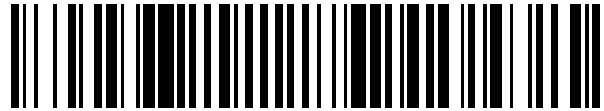


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 103**

51 Int. Cl.:

H01H 47/00 (2006.01)

G05B 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2006 E 06806371 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013 EP 1946349**

54 Título: **Dispositivo de conmutación de seguridad para la desconexión a prueba de errores de un consumidor eléctrico**

30 Prioridad:

11.11.2005 DE 102005055325

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

17.04.2013

73 Titular/es:

**PILZ GMBH & CO. KG (100.0%)
FELIX-WANKEL-STRASSE 2
73760 OSTFILDERN, DE**

72 Inventor/es:

**BAUER, RALF;
HORNUNG, GUENTER y
NITSCHKE, THOMAS**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 401 103 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de conmutación de seguridad para la desconexión a prueba de errores de un consumidor eléctrico

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de conmutación de seguridad para la desconexión a prueba de errores de un consumidor eléctrico, en particular en una instalación que funciona automáticamente, con un primer y un segundo borne de conexión para la conexión de un primer interruptor de señalización, con un tercer y un cuarto borne de conexión para la conexión de un segundo interruptor de señalización, y con al menos un primer y un segundo elemento de conmutación, que están configurados para generar una señal de conmutación de salida redundante para la desconexión del consumidor, en el que el primer borne de conexión está cargado con un primer potencial estático de magnitud elevada, en el que el tercer borne de conexión está cargado con un segundo potencial estático diferente de baja magnitud, en el que el segundo borne de conexión está acoplado con el primer elemento de conmutación de tal manera que el primer elemento de conmutación puede conectarse a través del primer interruptor de señalización con el primer potencial estático, y en el que el cuarto borne de conexión está acoplado con el segundo elemento de conmutación de tal manera que el segundo elemento de conmutación puede conectarse a través del segundo interruptor de señalización con el segundo potencial estático, con un conjunto de circuitos para la determinación de al menos un potencial adicional en el segundo y/o el cuarto borne de conexión, en el que el conjunto de circuitos está configurado además para controlar para la señal de conmutación de salida redundante en función del potencial adicional.

20 Un dispositivo de conmutación de seguridad de este tipo se conoce por el documento US 2001/0027352 A1.

Los dispositivos de conmutación de seguridad en el sentido de la presente invención sirven para desconectar de manera a prueba de errores una máquina o instalación peligrosa, cuando esto es necesario para proteger a personas. Los dispositivos de conmutación de seguridad monitorizan normalmente las señales de aviso de pulsadores de parada de emergencia, interruptores de barreras de seguridad, barreras luminosas, rejillas de difracción óptica y otros aparatos de señalización relacionados con la seguridad y, en función de estas señales de aviso pueden interrumpir un camino de suministro eléctrico a la máquina o instalación monitorizada. Como puede observarse con facilidad, es de gran importancia que siempre esté garantizada la función de seguridad y que los fallos en la zona del dispositivo de conmutación de seguridad se intercepten y/o se detecten a tiempo. Normalmente los dispositivos de conmutación de seguridad están contruidos por lo tanto de forma redundante y/o con funciones de autocomprobación. Al menos en el caso de altos requisitos de seguridad se realizan también las señales de aviso de forma redundante con respecto al dispositivo de conmutación de seguridad.

35 La seguridad contra fallos que puede alcanzarse mediante la redundancia se pierde, no obstante, cuando aparece un cortocircuito transversal en las líneas de conexión entre los aparatos de señalización y el dispositivo de conmutación de seguridad. Un dispositivo de conmutación de seguridad para las categorías de seguridad superiores de la norma europea EN 954-1 (o para requisitos comparables) necesita por lo tanto una detección de cortocircuito transversal. En el caso del dispositivo de conmutación de seguridad conocido por un manual de funcionamiento con el número 19 238-01 de la solicitante de aquí para el aparato de distribución de seguridad PNOZ® X2 éste está realizado de manera que se conecta un aparato de señalización de dos canales, por ejemplo un pulsador de parada de emergencia con dos contactos con dos contactos de ruptura redundantes, con líneas separadas a los bornes de conexión, estando cargado un primer contacto de apertura del pulsador de parada de emergencia con el primer potencial, mientras que el segundo contacto de apertura está cargado con un segundo potencial. Normalmente como primer potencial se usa la tensión de funcionamiento de por ejemplo 24 V, mientras que el segundo potencial es un contrapotencial al mismo, en particular masa. El dispositivo de conmutación de seguridad está configurado en el interior de modo que un cortocircuito transversal entre las líneas de conexión del aparato de señalización, por ejemplo debido a un aplastamiento de cables, lleva a un cortocircuito eléctrico en el dispositivo de conmutación de seguridad, y el cortocircuito tiene como consecuencia un gran aumento de la corriente que fluye hacia el dispositivo de conmutación de seguridad. La corriente aumentada dispara una seguridad, que está dispuesta en el circuito de entrada del dispositivo de conmutación de seguridad. Como consecuencia de ello se desconectan los elementos de conmutación de salida. Este modo de proceder conocido tiene, no obstante, la desventaja de que el punto de liberación de la seguridad (como elemento de identificación de sobrecorriente) es dependiente de la temperatura y por lo tanto impreciso.

55 Por el documento DE 44 23 704 C1 se conoce otro modo de proceder para la detección de cortocircuitos transversales en dispositivos de conmutación de seguridad. En este caso, los elementos de conmutación en el lado de salida se encuentran con en cada caso una de sus conexiones a un potencial de masa común, mientras que las otras conexiones en cada caso se encuentran a diferente potencial positivo y negativo. Este modo de proceder presupone que el dispositivo de conmutación de seguridad se provea de una tensión alterna, a partir de la que se generan el potencial positivo y negativo. Por lo tanto, este modo de proceder conocido no puede transmitirse sin más a dispositivos de conmutación de seguridad que se provean de una corriente continua.

65 Por el documento DE 197 58 332 B4 se conoce otro dispositivo de conmutación de seguridad, en el que en el circuito de entrada se usa un elemento de identificación de sobrecorriente en forma de una seguridad electrónica. Para impedir una reconexión automática a una máquina o instalación monitorizada tras la eliminación de un

cortocircuito transversal, en este caso está dispuesto un optoacoplador en paralelo a la seguridad. Cuando la seguridad reacciona, el optoacoplador cortocircuita el circuito de entrada del dispositivo de conmutación de seguridad y pasa a autoenclavamiento. Este dispositivo de conmutación de seguridad conocido tiene sin embargo la desventaja ya mencionada de que el punto de liberación de la seguridad es dependiente de la temperatura y por lo tanto impreciso.

Junto a los procedimientos descritos hasta el momento con potenciales estáticos sobre líneas de señalización existen procedimientos dinámicos para detectar cortocircuitos transversales. A modo de ejemplo se remite en este punto a los documentos DE 100 33 073 A1, DE 197 02 009 C2 y DE 198 05 722 A1. Los procedimientos dinámicos usan señales de reloj diferentes sobre las líneas de conexión a los aparatos de señalización. De esta manera pueden diferenciarse entre sí las señales sobre las líneas de señalización separadas, y puede detectarse un cortocircuito transversal. Los procedimientos dinámicos tienen la desventaja de que al menos deben proporcionarse dos señales de reloj diferentes, lo que está relacionado con el gasto y hace caros de manera correspondiente los aparatos.

El documento US 2001/0027352 A1 da a conocer un circuito de seguridad de un cuerpo de robot, estando asociado cada uno de los n interruptores, en cada caso un factor de emergencia, un primer contacto de apertura-cierre y un segundo contacto de apertura-cierre, que trabajan los dos simultáneamente. Los primeros contactos de apertura-cierre están conectados eléctricamente en serie a través de una primera línea de señales para el control del encendido o apagado de una servoalimentación de corriente, mientras que los segundos contactos de apertura-cierre están conectados eléctricamente en serie a través de una segunda línea de señales para el control del encendido o apagado de la servoalimentación de corriente.

En este contexto, es un objetivo de la presente invención indicar un dispositivo de conmutación de seguridad sencillo y económico con el que puedan detectarse fallos de forma fiable y a la mayor brevedad posible en el modo de conexión externo.

Según un aspecto de la invención este objetivo se soluciona mediante un dispositivo de conmutación de seguridad de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el conjunto de circuitos está configurado para abrir al menos uno de los elementos de conmutación, cuando el potencial adicional es de menor magnitud que un valor umbral definido.

El dispositivo de conmutación de seguridad se basa en el planteamiento estático y se basta sin señales de reloj y generadores de reloj. Éste usa dos potenciales estáticos diferentes entre sí sobre las líneas de conexión al aparato de señalización, para detectar cortocircuitos transversales, en concreto preferentemente sin ritmos complementarios, por ejemplo modulados. Para ello se mide el potencial (obligatoriamente asimismo estático) en el segundo y/o el cuarto borne de conexión y se compara el potencial allí esperado. Esta comparación permite una detección de cortocircuito transversal fiable sin señales de reloj dinámicas. Por lo tanto el dispositivo de conmutación de seguridad puede realizarse igualmente de forma económica tal como con los procedimientos estáticos puestos en práctica hasta el momento. En una provisión interna del aparato preferente de los potenciales no puede prescindirse ahora sólo de generadores de reloj, sino también de bornes de conexión para retirar las señales de reloj, lo que permite una realización de construcción especialmente pequeña con una alta categoría de seguridad.

Además el dispositivo de conmutación de seguridad puede realizarse independientemente del tipo de alimentación de corriente usada, es decir puede realizarse tanto con una alimentación de corriente continua como con una alimentación de tensión alterna. Esto permite números de piezas elevados y contribuye además a una realización económica.

Según la invención el potencial adicional se determina cualitativamente con ayuda de una comparación de valor umbral. En este caso se examina "sólo" si el potencial adicional es mayor o menor que un valor umbral definido. Esta realización es especialmente económica y suficiente para la aplicación de la técnica de seguridad, dado que en este caso se trata únicamente de detectar si existe un cortocircuito transversal.

Adicionalmente, el potencial adicional en el segundo y/o el cuarto borne de conexión puede registrarse en forma de un valor de medición que se compara cuantitativamente con el primer y el segundo potencial conocidos. En ejemplos de realización especialmente preferidos no se ven posibles diferencias de los potenciales en los bornes de conexión, si no que se monitoriza si los potenciales en estos bornes corresponden a las relaciones que resultan de la estructura de circuito en un modo de error a prueba de errores. Precisamente esto permite una renuncia a la generación e impresión de señales dinámicas distinguibles.

De manera ventajosa, con el nuevo dispositivo de conmutación de seguridad puede detectarse también, si la resistencia de línea óhmica de las líneas de conexión se encuentra en un intervalo permitido. Esto es especialmente ventajoso cuando el nuevo dispositivo de conmutación de seguridad usa un elemento de identificación de sobrecorriente (en sí ya conocido) en el circuito de entrada, dado que en estos casos hasta el momento debía limitarse con ayuda de una instrucción de instalación de la resistencia de línea permitida en las líneas de conexión a los aparatos de señalización, para garantizar una reacción segura. Con la presente invención es posible una desconexión automática y temprana cuando la resistencia de línea alcanza un valor no permitido.

5 Por último, el nuevo dispositivo de conmutación de seguridad tiene la ventaja de que la detección de cortocircuito transversal, a diferencia de los procedimientos estáticos anteriores, es posible ya antes del cierre de los elementos de conmutación y por lo tanto antes del encendido de la máquina o instalación. En los dispositivos de conmutación de seguridad anteriores con detección de cortocircuito transversal estática, el elemento de identificación de sobrecorriente, en caso de un cortocircuito transversal, sólo podía reaccionar cuando estaban cerrados los elementos de conmutación en el lado de salida.

10 No cada cortocircuito transversal en las líneas de conexión al interruptor de señalización es igualmente peligroso para el funcionamiento del dispositivo de conmutación de seguridad. Son peligrosos sobre todo los cortocircuitos transversales que lleva directamente a que ya no pueda detectarse un accionamiento del interruptor de señalización y/o que ya no puedan abrirse elementos de conmutación en el lado de salida. Con la presente invención se consigue de manera muy sencilla y económica que estos cortocircuitos transversales peligrosos se detecten inmediatamente, dado que un potencial de baja magnitud en el segundo y/o el cuarto borne de conexión es la consecuencia de un cortocircuito transversal peligroso de este tipo, tal como se representa adicionalmente más adelante en los ejemplos de realización.

20 En conjunto, el nuevo dispositivo de conmutación de seguridad permite una detección temprana y fiable de cortocircuitos transversales con señales estáticas sobre las líneas de conexión al aparato de señalización. El objetivo mencionado anteriormente se soluciona con ello completamente.

En una configuración preferida, el conjunto de circuitos está diseñado para monitorizar el potencial adicional con respecto al primer potencial.

25 Preferentemente, el conjunto de circuitos de esta configuración establece el potencial adicional en una relación con respecto al primer o segundo potencial y monitoriza, si la relación, por ejemplo en forma de un cociente, respeta un intervalo de valores definido. Como alternativa o adicionalmente a esto, el conjunto de circuitos podría comparar el potencial adicional también como valor de medición absoluto con un valor umbral, el primer y/o el segundo potencial. En la configuración preferida el conjunto de circuitos es sin embargo independiente del nivel absoluto del primer y segundo potencial. Por lo tanto, esta configuración puede hacerse funcionar sin adaptaciones con diferentes tensiones de alimentación.

30 En una configuración adicional el al menos un potencial adicional incluye un tercer potencial en el segundo borne de conexión y un cuarto potencial en el cuarto borne de conexión.

35 Esta configuración permite un doble control sobre el cortocircuito transversal "más peligroso", en concreto una conexión entre el segundo y el cuarto borne de conexión. Por lo tanto esta configuración lleva de manera muy económica a una seguridad aumentada.

40 En una configuración adicional el conjunto de circuitos está diseñado para determinar el primer potencial. En configuraciones preferidas adicionales el conjunto de circuitos puede estar diseñado además para determinar también el segundo potencial.

45 Como regla general el primer y el segundo potencial en un dispositivo de conmutación de seguridad se conocen debido a la tensión de alimentación. Una determinación según la técnica de medición de estos potenciales permite sin embargo una monitorización aún más precisa tomando en consideración oscilaciones de potencial. Además, el dispositivo de conmutación de seguridad en esta configuración puede adaptarse automáticamente a diferentes tensiones de alimentación.

50 En una configuración adicional el conjunto de circuitos está diseñado de manera redundante.

Esta configuración permite una monitorización a prueba de errores del modo de conexión externo únicamente con ayuda del nuevo modo de proceder.

55 En una configuración adicional el conjunto de circuitos incluye al menos un circuito integrado, en particular un microcontrolador, que está conectado con el segundo y/o el cuarto borne de conexión.

60 La conexión del circuito de conmutación integrado con el segundo y/o el cuarto borne de conexión puede incluir elementos constructivos intermedios, siempre que el circuito de conmutación pueda registrar según la técnica de medición el potencial adicional. La configuración es ventajosa, dado que el nuevo dispositivo de conmutación de seguridad de esta manera puede realizarse de forma muy económica con pocos elementos constructivos.

65 En una configuración adicional el conjunto de circuitos incluye una unidad de conmutación, que está configurada para conectar el segundo elemento de conmutación por poco tiempo en paralelo con el segundo interruptor de señalización.

5 En otras palabras, la unidad de conmutación de esta configuración está diseñada para cortocircuitar el segundo elemento de conmutación a través del interruptor de señalización. Cuando no existe ningún cortocircuito transversal en el modo de conexión externo, el segundo elemento de conmutación debe estar libre de tensión durante este tiempo de conmutación, lo que puede comprobarse de forma sencilla con ayuda del potencial adicional. Esta configuración es especialmente ventajosa como complemento a una determinación según la técnica de medición directa del potencial adicional, porque puede realizarse por lo tanto de manera económica una redundancia diversa.

10 En una configuración adicional la unidad de conmutación incluye un puente de diodos, en el que está dispuesto el segundo elemento de conmutación.

Esta configuración permite una realización muy económica en aquellos casos en los que el segundo elemento de conmutación se complementa con elementos constructivos polarizados, en particular con condensadores electrolíticos, lo que es con frecuencia ventajoso en los dispositivos de conmutación de seguridad de este tipo.

15 En una configuración adicional el conjunto de circuitos incluye un sensor de valor umbral, en particular optoacoplador, que está configurado para determinar el potencial adicional.

20 En esta configuración el potencial adicional no se determina en forma de un valor de medición, sino que se establece "únicamente", si el potencial adicional queda por encima o por debajo de un valor umbral. Dado que para la detección de cortocircuito transversal se llega esencialmente a determinar si existe o no un cortocircuito transversal, es suficiente una valoración cualitativa de este tipo. Ésta es además posible de manera muy económica y especialmente ventajosa en combinación con una unidad de conmutación, tal como se describe adicionalmente con anterioridad.

25 En una configuración adicional el dispositivo de conmutación de seguridad incluye un elemento de identificación de sobrecorriente, en particular en forma de una resistencia PTC, que está configurada para abrir al menos uno de los elementos de conmutación en el caso de una sobrecorriente.

30 Esta configuración combina el nuevo modo de proceder con el procedimiento estático conocido para la protección frente a cortocircuitos transversales. Esta combinación es especialmente ventajosa porque la nueva determinación de potencial permite también una comprobación de las líneas de conexión (en sí intactas) con respecto a su resistencia de línea. Con ello puede aumentarse adicionalmente la seguridad alcanzada hasta el momento únicamente mediante las instrucciones de montaje. Por otro lado, el uso de un elemento de identificación de sobrecorriente está en forma de una seguridad, tal como por ejemplo una resistencia PTC, un método muy fiable, económico y probado, para desconectar de forma rápida y segura las máquinas monitorizadas en el caso de un cortocircuito transversal.

40 Se entiende que las características mencionadas anteriormente y las características a explicar aún a continuación, no sólo pueden usarse en la combinación indicada en cada caso, sino también en otras combinaciones o individualmente, sin abandonar el contexto de la presente invención.

Ejemplos de realización de la invención están representados en los dibujos y se explican en detalle en la siguiente descripción. Muestran:

45 la figura 1 una representación esquemática de una instalación que funciona automáticamente, en la que se utilizan ejemplos de realización del nuevo dispositivo de conmutación de seguridad,

50 la figura 2 una representación simplificada de un ejemplo de realización del nuevo dispositivo de conmutación de seguridad en forma de un diagrama equivalente, que muestra el estado conectado,

la figura 3 un diagrama equivalente del dispositivo de conmutación de seguridad de la figura 2 con posibles cortocircuitos transversales, y

55 la figura 4 el diagrama equivalente de la figura 3 con un posible cortocircuito transversal adicional.

En la figura 1 está representada una instalación, en la que se utilizan ejemplos de realización de la invención, en su conjunto con el número de referencia 10.

60 La instalación 10 incluye un robot 12, cuyo espacio de trabajo está protegido con una puerta de seguridad 14. En la puerta de seguridad 14 está dispuesto un accionador 16, que interacciona con un interruptor de puerta de seguridad 18. El interruptor de puerta de seguridad 18 se apoya en un marco, sobre el que se apoya la puerta de seguridad móvil 14 en estado cerrado. El accionador 16 puede ser por ejemplo un transpondedor que puede comunicar con el interruptor de puerta de seguridad 18 sólo en el estado cerrado de la puerta de seguridad 14.

65

- 5 El interruptor de puerta de seguridad 18 está conectado con un aparato de conmutación de seguridad 20, que procesa las señales de aviso del interruptor de puerta de seguridad 18. En serie con el aparato de conmutación de seguridad 20 se encuentra un segundo aparato de conmutación de seguridad 22, al que está conectado un pulsador de paradas de emergencia 24 como aparato de señalización. Los aparatos de conmutación de seguridad 20, 22 son dispositivos de conmutación de seguridad compactos en el sentido de la presente invención, que tienen un alcance funcional establecido en el lado del fabricante.
- 10 Con los números de referencia 26, 28 se designan dos protecciones, cuyos contactos de trabajo se encuentran en el camino de alimentación de corriente al robot 12. Las protecciones 26, 28 se abastecen de corriente a través de los aparatos de conmutación de seguridad 20, 22, de modo que cada uno de los aparatos de conmutación de seguridad 20, 22 puede desconectar el robot 12 a través de las protecciones 26, 28. Un control de funcionamiento que controla el desarrollo normal del funcionamiento del robot 12, no está representado por motivos de claridad.
- 15 En la figura 2 está representado un ejemplo de realización preferido de la invención por medio del aparato de conmutación de seguridad 22. Números de referencia iguales designan los mismos elementos tal como anteriormente.
- 20 El aparato de conmutación de seguridad 22 tiene una carcasa de aparato 34, con una pluralidad de bornes de conexión para la conexión del pulsador de paradas de emergencia 24, las protecciones 26, 28 y de posibles aparatos de señalización adicionales y actores (no representados en este caso). Con los números de referencia 36 y 38 se designan un primer y un segundo borne de conexión, a los que está conectado un primer contacto de apertura 24a del pulsador de paradas de emergencia 24. Con los números de referencia 40, 42 se designan un tercer y un cuarto borne de conexión, a los que está conectado un segundo contacto de apertura 24b del pulsador de paradas de emergencia 24. Con el número de referencia 44 se designa la resistencia de línea RL de las líneas de conexión, a través de las que están conectados los contactos de apertura 24a, 24b con los bornes de conexión 36 - 42.
- 25 Dos bornes de conexión 46, 48 adicionales sirven para abastecer el aparato de conmutación de seguridad 22 con una tensión de funcionamiento U_B de por ejemplo 24 V. Bornes de conexión 50, 52 adicionales están previstos para conectar las protecciones 26, 28 y posibles consumidores adicionales.
- 30 En el ejemplo de realización representado el aparato de conmutación de seguridad 22 presenta salidas libres de potencial en forma de contactos de relé K1, K2, que se encuentran entre los bornes de conexión 50, 52 en serie. En un caso de este tipo, a los bornes de conexión 50 se conecta un potencial positivo de por ejemplo 24 V, y las protecciones 26, 28 se conectan a los bornes de conexión 52. A través de los contactos de relé K1, K2 pueden alimentarse con corriente las protecciones 26, 28, o puede interrumpirse el flujo de corriente. Como alternativa a este caso de aplicación preferido, la presente invención puede utilizarse sin embargo en principio también en dispositivos de conmutación de seguridad, que presenten las salidas de semiconductor con respecto al potencial.
- 35 Las bobinas excitadoras de los relés K1, K2 en la figura 2 están designadas con los números de referencia 56, 58. Tal como se representa en la figura 2, la bobina excitadora 56 del relé K1 (a continuación relé 56) se encuentra con una conexión a masa. Con su otra conexión el relé 56 está conectado en el interior del aparato con el borne de conexión 38. Para completar, en relación con esto está representado también un contacto de cierre del relé 56 (para el autoenclavamiento) así como una resistencia 60, que ha de entenderse como resistencia equivalente para elementos constructivos adicionales, no representados en este caso.
- 40 El borne de conexión 36 está conectado en el interior del aparato con un primer potencial estático, en concreto la tensión de funcionamiento U_B . Este potencial se conduce a través del contacto de apertura 24a del pulsador de paradas de emergencia 24 hasta el relé 56.
- 45 El relé 58 se encuentra en un puente de diodos que se compone de cuatro diodos 62, 64, 66, 68. Una primera conexión 70 se conduce a través de una resistencia equivalente 72 y un contacto de cierre del relé 58 hasta el borne de conexión 42. El borne de conexión 40 está conectado con el potencial de masa (segundo potencial en el sentido de la invención).
- 50 De manera correspondiente el relé 58 está conectado a través del segundo contacto de apertura 24b del pulsador de paradas de emergencia 24 con el potencial de masa.
- 55 Una segunda conexión 74 de la red de diodos está conectada con dos transistores 76, 78. A través del transistor 76 puede conectarse la segunda conexión 74 de la red de diodos con el primer potencial (tensión de funcionamiento U_B). A través del segundo transistor 78 puede conectarse la conexión 74 como alternativa a esto con el segundo potencial (masa).
- 60 Con el número de referencia 80 se designa un microcontrolador que, entre otras cosas, está configurado para controlar mutuamente los transistores 76, 78, para conectar la conexión 74 o bien con el primer potencial U_B o el segundo potencial (masa). Además el microcontrolador 80 está conectado con transistores 81 y 82 adicionales. El transistor 81 se encuentra en serie con la bobina excitadora del relé K1. El transistor 82 se encuentra como
- 65

transistor longitudinal en la alimentación de la tensión de alimentación U_B . Con ayuda del transistor 82, el microcontrolador 80 puede separar todos los elementos constructivos mencionados anteriormente de la tensión de alimentación U_B , lo que entre otras cosas tiene como consecuencia que los contactos de relé K1, K2 vuelven a reposo. Como alternativa o adicionalmente, el microcontrolador 80 puede desconectar los relés K1 y K2 también a través de los transistores 76 y 81.

Con el número de referencia 84 se designa una resistencia PTC, que trabaja como seguridad reversible.

El microcontrolador 80 está conectado a través de líneas de medición 86, 88, 90 con nodos, en los que puede determinar el primer potencial así como un tercer y un cuarto potencial en los bornes de conexión 38 y 42. En un ejemplo de realización preferido el microcontrolador 80 tiene varios convertidores A/C integrados, con cuya ayuda puede registrar según la técnica de medición los potenciales análogos. Por último en la figura 2 está representado aún un optoacoplador 92, cuyo elemento luminoso en el lado de entrada se encuentra en serie con el relé 58 en la red de diodos. El optoacoplador 92 genera una señal de salida cuando el relé 58 se atraviesa por corriente, y esta señal de salida se alimenta asimismo al microcontrolador 80 (en este caso no representado por motivos de claridad).

El funcionamiento del aparato de conmutación de seguridad 22 es tal como sigue: en el estado conectado y operacional fluye una corriente a través del contacto de apertura 24a hasta el relé 56. Además fluye una corriente a través del transistor 76 y la red de diodos 62 - 68 hasta el relé 58. Ambos relés 56, 58 están operando, es decir los contactos de cierre K1, K2 correspondientes están cerrados (en este caso a la salida no representado). Los relés 56, 58 se encuentran en autoenclavamiento, tal como conocen suficientemente los expertos pertinentes. Un diagrama equivalente aún más simplificado para este estado de funcionamiento está representado en las figuras 3 y 4. Números de referencia iguales designan a este respecto los mismos elementos que anteriormente. Por motivos de claridad las resistencias de línea 44 están representadas en cada caso una resistencia equivalente $2R_L$.

La figura 3 muestra tres posibles cortocircuitos transversales 96, 98, 100 entre los bornes de conexión 36 - 42. Un cortocircuito transversal 102 adicional está representado en la figura 4. De estos cortocircuitos transversales, el cortocircuito transversal 102 en la figura 4 es el más peligroso, dado que puede tener como consecuencia que fluya una corriente a través de los relés 56, 58, también cuando los contactos de apertura 24a, 24b están los dos abiertos. El aparato de conmutación de seguridad 22 no podría reaccionar por lo tanto a pesar del interruptor de señalización abierto. El robot 12 seguiría trabajando aunque se accionara el pulsador de paradas de emergencia 24. Por el contrario, en el caso de los cortocircuitos transversales 96, 98, 100 en la figura 3 siempre al menos uno de los relés 56, 58 queda sin corriente, cuando se abren los contactos de apertura 24a, 24b del pulsador de paradas de emergencia 24. En el caso del cortocircuito transversal 98 se reacciona además inmediatamente a la seguridad 84, dado que la tensión de funcionamiento U_B se cortocircuita inmediatamente.

El cortocircuito transversal 102 "peligroso" se detecta según la figura 4, determinando el potencial en los bornes de conexión 38 y/o 42 y comparando con el potencial medido o conocido en el borne de conexión 36. En el caso del cortocircuito transversal 102, el potencial en el borne de conexión 38, debido al camino transversal a través del contacto de apertura 24b es claramente menor que sin cortocircuito transversal 102. Esta diferencia de potencial puede detectarse de forma sencilla con ayuda del microcontrolador 80. Preferentemente el microcontrolador 80 forma y monitoriza un cociente a partir del tercer potencial en el borne de conexión 38 y el primer potencial en el borne de conexión 36. En un ejemplo de realización el microcontrolador 80 comprueba si este cociente es mayor que el 0,75 (75%). Si es este el caso, puede suponerse que no existe ningún cortocircuito transversal 102. Además el potencial en el borne de conexión 42 en el caso del cortocircuito transversal 102 es aproximadamente igual al potencial en el borne de conexión 38, lo que monitoriza asimismo el microcontrolador 80.

De manera similar, mediante una comparación de plausibilidad de los potenciales en los bornes de conexión 36, 38 y 42 puede detectarse un cortocircuito transversal 96 o 100 (figura 3), una conexión a tierra o un cortocircuito hacia la tensión de funcionamiento U_B . En cuanto se produce un de estos casos, el microcontrolador 80 desconecta los relés 56, 58 a través de los transistores 76, 81 y/o a través de los transistores 82. En otros ejemplos de realización puede suprimirse el transistor 82.

La monitorización del modo de conexión externo del aparato de conmutación de seguridad 22 sobre cortocircuitos transversales puede realizarse en dos canales según el procedimiento descrito. Esto está representado en la figura 2 por medio de un microcontrolador redundante 80'. Sin embargo se prefiere conectar el relé 58 con ayuda de los transistores 76, 78 por poco tiempo en paralelo con el contacto de apertura 24b, abriéndose el transistor 76 y cerrándose el transistor 78. Sin cortocircuito transversal ya no podría fluir en este caso ninguna corriente a través del relé 58, dado que en ambas conexiones 70, 74 de la red de diodos 62 - 68 se sitúa el mismo potencial, en concreto masa. Si se situara sin embargo otro potencial en una de las conexiones 40, 42 debido a un cortocircuito transversal, se produciría un flujo de corriente que se detecta con ayuda del optoacoplador 92 y se avisa al microcontrolador 80. También en este caso, el microcontrolador 80 desconecta los relés 56, 58 con ayuda del transistor 82. Asimismo es posible comparar los potenciales en los bornes de conexión 36, 38 con ayuda de una red de diodos (no representada en este caso) en el relé 56.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de conmutación de seguridad para la desconexión a prueba de errores de un consumidor eléctrico (26, 28), en particular en una instalación que funciona automáticamente (10), con un primer y un segundo borne de conexión (36, 38) para la conexión de un primer interruptor de señalización (24a), con un tercer y un cuarto borne de conexión (40, 42) para la conexión de un segundo interruptor de señalización (24b), y con al menos un primer y un segundo elemento de conmutación (56, 58), que están configurados para generar una señal de conmutación de salida redundante para la desconexión del consumidor (26, 28), en el que el primer borne de conexión (36) está cargado con un primer potencial estático de magnitud elevada (U_B), y en el que el tercer borne de conexión (40) está cargado con un segundo potencial estático diferente de baja magnitud, en el que el segundo borne de conexión (38) está acoplado con el primer elemento de conmutación (56) de tal manera que el primer elemento de conmutación (56) puede conectarse a través del primer interruptor de señalización (24a) con el primer potencial estático (U_B), y en el que el cuarto borne de conexión (42) está acoplado con el segundo elemento de conmutación (58) de tal manera que el segundo elemento de conmutación (58) puede conectarse a través del segundo interruptor de señalización (24b) con el segundo potencial estático, con un conjunto de circuitos (80, 86, 88, 90; 80, 92) para la determinación de al menos un potencial adicional en el segundo y/o el cuarto borne de conexión (38, 42), en el que el conjunto de circuitos (80, 86, 88, 90; 80, 92) está configurado además para controlar para la señal de conmutación de salida redundante en función del potencial adicional, **caracterizado por que** el conjunto de circuitos (80, 86, 88, 90) está configurado para abrir al menos uno de los elementos de conmutación (56, 58), cuando el potencial adicional es de menor magnitud que un valor umbral definido.
- 10 2. Dispositivo de conmutación de seguridad de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el conjunto de circuitos (80, 86, 88, 90) está configurado para monitorizar el potencial adicional con respecto al primer potencial (U_B).
- 15 3. Dispositivo de conmutación de seguridad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por que** el al menos un potencial adicional incluye un tercer potencial en el segundo borne de conexión (38) y un cuarto potencial en el cuarto borne de conexión (42).
- 20 4. Dispositivo de conmutación de seguridad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el conjunto de circuitos (80, 86, 88, 90) está configurado además para determinar el primer potencial (U_B).
- 25 5. Dispositivo de conmutación de seguridad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el conjunto de circuitos (80, 80') está configurado de manera redundante.
- 30 6. Dispositivo de conmutación de seguridad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el conjunto de circuitos (80, 86, 88, 90; 80 92) incluye al menos un circuito integrado, en particular un microcontrolador (80), que está conectado con el segundo y/o el cuarto borne de conexión (38, 42).
- 35 7. Dispositivo de conmutación de seguridad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el conjunto de circuitos (80, 92) incluye una unidad de conmutación (62, 64, 66, 68; 76, 78), que está configurado para conectar el segundo elemento de conmutación (58) por poco tiempo en paralelo con el segundo interruptor de señalización (24b).
- 40 8. Dispositivo de conmutación de seguridad de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** la unidad de conmutación (62, 64, 66, 68; 76, 78) incluye un puente de diodos (62 - 68), en el que está dispuesto el segundo elemento de conmutación (58).
- 45 9. Dispositivo de conmutación de seguridad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** el conjunto de circuitos (80, 92) incluye un sensor de valor umbral (92), en particular un optoacoplador, que está configurado para determinar el potencial adicional.
- 50 10. Dispositivo de conmutación de seguridad de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por** un elemento de identificación de sobrecorriente (84), en particular una resistencia PTC, que está configurada para abrir al menos uno de los elementos de conmutación (56, 58) en el caso de una sobrecorriente.
- 55

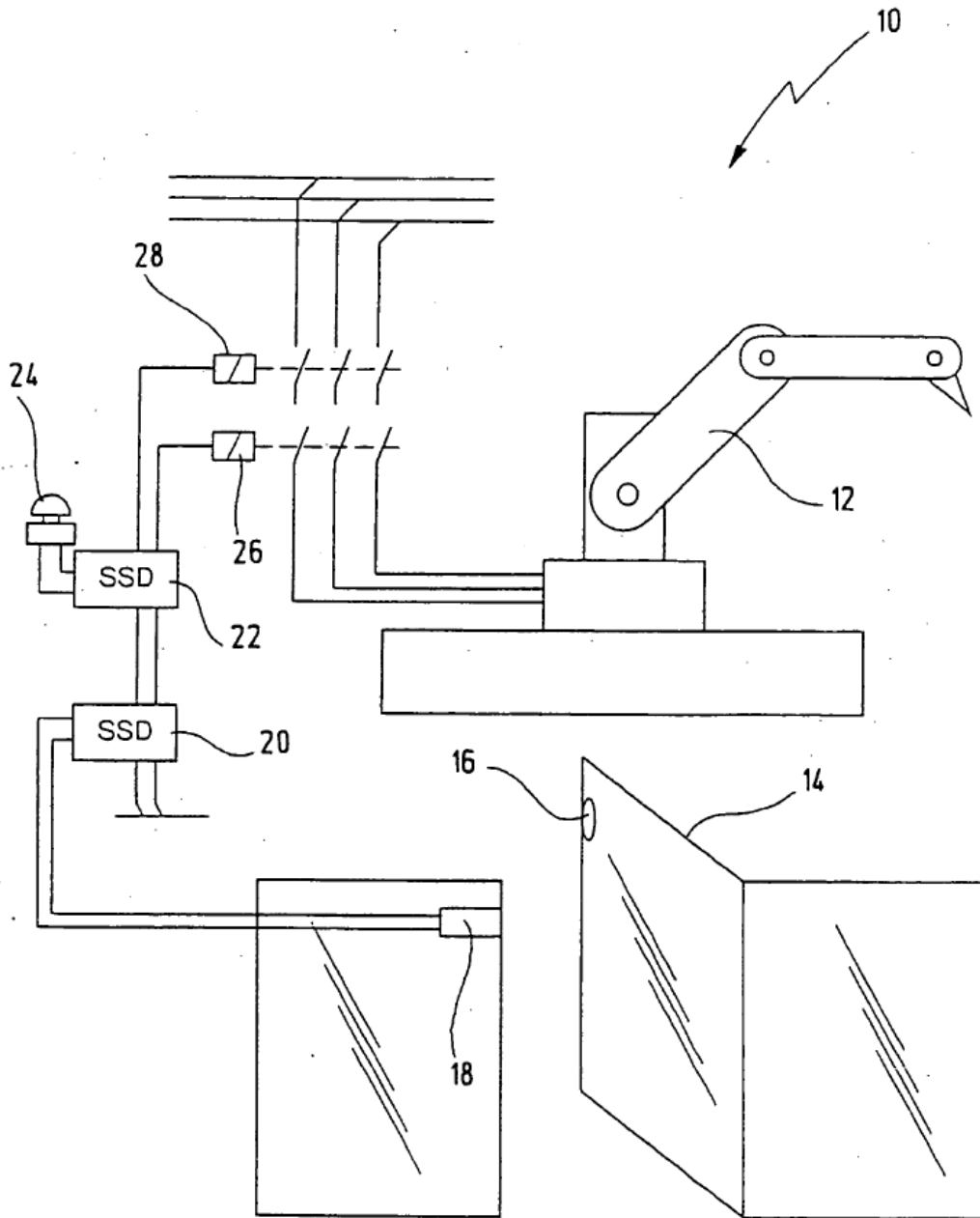


Fig.1

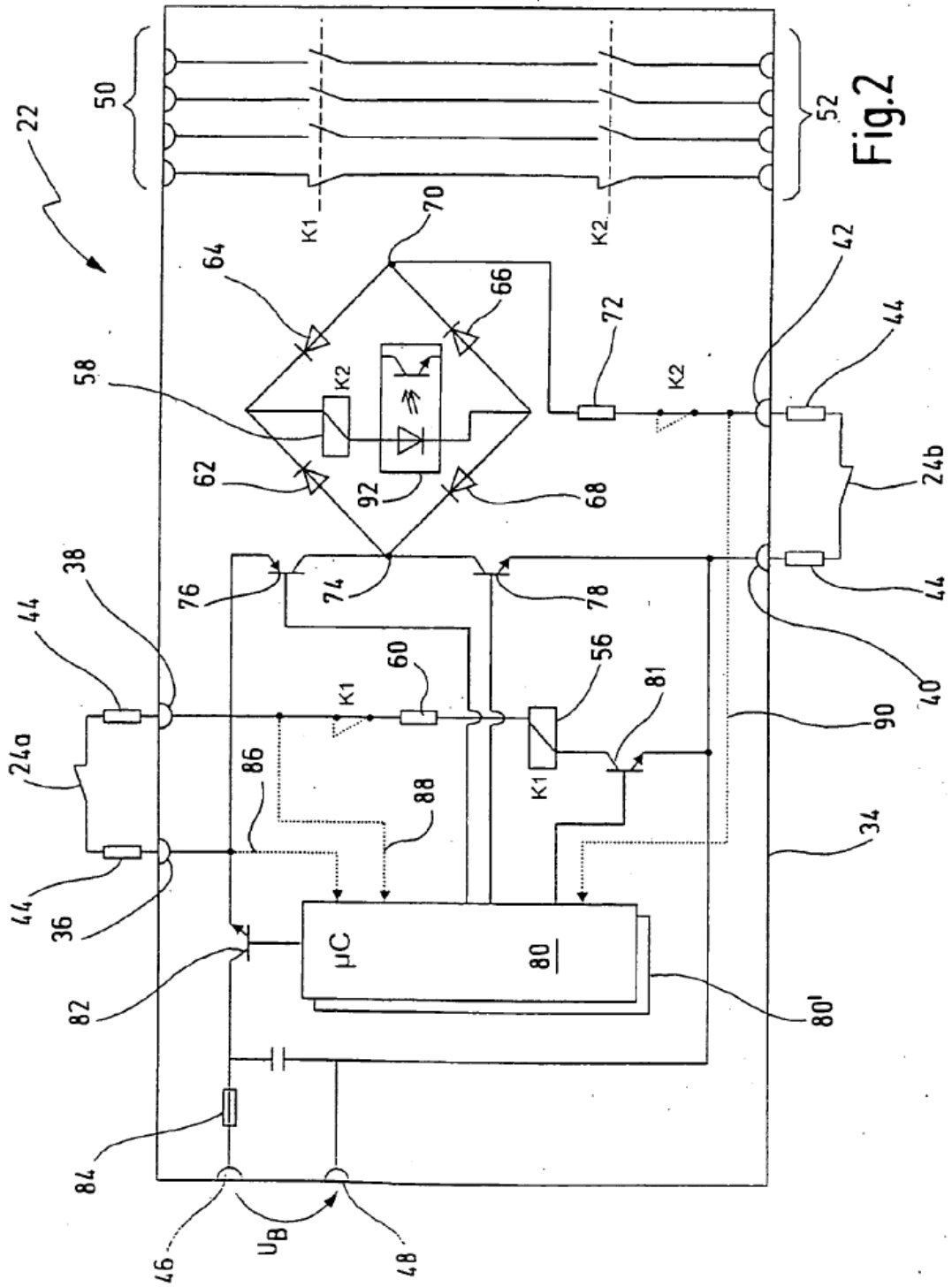


Fig.2

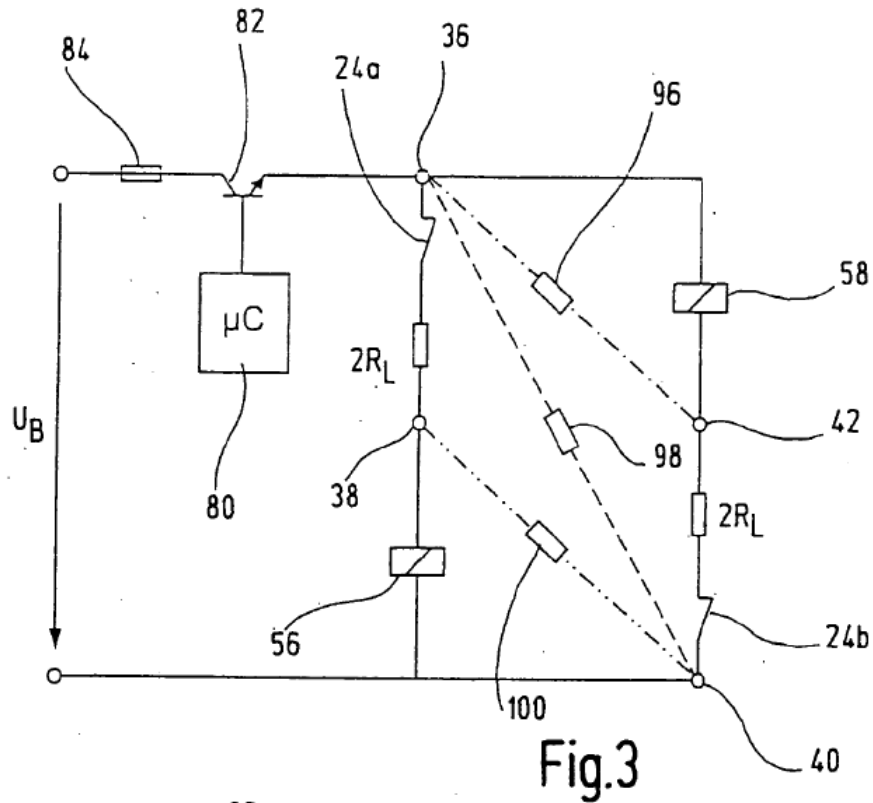


Fig.3

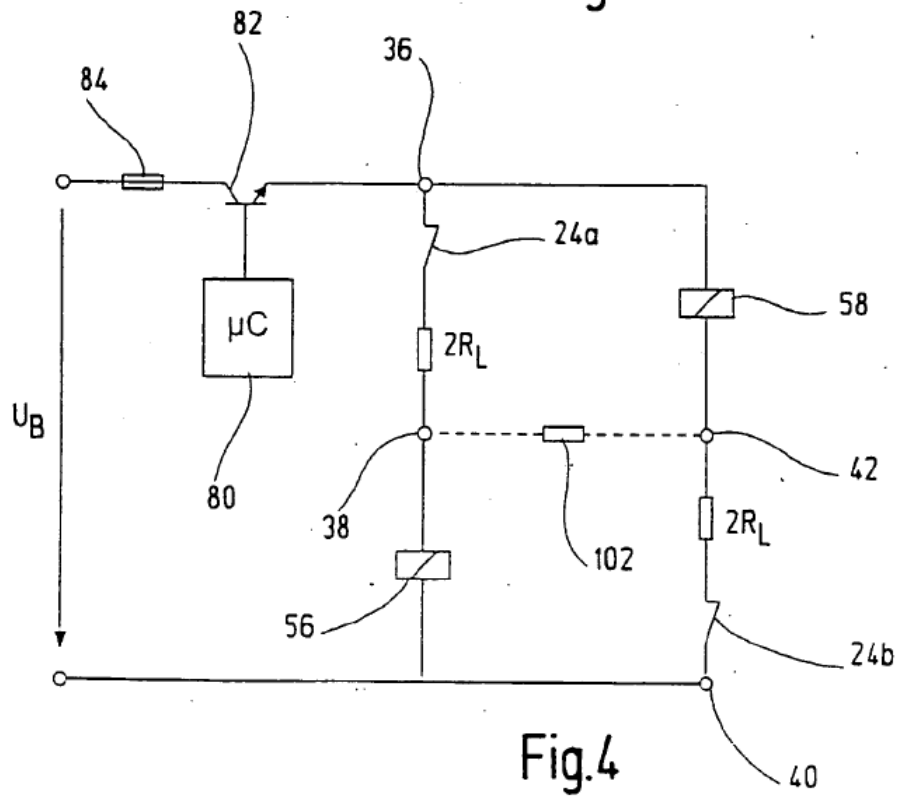


Fig.4