruzada entre sí a través de líneas L1, L2 para realizar la comparación cruzada de los resultados.

La figura 7 muestra un diagrama de bloques del bloque lógico LBA, LBB según la figura 5.

20 Los bloques lógicos LBA, LBB son idénticos con respecto a su estructura, de modo que a continuación se explica la estructura del bloque lógico LBA. Éste comprende, entre otras cosas, un registro de desplazamiento SRA para introducir por lectura el patrón de bits BMA; SAin que se ha conducido a través del contacto de conexión SB. En una salida paralela del registro de desplazamiento está conectado un bloque de prueba NOR para detectar una "capa continua 0" (contacto abierto) cuya salida está conectada a una lógica de combinación XOR, NOR para controlar los elementos de conexión S1 y S2. Los elementos de conexión S1 y S2 sustituyen a una "capa continua 0" introducida por lectura en función del otro canal (canal B, señal B0) por patrones de bits especiales (SAX, SAY).

25 En la lógica de combinación XOR, NOR se comprueba si todos los bits de ambos contactos de conexión SA, SB son iguales a "0". Si es así, entonces el patrón de bits BMA introducido por lectura se sustituye por el patrón de bits especial SAX.

30 Siempre que solo un contacto SA, SB se haya identificado como abierto, este estado se comunica a la unidad de evaluación AE mediante una transmisión de la información SAY (y de la información SBY del bloque de lógica LBB), por ejemplo un estado de error como "contacto está suspendido" o "fase de transición al accionar el aparato de conexión".

Si ambos contactos SA, SB están cerrados, entonces los patrones de prueba BMA, BMB que se han vuelto a leer se combinan mediante una conexión consecutiva en el sumador SUM para dar una información BMC que por ejemplo corresponde a la información "detención de emergencia/parada de emergencia no accionada".

35 La estructura de la unidad de detección EE5 representada en la figura 5 abre la posibilidad de realizar una detección y/o procesamiento en dos o varios canales de señales orientadas a la seguridad, que se caracteriza por que la detección y/o el procesamiento de una señal al menos de dos canales, por ejemplo los patrones de bits BMA BMB que parten de los contactos de conexión SA, SB, se realizan en software y hardware. Para ello está previsto que respectivamente un canal, por ejemplo el canal A como canal de software, está construido de forma realizada por el 40 microordenador MCE5, mientras que el canal B está construido como canal de hardware HWL como módulo lógico libremente programable como CPLD o FPGA.

45 Para descubrir errores en el hardware y/o software en la unidad de detección EE5, la unidad de evaluación AE envía adicionalmente en periodos establecidos números de secuencia de prueba SN a las que en las tablas de consulta LUTA, LUTB de la unidad de detección están asociados patrones de prueba especiales que simulan un contacto abierto (canal A o B) o dos contactos abiertos (canal A y B). Mediante la expectativa de la unidad de evaluación se pueden descubrir de este modo errores en los bloques lógicos LBA, LBB.

50 La invención se refiere además a un sistema SYS3 representado en la figura 8 para transmitir datos relevantes para la seguridad entre una unidad de detección EE4 y una unidad de evaluación AE4 a través de un trayecto de radio FS4. La unidad de evaluación AE4 comprende una unidad de procesamiento VE4 y un transceptor TRA4 localmente separado.

La unidad de detección EE4 configurada como estación móvil comprende un módulo certificado de una unidad de detección ZMEE, con una interfaz estándar SIEE, con entradas orientadas a la seguridad Sni, entradas operativas Bni, salidas operativas BnO así como una interfaz universal de datos UDIEE. Las entradas orientadas a la seguridad

5 SnI están conectadas con un multiplexador/desmultiplexador MUX a través de un módulo de protección de datos DSMS para datos orientados a la seguridad. Las entradas operativas BnI así como la interfaz para las salidas operativas BnO y la interfaz universal de datos UDIEE están conectadas con un módulo de protección de datos DSMC para datos de control. En el lado de la salida, el módulo de protección de datos para datos de control está conectado con una segunda entrada del multiplexador/desmultiplexador MUX. Una salida del multiplexador/desmultiplexador MUX está conectada con una unidad de emisión/recepción TRE5 a través de la que se pueden transmitir o recibir señales a través del trayecto de radio FS4 al transceptor TRA4.

10 La unidad de procesamiento VE4 comprende también un módulo certificado de una unidad de procesamiento ZMVE que en el lado de la salida presenta una interfaz estándar SIVE. Éste comprende entradas/salidas orientadas a la seguridad SnIO, entradas operativas BnI, salidas operativas BnO así como una interfaz universal de datos UDIVE. La interfaz SnIO está conectada a través de un módulo de protección de datos DSMC para datos orientados a la seguridad con un multiplexador/desmultiplexador MUX. Las interfaces BnI, BnO así como UDIVE están conectadas a través de un módulo de protección de datos DSMC para datos de control con una segunda entrada del multiplexador/desmultiplexador MUX cuya salida está conectada con el transceptor TR4 para enviar y/o recibir datos.

15 Los módulos certificados ZMEE así como ZMVE se caracterizan con respecto al estado de la técnica por que además de las entradas orientadas a la seguridad SnI, salidas orientadas a la seguridad SnO y entradas y salidas operativas BnI, BnO habituales presentan las interfaces universales de datos UDIEE y UDIVE. Según el estado de la técnica no era posible procesar, mediante un módulo certificado, datos específicos del cliente como datos de entrada/salida digitales o analógicos o datos en serie.

20 De acuerdo con la invención está previsto que el módulo certificado ZMEE, ZMVE proporcione la interfaz universal de datos UDIEE, UDIVE para la transmisión de datos específicos del cliente, no relevantes para la seguridad.

25 Además, está previsto que la interfaz estándar SIEE, SIVE esté conectada con un módulo específico del cliente KSMEE, KSMVE, que en el lado de la salida proporciona una interfaz específica del cliente KSIEE, KSIVE. Además de las entradas y salidas orientadas a la seguridad S1I, S1O o entradas y salidas operativas B1I, B2I, B1O, B2O están disponibles de acuerdo con la invención asimismo salidas analógicas AO como una salida de tensión analógica o interfaces en serie SI como por ejemplo RS232, que entonces se procesan a través de la interfaz universal de datos UDIEE, UDIVE de la unidad certificada ZMEE/ZM.

30 La interfaz estándar SIVE de la unidad de detección certificada ZVE está conectada en el lado de la salida con el módulo específico del cliente KSMVE y cuya salida está disponible la interfaz específica del cliente KSI. Esta última proporciona en particular salidas orientadas a la seguridad S1O, S2O así como entradas y salidas operativas B1O, B2O y B1I. Asimismo, se pueden proporcionar salidas analógicas AO como una salida de tensión analógica así como una interfaz en serie SI como por ejemplo RS232.

35 El sistema SYS3 posibilita por tanto la transmisión flexible también de datos específicos de la aplicación a través de módulos con certificado de seguridad. Mediante el módulo específico del cliente KSMEE, KSMVE en conexión con la interfaz universal de datos UDIEE, UDIVE que respectivamente está integrada en los módulos certificados ZMEE, ZMVE se proporciona un ancho de banda establecido o también variable (túnel) para la transmisión transparente de datos no relevantes para la seguridad.

40 La interfaz universal de datos UDIEE, UDIVE se puede adaptar a una respectiva aplicación tanto con respecto al hardware como con respecto al software. Sin embargo, las modificaciones no influyen en la parte con certificado de seguridad del sistema.

Según una forma de realización preferida, los datos de la interfaz universal de datos UDI se introducen o se extraen mediante un multiplexado conectado aguas arriba de los multiplexadores/desmultiplexadores MUX en el hardware o mediante un desempaquetado a partir de un protocolo de transmisión en software.

45 De acuerdo con la invención se proporcionan unidades de detección certificadas o unidades de procesamiento certificadas ZMEE, ZMVE que de forma convencional presentan la interfaz universal de datos UDIEE, UDIVE que mediante grupos constructivos de hardware y/o software, como por ejemplo los módulos específicos del cliente KSMEE, KSMVE, se pueden adaptar a las aplicaciones más diversas.

50 A la hora de certificar los módulos ZMEE, ZMVE con funciones orientadas a la seguridad se supone que se puede producir cada posible estado de error en la interfaz universal de datos UDI, de modo que se puede excluir una influencia en las funciones orientadas a la seguridad mediante la conexión de elementos de conexión adicionales específicos del cliente KSMEE, KSMVE para la adaptación y el uso de la interfaz universal de datos UDI.

Por tanto, no es necesaria una nueva certificación en ampliaciones/modificaciones específicas del cliente en la interfaz universal UDI.

Medidas para el control de errores:

5 Básicamente, la función de seguridad se realiza en la estación base. En la estación móvil están implementadas medidas adicionales para la detección y la transmisión de estados especiales. Estas medidas (bloques lógicos y/o rutinas de software) existen en dos canales y se comprueban de manera cíclica por la unidad de evaluación (estación base).

– Errores de bits en el trayecto de radio:

La estación base se apaga con respecto a la seguridad cuando la palabra de código recibida no corresponde al código de ensanchamiento/codificación de la secuencia predefinida. Todos los códigos utilizados tienen una distancia Hamming mínima de  $H_d = 12$  entre sí. Según la norma GS-ET-26 se da por tanto:

10	Probabilidad de errores restantes (Gauss)	$R(p)$	$=2,42E-18$
	Tasa peligrosa de fallos por hora	AU	$=1,3936E-10$

Con ello, se cumplen los requisitos con respecto a la probabilidad de errores restantes para el nivel de rendimiento e según la norma DIN EN ISO 13849-1.

- Errores en el sentido de que no se abre un contacto:

15 El contacto abierto "sustituye" el patrón de prueba de 12 bits por ceros. A través del contacto cerrado se vuelve a leer el segundo patrón de prueba. Al juntar las dos partes de palabra de código introducidas por lectura, se generaría una palabra de código no válida, es decir, una palabra de código con  $H_d < 12$ . En la unidad de detección (estación móvil) se sustituye por tanto la "palabra de código no válida " por una palabra de código especial ("1 contacto abierto/ 1 contacto cerrado") con  $H_d = 12$ . La estación base se apaga con respecto a la seguridad al recibir esta

20 palabra de código.

– Errores en los bloques lógicos de la unidad de detección:

25 La estación base envía, en intervalos de tiempo establecidos, números de secuencia de prueba que desencadenan la simulación de uno o dos contactos abiertos. La simulación se realiza por que como patrón de prueba de uno o ambos canales se selecciona una "capa continua 0". Con ello, mediante la expectativa de la estación base se pueden descubrir de manera fiable errores en los bloques lógicos de la estación móvil.

– Cortocircuito entre salidas y entradas de las clavijas con respecto a los contactos:

Dado que la emisión de los patrones de prueba y la introducción por lectura de los patrones de bits conducidos a través de los contactos se realizan a través de elementos separados (CPLD y  $\mu C$ ), se pueden excluir cortocircuitos no detectados entre la entrada y la salida de un elemento en el análisis de errores.

30

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la detección, transmisión y evaluación de al menos una señal orientada a la seguridad (S1...Sn), detectándose la al menos una señal orientada a la seguridad (S1...Sn) con al menos una unidad de detección (EE1...EEn) y enviándose a través de una conexión de datos (FS) a al menos una unidad de evaluación (AE1...AE4) y captándose independientemente entre sí para la liberación de una máquina al menos dos señales orientadas a la seguridad (S1, S2) por unidades de detección (EE1...EEn) móviles, separadas espacialmente, y enviándose a través de la conexión de datos (FS) a la unidad de evaluación (AE1...AE4),
- 5 **caracterizado**
- 10 **por que** las al menos dos unidades de detección (EE1, EE2, EE3) presentan en cada caso un interruptor de aprobación, cuya activación se requiere para la introducción de un movimiento peligroso de la máquina liberada,
- por que** se captan estados en forma de conductor o no conductor de contactos (S1, SB, K1A, K1B; K2A, K2B) del interruptor de aprobación al menos en dos canales y se transmiten por las unidades de detección (EE1, EE2, EE3) cíclicamente a la unidad de evaluación (AE1...AE4) por medio de un sistema de radio (FS) y se reciben por al menos
- 15 un transceptor (TRA1),
- por que** un comportamiento de tiempo de la transmisión de señal se predefine por la unidad de evaluación (AE1...AE4), consultándose las unidades de detección (EE1...EEn) una detrás de otra con el uso de una identificación inequívoca por la unidad de evaluación (AE1...AE4) si estas responden dentro de una ventana de tiempo predefinida y
- 20 **por que** las señales orientadas a la seguridad (S1...Sn) recibidas por el al menos un transceptor (TRA1) dentro de la respectiva ventana de tiempo se operan por Y lógicamente por medio de una unidad de lógica (LE) en la unidad de evaluación (AE1, AE2, AE3) al menos en dos canales, de modo que solo con la activación simultánea de los al menos dos interruptores de aprobación se genera una señal de salida (FRS) para liberar el movimiento peligroso de la máquina.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las señales orientadas a la seguridad (S1...Sn) se transmiten en el procedimiento de multiplexado de frecuencia, código y/o tiempo a través del sistema de radio (FS).
- 30 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado solo por que** las señales orientadas a la seguridad (S1...Sn) se transmiten a través del único sistema de radio (FS), estando asociado a cada unidad de detección (EE1...EEn) un canal de radio (FS1...FSn) (FDM, *Frequency Division Multiplexing*, multiplexado de división por frecuencia), una ranura de tiempo (TDM, *Time Division Multiplexing*, multiplexado de división de tiempo) o un código de ensanchamiento (CDM, *Code Division Multiplex*, multiplexado por división de código).
- 35 4. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los estados de los contactos se transmiten con preferencia cada 25 ms en el procedimiento de multiplexado a la unidad de evaluación (AE1 ...AE4).
5. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la ventana de tiempo se sitúa en el intervalo de con preferencia 2,5 ms.
- 40 6. Sistema para la detección, transmisión y evaluación de al menos una señal orientada a la seguridad (S1...Sn), que comprende al menos una unidad de detección (EE1...EEn) para la detección y el envío de la al menos una señal orientada a la seguridad (S1...Sn) a través de una conexión de datos (FS) a una unidad de evaluación (AE1...AE4), presentando el sistema al menos dos unidades de detección (EE1...EEn) móviles, separadas espacialmente, con las que puede generarse en cada caso independientemente una señal orientada a la seguridad (S1...Sn) para la liberación de una máquina peligrosa, pudiendo transmitirse las señales orientadas a la seguridad (S1...Sn) a través de una conexión de datos (FS1) a la unidad de evaluación (AE1...AE4),
- 45 **caracterizado**
- por que** las al menos dos unidades de detección presentan en cada caso un interruptor de aprobación, cuya activación se requiere para la introducción de una acción peligrosa en forma de un movimiento de la máquina,
- por que** las unidades de detección están configuradas para detectar estados en forma de conductor o no conductor de contactos (S1, SB, K1A, K1B; K2A, K2B) del interruptor de aprobación al menos en dos canales y transmitir cíclicamente a la unidad de evaluación (AE1...AE4) por medio de un sistema de radio (FS) a al menos un transceptor
- 50 (TRA1),
- por que** la unidad de evaluación (AE1...AE4) está configurada para predefinir un comportamiento de tiempo de la transmisión de señal y consultar las unidades de detección (EE1...EEn) una tras otra con el uso de una identificación inequívoca si estas responden en una ventana de tiempo predefinida y
- por que** la unidad de evaluación (AE1...AE4) presenta una unidad de lógica (LE) con al menos una operación Y de dos canales, que está configurado para llevar a cabo una operación lógica de las señales orientadas a la seguridad (S1...Sn) recibidas por las unidades de detección (EE1...EEn) móviles, separadas espacialmente, dentro de la respectiva ventana de tiempo, para generar una señal de salida (FRS) para liberar el movimiento peligroso de la máquina después de la aprobación de todos los observadores.
- 55

7. Sistema según la reivindicación 6, **caracterizado por que** la unidad de procesamiento (VE1...VE4) está realizada como microprocesador.

5 8. Sistema según al menos una de las reivindicaciones anteriores 6 o 7, **caracterizado por que** las unidades de detección (EE1...EE<sub>n</sub>) comprenden al menos el interruptor de aprobación (SG1...SG<sub>n</sub>) conectado o integrado, una unidad de cálculo (MC) tal como microprocesador así como una unidad de envío/recepción tal como transceptor (TRE).

10 9. Sistema según al menos una de las reivindicaciones anteriores 6 a 8, **caracterizado por que** la unidad de evaluación (AE1...AE4) presenta la unidad de procesamiento (VE1...VE4) con preferencia estacionaria (estación base) con unidad de cálculo (MC) y unidad de entrada/salida (IO) así como una o varias unidades de envío/recepción distribuidas tal como transceptor (TRA1...TRAn).

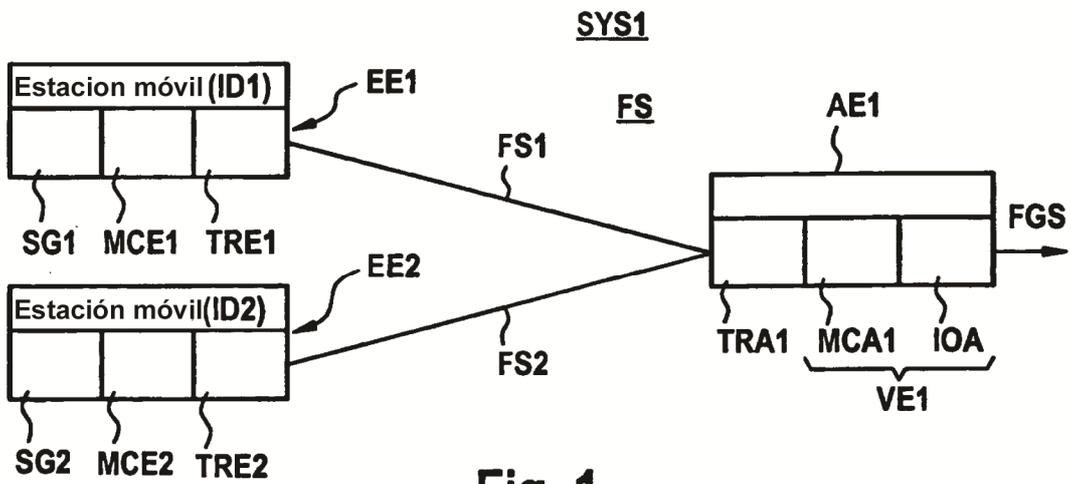


Fig. 1

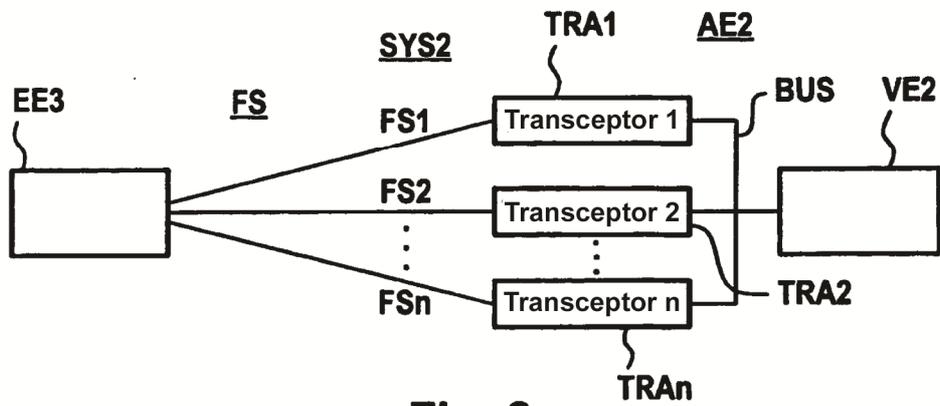


Fig. 2

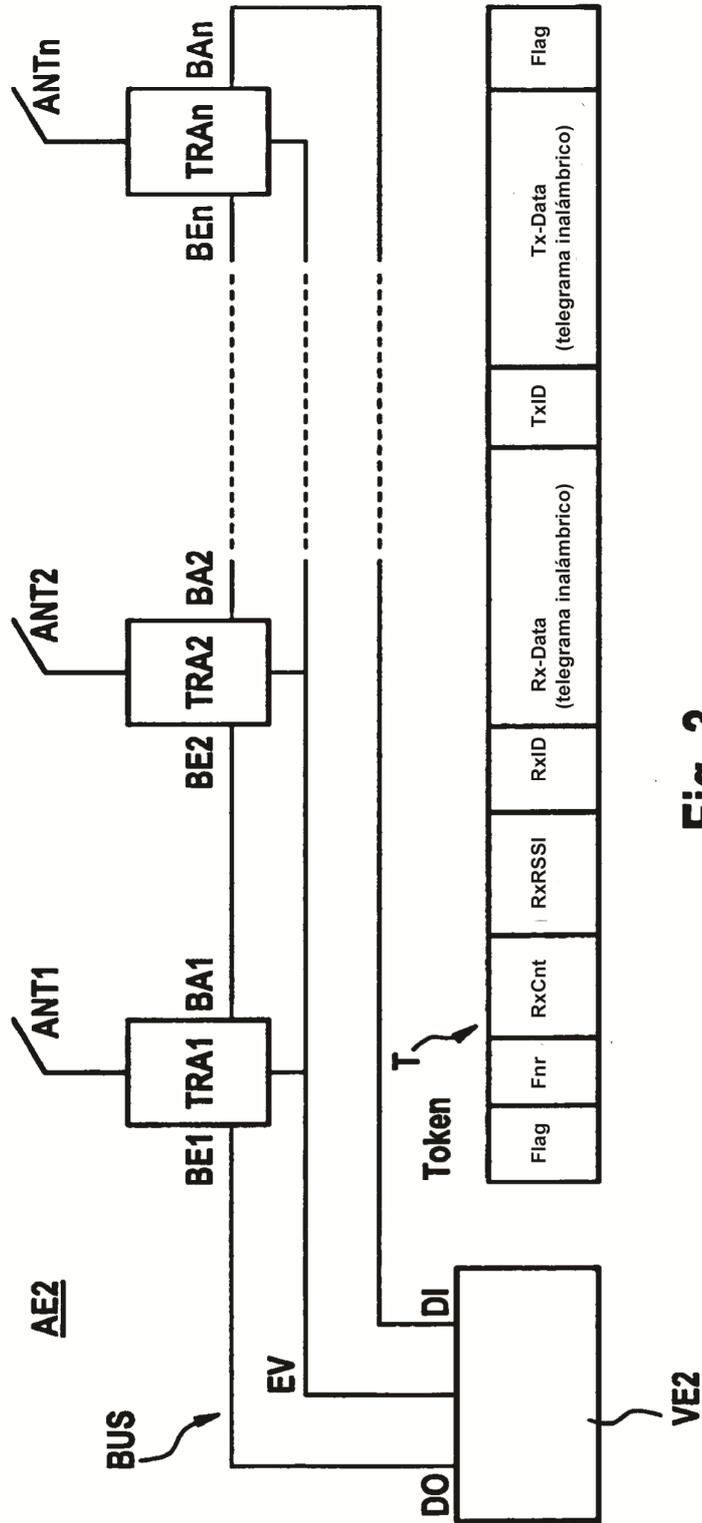


Fig. 3



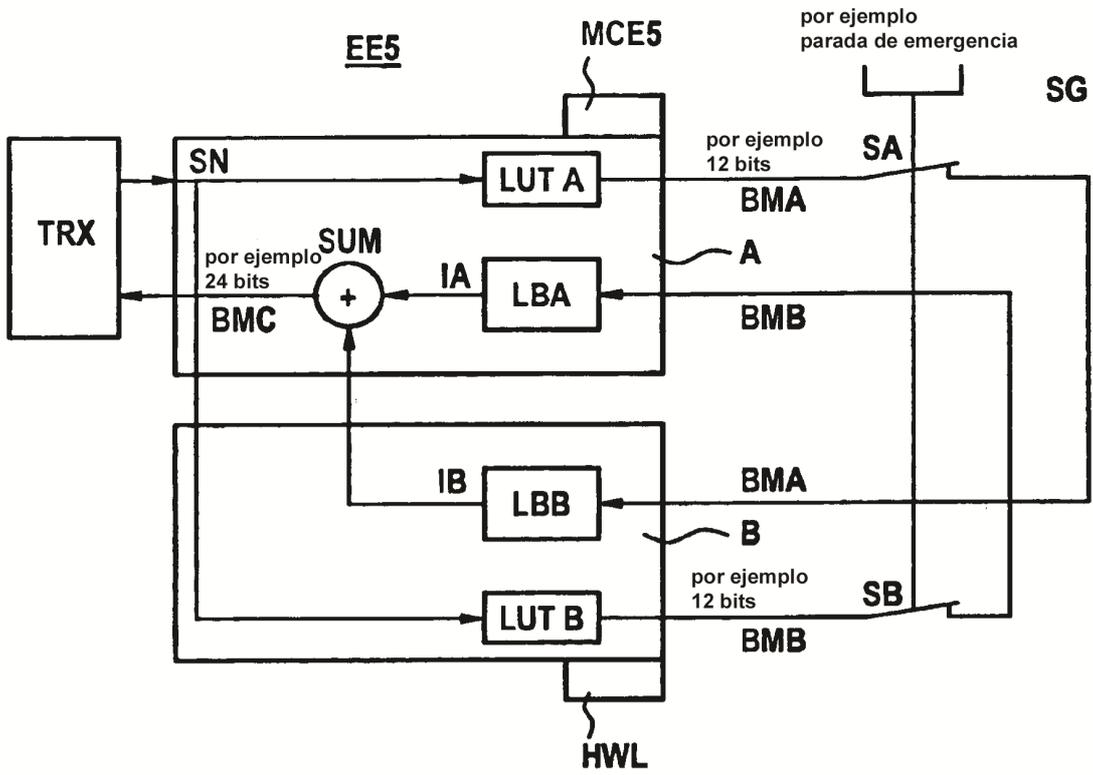


Fig. 5

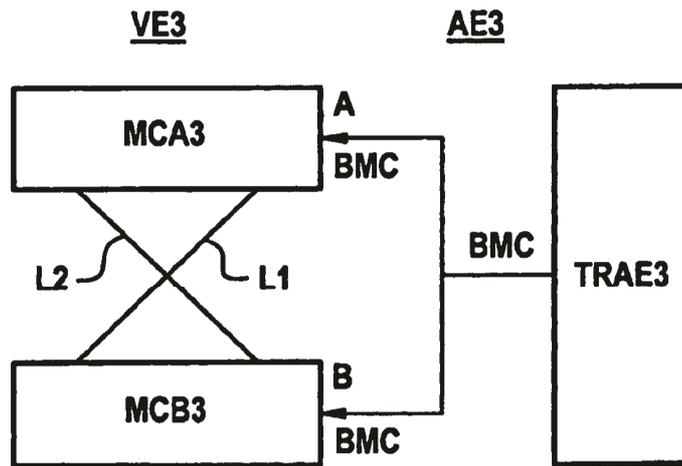


Fig. 6

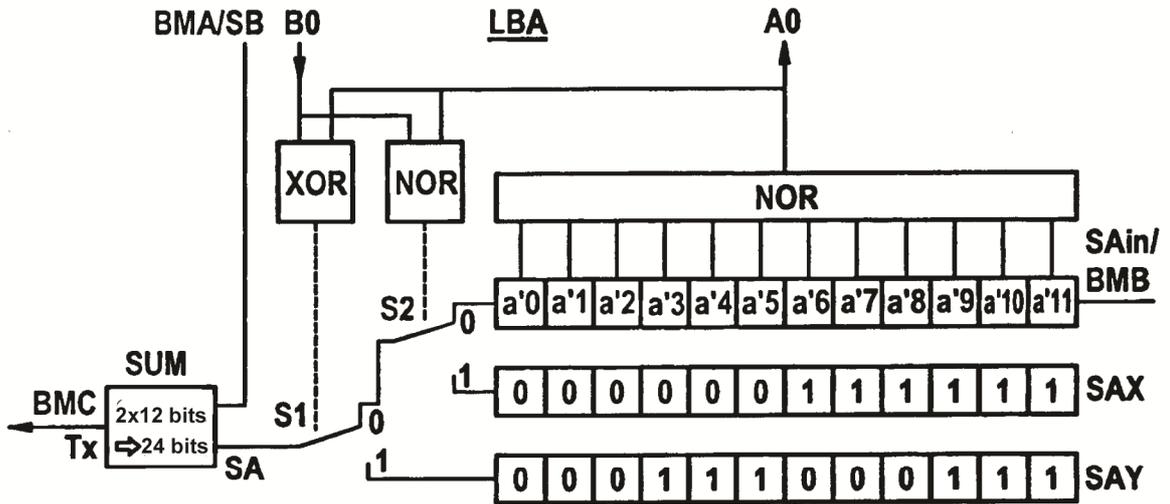


Fig. 7

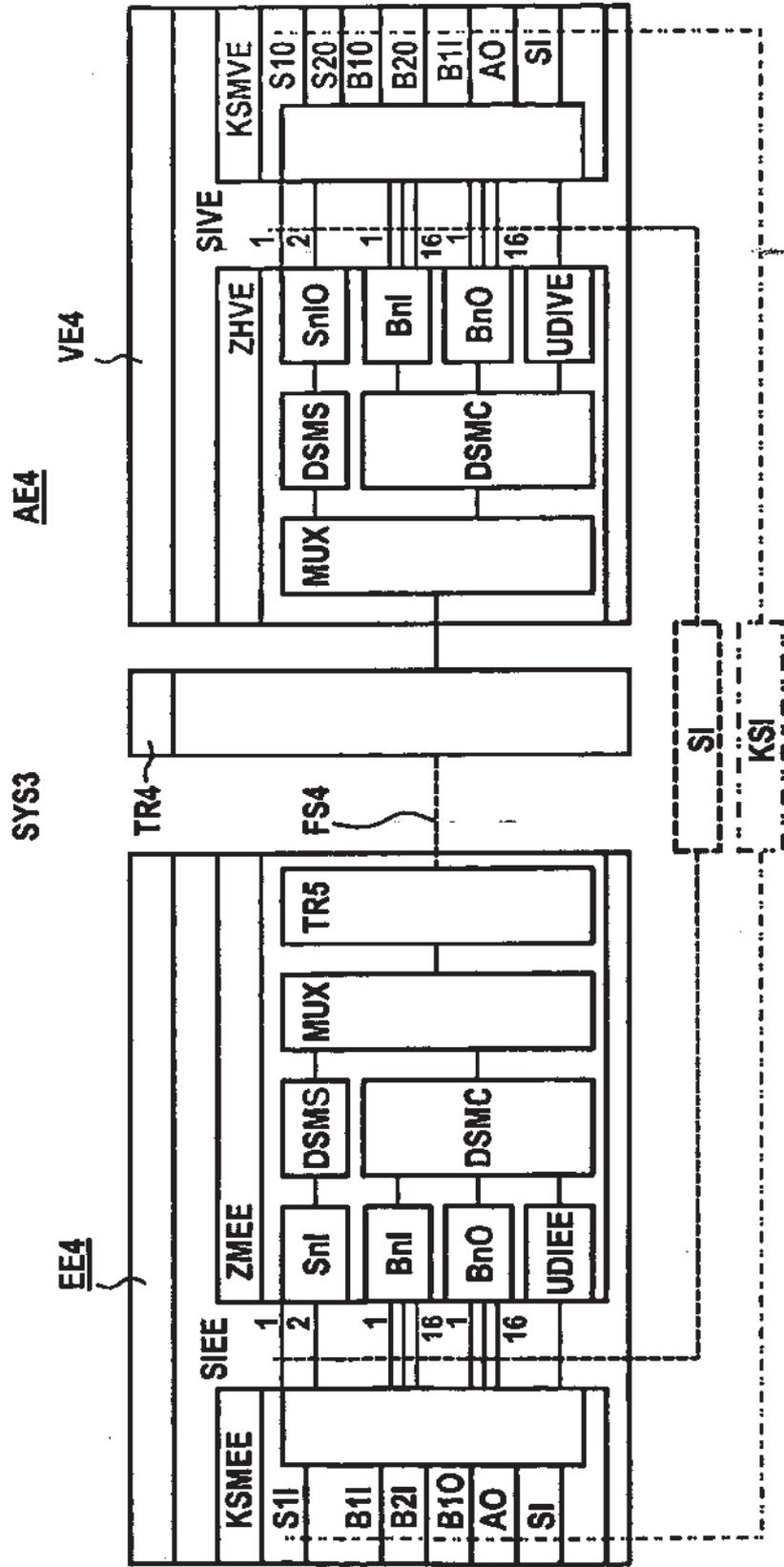


Fig. 8