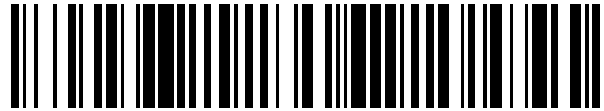


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 461 598**

51 Int. Cl.:

H04L 1/22 (2006.01)

H04L 1/06 (2006.01)

H04L 1/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2010 E 10730448 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2014 EP 2452456**

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:

20.05.2014

73 Titular/es:

**K. A. SCHMERSAL GMBH & CO. KG (100.0%)
Möddinghofe 30
42279 Wuppertal , DE**

72 Inventor/es:

**HOTZ, STEPHAN;
KOCH, JÖRG y
SCHLOTZHAUER, BJÖRN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 461 598 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 un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Un procedimiento del tipo mencionado al inicio se describe en el documento DE-A-199 20 299. En el procedimiento conocido 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.

10 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.

15 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.

20 En el artículo "*Aktiver Personenschutz*", *Elektroautomation*, tomo 2006/006, 10 de julio de 2002, también se describe un procedimiento para la detección, transmisión y evaluación de al menos una señal orientada a la seguridad, estando presente la señal orientada a la seguridad en forma de una señal generada por un interruptor de aprobación y detectándose con al menos una unidad de detección en forma de un aparato de control o de programación. La señal se envía a través de una conexión de datos a al menos una unidad de evaluación en forma del interruptor de aprobación de tres niveles.

25 En Cavaliere S. *et al.*: "*Fault tolerance in Interbus-S Standard*", *Computer Standards and Interfaces*, Elsevier Sequoia, Lausanne, CH, tomo 23, n° 3, 1 de julio de 2001, páginas 223-235, se da a conocer que para la transmisión de datos de esclavos a un maestro, un paquete se envía de manera cíclica a través de un anillo y que los esclavos introducen sus datos en la trama.

Además, en Schweinzer H. *et al.*: "*Shared Data on interbus*", *Internet Citation*, 1999, XP002269738, se propone que en un sistema de transmisión Interbus, un módulo de datos compartidos pueda reemplazar los datos de otro módulo.

35 Partiendo de esto, la presente invención se basa en el objetivo de proporcionar un procedimiento para la transmisión de datos entre unidades de transceptor y una unidad de procesamiento.

40 El objetivo se soluciona según la invención mediante un procedimiento según la reivindicación 1, recibándose la señal orientada a la seguridad emitida por la al menos una unidad de detección a través de unidades de transceptor dispuestas de manera localmente distribuidas, estando las unidades de transceptor conectadas a través de un sistema de bus con una unidad de procesamiento (estación base) de la unidad de evaluación, que se caracteriza por que la unidad de procesamiento (estación base) envía de manera cíclica preferiblemente cada 25 ms un telegrama en forma de una trama al bus de anillo y por que la trama se procesa por cada unidad de transceptor que haya recibido un telegrama de radio válido, introduciendo una primera unidad de transceptor los datos recibidos en la trama y substituyéndose de una unidad de transceptor adicional un valor RSSI (u otro índice de calidad) y/o una identificación de receptor, siempre que la calidad de recepción propia sea mayor que la calidad de recepción introducida.

Según la invención están previstas varias unidades de transceptor localmente distribuidas, procesándose la trama por cada unidad de transceptor que haya recibido un telegrama de radio válido, introduciendo una primera unidad de transceptor los datos recibidos en la trama y/o substituyéndose un valor RSSI y/o una identificación de receptor, siempre que la calidad de recepción propia sea mayor que la calidad de recepción introducida.

50 Para optimizar de manera flexible el ámbito de acción del trayecto de transmisión de radio orientado a la seguridad está previsto 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.

- 5 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).

- 10 Para aumentar adicionalmente la calidad de transmisión, se determina la calidad de emisión/recepción de una unidad de transceptor, con la consecuencia de que sólo 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.

- 15 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.

- 20 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.

- 25 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.

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.

- 30 Para conseguir una iluminación de radio óptima, el sistema presenta 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.

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

- 40 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.

La presente invención se basa en el objetivo adicional de perfeccionar un procedimiento y un sistema del tipo mencionado al inicio de modo que se simplifique la detección de señales orientadas a la seguridad y se mejore la transmisión de las mismas a través de un trayecto de radio propenso a errores.

- 45 Está previsto que la transmisión de las señales orientadas a la seguridad se realice mediante técnica de radio, realizándose la transmisión con la técnica de multiplexado por división de frecuencia, de código y/o de tiempo. A este respecto, la transmisión de las señales orientadas a la seguridad se realiza a través de un único sistema de radio o a través de un único trayecto de radio, estando asignado a cada unidad de detección un canal de radio (FDM, *Frequency Division Multiplexing* (multiplexado por división de frecuencia)), una ranura de tiempo (TDM, *Time Division Multiplexing*, (multiplexado por división de tiempo)) o un código de ensanchamiento (CDM, *Code Division Multiplex*, (multiplexado por división de código)).
- 50

Detalles, ventajas y características adicionales de la invención no sólo 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:

- 5 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,
- 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,
- 10 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,
- 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),
- 15 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.

20 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.

25 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.

30 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).

35

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.

40 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

45 unidad de evaluación AE1.

El comportamiento de tiempo en la comunicación con las unidades de detección EE1, EE2 se predefine 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.

5 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.

10 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.

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.

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

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.

20 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... FS_n con la al menos una unidad de recepción EE3.

25 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...FS_n 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.

30 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).

35 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...ANT_n así como respectivamente una entrada de bus BE1...BE_n y una salida de bus BA1...BA_n. 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.

40 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.

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

50 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.

5 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
10 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.

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

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
25 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
30 AE3.

Según una idea independiente, 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
35 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.

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

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.
50

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.

5 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.

15 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.

25 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
- 30 - 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
 - 35 - 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.
 - 40

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.

45 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.

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.

5 Para reducir el volumen de datos a transmitir, la unidad de evaluación AE3 transmite sólo 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.

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.

10 Según una propuesta, 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.

15 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 20 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.

25 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.

30 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, MCB3 de la unidad de evaluación AE3 están acoplados de manera cruzada entre sí a través de líneas L1, L2 para 35 realizar la comparación cruzada de los resultados.

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

40 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).

45 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.

50 Siempre que sólo 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".

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 microordenador MCE5, mientras que el canal B está construido como canal de hardware HWL como módulo lógico libremente programable como CPLD o FPGA.

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.

Un ejemplo 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 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.

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.

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 SniO 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.

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.

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 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.

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 en 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.

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.

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.

- 5 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.

10 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.

15 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:

20 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:

25 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:

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

30 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:

35 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 palabra de código.

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

40 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:

45 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 μC), se pueden excluir cortocircuitos no detectados entre la entrada y la salida de un elemento en el análisis de errores.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la detección, transmisión y evaluación de al menos una señal orientada a la seguridad (S1...Sn), detectándose la señal orientada a la seguridad (S1...Sn) con al menos una unidad de detección (EE1...EE_n) y transmitiéndose a través de un sistema de radio (FS) a al menos una unidad de evaluación (AE2),
 5 **caracterizado por que** la señal orientada a la seguridad (S1...Sn) emitida por la al menos una unidad de detección (EE1...EE_n) se recibe a través de unidades de transceptor (TRA1...TRAn) dispuestas de manera localmente distribuida, estando las unidades de transceptor conectadas a través de un sistema de bus (BUS) con una unidad de procesamiento (VE2) (estación base) de la unidad de evaluación (AE2), por que la unidad de procesamiento (VE2) (estación base) envía de manera cíclica, preferiblemente cada 25 ms, un telegrama en forma de una trama (TOKEN)
 10 al bus de anillo (BUS) y por que la trama (TOKEN) se procesa por cada unidad de transceptor (TRA1...TRAn) que haya recibido un telegrama de radio válido, introduciendo una primera unidad de transceptor (TRA) de este tipo los datos recibidos así como un valor RSSI u otro índice de calidad en la trama (TOKEN) y sustituyéndose de cada unidad de transceptor (TRA) de este tipo el índice de calidad y opcionalmente una identificación de receptor (RXID), siempre que la calidad de recepción propia es mayor que la calidad de recepción introducida.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las unidades de transceptor (TRA1...TRAn) dispuestas de manera localmente distribuida preparan las señales de radio recibidas y las transmiten en forma digital a través del sistema de bus (BUS) a la unidad de procesamiento (VE2) (estación base).
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** se determina una calidad de emisión/recepción para cada una de las unidades de transceptor (TRA1...TRAn) y por que para la transmisión de
 20 radio a la unidad de procesamiento (VE2) sólo se utiliza la unidad de transceptor (TRA1...TRAn) con la mayor calidad de recepción/emisión.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la trama (TOKEN) pasa de manera sucesiva con un tiempo de propagación definido por todas las unidades de transceptor (TRA1...TRAn).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** cada unidad de transceptor
 25 (TRA1...TRAn) incrementa un contador implementado en la cabecera de la trama (TOKEN).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** un envío de un telegrama mediante una unidad de transceptor (TRA1...TRAn) se realiza de modo que la unidad de procesamiento (VE2) (estación base) introduce en un campo de identificación de emisor (TXID) de la trama (TOKEN) la identificación de receptor (RXID) de la unidad de transceptor con la mayor calidad de recepción de la última trama (TOKEN) y la
 30 unidad de transceptor, cuya identificación (ID) está introducida en el campo de identificación de emisor (TXID), envía el telegrama de emisión (TXT).

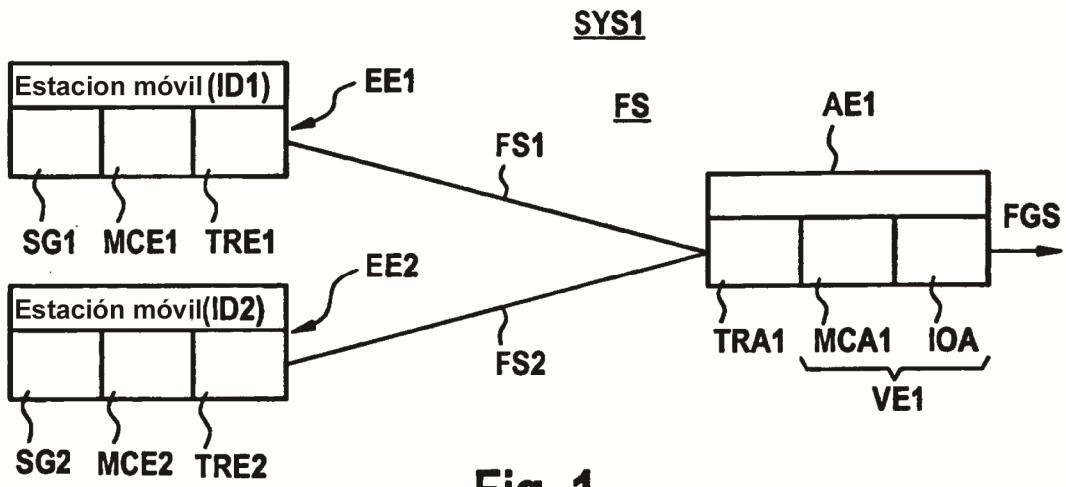


Fig. 1

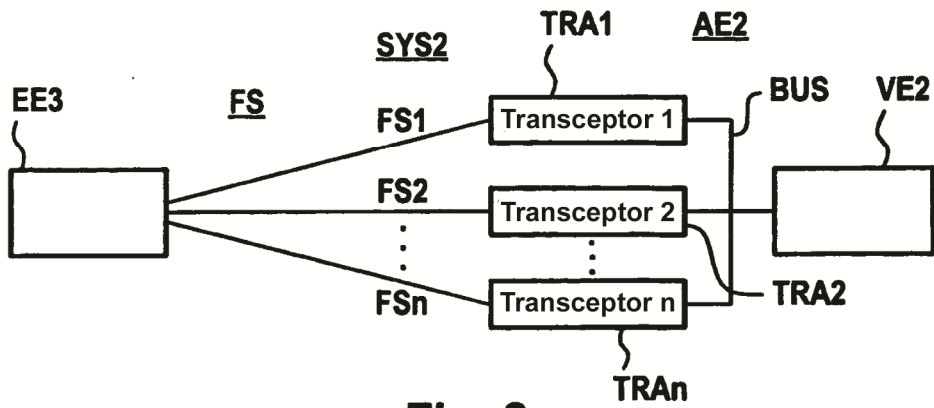


Fig. 2

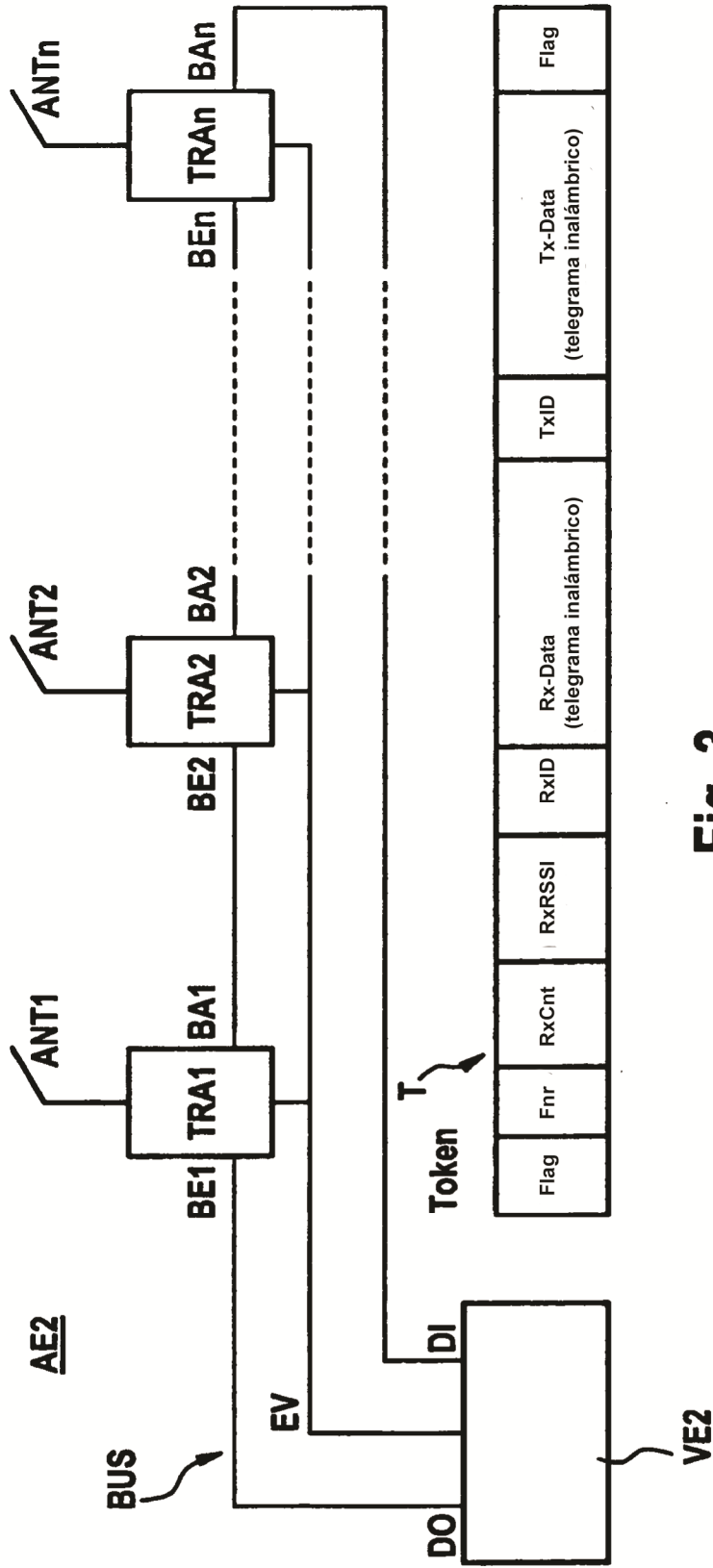


Fig. 3

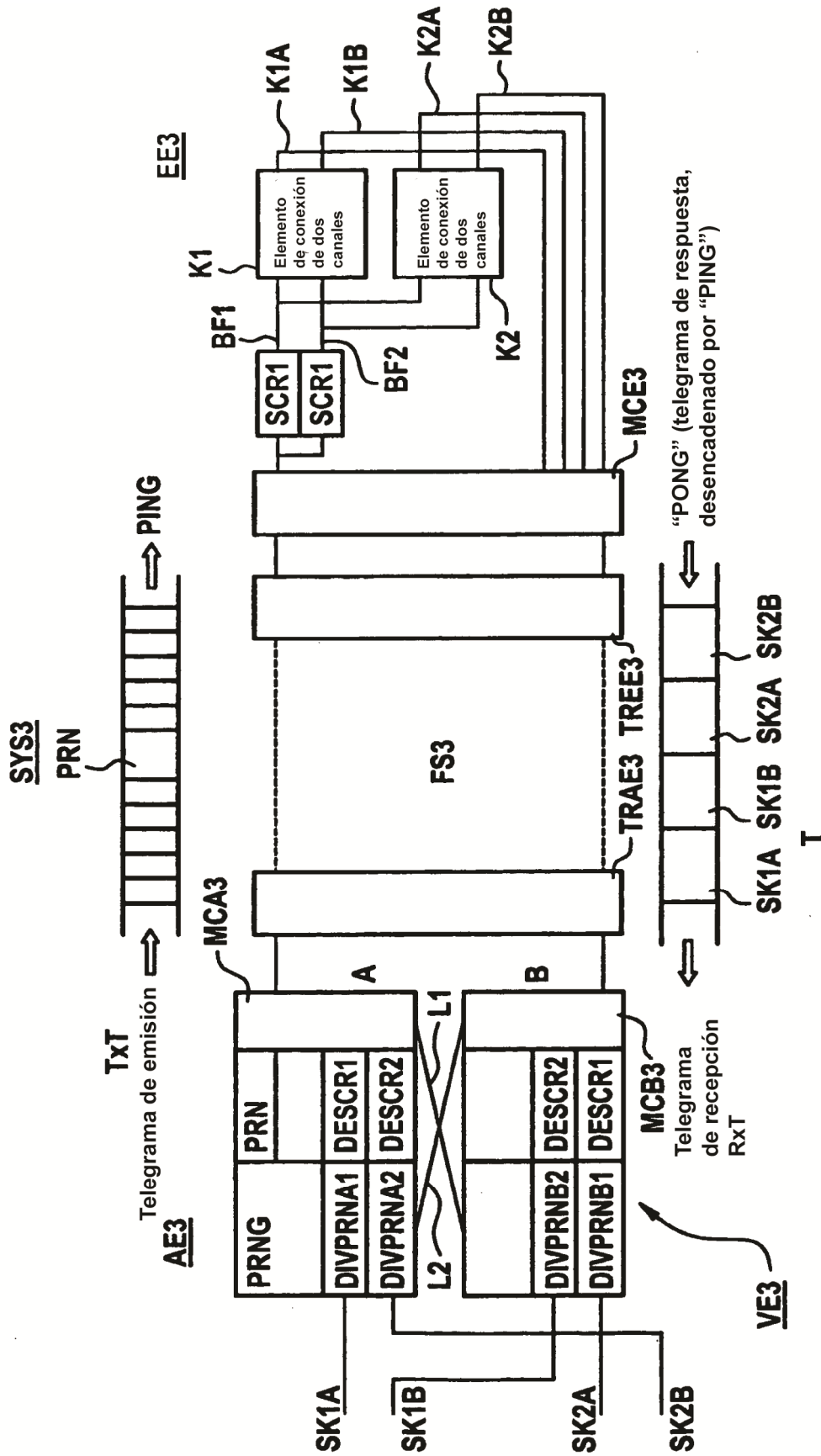


Fig. 4

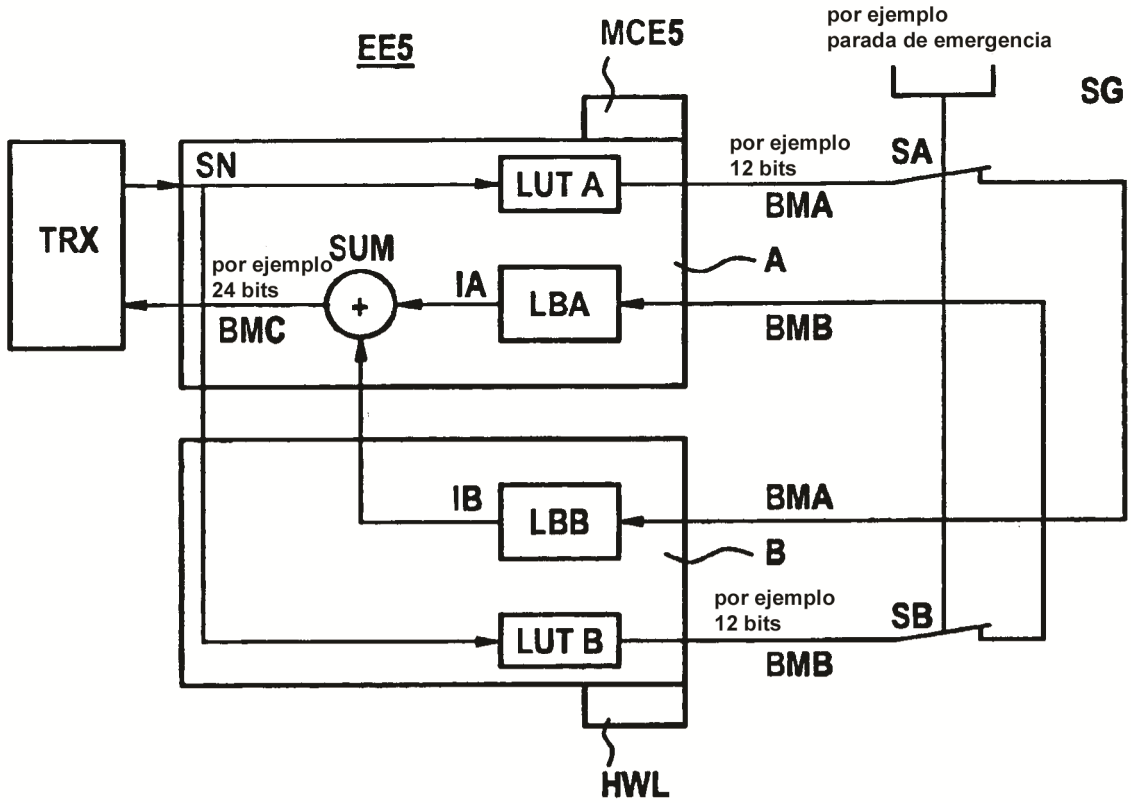


Fig. 5

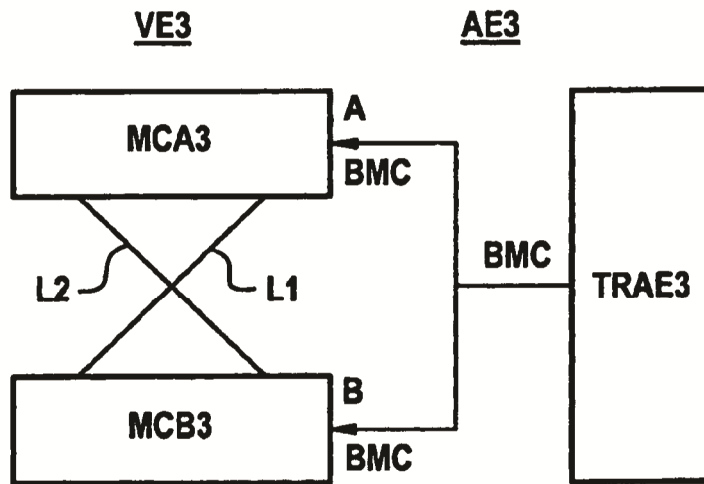


Fig. 6

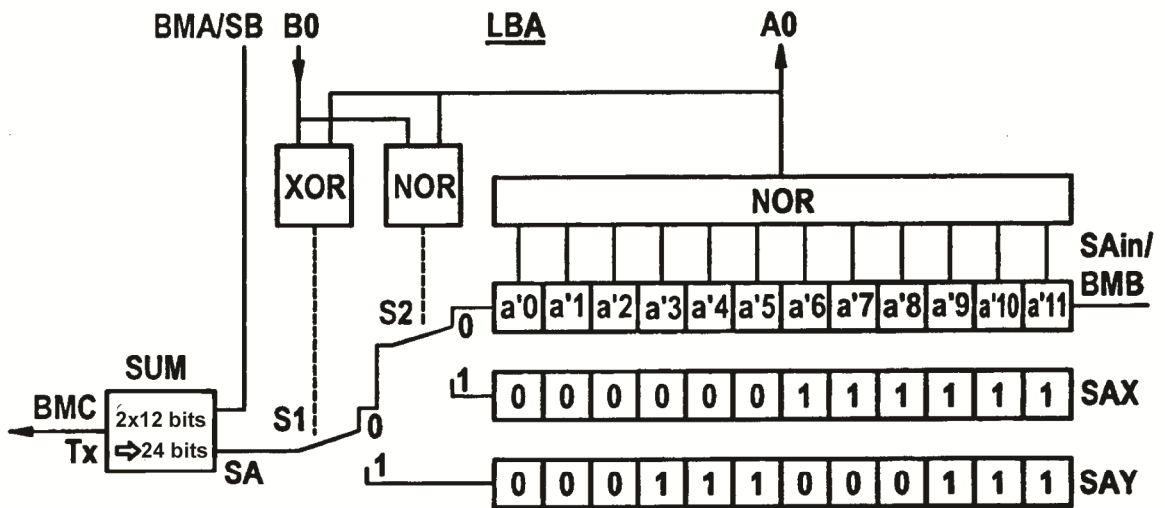


Fig. 7

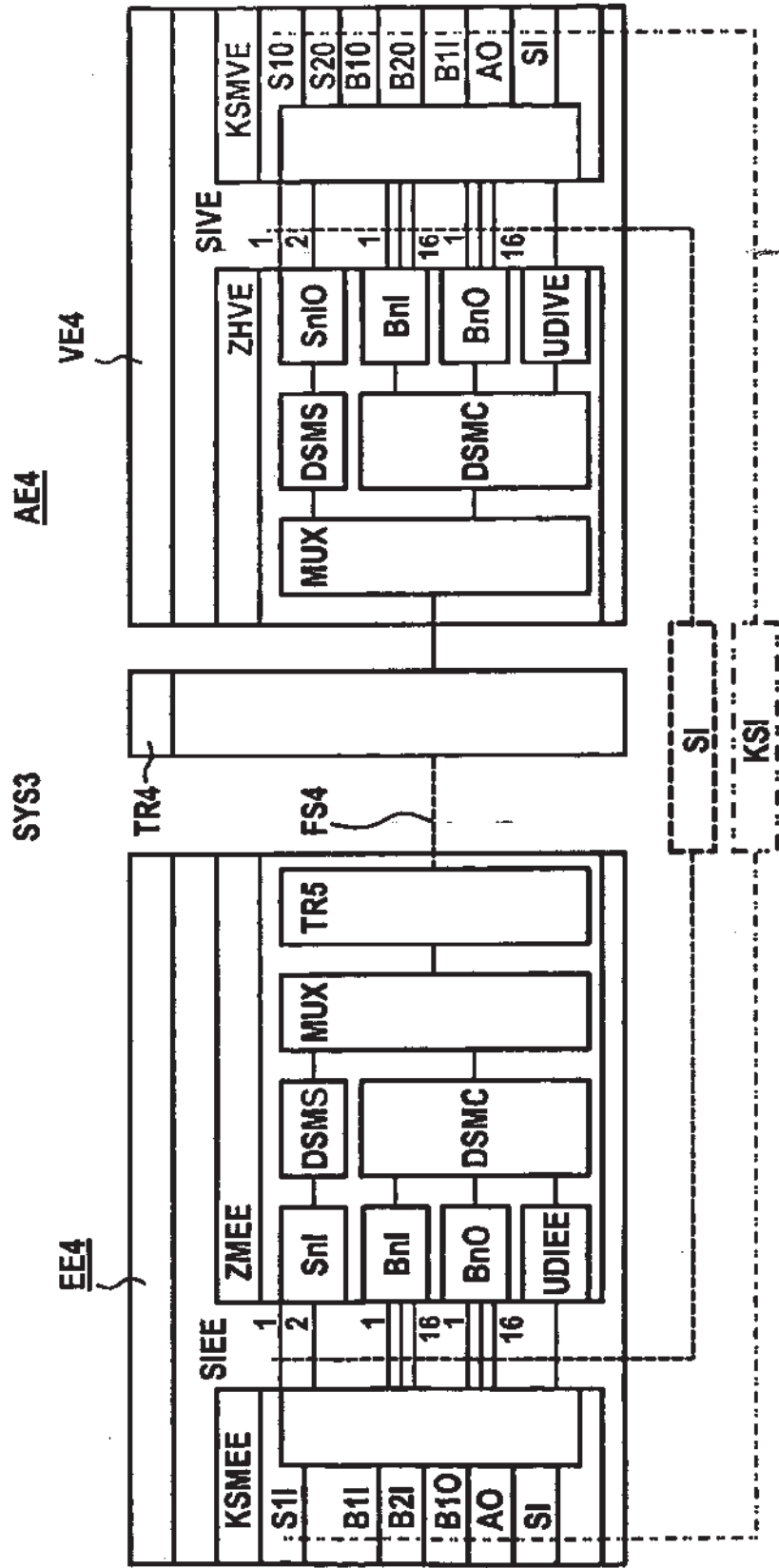


Fig. 8