

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 583 881**

51 Int. Cl.:

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2010 E 13160162 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2639988**

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:

22.09.2016

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 2 583 881 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

5 La invención se refiere a un procedimiento para la detección, la transmisión y el tratamiento de señales orientadas a la seguridad según el preámbulo de la reivindicación 1, así como a un sistema para la realización del procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 13.

Un procedimiento y un sistema del tipo indicado al principio están descritos 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 mediante un trayecto de transmisión por radio a al menos un medio de tratamiento de señales.

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

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

20 La disposición de circuito o el sistema conocidos comprenden medios de entrada en forma de pulsadores relevantes para la seguridad, como pulsadores de habilitación, dispositivos de mando de PARADA DE EMERGENCIA, PARO DE EMERGENCIA, pulsadores de desplazamiento realizados con dos canales. Para la evaluación de los medios de entrada en dos canales están previstas una primera y una segunda unidad de detección, cuyas salidas están conectadas como primero y segundo canal con un emisor, que a través de un módulo de radio emite señales orientadas a la seguridad a un bloque receptor de una unidad de tratamiento. En esta, la señal recibida se trata y evalúa en dos canales mediante un primer medio de tratamiento y un segundo medio de tratamiento.

25 El documento DE-A-199 25 552 se refiere a una disposición de interruptores de seguridad para conectar y desconectar el suministro de corriente de un dispositivo de trabajo con al menos dos actuadores, estando conectado el suministro de corriente solo cuando los actuadores están activados al mismo tiempo. Los actuadores están conectados con un generador de códigos. El generador de códigos puede emitir una palabra numérica, que está dividida en dos palabras parciales, en cuyos valores puede influir respectivamente un actuador. Cuando los actuadores están activados, los valores de las palabras parciales varían respectivamente de forma continua. En consecuencia de la desactivación de un actuador, la palabra parcial asignada adopta un valor fijamente predeterminado. Para comprobar los estados de conmutación de los actuadores, las palabras parciales son leídas de forma sincrónica en una unidad de evaluación.

30

35 En el documento US-B-6,417,582 está descrita una disposición de circuitos de seguridad. Esta comprende al menos dos interruptores, que están conectados en serie con una unidad de evaluación, generando la unidad de evaluación una señal de seguridad, en particular una señal de alarma y/o una señal de pérdida de conexión, cuando está abierto al menos uno de los interruptores y detectando la unidad de detección el interruptor que ha abierto. Al menos uno y preferentemente todos los interruptores tiene o tienen un generador de señales codificadas que, cuando abre el interruptor asignado, suministra una señal codificada a la unidad de evaluación, siendo característica esta señal para el interruptor relevante, concretamente a través de una línea, en particular una línea de diagnóstico, que conecta todos los interruptores con la unidad de evaluación. La señal codificada se analiza en la unidad de evaluación y se asigna al interruptor relevante.

40

Partiendo de ello, la presente invención tiene el objetivo de perfeccionar un procedimiento y un sistema del tipo indicado al principio de tal modo que se simplifique la detección de señales orientadas a la seguridad y se mejore su transmisión por un trayecto de radio con errores.

45 En cuanto al procedimiento, el objetivo se consigue mediante las características de la reivindicación 1. Está previsto que cada contacto de conmutación del dispositivo de conmutación se solicite con una secuencia de prueba y que la secuencia de prueba aplicada al contacto de conmutación se transmita directamente mediante el sistema de radio a la unidad de evaluación y que la secuencia de prueba sea predeterminada dinámicamente por la unidad de evaluación o sea generada en una unidad de detección basada en un número de secuencia emitido por la unidad de evaluación.

50 Para la reducción del volumen de datos a transmitir 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 del número de secuencia recibido secuencias de prueba unívocas como patrones binarios de prueba para cada contacto de conmutación conectado. Los patrones binarios de prueba se generan al menos en dos canales mediante codificación,

ensanchamiento de código o mediante tablas de consulta en hardware y/o software.

5 Los números de secuencia pueden generarse mediante un generador de números aleatorios como números pseudo-aleatorios, que se transmiten mediante un telegrama de emisión a las unidades de detección, generándose a partir de los números pseudo-aleatorios recibidos mediante dos codificadores diferentes dos patrones binarios de prueba para comprobar los contactos de conmutación del dispositivo de conmutación de dos canales.

Preferentemente, los patrones binarios de prueba aplicados a una salida de los contactos de conmutación de los elementos de conmutación se reenvían mediante un telegrama de emisión a la unidad de evaluación y se evalúan en esta en dos canales.

10 Preferentemente, en la unidad de evaluación se realiza mediante dos microcontroladores una evaluación del telegrama de emisión en dos canales, tratando cada microcontrolador la señal orientada a la seguridad completa.

En la evaluación de las señales recibidas, los patrones binarios de prueba se descodifican, comprobándose tras una descodificación si el resultado coincide con el número pseudo-aleatorio originalmente transmitido cuando los contactos están cerrados.

15 Cuando uno de los dos resultados no coincide con el número pseudo-aleatorio o con el patrón de prueba transmitidos, es decir, también en caso de estar abierto un contacto de conmutación del elemento de conmutación, esta señal se desconecta de forma orientada a la seguridad.

Según otro procedimiento preferible, la detección y la transmisión de los estados de contacto del elemento de conmutación se realizan a través del trayecto de radio según el principio de la corriente de reposo.

Preferentemente se usa para cada canal del elemento de conmutación un patrón binario de prueba separado.

20 La señal de al menos dos canales determinada a partir de la comprobación del elemento de conmutación de al menos dos canales representa una información única orientada a la seguridad, que se transmite en un canal a la unidad de evaluación. Esta información está formada preferentemente por una suma de los patrones de prueba de cada canal.

25 Para la generación de una secuencia de datos a transmitir se usan patrones de prueba seleccionados, de modo que la secuencia de datos forma una señal codificada con una distancia de Hamming mínima de p.ej. 6 o 12, que permite transmitir la señal orientada a la seguridad por radio sin más protecciones de datos.

30 La invención se refiere además a un sistema para la detección, transmisión y evaluación de señales orientadas a la seguridad, comprendiendo una unidad de detección con al menos un dispositivo de conmutación de dos canales conectado o integrado con contactos de conmutación, representando las señales orientadas a la seguridad un estado como conductor o no conductor de uno de los contactos de conmutación, un sistema de radio para la transmisión de las señales orientadas a la seguridad a una unidad de evaluación, en la que las señales orientadas a la seguridad recibidas se evalúan preferentemente en dos canales y, dado el caso, una señal de salida para la habilitación o desconexión de una acción peligrosa, presentando la unidad de detección medios para la generación de una secuencia de prueba para cada uno de los contactos de conmutación, estando conectados los contactos de conmutación en el lado de la entrada con respectivamente una conexión a la que está aplicada una secuencia de prueba y en el lado de salida con entradas de una unidad de cálculo para la detección y la transmisión de las secuencias de prueba a la unidad de evaluación.

35 Para predeterminar un número de secuencia, la unidad de evaluación presenta un generador de números pseudo-aleatorios, pudiendo transmitirse el número de secuencia a través del sistema de radio a la unidad de detección y pudiendo generarse en el medio para la generación de una secuencia de prueba la secuencia de prueba a partir del número de secuencia.

Los medios para la generación de un patrón de prueba están realizados preferentemente como codificador hardware y/o software o como tabla de consulta en hardware y/o software. Los codificadores hardware y/o software pueden estar realizados con dos canales.

45 La unidad de detección presenta un microcontrolador, cuya salida está conectada con la entrada del codificador de dos canales. Las salidas de los codificadores están conectadas con los contactos del elemento de conmutación y las salidas de los contactos de conmutación están conectadas con las entradas del microcontrolador.

50 Según otra forma de realización preferible del sistema está previsto que la unidad de detección presente un microcontrolador así como una lógica hardware, estando implementada en el microcontrolador una primera tabla de consulta y en la lógica hardware una segunda tabla de consulta, estando conectada respectivamente una entrada de

5 las tablas de consulta con una salida del transceptor para la alimentación del número de secuencia y estando conectada respectivamente una salida de las tablas de consulta con respectivamente un contacto de conmutación del dispositivo de conmutación de dos canales como parada de emergencia, estando conectado un contacto de conmutación, que está conectado en el lado de entrada con la tabla de consulta del microcontrolador y en el lado de salida con un bloque lógico de la lógica hardware y estando conectado el contacto de conmutación conectado con la tabla de consulta con un bloque lógico integrado en el microcontrolador, estando conectadas las salidas de los bloques lógicos con un sumador para la generación de una única señal (una información), que puede transmitirse en un canal a la unidad de evaluación.

10 Mediante esta forma de realización pueden detectarse señales de varios canales, detectándose los diferentes canales, de decir, contactos de conmutación, uno independientemente del otro con patrones binarios de prueba adecuados y combinándose los resultados de la forma más sencilla posible, por ejemplo mediante simple yuxtaposición en el sumador de tal modo que resulte una señal que presenta una distancia de Hamming mínima adecuada para la transmisión segura por trayecto de radio.

15 El dispositivo de conmutación está realizado preferentemente con dos canales y comprende dos contactos de conmutación.

También la unidad de tratamiento en la unidad de evaluación está realizada respectivamente con dos canales, presentando cada canal una unidad de descodificación, preferentemente para cada contacto del dispositivo de conmutación de dos canales.

20 Una solución alternativa del objetivo en el que está basada la invención está caracterizada por que cada contacto de conmutación del dispositivo de conmutación se solicita con una secuencia de prueba y por que la secuencia de prueba aplicada al contacto de conmutación se transmite directamente mediante el sistema de radio a la unidad de evaluación y por que la secuencia de prueba se genera en la unidad de detección basada en un número de secuencia enviado por la unidad de evaluación, por que para la comprobación del hardware y/o software la unidad de evaluación envía números de secuencia especiales a las unidades de detección y por que de este modo se simulan en la unidad de detección contactos de conmutación abiertos.

El canal hardware presenta preferentemente una estructura en técnica fijamente programada, como técnica FPGA o PLD, mientras que el canal software está realizado como programa software en un microcontrolador.

Para descubrir errores en el hardware y/o software en la unidad de detección, esta puede ser comprobada en intervalos de tiempo definidos por la unidad de evaluación.

30 Además, está previsto que para la comprobación del hardware y/o software la unidad de evaluación envíe números de secuencia especiales a la unidad de detección y que de este modo se simulen contactos de conmutación abiertos en la unidad de detección.

Aquí, la unidad de evaluación presenta una conducta expectante respecto a la recepción de secuencias de prueba, de modo que pueden detectarse errores de software y/o hardware en la unidad de detección.

35 Otros detalles, ventajas y características de la invención no solo resultan de las reivindicaciones, las características contenidas en estas, por separado y/o unas en combinación con otras, sino también de la descripción expuesta a continuación de formas de realización preferibles que pueden verse en el dibujo.

Muestran:

40 La Figura 1 una representación esquemática de dos unidades de detección realizadas como estaciones móviles, que comunican por radio con una unidad de evaluación realizada como estación base con transceptores separados.

La Figura 2 una representación esquemática de una estación móvil, que está acoplada por radio con varias unidades transceptoras, que están conectadas mediante un sistema bus con una estación base.

45 La Figura 3 los transceptores dispuestos en estructura anular y conectados con la estación base según la Figura 2.

La Figura 4 un diagrama de bloques del sistema de radio con unidad de recepción y 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 transceptores).
- La Figura 7 un diagrama de bloques de un bloque lógico (estación móvil).
- La Figura 8 un sistema para la transmisión de datos relevantes para la seguridad así como específicos de la aplicación para unidades de detección y unidades de tratamiento con certificaciones de seguridad.

5 La Figura 1 muestra en una representación esquemática una primera forma de realización de un sistema SYS1 para la detección, la transmisión y el tratamiento de señales orientadas a la seguridad S1...Sn. El sistema SYS1 comprende al menos dos unidades de detección EE1, EE2 preferentemente móviles, que están acopladas respectivamente mediante un trayecto de radio FS1, FS2 con una unidad de evaluación AE1 preferentemente 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 dispositivo de conmutación SG1, SG2, como un pulsador de habilitación, un dispositivo de mando de PARADA DE EMERGENCIA y/o PARO DE EMERGENCIA, un microcontrolador MCE1, MCE2, así como una unidad de emisión/recepción TRE1, TRE2, como transceptores. La unidad de evaluación AE comprende al menos una unidad de emisión/recepción TRA1, como transceptores, una unidad de tratamiento VE1 con microcontroladores MCA, así como puertos de entrada/salida IOA.

15 El sistema orientado a la seguridad SYS1 representado en la Figura 1 permite la transmisión por radio de señales orientadas a la seguridad de varias unidades de detección EE1, EE2 y su vinculación lógica en la unidad de evaluación AE1. Mediante unidades de detección EE1, EE2 se detectan señales orientadas a la seguridad en al menos dos canales y se envían por respectivamente un trayecto de radio FS1, FS2, correspondiendo cada trayecto de radio a un canal de radio, a la unidad de tratamiento VE1 realizada con al menos dos canales de la unidad de evaluación AE. En lugar de un sistema de radio con dos canales de radio (FDM, Frequency Division Multiplexing) también puede usarse TDM (Time Division Multiplexing) o CDM (Code Division Multiplexing).

20 Las señales orientadas a la seguridad recibidas por radio se vinculan lógicamente en al menos dos canales mediante la unidad de tratamiento VE1 integrada en la unidad de evaluación AE1 mediante el microcontrolador MCA. Basándose en el resultado de la vinculación lógica se emite a continuación una señal de salida FGS para la habilitación de una acción peligrosa o se retira la señal de habilitación para detener la acción.

25 En el llamado principio de corriente de reposo, las unidades de detección EE1, EE2 detectan respectivamente en al menos dos canales varias señales orientadas a la seguridad, por ejemplo estados de contactos de los dispositivos de conmutación SG1, SG2, que están realizados por ejemplo como pulsador de habilitación o como dispositivo de mando de PARADA DE EMERGENCIA/PARO DE EMERGENCIA, y se transmiten cíclicamente, por ejemplo cada 30 25 ms, en el procedimiento multiplex por los trayectos de radio FS1, FS2 a la unidad de evaluación AE1.

35 La unidad de evaluación AE1 predetermina el comportamiento en el tiempo en la comunicación con las unidades de detección EE1, EE2. La unidad de evaluación AE1 consulta las unidades de detección EE1, EE2 sucesivamente usando una identificación unívoca ID1, ID2 (polling). La unidad de detección EE1, EE2 respectivamente direccionada contesta a la consulta en una ventana de tiempo predeterminada de por ejemplo 2,5 ms +/- 0,5 ms.

40 La unidad de evaluación AE1 comprueba las señales orientadas a la seguridad o los datos recibidos y realiza una vinculación lógica de las señales y/o las emite a través de la unidad de entrada/salida IOA. La vinculación lógica se realiza de forma orientada a la seguridad, es decir, que la señal de salida (FGS) se desconecta de forma orientada a la seguridad cuando falta por ejemplo una habilitación de un pulsador de habilitación o cuando se ha accionado un dispositivo de mando de PARADA DE EMERGENCIA y/o PARO DE EMERGENCIA o cuando no se recibe ninguna respuesta de una o varias unidades de detección EE1 EE2 durante un período determinado.

En áreas de instalaciones/máquinas críticas para la seguridad se usan por ejemplo pulsadores de habilitación como unidades de detección, cuya activación es necesaria para iniciar un movimiento peligroso.

45 Al usar el pulsador de habilitación EE1, EE2 inalámbrico, el accionamiento puede tener lugar en la posición en la que mejor se puede ver el movimiento peligroso de la instalación o máquina.

Si la zona en la que debe realizarse el movimiento peligroso no puede ser observada completamente por una persona, dado el caso son necesarios más observadores.

Gracias al ejemplo arriba descrito, se ofrece la posibilidad de no habilitar el movimiento peligroso hasta haberlo habilitado todos los observadores, por ejemplo mediante una vinculación lógica Y.

50

Ahora por primera vez es posible transmitir varias señales orientadas a la seguridad a través del único sistema de radio FS y vincular las señales orientadas a la seguridad lógicamente de una forma adecuada.

5 La Figura 2 muestra en una vista puramente esquemática un sistema de radio SYS2 para la transmisión de señales orientadas a la seguridad de una unidad de detección EE3 a una unidad de evaluación AE2, estando conectadas para la optimización flexible del área de acción del sistema de radio SYS2 orientado a la seguridad unas unidades transceptoras TRA1...TRAN mediante un sistema de bus BUS con la unidad de tratamiento VE2 (estación base) y estando acopladas a su vez mediante trayectos de radio FS12, FS2...FSn con la al menos una unidad de recepción EE3.

10 En el sistema de radio SYS2 representado en la Figura 2 comunican una o varias unidades de detección EE3, que están realizadas como estaciones móviles, por trayectos de radio FS1, FS2...FSn con la unidad de evaluación AE2, comprendiendo la unidad de tratamiento VE2 fijamente instalada (estación base), así como unidades transceptoras TRA1...TRAN localmente separadas.

El análisis de sitio (site survey) del sistema de radio SYS2 se adapta de forma flexible al entorno mediante las unidades transceptoras TRA1, TRA2...TRAN localmente separadas de la unidad de tratamiento VE2 (estación base).

15 La Figura 3 muestra la conexión de las unidades transceptoras TRA1...TRAN mediante el bus BUS realizado como bus anular con la unidad de tratamiento VE2 (estación base) de la unidad de evaluación AE2. Cada transceptor TRA1...TRAN comprende una antena ANT1, ANT2...ANTn, así como respectivamente una entrada de bus BE1...BEn y una salida de bus BA1...BA n. La unidad de tratamiento (estación base) VE2 presenta también una salida de datos DO, así como una entrada de datos DI, que están conectadas respectivamente con extremos del bus anular BUS. Para la abastecimiento de energía de las unidades transceptoras, estas están conectadas mediante una línea de alimentación de energía EV con la unidad de tratamiento (estación base) VE2 o una alimentación descentralizada.

20 Gracias a los transceptores TRA1...TRAN localmente separados, existe la posibilidad de un tratamiento de las señales de radio recibidas, de modo que estas pueden ser transmitidas a través de distancias más grandes a la unidad de tratamiento (estación base) VE2. En el bus anular BUS pueden conectarse un número de transceptores TRA1...TRAN a elegir libremente en cascada. El bus BUS propiamente dicho puede estar realizado como bus óptico o eléctrico.

Está previsto descargar la unidad de tratamiento (estación base) comunicando la misma solo con el transceptor TRA1...TRAN con la mejor calidad de emisión/recepción.

30 En primer lugar, se describirá la recepción de un telegrama de recepción RxT por parte de la unidad de evaluación AE2. Para ello está previsto que la unidad de tratamiento (estación base) VE2 envíe cíclicamente, p.ej. cada 25 ms, un frame (TOKEN) T representado en la figura 3 al bus anular BUS. El token T pasa con un tiempo de propagación definido sucesivamente por todas las unidades transceptoras TRA1...TRAN. El token T representado en la Figura 3 presenta preferentemente una estructura tal que presenta un flag FLAG, un número de flag FNR, un contador de recepción RxCNT, un índice de calidad de recepción RxRSSI, un identificador de recepción RxID, datos de recepción Rx-DATA, un identificador de emisor TxID, datos de emisión Tx-DATA, así como un flag final FLAG.

Cuando el token T pasa sucesivamente por los transceptores TRA1...TRAN, cada unidad transceptora incrementa el contador de recepción RxCNT en el encabezado.

40 Finalmente, el token T es tratado por cada unidad transceptora TRA1...TRAN, que ha recibido un telegrama de radio válido. La primera unidad transceptora que ha recibido un telegrama de radio válido introduce los datos recibidos RxDATA en el token T. Además, el índice de calidad de recepción RxSSI y el identificador de recepción RxID son sustituidos si la calidad de recepción propia es superior a la que se ha introducido anteriormente. Por consiguiente, el token T recibe tras haber pasado por los transceptores TRA1...TRAx los datos recibidos de la unidad transceptora que haya presentado el índice de calidad de recepción RxRSSI más elevado.

45 La emisión de un telegrama se realiza por parte de un único transceptor TRAx, introduciendo la unidad de tratamiento (estación base) VE2 en el campo del identificador de emisor TxID el identificador de módulo RxID del transceptor con la calidad de recepción más elevada del último token T recibido. El transceptor TRAx cuya identificación ID está introducida en el identificador de módulo TxID emite a continuación el telegrama Tx-DATA.

50 Para un análisis de sitio óptimo, la estructura anular del bus BUS puede ampliarse casi a libre elección. También puede realizarse una alimentación de tensión descentralizada para los transceptores TRA1...TRAN con un desacoplamiento galvánico completo. Los transceptores TRA1...TRAN pueden hacerse funcionar en canales de radio diferentes, p.ej. para: a) transmisión redundante en dos canales de radio, b) varias unidades de detección EE1...EEn en una unidad de evaluación AE, c) actuadores / sensores adicionales en una unidad de evaluación AE y

d) transmisión orientada a la seguridad bidireccional entre dos unidades de evaluación AE1, AE2.

Mediante el uso de varios transceptores TRA1...TRAN, el análisis de sitio puede adaptarse a las condiciones locales. Para evitar pérdidas por atenuación en la transmisión de las señales de radio de alta frecuencia de la unidad de tratamiento (estación base) VE2 a los transceptores TRA1...TRAN y viceversa, como se producen p.ej. en caso de una pura diversidad de antena, en los procedimientos descritos los transceptores tratan las señales de radio y estas son intercambiadas de forma digital a través del sistema de bus BUS. Gracias a la alta flexibilidad, el sistema es adecuado en particular para el uso en un entorno fuertemente cargado por CEM.

La Figura 4 muestra de forma esquemática la estructura de acuerdo con la invención de un sistema de radio SYS3 para la transmisión de señales orientadas a la seguridad de una unidad de detección EE3 por un trayecto de radio FS3 a una unidad de evaluación AE3.

De acuerdo con una idea de la invención, el procedimiento para la detección y la transmisión de señales orientadas a la seguridad por el trayecto de radio FS3 descrito a continuación está caracterizado 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 tratamiento (estación base) VE3 segura de al menos dos canales en la unidad de evaluación AE3. En la presente forma de realización, la unidad de tratamiento (estación base) VE3 está realizada con 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 la generación de números pseudo-aleatorios PRN. Además, los microordenadores MCA3 y MCB3 comprenden respectivamente unidades DIVPRNA1, DIVPRNA2, así como DIVPRNB1, DIVPRNB2 para la comprobación de los números pseudo-aleatorios PRN recibidos y la habilitación de señales SK1A, SK1B, SK2A así como SK2B correspondientes de los contactos K1A, K1B; K2A, K2B correspondientes, que están conectados con la unidad de detección EE3 y que son vigilados por esta.

Los microcontroladores MCA3 MCB3 están conectados entre sí mediante líneas L1, L2 para una comparación de datos cruzada.

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 el control de la detección de por ejemplo dos elementos de conmutación K1, K2 de dos canales. Cada elemento de conmutación K1, K2 presenta dos contactos de conmutación K1A, K1B o K2A o K2B cuyos estados de contacto son leídos. Una salida del microcontrolador MCE3 a la que está aplicado el número pseudo-aleatorio PRN recibido está conectada con respectivamente una entrada de un codificador SCR1, SCR2. Una salida del codificador SCR1 está conectada con una entrada del primer contacto K1A del elemento de conmutación K1 y con la entrada del primer contacto K2A del segundo elemento de conmutación K2. Una salida del codificador SCR2 está conectada con la entrada del segundo contacto K1B del elemento de conmutación K1 y con la entrada del segundo contacto K2B del elemento de conmutación K2. Las entradas correspondientes de los contactos K1A, K1B, K2A así como K2B están conectadas con otras entradas del microcontrolador MCE3. El microcontrolador MCE3 está acoplado mediante el transceptor TREE3 con el trayecto de radio FS3.

A continuación, se explicará la función del sistema de radio SYS3. El generador de números aleatorios PRNG genera números pseudo-aleatorios PRN, que son introducidos p.ej. por el microcontrolador MCA3 en un telegrama de emisión TxT. En la unidad de recepción EE, los números aleatorios PRN entrantes se hacen pasar por dos codificadores SCR1, SCR2 distintos, preferentemente codificadores hardware/software. A las salidas del codificador SCR1, SCR2 están aplicados patrones de bits o respectivamente secuencias de prueba como patrones binarios de prueba o secuencias de bits BF1, BF2, que se usan para la comprobación o la consulta dinámica de los elementos de conmutación K1, K2 de dos canales o los contactos de conmutación K1B, K1B, K2A, K2B. Las secuencias de bits que se hacen pasar por los contactos de conmutación K1A, K1B, K2A, K2B se alimentan al microcontrolador MC y se envían a través del transceptor TREE 3 a la unidad de evaluación AE3. El telegrama de emisión RxT contiene las secuencias de bits de los diferentes contactos.

Uno de los microcontroladores, p.ej. MCB3, recibe el telegrama de emisión RxT y lo transmite para la comprobación paralela al microcontrolador MCA3. Se realiza una evaluación en dos canales, evaluando cada microcontrolador MCA3, MCB3 contactos de conmutación K1A, K1B, K2A, K2B de los elementos de conmutación K1, K2 de dos canales. En los descodificadores DESCR1, DESCR2 contenidos en los microcontroladores MCA, MCB correspondientes, se produce una descodificación de las secuencias de bits BF1, BF2, comprobándose a continuación si el resultado coincide con el número aleatorio PRN original cuando el contacto de conmutación K1A, K1B, K2A, K2B está cerrado. En caso de que uno de los dos resultados no coincida con el patrón de prueba, es decir, el número aleatorio PRN, es decir, también en caso de estar abiertos los contactos de conmutación del elemento de conmutación, esta señal se desconecta de forma orientada a la seguridad.

En una etapa de ampliación opcional, la desconexión orientada a la seguridad con los contactos de conmutación abiertos de un dispositivo de conmutación puede acoplarse a la desconexión simultánea de otras señales orientadas a la seguridad y no orientadas a la seguridad que son transmitidas por el trayecto de radio.

El sistema SYS3 está basado en las siguientes consideraciones:

- 5 - El sistema no debe fallar provocando peligro, es decir, ningún contacto abierto debe ser detectado como cerrado y
- para que se detecte un dispositivo de conmutación abierto de dos canales como cerrado, deben cumplirse al mismo tiempo los siguientes requisitos:
- 10 - en el telegrama de emisión RxT, los datos de los dos contactos o canales K1A y K1B o K2A y K2B de un elemento de conmutación K1 o K2 deben falsearse de tal modo que los dos coincidan tras los descodificadores DESCR1, DESCR2 con el número aleatorio PRN original,
- la probabilidad de que se produzca este caso depende sustancialmente de la longitud del número aleatorio PRN o de la secuencias de bits BF1/BF2. Mediante una elección adecuada de la longitud puede conseguirse la probabilidad de error residual necesaria para la aplicación correspondiente (p.ej. $<10^{-7}$).
- 15 - Con un número aleatorio o una secuencias de bits de 24 bits, que presenta una distancia de Hamming de $H_d = 12$, la probabilidad de un fallo peligroso por hora es por ejemplo aprox. de $1,4 \times 10^{-10}$, partiendo de una tasa de error de bit en el trayecto de radio de 10^{-2} y de un ciclo de telegrama de aprox. 25 ms.

También contactos de conmutación enganchados o pegados del dispositivo de conmutación K1, K2 de dos canales serían detectados de forma segura, a más tardar en el siguiente accionamiento.

- 20 Mediante el procedimiento arriba descrito se abre la posibilidad de que las secuencias de bits BF1, BF2, que también pueden denominarse bits de prueba, se elijan de forma adecuada de tal modo que puedan usarse directamente como patrones de prueba para la detección de las señales y que el resultado, es decir, las señales SK1A, SK1B, SK2A, SK2B generadas con ayuda de los patrones de prueba puedan transmitirse sin más tratamiento de forma segura por el trayecto de radio FS3, es decir, respetando la tasa de error residual máxima requerida.
- 25 Además, la unidad de evaluación AE3 se encarga dinámicamente de la elección del patrón de prueba BF1, BF2 usado, de modo que la unidad de detección EE puede presentar la estructura más sencilla posible, realizándose la evaluación necesaria y segura y de dos canales exclusivamente en la unidad de evaluación AE.

Como ya se ha explicado anteriormente, la unidad de evaluación AE3 predetermina las secuencias de prueba o las secuencias de bits BF1, BF2 dinámicamente mediante el número aleatorio PRN.

- 30 Para la reducción del volumen de datos a transmitir, la unidad de evaluación AE3 transmite solo un número aleatorio PRN o un número de secuencia, generando la unidad de detección EE3 a partir de ello secuencias de bits BF1, BF2 unívocas para cada contacto de conmutación K1A, K1B, K2A, K2B conectado, es decir, al menos en dos canales. Las secuencias de bits BF1, BF2 para la detección de las señales orientadas a la seguridad son generadas al menos en dos canales por codificación, ensanchamiento de código o con ayuda de tablas de consulta en hardware o
- 35 software.

Como ya se ha explicado anteriormente, es ventajoso usar para la detección de las señales de al menos dos canales para cada canal K1A, K1B o K2A, K2B una secuencia de bits BF1, BF2 separada.

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

- 40 Este procedimiento se explicará con ayuda de la Figura 5. La Figura 5 muestra el diagrama de bloques de una unidad de detección EE5. Para la detección de los estados de los contactos SA, SB de un dispositivo de mando de dos canales así como PARADA DE EMERGENCIA, la unidad de detección EE5 está realizada con dos canales y comprende un canal A, así como 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 hardware HWL,
- 45 preferentemente como bloque lógico libremente programable, como CPLD o FPGA. Además, está previsto un transceptor TRX para el acoplamiento del microcontrolador MCE5 con el trayecto de radio FS. Con ayuda de un número de secuencia SN transmitido por la unidad de evaluación AE1 ... AE3 por el trayecto de radio FS, se generan en las tablas de consulta LUTA, LUTB secuencias de prueba como patrones binarios de prueba o patrones de bits BMA, BMB, que se hacen pasar por los contactos de conmutación SA, SB. Con los patrones binarios de
- 50 prueba BMA, BMB se comprueban los estados de contacto de los contactos de conmutación SA, SB conectados.

5 Los patrones de bits BMA, BMB que se hacen pasar por los contactos de conmutación SA, SB del elemento de conmutación de dos canales PARADA DE EMERGENCIA pasan respectivamente por un bloque lógico LBA, LBB del otro canal, siendo sustituida la "posición permanente-0" generada por un contacto abierto SA, SB o por los dos contactos abiertos SA, SB y no adecuada para la transmisión por patrones de bits IA, IB especiales. Finalmente se reúnen, por ejemplo sumando, los dos patrones de bits para formar una información o un patrón de bits BMC, y se transmiten por el 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. Esta comprende el transceptor TRAE3, así como la unidad de tratamiento VE3 de dos canales, que comprende el microcontrolador MCA3 (canal A) y el microcontrolador MCB3 (canal B). Una unidad de recepción del transceptor transmite la información BMC completa a los dos microcontroladores MCA3, MCB3. Se produce un tratamiento redundante incluyendo una comparación cruzada de los resultados. Como ya se ha mencionado anteriormente, los microcontroladores MCA3, MCB3 de la unidad de evaluación AE3 están acoplados de forma cruzada entre sí mediante 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.

15 La estructura de los bloques lógicos LBA, LBB es idéntica, de modo que a continuación se explicará la estructura del bloque lógico LBA. Este comprende entre otros un registro de desplazamiento SRA, para leer el patrón de bits BMA; SAin, que se ha hecho pasar por el contacto de conmutación SB. En una salida paralela del registro de desplazamiento, un bloque de comprobación NOR está conmutado para la detección de una "posición permanente 0" (contacto abierto), cuya salida está aplicada a una lógica de combinación XOR, NOR para el control de los
20 elementos de conmutación S1 y S2. Los elementos de conmutación S1 y S2 sustituyen una "posición permanente 0" leída en función del otro canal (canal B, señal B0) por patrones de bits especiales (SAX, SAY).

En la lógica de combinación XOR, NOR se comprueba si todos los bits de los dos contactos de conmutación SA, SB son iguales a "0". En caso afirmativo, el patrón de bits BMA leído es sustituido por el patrón de bits especial SAX.

25 En caso de que solo se haya detectado un contacto SA, SB como abierto, la unidad de evaluación AE indica este estado mediante la transmisión de la información SAY (y de la información SBY del bloque lógico LBB), por ejemplo un estado de error, como "contacto enganchado" o "fase de transición al accionar el dispositivo de mando".

Si los dos contactos SA, SB están cerrados, los patrones de prueba BMA, BMB releídos se combinan mediante yuxtaposición en el sumador SUM para formar una información BMC, que corresponde por ejemplo a la información "PARADA DE EMERGENCIA / PARO DE EMERGENCIA no accionada/o".

30 La estructura de la unidad de detección EE5 representada en la Figura 5 abre la posibilidad de una detección y/o un tratamiento de señales orientadas a la seguridad en dos o más canales, que está caracterizada por que la detección y/o el tratamiento de una señal de al menos dos canales, por ejemplo los patrones de bits BMA, BMB que parten de los contactos de conmutación SA, SB, se realizan en software y hardware. Para ello está previsto que respectivamente un canal, por ejemplo el canal A, presente una estructura de canal software, realizada por el
35 microordenador MCE5, mientras que el canal B presente una estructura de canal hardware HWL como bloque lógico libremente programable, como CPLD o FPGA.

40 Para descubrir errores en el hardware y/o software en la unidad de detección EE5, la unidad de evaluación AE envía en intervalos de tiempo definidos adicionalmente números de secuencia de prueba SN, que tienen asignados en las tablas de consulta LUTA, LUTB de la unidad de detección patrones de prueba especiales, que simulan un contacto abierto (canal A o B) o dos contactos abiertos (canal A y B). Gracias a la conducta expectante de la unidad de evaluación pueden descubrirse de este modo errores en los bloques lógicos LBA, LBB.

45 Un ejemplo se refiere además a un sistema SYS3 representado en la Figura 8 para la transmisión de datos relevantes para la seguridad entre una unidad de detección EE4 y una unidad de evaluación AE4 por un trayecto de radio FS4. La unidad de evaluación AE4 comprende una unidad de tratamiento VE4 y un transceptor TRA4 localmente separado.

50 La unidad de detección EE4 realizada 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 para el funcionamiento Bni, salidas para el funcionamiento Bno, así como una interfaz de datos universal UDIEE. Las entradas orientadas a la seguridad Sni están conectadas mediante un módulo de protección de datos DSMS para datos orientados a la seguridad con un multiplexor / demultiplexor MUX. Las entradas para el funcionamiento Bni, así como la interfaz para las salidas para el funcionamiento Bno y la interfaz de datos universal 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 multiplexor / demultiplexor MUX. Una salida del multiplexor / demultiplexor MUX está conectada con una unidad de emisión / recepción TRE5,

mediante la cual pueden transmitirse o recibirse señales por el trayecto de radio FS4 al transceptor TRA4.

5 La unidad de evaluación VE4 comprende también un módulo certificado de una unidad de tratamiento ZMVE, que presenta en el lado de salida una interfaz estándar SIVE. Esta comprende entradas / salidas orientadas a la seguridad SnIO, entradas para el funcionamiento BnI, salidas para el funcionamiento BnO, así como una interfaz de datos universal UDIVE. La interfaz SnIO está conectada mediante un módulo de protección de datos DSMC para datos orientados a la seguridad con un multiplexor / demultiplexor MUX. Las interfaces BnI, BnO, así como UDIVE están conectadas mediante un módulo de protección de datos DSMC para datos de control con una segunda entrada del multiplexor / demultiplexor MUX, cuya salida está conectada con el transceptor TR4 para la emisión y/o recepción de datos.

10 Los módulos certificados ZMEE, así como ZMVE están caracterizados en comparación con el estado de la técnica por que presentan además de las entradas orientadas a la seguridad SnI, las salidas orientadas a la seguridad SnO y las entradas y salidas para el funcionamiento BnI, BnO habituales, las interfaces de datos universales UDIEE, así como UDIVE. Según el estado de la técnica no era posible tratar mediante un módulo certificado datos específicos del cliente, como datos de entrada/salida digitales o analógicos o datos en serie.

15 Está previsto que el módulo certificado ZMEE, ZMVE ponga la interfaz de datos universal UDIEE, UDIVE a disposición para la transmisión de datos específicos del cliente, no relevantes para la seguridad.

20 Además, está previsto que la interfaz estándar SIEE, SIVE esté conectada con un módulo específico del cliente KSMEE, KSMVE, que en el lado de salida pone a disposición una interfaz específica del cliente KSIEE, KSIVE. Además de las entradas y salidas orientadas a la seguridad S1I, S1O o de las entradas y salidas para el funcionamiento B1I, B2I, B1O, B2O, de acuerdo con la invención también están disponibles salidas analógicas AO, como una salida de tensión analógica o interfaces serie SI, como por ejemplo RS232, que son tratadas a continuación mediante la interfaz de datos universal UDIEE, UDIVE de la unidad certificada ZMEE / ZM.

25 La interfaz estándar SIVE de la unidad de detección certificada ZVE está conectada en el lado de salida con el módulo específico del cliente KSMVE, cuya salida pone a disposición la interfaz específica del cliente KSI. Este pone a disposición en particular salidas orientadas a la seguridad S1O, S2O, así como entradas y salidas para el funcionamiento B1O, B2O así como B1I. También pueden ponerse a disposición salidas analógicas AO, como una salida de tensión analógica, así como una interfaz serie SI, como por ejemplo RS232.

30 El sistema SYS3 permite, por lo tanto, la transmisión flexible, también de datos específicos de la aplicación mediante módulos con certificaciones de seguridad. Gracias al módulo específico del cliente KSMEE, KSMVE en combinación con la interfaz de datos universal UDIEE, UDIVE, que está integrada respectivamente en los módulos certificados ZMEE, ZMVE, se pone a disposición un ancho de banda fijo o también variable (túnel) para la transmisión transparente de datos no relevantes para la seguridad.

35 La interfaz de datos universal UDIEE, UDIVE puede adaptarse a una aplicación correspondiente, tanto en cuanto al hardware como en cuanto al software. No obstante, los cambios no influyen en la parte con certificación de seguridad del sistema.

Según un ejemplo preferible, los datos de la interfaz universal UDI se insertan o retiran en software mediante multiplexing previo del multiplexor / demultiplexor MUX en hardware o mediante desempaqueado de un protocolo de transmisión.

40 Según el ejemplo, se ponen a disposición unidades de detección certificadas o unidades de tratamiento certificadas ZMEE, ZMVE, que a modo estándar presentan la interfaz de datos universal UDIEE, UDIVE, que pueden ser adaptadas mediante módulos hardware y/o software, como por ejemplo los módulos específicos del cliente KSMEE, KSMVE a las aplicaciones específicas del cliente más diversas.

45 En la certificación de los módulos ZMEE, ZMVE con funciones orientadas a la seguridad se parte de que puede producirse cualquier estado de error posible en la interfaz de datos universal UDI, de modo que puede excluirse que se influya en las funciones orientadas a la seguridad al conectarse otros componentes del circuito específico del cliente KSMEE, KSMVE para la adaptación y el uso de la interfaz de datos universal UDI.

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

Medidas para el control de errores:

50 En principio, la función de seguridad está realizada 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 software) existen en dos canales y son comprobadas cíclicamente por la unidad de evaluación (estación base).

- Error de bit en el trayecto de radio:

5 La estación base desconecta de forma orientada a la seguridad, cuando la palabra de código recibida no corresponde al código ensanchado / codificado de la secuencia predeterminada. Todos los códigos usados presentan entre sí una distancia de Hamming mínima de $H_d = 12$. Según GS-ERT-26 resulta así:

Probabilidad de error residual (Gauß)	R(p)	= 2,42E-18
Tasa de fallo peligrosa por hora	ΔU	= 1,3936E-10

10 Por lo tanto, se cumplen los requisitos de la probabilidad de error residual para el nivel de rendimiento e según DIN EN ISO 13849-1.

- Error porque no abre un contacto:

15 El contacto abierto "sustituye" el patrón de prueba de 12 bits por ceros. A través del contacto cerrado, se relea el segundo patrón de prueba. Al unir las dos partes de palabra de código leídas, se generaría una palabra de código no válida, es decir, una palabra de código con $H_d < 12$. Por lo tanto, en la unidad de detección (estación móvil), la "palabra de código no válida" es sustituida por una palabra de código especial ("1 contacto abierto / 1 contacto cerrado" con $H_d = 12$). La estación base desconecta de forma orientada a la seguridad al recibir esta palabra de código.

- Error en los bloque lógicos de la unidad de detección:

20 La estación base envía en intervalos de tiempo definidos números de secuencia de prueba que desencadenan la simulación de uno o dos contactos abiertos. La simulación se realiza por que se selecciona como patrón de prueba de uno o dos canales una "posición permanente 0". Gracias a la conducta expectante de la estación base pueden detectarse de este modo de forma fiable errores en los bloque lógicos de la estación móvil.

- Cortocircuito entre salidas y entradas de los pins a los contactos:

25 Puesto que la emisión de los patrones de prueba y la lectura de los patrones de bits que se hacen pasar por los contactos se realizan a través de componentes separados (CPLD y μC), pueden excluirse cortocircuitos no detectados entre la entrada y la salida de un componente en el análisis de errores.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la detección, transmisión y evaluación de señales orientadas a la seguridad (S1...Sn), representando las señales orientadas a la seguridad (S1...Sn) un estado como conductor o no conductor de al menos uno de los contactos de conmutación (SA, SB; K1A, K1B; K2A, K2B) de un dispositivo de conmutación (SG; K1, K2), y siendo detectadas en dos canales por una unidad de detección (EE1...EEEn) y transmitidas por un sistema de radio (FS) a una unidad de evaluación (AE), evaluando la unidad de evaluación las señales orientadas a la seguridad (S1...Sn) recibidas y generando dado el caso una señal de salida (FRS) para la habilitación o desconexión de una acción peligrosa, **caracterizado por que** cada contacto de conmutación (SA, SB; K1A, K1B; K2A, K2B) del dispositivo de conmutación (SG; K1, K2) se solicita con una secuencia de prueba (BF1, BF2; BMA, BMB) y por que la secuencia de prueba aplicada al contacto de conmutación (SA, SB; K1A, K1B; K2A, K2B) se transmite directamente mediante el sistema de radio (FS) a la unidad de evaluación (AE) y por que la secuencia de prueba (BF1, BF2; BMA, BMB) es predeterminada dinámicamente por la unidad de evaluación (AE) o es generada en la unidad de detección (EE1...EEn) basada en un número de secuencia (SN, PRN) emitido por la unidad de evaluación (AE).
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la unidad de evaluación (AE) transmite el número de secuencia (SN; PRN) a la unidad de detección (EE1...EEEn) y en la unidad de detección (EE1...EEEn) se generan a partir del número de secuencia (SN, PRN) recibido secuencias de prueba unívocas como patrones binarios de prueba (BF1, BF2; BMA, BMB) para cada contacto de conmutación conectado.
3. El procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** los patrones binarios de prueba (BF1, BF2; BMA, BMB) se generan al menos en dos canales mediante codificación, ensanchamiento de código o mediante tablas de consulta (LUTA, LUTB) en hardware y/o software.
4. El procedimiento de acuerdo con al menos la reivindicación 1, **caracterizado por que** los números de secuencia (SN, PRN) se generan mediante un generador de números aleatorios (PRNG) como números pseudo-aleatorios (SN, PRN), que se transmiten mediante un telegrama de emisión (TxT) a las unidades de detección (EE1...EEEn), y por que a partir de los números pseudo-aleatorios recibidos (SN, PRN) se generan mediante dos codificadores (SCR1, SCRZ) diferentes dos patrones binarios de prueba (BF1, BF2) para la comprobación de los contactos de conmutación (SA, SB; K1A, K1B; K2A, K2B) del dispositivo de conmutación de dos canales.
5. El procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** los patrones binarios de prueba (BF1, BF2; BMA, BMB) aplicados a una salida de los contactos de conmutación (SA, SB; K1A, K1B; K2A, K2B) de los elementos de conmutación (SG, K1, K2) se reenvían mediante un telegrama de emisión (RxT) a la unidad de evaluación (AE) y se evalúan en esta en dos canales.
6. El procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** en la unidad de evaluación (AE) se realiza mediante dos microcontroladores (MCA, MCB) una evaluación en dos canales del telegrama de emisión (RxT), tratando cada microcontrolador (MCA, MCB) la señal orientada a la seguridad completa.
7. El procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** los patrones binarios de prueba (BF1, BF2; BMA, BMB) recibidos son descodificados y por que tras una descodificación se comprueba si el resultado coincide con el número pseudo-aleatorio (PRN) originalmente transmitido cuando los contactos (SA, SB; K1A, K1B; K2A, K2B) están cerrados.
8. El procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que**, cuando uno de los dos resultados no coincide con el número pseudo-aleatorio (PRN) transmitido o con el patrón de prueba (BF1, BF2; BMA, BMB), aunque el contacto de conmutación del elemento de conmutación esté abierto, esta señal se desconecta de forma orientada a la seguridad.
9. El procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la detección y transmisión de los estados de contacto del elemento de conmutación (SG, K1, K2) a través del trayecto de radio están realizadas según el principio de la corriente de reposo.
10. El procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** para cada canal o cada contacto (SA, SB, K1A, K1B; K2A, K2B) del elemento de conmutación (SG, K1, K2) se usa un patrón binario de prueba (BF1, BF2; BMA, BMB) separado.
11. El procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la señal de al menos dos canales determinada a partir de la comprobación del elemento de conmutación de al menos dos canales (SG, K1, K2) representa una información única (BMC), que se transmite en un canal a la unidad de evaluación (AE), formándose preferentemente la información única (BMC) a partir de una suma de los patrones de

prueba (BF1, BF2; BMA, BMB) de cada canal.

- 5 12. El procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** se usan patrones de prueba (BF1, BF2; BMA, BMB) seleccionados para la generación de una secuencia de datos a transmitir, de modo que de la secuencia de datos resulta una señal codificada con una distancia de Hamming mínima de p.ej. 6 o 12, que permite transmitir la señal orientada a la seguridad por radio sin otra protección de datos.
- 10 13. Un sistema para la detección, transmisión y evaluación de señales orientadas a la seguridad (S1...Sn), comprendiendo una unidad de detección (EE1... EEn) con al menos un dispositivo de conmutación de dos canales (SG; K1, K2) conectado o integrado con contactos de conmutación (SA, SB; K1A, K1B; K2A, K2B), representando las señales orientadas a la seguridad (S1...Sn) un estado como conductor o no conductor de uno de los contactos de conmutación, una unidad de evaluación (AE) y un sistema de radio (FS) para la transmisión de las señales orientadas a la seguridad (S1...Sn) de la unidad de detección (EE1...EEn) a la unidad de evaluación (AE), que está realizada para evaluar las señales orientadas a la seguridad (S1...Sn) recibidas preferentemente en dos canales y para generar dado el caso una señal de salida (FGS) para la habilitación o desconexión de una acción peligrosa, presentando la unidad de detección (EE1...EEn) medios para la generación de una secuencia de prueba (SCR1, SCR2; LUTA; LUTB) para cada contacto de conmutación (SA, SB; K1A, K1B; K2A, K2B), estando conectados los contactos de conmutación en el lado de la entrada con respectivamente una conexión a la que está aplicada la secuencia de prueba (BF1, BF2; BMA, BMB) y estando conectados en el lado de salida con entradas de una unidad de cálculo (MC; CPLD) contenida en la unidad de detección para la detección y transmisión de las secuencias de prueba (BF1, BF2; BMA, BMB) a la unidad de evaluación (AE), **caracterizado por que** la unidad de evaluación (AE) presenta un generador de números pseudo-aleatorios (PRNG) para definir un número de secuencia (SN; PRN), por que el número de secuencia (SN; PRN) puede transmitirse mediante el sistema de radio (FS) a la unidad de detección (EE1 ... EEn) y por que los medios están preparados para la generación de una secuencia de prueba para generar a partir del número de secuencia (SN; PRN) la secuencia de prueba (BF1, BF2; BMA, BMB).
- 15 14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** los medios para la generación de un patrón de prueba están realizados como codificador hardware y/o software (SCR1, SCR2) o como tablas de consulta (LUTA, LUTB) en hardware y/o software.
- 20 15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado por que** el codificador hardware/software (SCR1, SCR2) está realizado con dos canales.
- 25 16. El sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 15, **caracterizado por que** la unidad de detección (EE1...EEn) presenta un microcontrolador (MC), cuya salida está conectada con la entrada del codificador de dos canales (SCR1, SCR2) y por que las salidas de respectivamente uno de los codificadores (SCR1, SCR2) están conectadas con contactos del elemento de conmutación (K1, K2) y por que las salidas de los contactos de conmutación (K1A, K1B; K2A, K2B) están conectadas con entradas del microcontrolador (MC).
- 30 17. El sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 16, **caracterizado por que** la unidad de detección (EE1...EEn) presenta un microcontrolador (MC), así como una lógica hardware (CPLD; Complex Program Logic Device), estando implementada en el microcontrolador (MC) una primera tabla de consulta (LUTA) y en la lógica hardware (CPLD) una segunda tabla de consulta (LUTB), estando conectada respectivamente una entrada de las tablas de consulta (LUTA; LUTB) con una salida del transceptor (TRE) para la alimentación del número de secuencia (SN, PRN) y por que está conectada respectivamente una salida de las tablas de consulta (LUTA; LUTB) con respectivamente un contacto de conmutación (SA, SB) del dispositivo de conmutación de dos canales (SG) como parada de emergencia, estando conectado un contacto de conmutación (SA) en el lado de entrada con la tabla de consulta (LUTA) del microcontrolador (MC) y en el lado de salida con un bloque lógico (LBB) de la lógica hardware (CPLD) y el contacto de conmutación (SB) conectado con la tabla de consulta (LUTB) en el lado de salida con un bloque lógico (LBA) integrado en el microcontrolador (MC), estando conectadas las salidas de los bloques lógicos (LBA, LBB) con un sumador (SUM) para la generación de una señal única (BMC) (una información), que puede transmitirse en un canal a la unidad de evaluación (AE).
- 35 40 45 18. El sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 17, **caracterizado por que** el dispositivo de conmutación (SG, K1, K2) está realizado con dos canales y presenta respectivamente dos contactos de conmutación (SA, SB).
- 50 19. El sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 18, **caracterizado por que** la unidad de tratamiento (VE) (estación base) está realizada respectivamente con dos canales en la unidad de evaluación (AE), presentando cada canal una unidad de decodificación (DESCR1, DESCR2), preferentemente para cada contacto (SA, SB) del dispositivo de conmutación de dos canales.
- 55 20. Un procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** la detección y/o el tratamiento de la señal de al menos dos canales (S1...Sn) se realiza en software y hardware,

estando realizado un primer canal (canal A) en software y un segundo canal (canal B) en hardware, por que para la comprobación del hardware (CPLD) y/o software (MC) la unidad de evaluación (AE) envía números de secuencia (SN) especiales a las unidades de detección (EE1...EE_n) y por que de este modo se simulan en la unidad de detección (EE1...EE_n) contactos de conmutación abiertos.

- 5 21. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 20, **caracterizado por que** el canal hardware (canal B) presenta preferentemente una estructura en técnica fijamente programada, como técnica FPGA o PLD.
22. El procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 20 o 21, **caracterizado por que** para detectar errores en el hardware y/o software en las unidades de detección (EE1...EE_n) estas son comprobadas en intervalos de tiempo definidos por la unidad de evaluación (AE).
- 10 23. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 20 a 22, **caracterizado por que** la unidad de evaluación (AE) presenta una conducta expectante respecto a la recepción de secuencias de prueba y detecta errores software y/o hardware en la unidad de detección (EE1...EE_n).

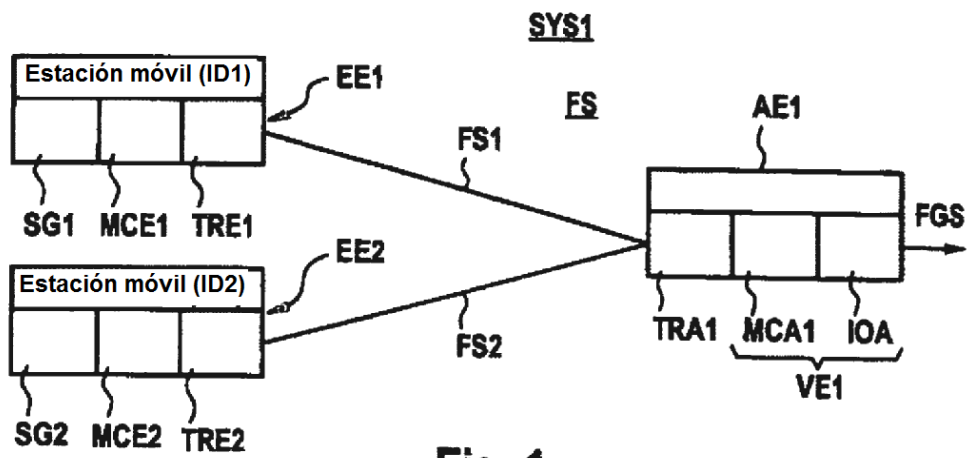


Fig. 1

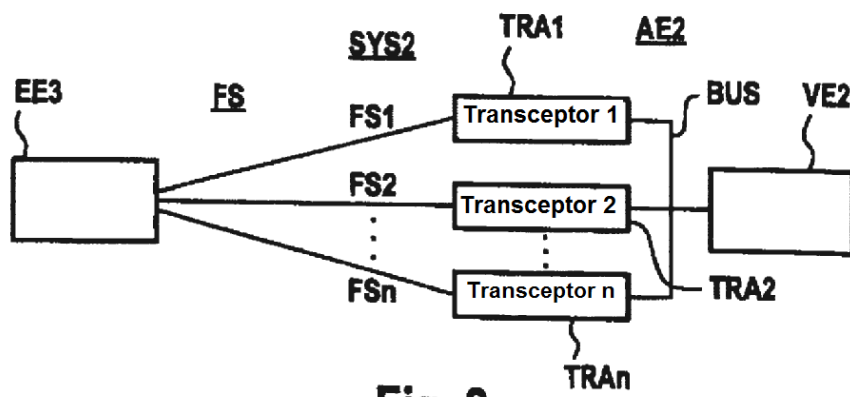


Fig. 2

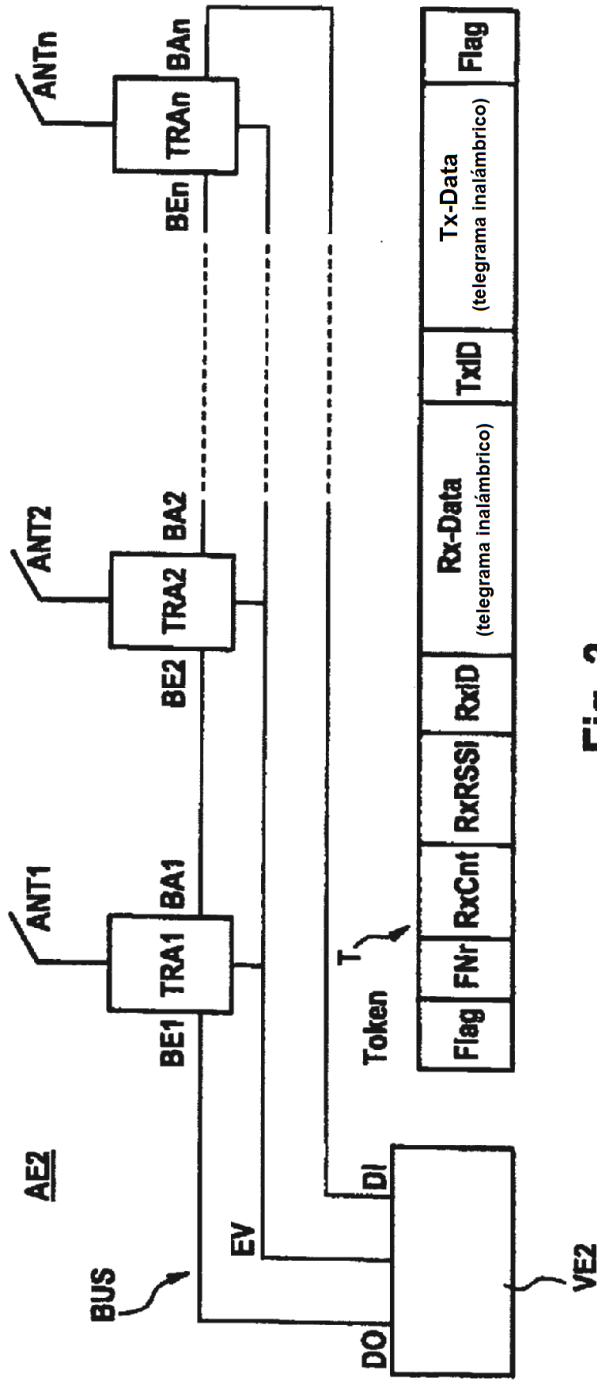


Fig. 3

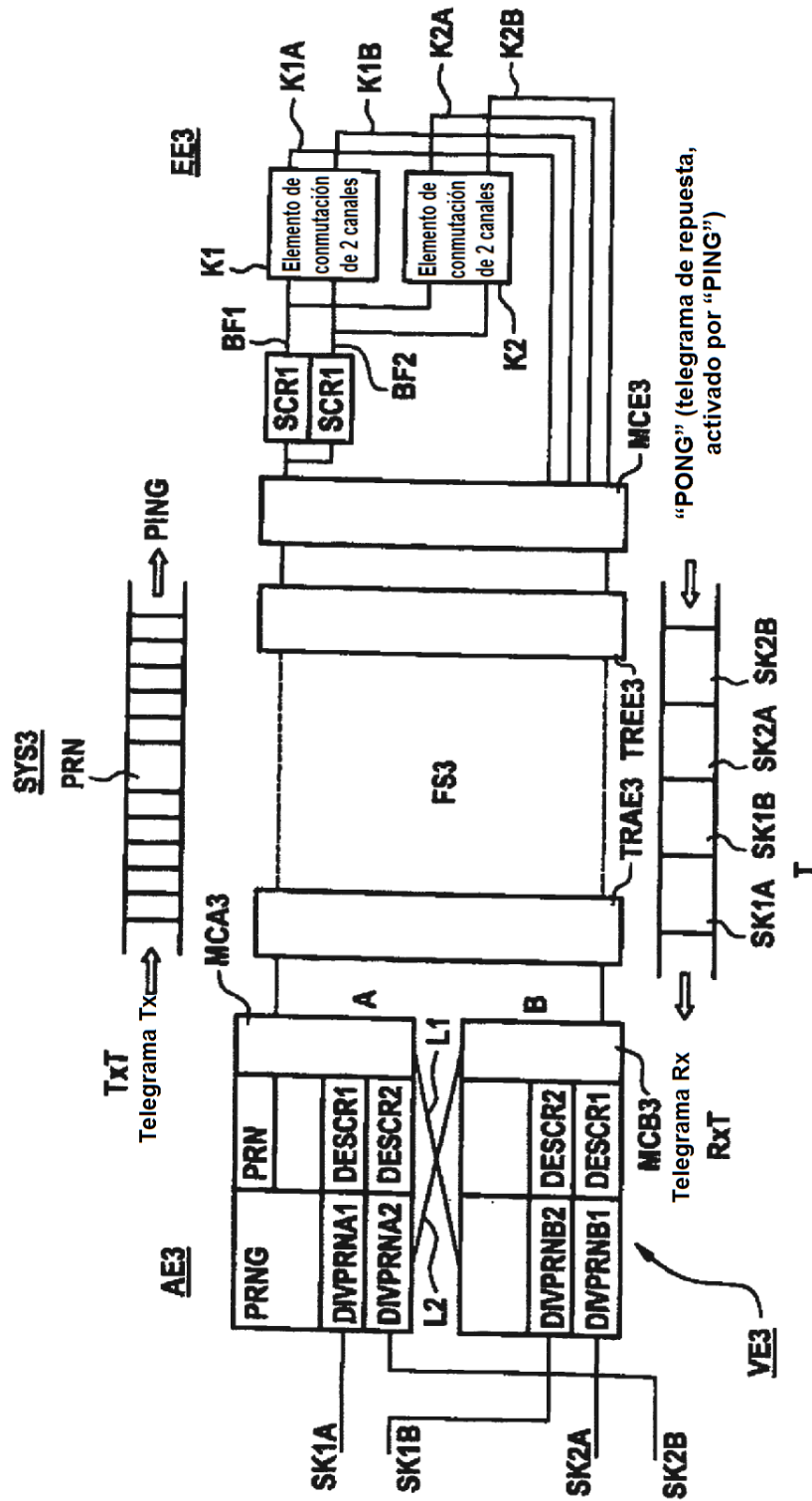


Fig. 4

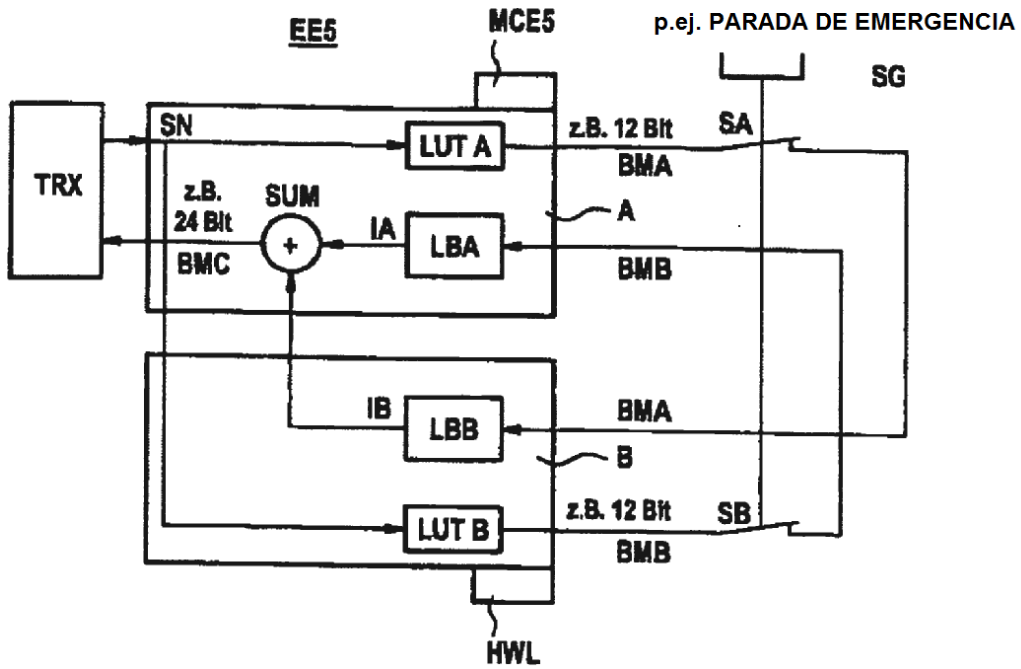


Fig. 5

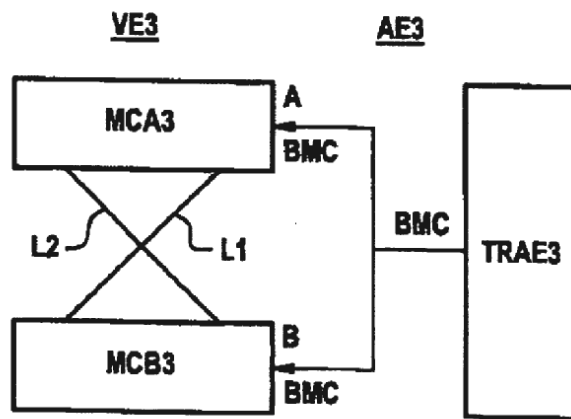


Fig. 6

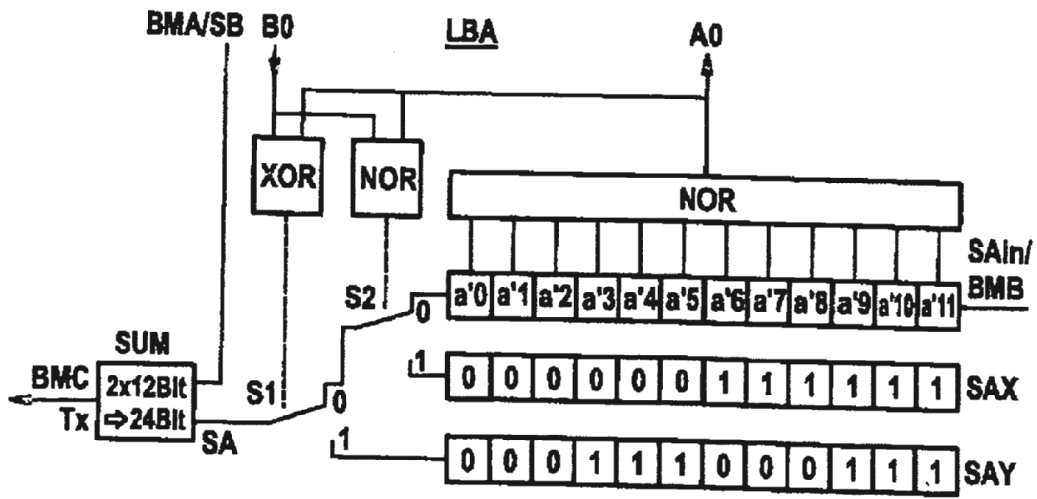


Fig. 7

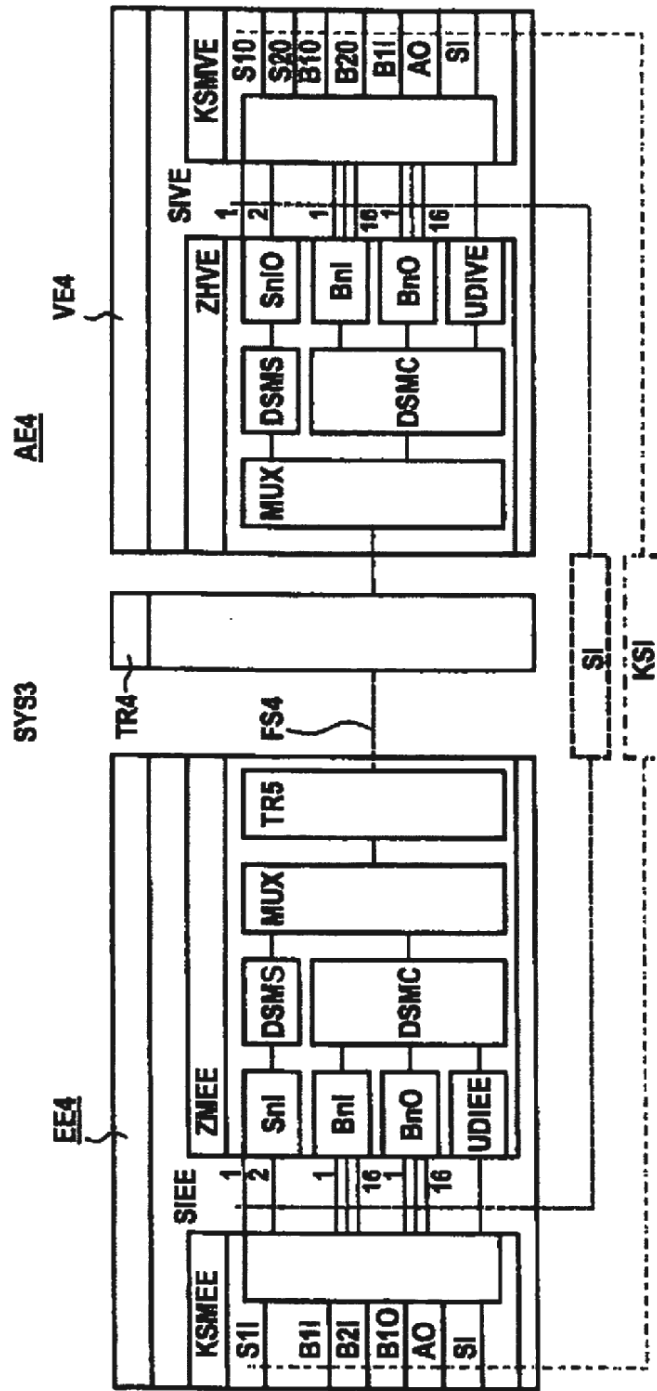


Fig. 8