

MANUAL DE RELÉS DE SEGURIDAD PARA EL INGENIERO

11.1.1 Introducción

Los relés con contactos guiados son un tipo especial de relés. Coloquialmente se les suele llamar relés de seguridad. A parte de la alta calidad del producto, cumplen unos requisitos particulares.

Estos relés son principalmente utilizados en controladores para conseguir tareas relacionadas con la seguridad; entre las que están: la protección de la salud, de la vida, del entorno, procesos complejos y material de importancia.

11.1.2 ¿Qué significa “contactos guiados”?

Un contacto guiado consiste como mínimo de un contacto NC y un contacto NO con un dispositivo mecánico que evita que los contactos NC y NO se cierren al mismo tiempo. Este requisito se aplica en particular para condiciones de error (faulty condition) durante toda su vida, p.ej. cuando un contacto no se abre. Como consecuencia de esto en un circuito es que un contacto NC que no se abre puede ser detectado por un contacto NO. Sucede lo mismo cuando a un contacto NO su contacto NC permanece abierto (identificación de fallo).

De aquí se desprende que la apertura de un contacto siempre precede el cierre del contacto opuesto, y simultáneamente ocurre lo mismo en sentido inverso.



ERMEC,SL BARCELONA

Francesc Teixidó,22
08918 Badalona
Spain
bcn@ermec.com
Tel.: (+34)934501600

ERMEC MADRID

c/Puerto Rico, 4
28222 Majadahonda
Spain
madrid@ermec.com
Tel.: (+34)918285651

ERMEC PORTUGAL

Rua Brito Capelo, 807
4450-068 Matosinhos
Portugal
portugal@ermec.com
Tel.: (+35)1707509539



www.ermec.com

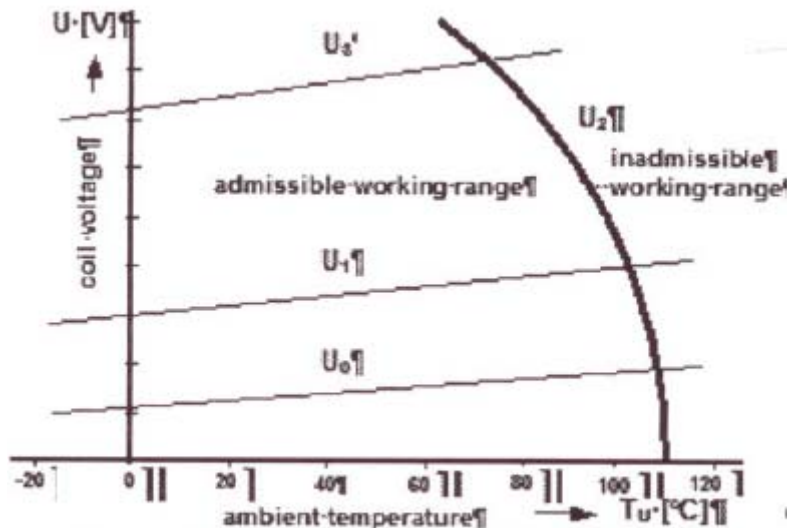


Figure 11.1.1—Coil energization diagram
(exemplary presentation)

Figura 11.1.1 Diagrama de excitación de la bobina

Esto significa que se puede detectar el “fallo de apertura”. Es igualmente aplicable a los contactos NC y NO. Para que este fallo ocurra, el contacto opuesto en cuestión debe tener una apertura mínima de $> 0.5\text{mm}$ o como mínimo $(2 \times 0.3)\text{ mm}$ en el caso de contactos en puente. A parte de esto, las posibles causas de un fallo del relé, tales como el deterioro y rotura de componentes (en especial los muelles) deberán ser evaluados y controlar los efectos con medidas adecuadas de diseño.

Cuando se diseña un circuito, se debe considerar el voltaje que se aplicará en relación a la operación. Se requiere valor mínimo U_1 para que el relé reaccione. No se debe exceder el valor U_2 para evitar una sobrecarga térmica.

Para los relés con contactos guiados, existe otro límite de voltaje U_3 . Si ocurriese una sobreexcitación en la condición de fallo “fallo de apertura” en un contacto NC, se debe mantener una apertura de como mínimo 0.5 mm con el contacto NO.

La EN 50205 diferencia entre el montaje de los contactos dependiendo del tipo de guía forzada. El tipo A describe relés en los que todos los contactos del ensamblaje están conectados unos a otros mediante una guía mecánica. Por otro lado, no todos los contactos del ensamblaje están conectados unos a otros mediante la guía en el tipo B.

Los relés con contactos CO en circuitos de seguridad deben también satisfacer los requisitos del estándar EN 50205. Esto significa que solamente un contacto NC o NO puede ser utilizado por contacto CO y que los contactos CO deben ser guiados mutuamente. Es por ello que los relés con al menos dos contactos CO deben ser utilizados para este tipo de aplicaciones. Son asignados también a la categoría B.

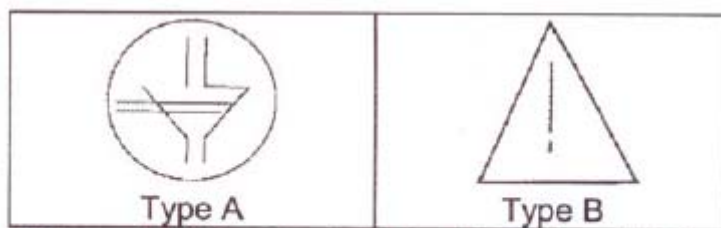


Figure 11.1.2—Symbols for forcibly guided contact assemblies according to EN 50205

Aquí los forzosamente guiados de los contactos no deben ser confundidos con los de acción de apertura directa por el IEC EN 60947-5-1, Apéndice K.

El fallo de apertura y el fallo de aislante son los únicos fallos de significado en el contexto de nuestras consideraciones de seguridad relevante.

Más abajo, la función guía forzosa es explicada utilizando el fallo de apertura de un relé tipo “clapper”.

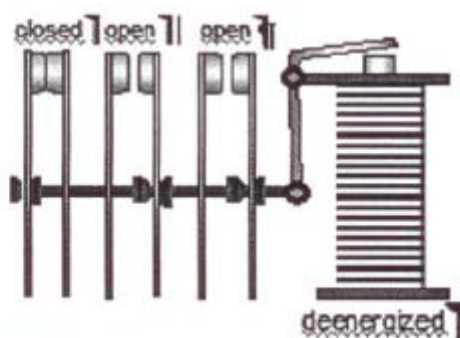


Figure 11.1.3—Relay in free position

La Fig. 11.1.3 representa la condición neutra de la bobina (monoestable). El relé está en posición libre, los contactos NO está abierto y el NC cerrado.

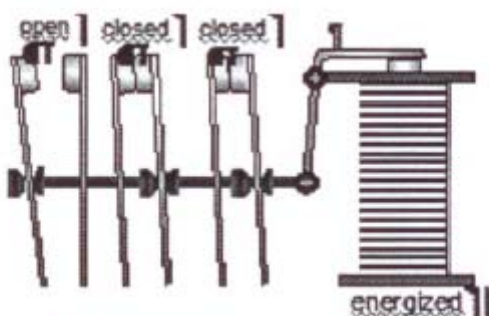


Figure 11.1.4—Relay in working position

La Fig. 11.1.4 representa el relé con una bobina alimentada después el final del proceso de puesta en marcha en una condición estable. Los contactos NO son ahora cerrados y el contacto NC es abierto.

ERMEC, SL BARCELONA

Francesc Teixidó, 22
08918 Badalona
Spain
bcn@ermec.com
Tel.: (+34)934501600

ERMEC MADRID

c/Puerto Rico, 4
28222 Majadahonda
Spain
madrid@ermec.com
Tel.: (+34)918285651

ERMEC PORTUGAL

Rua Brito Capelo, 807
4450-068 Matosinhos
Portugal
portugal@ermec.com
Tel.: (+35)1707509539



www.ermec.com

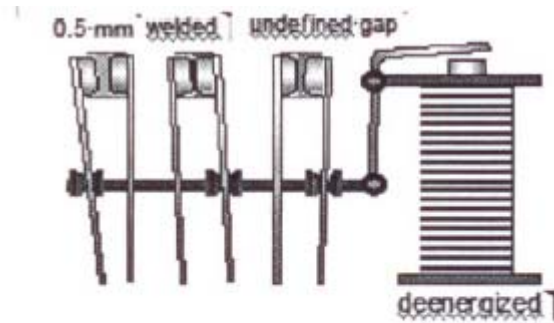


Figure 11.1.5—Relay in faulty condition, coil not energized

La Fig. 11.1.5 muestra el fallo al abrir después de la interrumpir la alimentación de la bobina: El contacto de en medio (contacto NO) es soldado. Se desconecta el muelle del contacto, tanto el actuador como el contacto NC no pueden volver a su posición inicial. El contacto NC se utiliza como un contacto de control y es incapaz de cerrar el circuito retroalimentado; se detecta el fallo. La posición de conexión del segundo contacto NO está sin definir desde el contacto, en el ejemplo no se puede abrir de una manera definida.

En el caso de un relé sin contactos de guía forzada los contactos NC y NO se cerrarían al mismo tiempo.

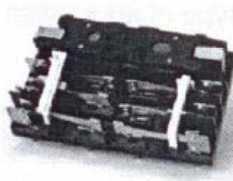


Figure 11.1.6—Relay with rotating armature (Panasonic)

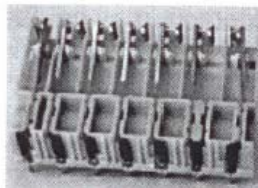


Figure 11.1.7—Relay with sliding armature (HENGSTLER)

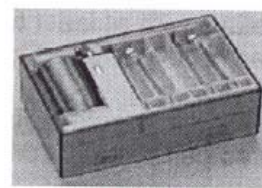


Figure 11.1.8—Relays with clapper armature (ELESTA)

Las Fig. 11.1.6 a 11.1.8 representa ejecuciones de relés especiales con contactos de guía forzada.

Figura 11.1.6 – Relé con armadura rotativa (Panasonic)

Figura 11.1.7 – Relé con armadura deslizante (HENGSTLER)

Figura 11.1.8 – Relé con armadura clapper (ELESTA)

11.1.3 Estándares

Los relés elementales, con contactos de guía forzados, que son utilizados como componentes en aplicaciones seguras deben cumplir con el estándar de los relés seguros EN 50205 así como los estándar generales para relés elementales IEC EN 61810-1, IEC EN 61810-2 y IEC EN 61810-7

11.1.4 Tipo de fallo

Comparado con los fallos de relé en general, la ingeniería de seguridad diferencia entre fallos de seguridad relevantes y no relevantes. Es necesario para el análisis de riesgos.

11.1.4.1 Fallos de seguridad relevante

Fallo al abrir es una condición de contacto que, contrariamente a las expectativas, el contacto no abre. Esto es debido a la soldadura o adhesión.

Fallo de aislante es la pérdida de la tensión de avería en el contacto abierto, entre los contactos del ensamblaje o entre los contactos y la bobina. (Ver parágrafo 10 tablas 9 y 10 en IEC EN 61810-1).

11.1.4.2 Fallos de seguridad irrelevantes

Los fallos al cerrar significan que los contactos no hacen contactos. Debido al desgaste de las piezas de contacto (el contacto se quema), polución aislante o que la carga mínima de interrupción no se alcanza, por ejemplo.

11.1.5 Aplicaciones de los relés con contactos de guía forzada

Los relés con contactos de guía forzada son determinantes, es decir claramente previstos, incluso en caso de fallo. Quiere esto decir que los sistemas con fallo simple de seguridad y auto-monitorización son fáciles de realizar.

Las aplicaciones típicas son:

Máquina herramienta
 Construcción de General plan...
 Ingenierías de proceso
 Ingenierías de señalización y ferrocarril
 Equipos médicos
 Radio y telecontrol
 Tecnología del fuel
 Tecnología de Minas y procesado de materiales

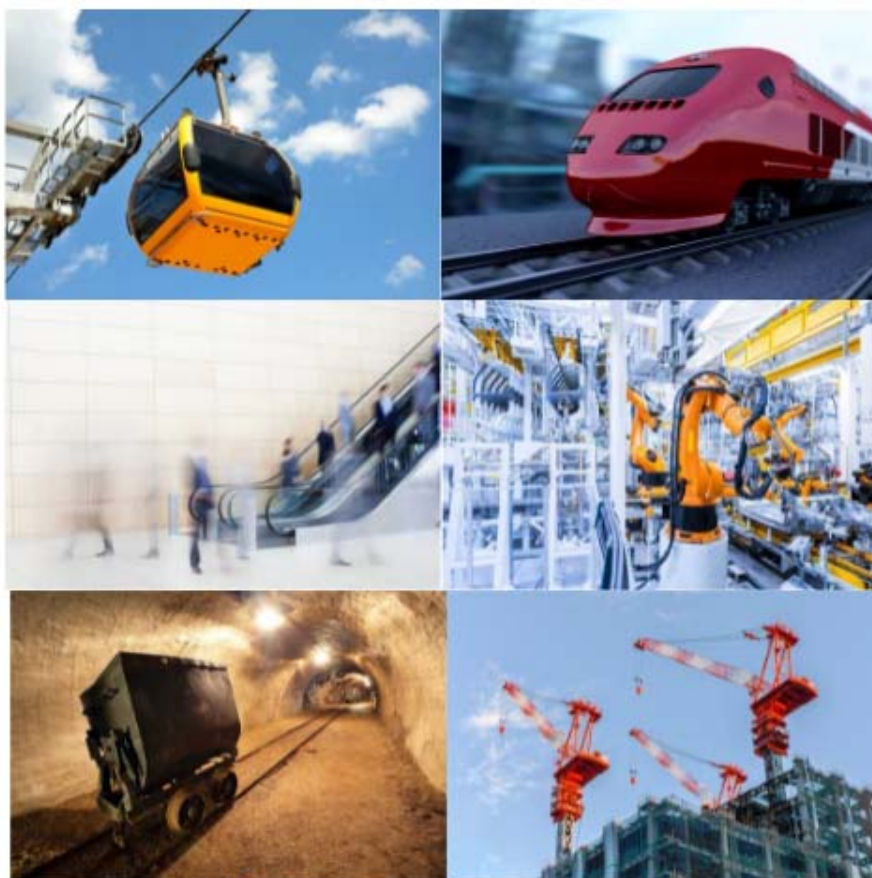


Figura 1.1.9 - Areas de aplicación para relés con contactos de guía forzado

ERMEC, SL BARCELONA

Francesc Teixidó, 22
 08918 Badalona
 Spain
 bcn@ermec.com
 Tel.: (+34)934501600

ERMEC MADRID

c/Puerto Rico, 4
 28222 Majadahonda
 Spain
 madrid@ermec.com
 Tel.: (+34)918285651

ERMEC PORTUGAL

Rua Brito Capelo, 807
 4450-068 Matosinhos
 Portugal
 portugal@ermec.com
 Tel.: (+35)1707509539

11.1.6 Qué debemos remarcar en la aplicación de relés con contactos de guía forzados.

Se debe notar que los relés descritos aquí no representan por ellos mismos seguridad. La tarea de cumplir con la seguridad es solamente y enteramente llevada a cabo por la apropiada utilización de las propiedades de los contactos de guía forzados y su correspondiente circuito de seguridad. Aquí los requisitos adicionales deben ser llevados a cabo aunque no directamente relacionados con el relé.

Estos requisitos adicionales incluyen, por ejemplo, rotura sin malas intenciones y hacer un puente de los circuitos de potencia en el control, o en elementos de interrupción conectados externamente. Esto significa que deben ser considerados todos los elementos involucrados en el funcionamiento y apreciados con respecto a la su manera en caso de fallo.

Se deben evitar, por ej., los cableados directos de contactos para protegerlos de arcos de corte. Se deben cumplir los requisitos estándares para aplicaciones y sistemas de las diferentes áreas de aplicaciones, por ej., IEC 62103 y IEC EN 60204-1.

11.1.7 Ejemplos de cableado (en principio)

El modo de acción en el circuito, así como la ventaja de los contactos de guía forzados está demostrada en la bases del siguiente ejemplo de cableado. Por simplicidad se utilizan sake un ej. Con tres relés con un contacto de ensamblaje de aplicación tipo A. Las soluciones con solamente dos relés son también ampliamente utilizados estos días. El ejemplo simplificado presentado aquí caracteriza a 2 canales de circuito de disparo. La estructura es de redundancia doble. Ver fig. 1.1.10-1.1.13

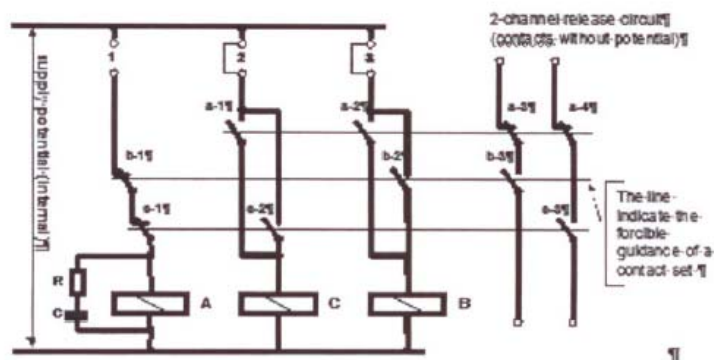


Figure 1.1.10—The free position of the relay is shown, both release circuits are interrupted. The connection points marked 1, 2 and 3 indicate the positions at which the external switching elements must be looped in. For simplicity's sake these points are bridged here.

Figura 1.1.10 – La posición libre del relés presentado, ambos circuitos de disparo son interrumpidos. La conexión de puntos marcadas 1,2 y 3 indican las posiciones que elementos de interrupción externa deben ser enlazados. Por simplicidad estos puntos son puenteados aquí.

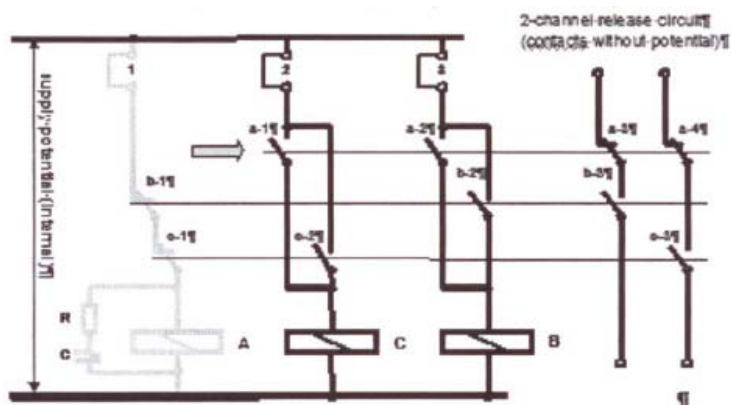


Figure 1.1.11—Relay A can respond if the connection point 1 is bridged by external contacts. At the same time, capacitor C is charged via resistor R (the capacitor serves later for the release delay of relay A).

Fig. 1.1.11 – El relé A puede responder si la conexión punto 1 es puenteada por contactos externos. Al mismo tiempo, el condensador C se carga a través de la resistencia R (el condensador sirve luego para la de disparo retraso del relé A)

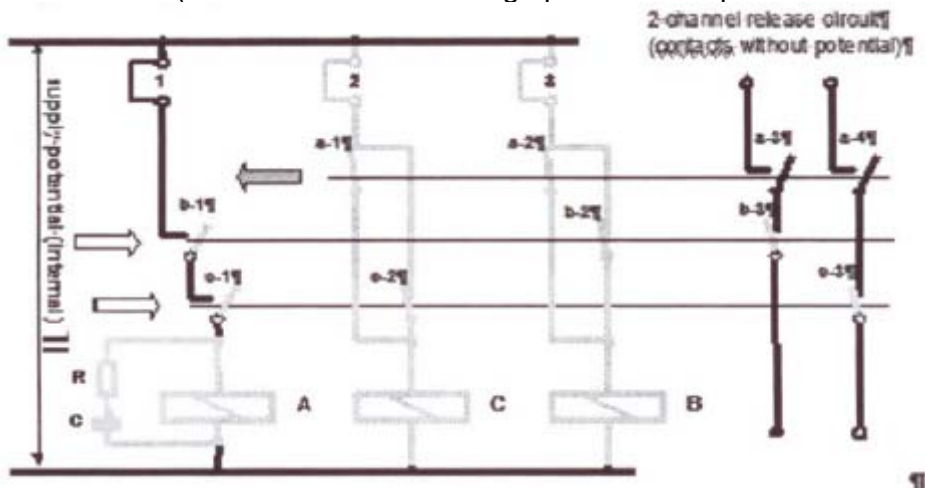


Fig. 1.1.12 – Cuando el relé A se activa, el relé B y C responden a través de los contactos a-1 y a-2. Inmediatamente antes, los dos contactos NC a-3 y a-4 en el circuito de disparo son abiertos. Los contactos b-3 y c-3 se cierra después que los relés B y C son activados. Simultáneamente, los contactos b-1 y c-1 son abiertos y la corriente de suministro del relé A se desactiva. Para que esto ocurra con un retraso, el disparo es brevemente retrasado por la descarga del condensador C. Cerrando también al mismo tiempo los contactos b-2 y c-2, por el cual se cierra el circuito de corriente de auto-mantenimiento para los relés B y C.

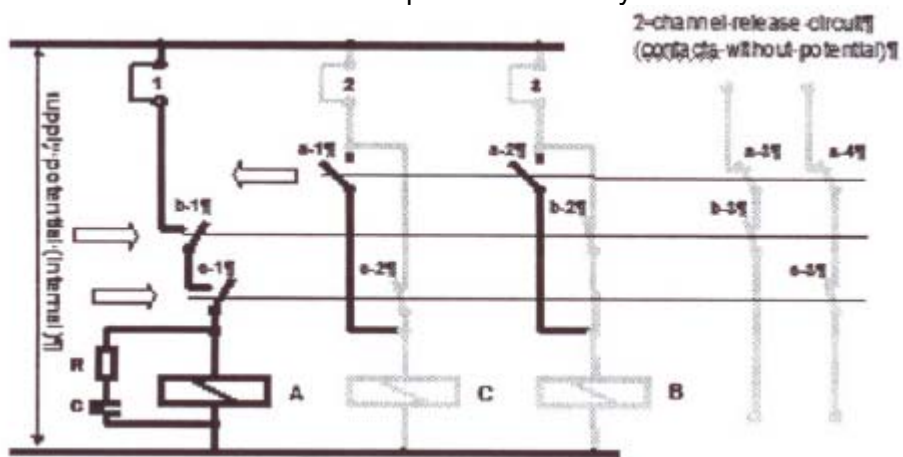


Fig. 1.1.13 – Con el disparo del relé A en la posición libre, se cierran también los contactos a-3 y a-4 en el circuito de disparo.

Las guías forzadas de los contactos permiten funciones de fallo de seguridad en un simple y claro camino, por ej. Claro y económico. El resultado es, debido a los contactos de guía forzados, como mínimo uno de los contactos a-1, a-2, b-1 o c-1 no cierra, por tanto se previene un renovado encendido a través de al menos un canal de los dos canales del circuito de disparo.

- El contacto a-3 en el circuito de disparo sufre un fallo al abrir. El resultado es, a pesar de la excitación del relé A, los contactos NO, debido a los guías forzadas de los contactos a-1 y a-2 con a-3, no pueden causar los relés B y C para responder. Los contactos b-3 y c-3 en el circuito de disparo permanece abierto. Lo mismo se aplica si el contacto a-4 en el circuito de disparo sufre un fallo al abrir.
- El contacto b-3 en el circuito de disparo sufre un fallo al abrir. El resultado es que el contacto b-1 en la respuesta del circuito del relé A, debido a la guía forzada del contacto b-1 en la respuesta del circuito del relé A, debido a la guía forzada del contacto b-1 con b-3, permanece abierta. El relé A no puede responder, y entonces el relé B y C no pueden responder al mismo tiempo. Los mismos resultados también si el contacto b-2 en el auto-mantenido circuito para el relé B sufre un fallo al abrir. Lo mismo se aplica si el contacto c-3 en el circuito de disparo sufre un fallo al abrir, o el contacto c-2 en el circuito de auto-mantenimiento para el relé C, respectivamente.
- El contacto a-1 en la respuesta del circuito para el relé C sufre un fallo al abrir. El resultado es que los contactos a-3 y a-4, con guía de fuerza con a-1, permanece abierta en el circuito de disparo. Lo mismo se aplica si el contacto a-2 en el circuito de respuesta del relé B sufre un fallo para abrir.
- Observando la línea de interrupción, las juntas secas y por tanto también las interrupciones en la bobina del relé de funcionamiento

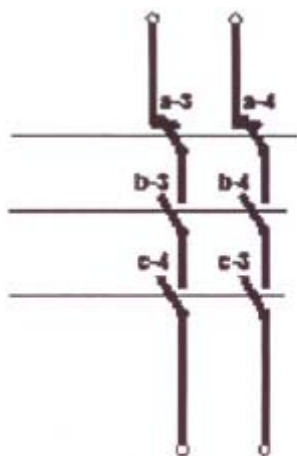


Figure 1.1.14—Extended release circuits

ERMEC, SL BARCELONA

Francesc Teixidó, 22
08918 Badalona
Spain
bcn@ermec.com
Tel.: (+34)934501600

ERMEC MADRID

c/Puerto Rico, 4
28222 Majadahonda
Spain
madrid@ermec.com
Tel.: (+34)918285651

ERMEC PORTUGAL

Rua Brito Capelo, 807
4450-068 Matosinhos
Portugal
portugal@ermec.com
Tel.: (+35)1707509539



www.ermec.com

11.1.8 Resumen

Los relés con contactos de guía forzados designados de acuerdo a EN 50205 son componentes innovadores y fiables con los cuales los ingenieros de seguridad pueden desarrollar y producir controles o aplicaciones seguros. Como los relés en general, los relés con contactos de guía forzados pueden separar de forma segura potenciales y resiste rigurosamente las tensiones transitorias. Por ellos mismos, los contactos copan la fiabilidad con un amplio rango de cargas de contacto. Esto quiere decir que los relés con contactos de guía forzados pueden hacer una contribución económicamente importante hacia la protección de la salud, vida, el entorno, así como todas las instalaciones y equipos, procesos y bienes capitales.

11.1.9 Terminología

Fallo seguro (fail-safe): Capacidad de una unidad de seguridad de mantenerse en una condición segura (fail-safe) o directamente cambiar a otra condición segura si ocurre algún fallo (comportamiento determinado en caso de fallo)

Fallo: Un fallo es la desviación inadmisible de una condición actual de la condición de referencia.

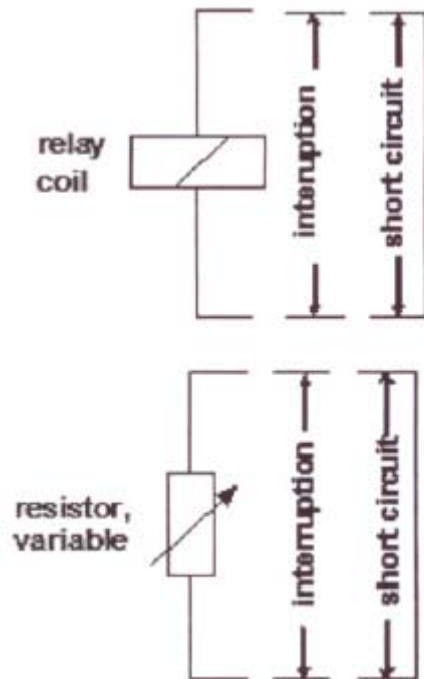
El resultado de un fallo si una función específica no existe más, lo cual se aplica lo siguiente: los fallos con una causa común son para ser observadas como un fallo, es decir, los fallos de seguimiento están incluidas.

Exclusión de un fallo: Una exclusión de un fallo es posible si el hecho de que ocurra un efecto de fallo puede ser prevenido por medidas adecuadas. Los contactos de guía forzados de acuerdo con EN 50205 garantiza que los contactos NC y NO no puedan ser cerrados al mismo tiempo. El fallo de “muelle roto”, como el fallo “fallo por apertura”, además, no puede ser excluido. Las exclusiones posibles de fallo de diferentes componentes están en la tabla 11.1.1

Identificación del fallo: Por diseño cuidadoso del circuito, los fallo producirán efectos predecibles. Tal comportamiento hace al fallo detectable, por ej. Las medidas necesarias pueden ser deducidas claramente.

Seguridad por fallo (seguridad de fallo simple): La ingeniería de seguridad es factible. La ingeniería libre de fallos es una utopía. Aceptar los eventos posibles de fallo es un prerequisite. Tanto como el hecho de saber que es posible el efecto de un fallo, se exige normalmente la seguridad de un solo fallo. Esto significa que después de que ha ocurrido un fallo individual, se da la función de seguridad acordada. Por lo tanto, no se asume la ocurrencia simultánea de dos fallos independientes. En caso de existir un riesgo de este tipo, los ciclos de seguimiento (autocontrol cíclico, pruebas) deben realizarse con la frecuencia necesaria para que se cumpla el supuesto anterior. En su efecto, la ocurrencia de un fallo no debe afectar la seguridad, es decir, el comportamiento determinista de un dispositivo o sistema. El sistema debe proporcionar seguridad funcional de una manera tolerante a fallos. La auto-supervisión cíclica sirve para revelar el fallo.

Efecto de un fallo: El efecto generado cuando pasa un fallo.



Veamos en el bobinado del mecanismo de funcionamiento de un relé. Se dan en principio la mismas posibilidades por fallos en el caso de una resistencia óhmica. Una bobina cortada cambia el valor de la resistencia, decrecerá, incluso puede ocurrir un corto circuito. La resistencia sube al infinito si el conductor es interrumpido.

Estos fallos afectan la función del relé. La respuesta es más difícil o incluso hace imposible en caso de bobina cortada; el contacto alcanza la posición de trabajo. Si el relé está en posición de trabajo cuando ocurre el fallo, esta posición se mantiene o el mecanismo de contacto cambia a la posición libre. La técnica de circuito apropiada hace que estos fallos sean detectables. Los circuitos de disparo se interrumpen o no se cierran en el primer lugar. Los fallos asumidos aquí pueden ocurrir incluso cuando los componentes están cableados juntos. Se puede causar una interrupción por una junta seca, como un cortocircuito en el fallo en un condensador. Ciertos fallos se pueden excluir. En estos casos se refieren a la exclusión de un fallo en el 11.1.11.

Modos de fallo y análisis de efectos (FMEA): El estudio de las consecuencias de fallos con el propósito de apreciar riesgos.

NOTA: En la ingeniería de seguridad, los fallos que deben dañar la seguridad y no pueden ser detectados no se les permite dañar a la seguridad. Esto se aplica también a la acumulación de tales fallos.

Todos los fallos asumidos mencionados encabezan una condición que no debe dañar a la función técnica de seguridad. Aquí, además, el relé no se debe ver como un componente aislado. En su lugar, se debe incluir la técnica de cableado y el camino en el cual se ha implementado, por tanto estos fallos se detectan con cada ciclo de interrupción (ver test) al final.

Condición de fallo: Condición de un artículo con los fallos al tiempo de la inspección. La condición está sujeta a un fallo de un sistema o equipo sin dañar a la seguridad.

Circuito de disparo: Circuito de contacto de salida de un equipo con la función de seguridad correspondiente, que se cierra solamente después ha sido testada y confirmada que la función del equipo se ha pretendido.

Fallo de aislante: El fallo de aislamiento se puede excluir, provisto de reglas de coordinación aisladas que son utilizadas como la base del dimensionamiento. Los estándares para los equipos correspondientes y los sistemas que se describen los requisitos aplicables al despliegue en cuestión deben ser observados, es decir, IEC 62103/EN 50178 y IEC 60204-1. Para los relés, IEC EN 61801-1 se aplica en este contexto.

Fallo al abrir: Contrariamente a las expectativas, un contacto cerrado no se abre. Esto es posible en ambos contactos NC – NO.

Redundancia: En ingeniería, es el esfuerzo extra que no está directamente requerido para la función de un sistema, la conexión paralela de dos sistemas por tanto la función se mantiene incluso si un sistema falla. En la estandarización, es la aplicación de más de un equipo o sistema o parte de un equipo o sistema asegurar que otro está disponible para realizar esta función en caso de malfuncionamiento (IEC/EN 60204-1). En la automatización una redundancia doble (con característica de dos canales) es muy común. Si los dos sistemas producen resultados diferentes, una condición indeseable será el resultado.

Redundancia homogénea: Es la redundancia que emplea propósitos idénticos. Cada día, colocarse dos correas o dos tirantes simultáneamente serán sistemas homogéneos redundantes. Sus pantalones permanecerán sujetos incluso si uno de los dos sistemas de sujeción falla.

Redundancia diversa: Redundancia cuyo propósito no es uniforme. Cada día, vestirse con una correa y con tirantes al mismo tiempo sería un sistema de redundancia diversa para sujetarse los pantalones incluso si uno de los dos falla. La correa y los tirantes no son iguales. Los contactos NC y NO son contactos diversos. La conexión serie de los contactos NO y NC es una cadena de contactos de redundancia diversa. A través de la orden de actuación del contacto, los contactos se asignan también con una cierta tensión (se debe evitar abrir o cerrar simultáneamente). En el ejemplo de conexión abajo discutido, esto se da para los contactos en el circuito de disparo. La orden para cerrar el circuito de disparo es el siguiente:

- abre el contacto NC
- cierra el contacto NO
- cierra el contacto NC

ERMEC, SL BARCELONA

Francesc Teixidó, 22
08918 Badalona
Spain
bcn@ermec.com
Tel.: (+34)934501600

ERMEC MADRID

c/Puerto Rico, 4
28222 Majadahonda
Spain
madrid@ermec.com
Tel.: (+34)918285651

ERMEC PORTUGAL

Rua Brito Capelo, 807
4450-068 Matosinhos
Portugal
portugal@ermec.com
Tel.: (+35)1707509539



www.ermec.com

En esta orden de actuación, el contacto NC es el responsable del proceso de puesta en marcha. Si el circuito de potencia es interrumpido, abriendo el contacto NO, el siguiente será el responsable del proceso de parada.

Test: Proceso de prueba si una cierta función existe cuando se realiza el test. Uno se refiere al test cíclico, si el proceso se repite, antes de cada activación.

Acción de apertura directa: para asegurar un contacto de separación como un resultado directo de un movimiento definido de la parte operacional del interruptor a través de las partes sin muelle cargadas, por ej., sin depender de un muelle (IEC EN 60947-5-1).

11.1.10 Estándares

EN 50205: Relés con contactos de guía forzada (mecánicamente enlazados)
IEC EN 60204-1: Seguridad en máquina – Equipos eléctricos de máquinas – Parte 1: Requisitos generales
IEC EN 60947-5-1:
IEC EN 618110-7:
IEC EN 618

11.1.11 Tabla de exclusión de fallos

Aparte de los relés, otros componentes se utilizan en circuitos de potencia relevantes para la seguridad. Las exclusiones por fallos son admisibles para estos componentes sujetos a ciertas condiciones. La base para esto son, por ejemplo, circunstancias físicas (los condensadores no muestran un fuerte aumento de capacidad en caso de fallo, es decir, se puede excluir el “aumento de capacidad” de fallo) o también circunstancias de diseño (resistencias de alambre recubiertas de cemento o bobinas Las resistencias de película metálica pueden sufrir una interrupción como fallo, pero se puede excluir el fallo 'cortocircuito').

ERMEC, SL BARCELONA

Francesc Teixidó, 22
08918 Badalona
Spain
bcn@ermec.com
Tel.: (+34)934501600

ERMEC MADRID

c/Puerto Rico, 4
28222 Majadahonda
Spain
madrid@ermec.com
Tel.: (+34)918285651

ERMEC PORTUGAL

Rua Brito Capelo, 807
4450-068 Matosinhos
Portugal
portugal@ermec.com
Tel.: (+35)1707509539

