

Aspectos técnicos

Vigilantes de aislamiento ISOMETER®

Localización de fallos de aislamiento

Soluciones de comunicación Bender



Aspectos técnicos en la utilización de aparatos de vigilancia de aislamiento ISOMETER®

1. La resistencia de aislamiento

En instalaciones eléctricas y en los medios operativos, la resistencia de aislamiento es la magnitud determinante en lo que se refiere a la protección de las personas, de las instalaciones, y a la seguridad contra incendios. Sin una resistencia de aislamiento suficiente:

- No se garantiza la protección en caso de contacto directo o indirecto
- Las corrientes de fallo pueden ocasionar interrupciones del servicio
- Las corrientes de cortocircuito y las corrientes de derivación a tierra pueden dar lugar a incendios y explosiones e incluso llegar a la destrucción de partes de la instalación.
- Los fallos de funcionamiento de los equipos eléctricos pueden llevar a peligros para las personas, a interrupciones de la producción o a la parada total de las instalaciones
- Se pueden ocasionar elevados costes por interrupciones del proceso de producción, por daños materiales o por lesiones de las personas
- Existe riesgo para la vida de las personas y de los animales.

La resistencia de aislamiento en instalaciones de nueva construcción y en equipos operativos suele ser, por lo regular, muy buena. En el servicio y trabajo de las instalaciones hay que contar con un deterioro de la resistencia de aislamiento.

Causas:

Eléctricas:

- Sobretensiones
- Estáticas
- Sobretensiones
- Transitorias
- Variaciones de la frecuencia
- Efectos de los rayos
- Sobrecorrientes
- Formas de la tensión.

Mecánicas:

- Descargas, choques
- Acodamiento, doblado
- Oscilaciones
- Penetración de cuerpos extraños

Entorno medioambiental

- Temperatura
- Humedad
- Influencias químicas
- Ensuciamiento, acumulaciones de polvo, aceites
- Atmósfera agresiva
- Envejecimiento de los cables y de los medios operativos

Otras causas:

- Animales (p. ej. mordeduras de animales)
- Plantas
- Instalación defectuosa

Dependiendo de los sistemas de red de cada caso se adoptarán diferentes medidas de protección, bien para avisar de la caída de la resistencia de aislamiento por debajo de un valor determinado o bien para proceder a la desconexión de la vía afectada. En el marco de los aparatos y equipos eléctricos es imprescindible efectuar pruebas regulares, cuyos intervalos de tiempo dependen del tipo de aparato y de las condiciones de utilización.

2. Sistemas de red

Las redes eléctricas se dividen, en baja tensión según:

- Clase de corriente: AC, DC, 3(N)AC
- Número y clase de conductores activos del sistema: L1, L2, L3, N o respectivamente L+, L-
- Tipo de conexión a tierra del sistema: IT, TT, TN.

La elección de la forma de conexión a tierra debe adoptarse con sumo cuidado, ya que ella determina, esencialmente, el comportamiento y las características de la red, y además, es co-determinante para ciertos aspectos de la aplicación, como son

- Seguridad de suministros, o respectivamente disponibilidad de la energía Eléctrica
- Costes de la instalación
- Mantenimiento, tiempos de parada
- Compatibilidad electromagnética.

Medidas de protección

Los esquemas de toma de tierra (sistemas IT, TT o TN) fijados en las normas IEC o respectivamente en las normas DIN, tienen los mismos objetivos en lo que se refiere a la protección de las personas, de las cosas y en la seguridad contra incendios, a saber: dominar las consecuencias de fallos de aislamiento.

Todas las medidas en cuestión se consideran del mismo valor en el caso de contacto indirecto. Esto no tiene vigencia, necesariamente, para la seguridad de la instalación eléctrica en relación con:

- la disponibilidad de la energía eléctrica
- el mantenimiento de la instalación.

Según nos demuestra la experiencia, la mejor relación gastos/utilidad para las redes eléctricas, la tienen los sistemas TN-S (Sistema de red puesta a tierra) o el sistema IT (redes aisladas de tierra).

2.1 Sistema TT

En los sistemas TT un punto está puesto directamente a tierra (Toma de tierra de servicio). Los cuerpos de la instalación eléctrica están unidos con tomas de tierra, que son independiente de las tomas para la puesta a tierra del sistema.

Dispositivos de protección autorizados:

- Equipos de protección contra sobrecorriente
- Dispositivos de protección contra corrientes de error (RCD)

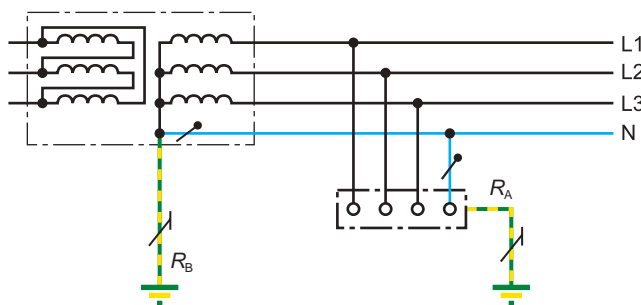


Figura 2.1. Sistema TT

2.2 Sistema TN

En los sistemas TN un punto está puesto directamente a tierra; los cuerpos de la instalación eléctrica están unidos con este punto mediante conductores de protección. Se pueden diferenciar tres tipos de sistemas TN de acuerdo con la colocación y disposición del conductor neutro y del conductor de protección:

- TN-S en todo el sistema un conductor de protección separado
- TN-C en todo el sistema, el conductor neutro y el conductor de protección combinados en un solo conductor
- TN-C-S en una parte del sistema están combinadas las funciones del conductor neutro y del conductor de protección en un solo y mismo conductor.

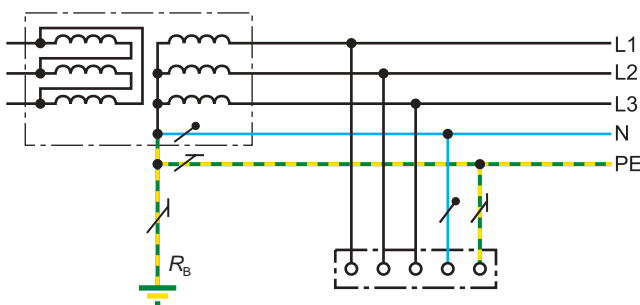


Figura 2.2: Sistema TN-S

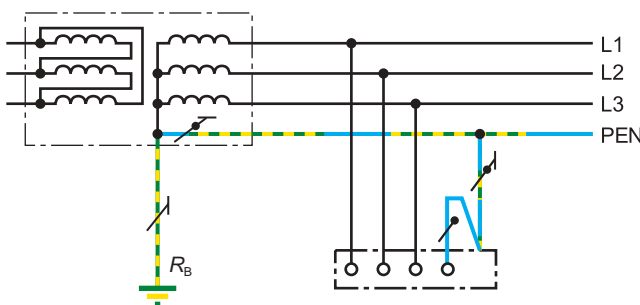


Figura 2.3: Sistema TN-C

2.3 Sistema IT

En los sistemas IT todos los conductores activos están separados de tierra o bien un punto está conectado con tierra a través de una impedancia. Por eso, en caso de un fallo de aislamiento, solamente puede fluir una corriente de error muy pequeña, determinada fundamentalmente por la capacidad de derivación de la red. Los fusibles preconnectados no se activan. El suministro de tensión se mantiene, incluso en el caso de derivación a tierra unipolar directa.

Los cuerpos de la instalación eléctrica pueden:

- Estar directamente puestos a tierra, o
- Estar puestos a tierra conjuntamente o
- Estar conectados conjuntamente con la toma de tierra del sistema.

Están permitidos los siguientes dispositivos de protección:

- Vigilantes de aislamiento IMD (Insulation monitoring Device)
- Dispositivos de protección contra sobrecorriente
- Dispositivos de protección contra corriente de error (fallo) RCD (Residual current protected device), conocidos también como interruptores de protección contra corrientes de error (Interruptores diferenciales).

Propiedades características:

- Un primer fallo de aislamiento no hace que se activen los fusibles o un interruptor de protección de corriente de error RCD
- Un aparato de vigilancia de fallos de aislamiento detecta un deterioro inadmisiblemente del aislamiento y avisa de ello
- Un fallo de aislamiento detectado debe subsanarse lo más rápidamente posible, antes de que se origine un segundo fallo de aislamiento en otro conductor activo, lo que sí haría que se produjera el fallo de la red.

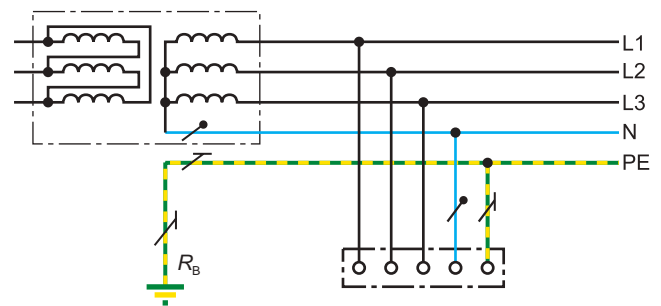


Figura 2.4: Sistema IT

2.3.1 Capacidades de derivación de la red C_e en sistemas IT

La capacidad de derivación de la red existente C_e es un importante criterio de selección para un aparato de vigilancia del aislamiento. La capacidad de derivación de la red es la suma de todas las derivaciones capacitivas de todos los conductores activos a tierra. El valor de la capacidad de derivación a tierra C_e se compone de las capacidades de conducción C_e de cada uno de los conductores contra el PE (conductor de protección), así como de las capacidades de antiparasitado de los medios operativos en los consumidores contra tierra. C_{emax} es el valor hasta el que el aparato de vigilancia del aislamiento puede trabajar de acuerdo con sus condicionantes.

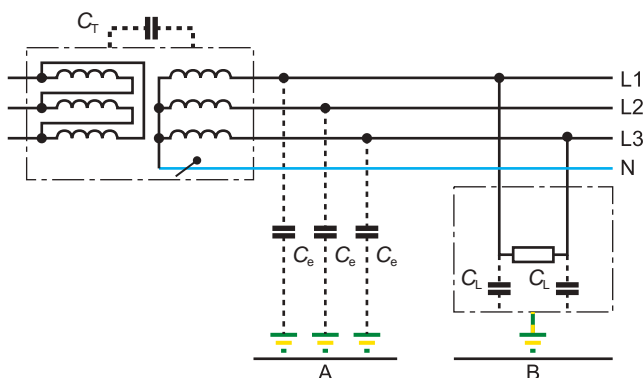


Figura 2.5.: Capacidades en un sistema IT

2.3.1.1 Capacidad natural de derivación de la red (A)

La capacidad natural de derivación de una red es la parte proporcional en la capacidad total C_e que se deriva de la estructura natural (geométrica) de las longitudes de los conductores en el sistema contra tierra. Las capacidades de los conductores dependen de la intensidad de aislamiento entre los conductores, de la distancia h , de la constante del material ϵ_f , de la constante eléctrica de campo ϵ_0 y de la superficie del aislamiento entre los conductores. Por lo regular este valor es equivalente aproximadamente a 150 pF/m.

2.3.1.2 Capacidades de derivación artificiales (B)

Para eliminar perturbaciones de compatibilidad electromagnética causadas por consumidores no lineales, por diferentes frecuencias, o también por armónicos superiores de alta frecuencia, y para cumplir las normas de compatibilidad electromagnética, los consumidores se equipan con filtros capacitivos. Estos filtros tienen como consecuencia, que, las capacidades de derivación de la red se incrementan, o respectivamente que pueden fluir mayores corrientes de derivación por los conductores. Los condensadores en los aparatos electrónicos están en el margen de 10...100 nF.

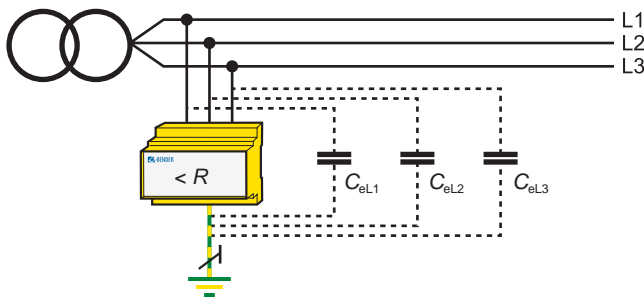


Figura 2.6.: Adición de las capacidades de derivación de la red en referencia al aparato de vigilancia del aislamiento.

2.3.2 Toma de tierra de los consumidores

Según la norma IEC 60364-4-441 2007-06, los consumidores en un sistema IT pueden ponerse a tierra bien individualmente, en grupos o en su conjunto.

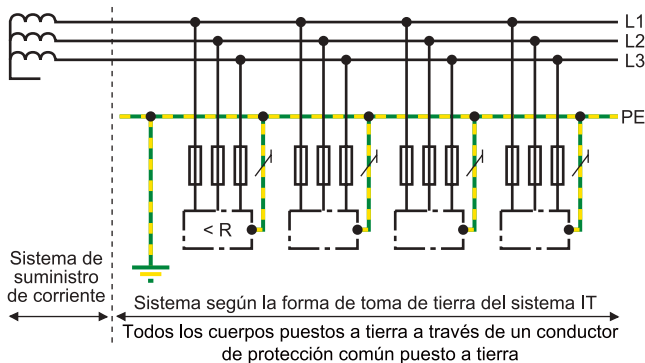


Figura 2.7.: Todos los cuerpos unidos a un conductor de protección común puesto a tierra

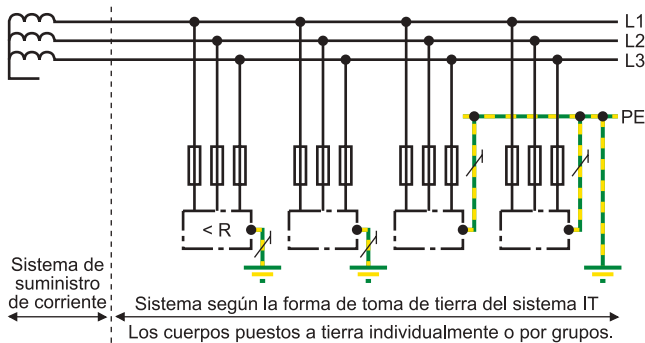


Figura 2.8.: Cuerpos puestos a tierra individualmente o por grupos

2.4 Comparación de las diferentes formas de red

Forma de red	Ventajas	Inconvenientes
Tensión pequeña de protección/ función (SELV o PELV)	<ul style="list-style-type: none"> No hay potencial de riesgo al contacto 	<ul style="list-style-type: none"> Potencia limitada en uso económico de los medios operativos Exigencias especiales a los circuitos de corriente
Aislamiento de protección	<ul style="list-style-type: none"> Máximo nivel de seguridad Combinables con otras formas de red 	<ul style="list-style-type: none"> Doble aislamiento de los medios operativos Sólo rentable en pequeños consumidores En consumidores térmicos peligro de incendio por los materiales aislantes
Sistema IT	<ul style="list-style-type: none"> Compatibilidad electromagnética Gran disponibilidad: el 1º fallo sólo se avisa, el 2º fallo desconecta Reducida corriente de derivación a tierra en pequeñas redes Reducida influencia sobre redes, vecinas, por eso facilidad para instalaciones de toma de tierra Costes reducidos para cables y conductores tendidos Fácil localización del lugar de fallos con los equipos adecuados 	<ul style="list-style-type: none"> Los medios operativos tienen que estar aislados para la tensión entre los conductores exteriores Necesario equipo de protección contra sobre-corriente para conductor N Posibles problemas de desconexión en la segunda derivación a tierra
Sistema TT	<ul style="list-style-type: none"> Compatibilidad electromagnética Medida de protección independiente de la potencia de cortocircuito de red Costes reducidos para cables y conductores tendidos Tensión de contacto distinta admisible para diversos sectores Combinable con la red TN 	<ul style="list-style-type: none"> Debido al uso de RCDs sólo son posibles para reducidas potencias Necesaria prueba regular de funciones Costosa puesta a tierra de servicio ($\leq 2 \Omega$) Obligatoria compensación de potencial para cada edificio
Sistema TN-C	<ul style="list-style-type: none"> Muy fácil de instalar Poco gastos de material 	<ul style="list-style-type: none"> No compatible electro-magnético • A causa de corrientes de dispersión y campos magnéticos de baja frecuencia no es apropiado para edificios con equipos informáticos Peligro para la vida en caso de rotura del PEN Mayor riesgo de incendios causados por electricidad
Sistema TN-C-S	<ul style="list-style-type: none"> Compromiso muy económico para edificios sin tecnología informática. 	<ul style="list-style-type: none"> No compatibilidad electromagnética Posibilidad de campos magnéticos de baja frecuencia
Sistema TN-S	<ul style="list-style-type: none"> Compatibilidad electromagnética 	<ul style="list-style-type: none"> Poca elevación de tensión en fases sanas Aumento de gastos en la técnica de protección en caso de alimentaciones múltiples situadas lejanas Riesgo de toma de tierra múltiple no consciente

3. Vigilantes de aislamiento

Según la norma DIN VDE 0100-410 o respectivamente IEC 60364-4-41, los vigilantes de aislamiento son elementos integrantes imprescindibles en suministros de corriente aislados de tierra (Sistemas IT) para detectar y avisar de un primer fallo entre una parte activa y un cuerpo o contra tierra.

Según DIN VDE 0100-410:

Hay que prever un dispositivo de vigilancia de aislamiento, con el cual se visualiza e indica el primer fallo existente entre una parte activa y un cuerpo, o contra tierra, mediante una señal acústica y/o una señal óptica.

Observación 1: Se recomienda subsanar el primer fallo lo más pronto posible

Observación 2: Un dispositivo de vigilancia de aislamiento puede ser necesario también por razones que no afecten a la protección en caso de contacto indirecto.

Según IEC 60364.4.41:

Un vigilante de aislamiento debe estar diseñado para indicar un primer fallo de aislamiento, y debe generar una alarma acústica o una señal visible.

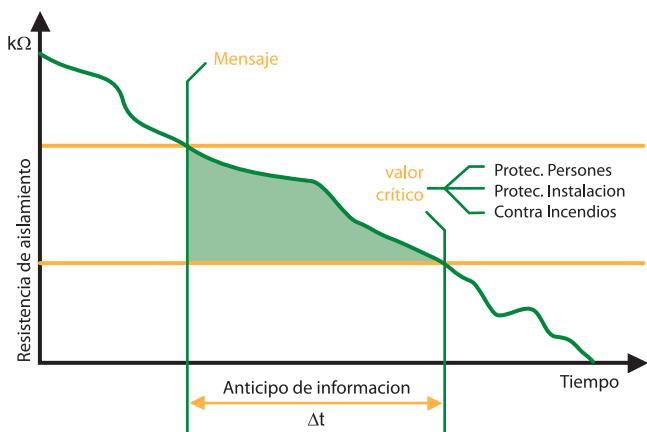


Figura 3.1.: Avance de información mediante la vigilancia del aislamiento en sistemas IT.

3.1 Principio de funcionamiento de un vigilante de aislamiento

El vigilante de aislamiento se conecta entre el conductor activo de red y tierra, y superpone a la red una tensión de medida U_m . Al presentarse un fallo de aislamiento se cierra el circuito de medida entre la red y tierra a través del fallo de aislamiento R_F , de manera que se ajusta una corriente de medida I_m proporcional al fallo de aislamiento. Esta corriente de medida genera en la resistencia de medida R_m una caída de tensión proporcional, que es evaluada por la electrónica del aparato. Si esta caída de tensión sobrepasa un valor determinado preajustado que es equivalente a la caída de una determinada resistencia de aislamiento, se produce una alarma. Las exigencias detalladas y concretas que se plantean al vigilante de aislamiento se detallan en la norma DIN EN 61557-8 (VDE 0413.8): 1997-10. Gracias al vigilante de aislamiento, el usuario de la instalación dispone de la necesaria antelación en la información para iniciar a tiempo las medidas adecuadas de mantenimiento planificadas.

Según DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8) tiene validez lo siguiente: Los aparatos de vigilancia de aislamiento, y en conformidad con su principio de medida prefijado, tienen que estar en situación de vigilar y detectar deterioros, tanto simétricos como asimétricos del aislamiento.

Observaciones:

- Hay un deterioro simétrico del aislamiento cuando la resistencia de aislamiento de todos los conductores de la red a vigilar se reduce en la misma medida (aproximadamente). Un deterioro asimétrico del aislamiento tiene lugar cuando la resistencia de aislamiento, por ejemplo, de un conductor, se deteriora considerablemente más que la de los restantes conductores
- Los denominados relés de vigilancia de derivación a tierra, que sirven como único criterio de medida para la tensión de asimetría que se origina al producirse una derivación a tierra, no son vigilantes de aislamiento en el sentido de esta norma.
- Bajo condiciones especiales de red, para cumplir la tarea de vigilancia, pudiera ser necesario disponer de una combinación de varios procedimientos de medida, incluida la vigilancia de la asimetría

Observación: Los fallos simétricos de aislamiento se producen con frecuencia en redes de tensión continua o en circuitos de corriente de mando. Si el valor de la resistencia de ambos fallos de aislamiento es aproximadamente igual, entonces los aparatos de vigilancia del aislamiento, cuyo funcionamiento se basa en el principio de medida de la tensión de superposición, no podrán registrar estos fallos de aislamiento. Por eso, la norma IEC 61557-8, o respectivamente la DIN 61557-8 (VDE 0413-2) exige la utilización de vigilantes de aislamiento que midan activamente.

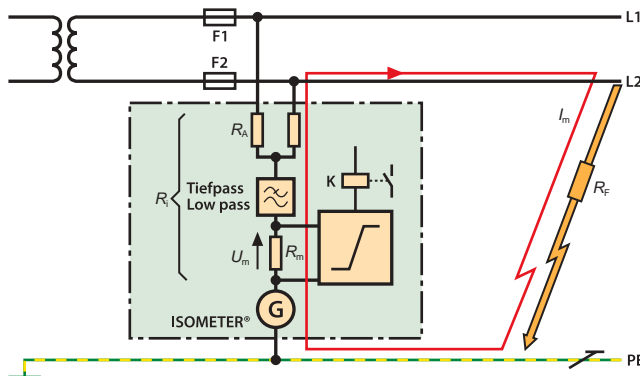


Figura 3.2.: Principio de funcionamiento de un aparato de vigilancia del aislamiento

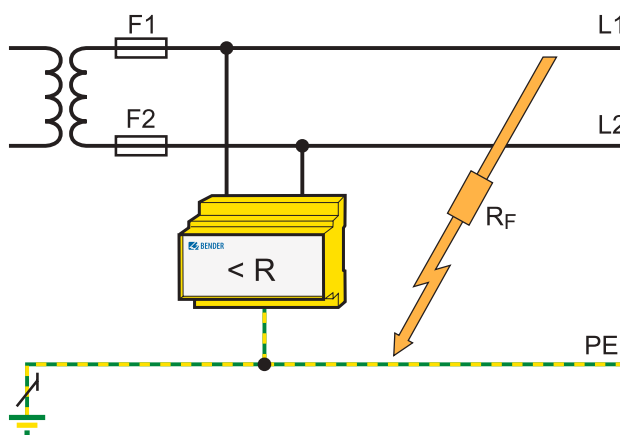


Figura 3.4.: Fallo de aislamiento simétrico

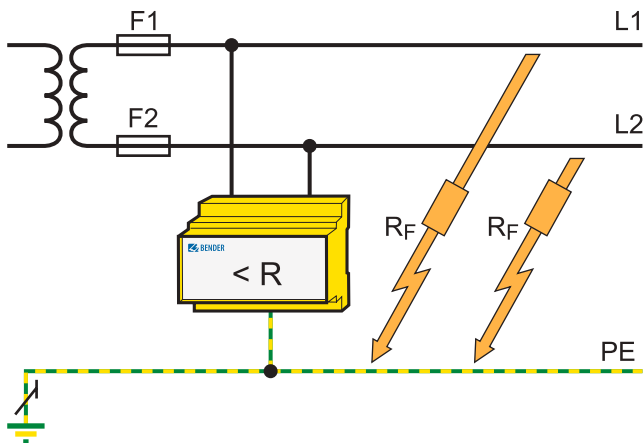


Figura 3.4: Fallo de aislamiento simétrico

3.2 Procedimientos de medida

3.2.1 "Superposición de tensión continua de medida"

Un procedimiento de medida muy utilizado es la superposición de una tensión continua de medida entre el conductor de red y el conductor de protección.

Este procedimiento de medida es apropiado para la vigilancia de sistemas clásicos de AC, 3(N)AC, p. ej.: motores. Si este procedimiento de medida se utiliza en sistemas AC o respectivamente 3(N)AC en los que se encuentran componentes de corriente continua unidos galvánicamente, estas corrientes continuas dan lugar al falseamiento de los resultados de la medición, es decir, los fallos de aislamiento en el lado de la tensión continua se avisan con una sensibilidad de respuesta intensificada. Las capacidades de derivación de red C_e , existentes en la red, se cargan simplemente sobre la tensión de medida y no influyen sobre la medida, una vez transcurrido un breve proceso de estabilización.

3.2.2 Procedimiento de medida "AMP"

El procedimiento de medida AMP, patentado por Bender, se basa en una tensión de medida, con una cadencia especial, que es controlada por un micro-controlador, y que se adapta automáticamente a las características existentes en la red. Con la evaluación, apoyada por Software, se diferencia entre las partes proporcionales de corriente de derivación de red, que aparecen como magnitudes de perturbación en el circuito de evaluación, y las magnitudes de medida proporcionales a la resistencia de aislamiento óhmica. De este modo, las influencias de perturbación de banda ancha, como se originan p. ej. en el servicio de convertidores, no tienen ninguna influencia negativa sobre la determinación exacta de la resistencia de aislamiento.

En el procedimiento de medida AMP-Plus, se ha mejorado, aún más, la supresión de interferencias. Los aparatos con este procedimiento de medida son utilizables, de manera universal, en las redes AC, DC, AC/DC, p. ej. en redes con variaciones de tensión o frecuencia, en redes con elevadas capacidades de derivación de red o con partes de tensión continua. Con ello cumplen las condiciones de uso requeridas por las modernas redes de distribución, en las que, por lo regular, se encuentran estas magnitudes de perturbación (convertidores, compatibilidad electromagnética).

3.2.3 Resumen del procedimiento de medida

Entre el sistema IT y su estructura, sus componentes y el procedimiento de medida del aparato de vigilancia del aislamiento, existe una relación e interacción directa. Conocer el procedimiento de medida con el que trabaja el aparato de vigilancia del aislamiento, es, por ello, decisivo y esencial a la hora de efectuar el proyecto. La tabla siguiente muestra la selección del procedimiento de medida, teniendo en consideración los parámetros de la red.

Forma de red	Generación	Observaciones	Procedimiento de medida
Red AC pura	<ul style="list-style-type: none"> Transformador Generador 	<ul style="list-style-type: none"> 1 fase 3 fases 	
Red DC	<ul style="list-style-type: none"> Batería Rectificador Célula solar Célula de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> Sin parte AC Con parte AC desconectada, conectada o rectificador de varias vías 	
Red AC con componentes DC	<ul style="list-style-type: none"> Transformador Generador con rectificadores unidos galvánicamente 	<ul style="list-style-type: none"> 1 fase 3 fases 	
Red AC con elementos de mando electrónicos	<ul style="list-style-type: none"> Tiristor Triac GTOs 	<ul style="list-style-type: none"> Gran contenido de armónicos Componentes DC 	
Red AC con elementos de mando electrónicos	<ul style="list-style-type: none"> Convertidor de frecuencia 	<ul style="list-style-type: none"> Amplia gama de frecuencias Componentes DC 	

Figura 3.5: Elección del procedimiento de medida y de los componentes de la red

4. Elegir correctamente el aparato de vigilancia del aislamiento adecuado

La elección de un vigilante de aislamiento, debe realizarse teniendo en consideración los siguientes criterios:

- ¿Qué tensión nominal?
- ¿Tensión nominal AC, DC o AC/DC?
- ¿Corriente principal, corriente de circuito de control o aplicaciones especiales?
- ¿Capacidad de derivación de la red?
- ¿Valores de respuesta?
- ¿Ampliación hasta el sistema de búsqueda de fallos de aislamiento?
- ¿Condiciones medioambientales especiales?

4.1 Clase de sistemas

4.1.1 Circuitos principales de corriente

Los circuitos principales de corriente suministran energía a toda una instalación o a todo un edificio. Estos circuitos incluyen medios operativos para la generación, transformación, distribución, conexión y para el consumo de la energía eléctrica.

- Diferentes tipos de consumidores en una red
- Puros consumidores AC (p. ej. motores)
- Consumidores con componentes electrónicos (p. ej. convertidores, rectificadores, SAI etc.)
- Valores típicos de tensión 690 V, 400 V, 230 V
- Alta capacidad de derivación de red gracias a la extensión superficial, a la estructura mecánica o a las medidas de desparasitado (p. ej. redes de baterías, plantas solares)

4.2.2 Circuitos de corriente de mando

Los circuitos de corriente de control y de corriente auxiliar se utilizan para funciones complementarias, como p. ej. proporcionar órdenes, bloqueo, circuitos de corriente de aviso y de medida. En estos circuitos de corriente está en un primer plano la seguridad del servicio.

- Limitación espacial, p. ej. controles de máquinas o iluminación de seguridad
- Tensiones nominales típicas 24, 48, 60, 110, 230 V
- Consumidores individuales o varios consumidores del mismo tipo
- Baja capacidad de derivación de red

4.2.3 Aplicaciones especiales

Circuitos de corriente para los que están definidas normas o exigencias especiales.

- Generadores móviles de corriente
- Hospitales
- Accionamientos de convertidores de media tensión

5. Conectar vigilantes de aislamiento

5.1 Generalidades

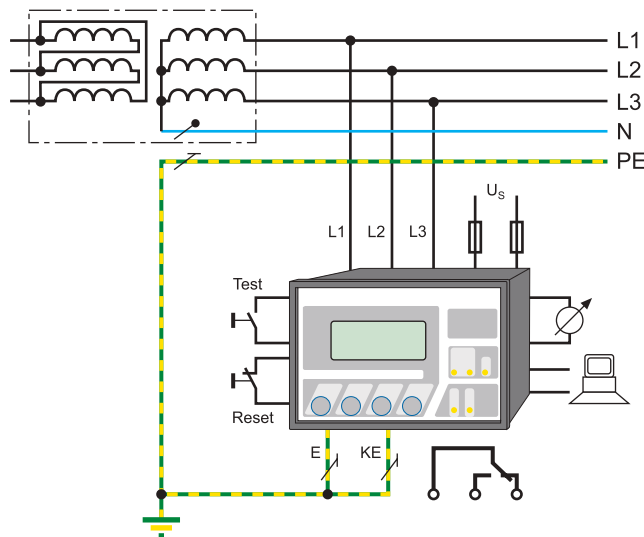


Figura 5.1: Conexiones de un aparato de vigilancia del aislamiento

Conexión a los conductores activos del sistema IT

La mayoría de los vigilantes de aislamiento de Bender están equipados con un dispositivo que vigila la conexión entre las bornas de conexión (p. ej. L1 y L2). Si está interrumpido este bucle, se avisa de esta incidencia. Para esta función, el vigilante de aislamiento tiene que conectarse con dos conductores separados a la red que se desea vigilar.

Observación: Está permitida la conexión a la misma fase o al N.

Conexión de la tensión de alimentación

La tensión de alimentación puede tomarse, o bien de la red a vigilar o, por ejemplo de una red de tensión de mando.

Conexión de un instrumento externo de medida de kΩ

Al realizar la conexión de un instrumento externo de medida hay que tener mucho cuidado de que, sean idénticos el punto medio de la escala del instrumento de medida y la resistencia interna del vigilante de aislamiento (p. ej. 120 kΩ).

Conexión de un interface RS-485

Para conexión, p. ej. a sistemas de gestión o para intercambio de datos con otros sistemas Bender de intercomunicación.

Contactos de aviso

En algunos vigilantes de aislamiento se puede ajustar la forma de trabajo de los relés de aviso. En ajuste de corriente de reposo, el relé en "estado de NO alarma" está retenido. De este modo se puede avisar también de un fallo de la tensión de alimentación (el relé se desexcita). (Comportamiento Fail-safe).

Conexión a tierra

La conexión a tierra se efectúa a través de dos conductores separados E/KE. De este modo se vigila el correcto funcionamiento de esta conexión y se avisa de eventuales interrupciones.

Conexión de la tecla de TEST

Verificación y comprobación del funcionamiento de los aparatos.

Conexión de la tecla RESET

Reposición de la memoria de errores.

5.2 Conexión a un sistema IT desconectado

En la vigilancia de un sistema IT desconectado hay que prestar atención a que la tensión de medida de los vigilantes de aislamiento se pueda superponer a todos los conductores activos. Esto se realiza, o bien a través de los consumidores (Observación: los devanados de un motor/transformador son de bajo ohmiaje para la tensión de medida), o bien mediante la correspondiente conexión de un aparato de vigilancia del aislamiento (acoplamiento multipolar).

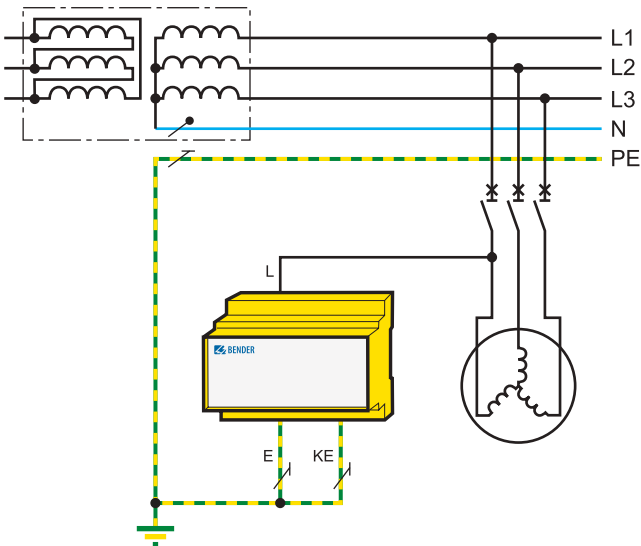
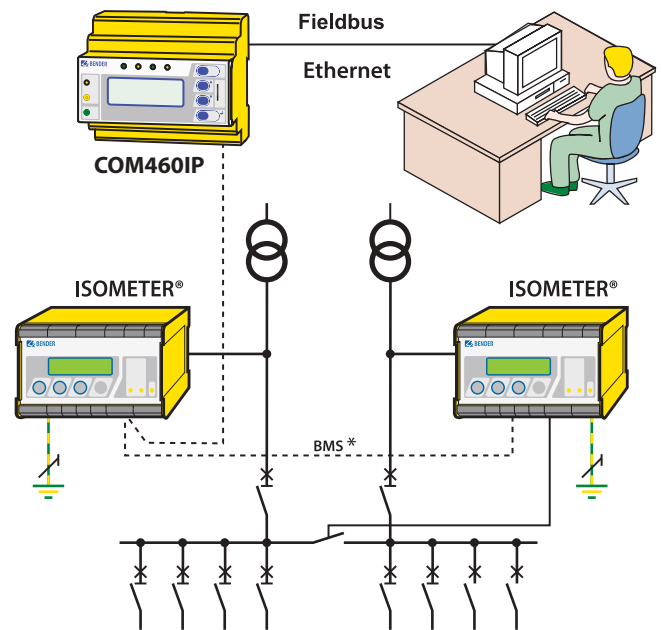


Figura 5.2: Superposición de la tensión de medida, p. ej. a través de los devanados de un motor

5.3 Vigilancia de un sistema IT con diversas alimentaciones

En un sistema IT, siempre puede medir activamente un solo aparato de vigilancia del aislamiento, ya que, en otro caso, las tensiones de medida podrían influenciarse mutuamente y se podría llegar a resultados falsos de medida. Si dos sistemas IT trabajan independientes uno de otro, en cada uno de los sistemas tiene que instalarse un aparato de vigilancia del aislamiento. Hay que prestar atención, sin embargo, a que en caso de acoplamiento de los dos sistemas, solamente mida activamente uno de los vigilantes de aislamiento.



* Bender-specific system bus

Figura 5.3: Vigilancia del aislamiento en dos sistemas IT que pueden acoplarse uno a otro.

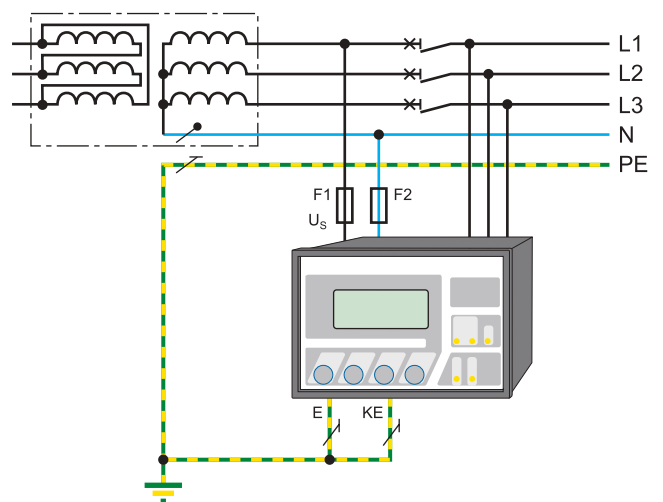


Figura 5.4: Connection to the supply voltage Fuse protection for insulation monitoring devices

5.4 Colocación de fusibles en vigilantes de aislamiento

La mayor parte de los vigilantes de aislamiento están conectados con la red a vigilar a través de dos cables de conexión.

Por principio, cualquier forma de fusibles de un aparato de vigilancia del aislamiento debe considerarse como protección con fusibles de los conductores. La protección con fusibles, es siempre necesaria, según DIN VDE 0100-430, cuando la capacidad de soportar carga de corriente se ve limitada por una reducción de la sección de los conductores, por otra forma de tendido de los conductores, por otra forma de aislamiento de los conductores o por un número diferentes de hilos. Se puede prescindir de los órganos de protección contra sobrecargas en cables y conductores en los que no haya que contar con la posibilidad de que se presenten corrientes de sobrecarga, con la condición previa de que no presenten, ni ramificaciones ni dispositivos de enchufe. En general se puede partir del supuesto que, estas condiciones se pueden cumplir, tanto en el acoplamiento a la red, como también en la conexión a la tensión de alimentación de aparatos de vigilancia del aislamiento. Otra cosa distinta es lo que sucede con la protección contra cortocircuitos. Las bornas de la tensión de alimentación tienen que estar provistas de disparadores por sobrecorriente para protección contra cortocircuitos. Se recomienda utilizar fusibles de 6 A. Esta protección garantiza asimismo la accesibilidad a los aparatos durante los trabajos de mantenimiento. Para el acoplamiento a la red, sólo se puede prescindir de dispositivos de protección contra cortocircuitos, cuando el riesgo de un cortocircuito está reducido a un mínimo (Ver a este respecto DIN VDE 0100-430). En estos casos se recomienda, como mínimo, el tendido a prueba de cortocircuitos y de derivaciones a tierra. La reducción del riesgo de cortocircuitos a un mínimo y la decisión sobre si ha conseguido o no este objetivo, es con frecuencia muy difícil. En casos de duda, es adecuado instalar en el acoplamiento a la red, dispositivos de protección contra cortocircuitos con fusibles de 6 A. En aparatos con vigilancia de la conexión integrada, el fallo de los fusibles se avisa como una interrupción de conductores.

5.5 Ajuste de los valores de respuesta

En el servicio de un vigilante de aislamiento hay que tener muy en cuenta que se mida toda la resistencia de aislamiento del sistema IT correspondiente. Esta resistencia total es la suma de la conexión en paralelo de todas las derivaciones óhmicas contra tierra.

El valor de respuesta del aparato de vigilancia del aislamiento debería ajustarse, aproximadamente a 100 Ω/V .

Ejemplo: Tensión de red 500 V
ISOMETER® IRDH275
Ajustado a 50 k Ω

Cuando se monta un aparato de vigilancia del aislamiento en una instalación compleja, ya existente, se recomienda ajustar el valor de respuesta a aprox. 50 Ω/V

Observación:

Un aparato de vigilancia del aislamiento indica también el descenso de la resistencia de aislamiento, sin que exista un "auténtico" fallo de aislamiento. La causa para ello puede ser, entre otras cosas p. ej. la humedad, en el caso de que una instalación haya estado parada durante mucho tiempo. Una vez efectuada la puesta en servicio de la instalación, generalmente se incrementa la resistencia de aislamiento por sí misma, ya que la humedad existente suele desaparecer por la temperatura de servicio de la instalación.

Los valores que se exponen en la tabla siguiente son valores mínimos recomendados. Indicaciones acordes con la práctica para la elección de los valores de respuesta de aparatos de vigilancia del aislamiento, vienen dados en la norma DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530): 2005-06. Aquí figura como valor orientativo un valor de 50 Ω/V de la tensión de red. La tabla siguiente muestra valores de respuesta, que figuran en las normas correspondientes.

Valores de aislamiento requeridos y valores de respuesta recomendados para los vigilantes de aislamiento

Norma	Aplicación	Tensión nominal	Resistencia de aislamiento requerida	Valores de respuesta recomendados para el IMD
IEC 60364-5-53 Anexo H	Selección de equipamiento eléctrico – aislamiento conmutación y control	230 V	Preaviso 100 Ω/V=23 kΩ Alarma 50 Ω/V=11.5 kΩ	34.5 kΩ 17.25 kΩ
IEC 60364-7-710	Locales medicos	230 V	50 kΩ	75 kΩ
UL 2231-2	Circuitos de alimentación vehículos eléctricos		100 Ω/V con tensión nominal	

5.5.1 Valores de respuesta de los circuitos de corriente de mando

Si según DIN VDE 0660 y DIN VDE 0435, se toma como base la mínima tensión de mantenimiento (0,1...0,15) U_n para un elemento de acción incorporado en el control, entonces la impedancia de mantenimiento ZH en línea con ella, que aún puede impedir la reposición con un 5% de sobretensión, y despreciando la impedancia de las bobinas, será de aproximadamente:

$$Z_H \approx (10.5 \dots 7) \frac{U_n^2}{P_H}$$

Siendo P_H = potencia aparente de mantenimiento del elemento de acción. De esta fórmula se derivan las recomendaciones siguientes para el valor de respuesta del aparato de vigilancia del aislamiento en circuitos de corriente de control (Valores en Ω)

	1 VA	5 VA	10 VA	30 VA	50 VA
24 V	6048 Ω	1210 Ω	605 Ω	202 Ω	121 Ω
48 V	24192 Ω	4838 Ω	2419 Ω	806 Ω	484 Ω
60 V	37800 Ω	7560 Ω	3780 Ω	1260 Ω	756 Ω
110 V	127050 Ω	25410 Ω	12705 Ω	4235 Ω	2541 Ω
220 V	508200 Ω	101640 Ω	50820 Ω	16940 Ω	10164 Ω
230 V	555450 Ω	111090 Ω	55545 Ω	18515 Ω	11109 Ω

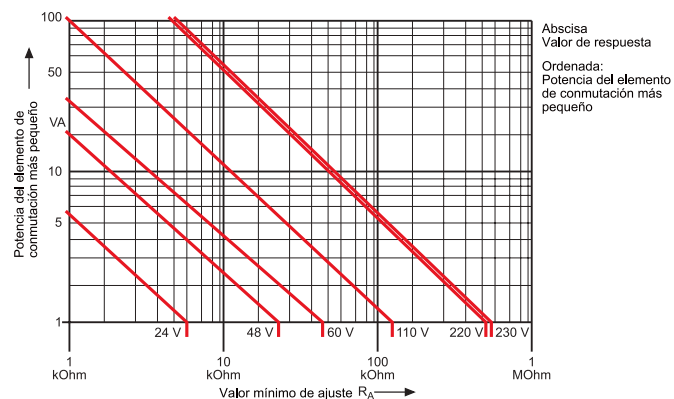


Figura 5.6.: Valores de respuesta de los circuitos de corriente de mando de vigilancia del aislamiento

5.6 Ampliación del sector de tensión nominal

Para ampliar el sector de la tensión nominal de los aparatos de vigilancia del aislamiento, se dispone de los acopladores AGH. Estos aparatos se conectan entre el aparato de vigilancia del aislamiento y la red que se desea vigilar.

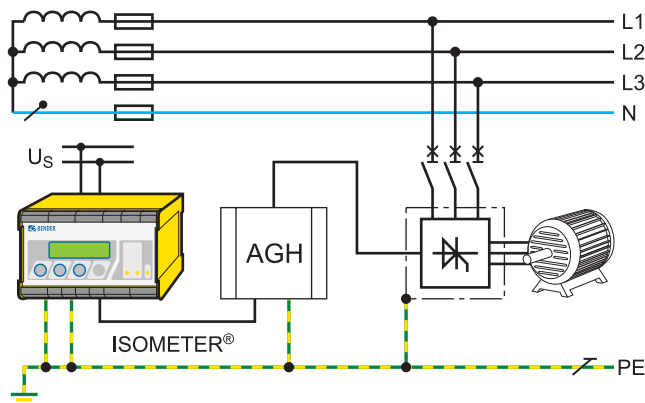


Figura 5.7. Ampliación del sector de tensión nominal de un aparato de vigilancia del aislamiento

6. Ejemplos de aplicación

6.1 Vigilancia de un circuito principal de corriente

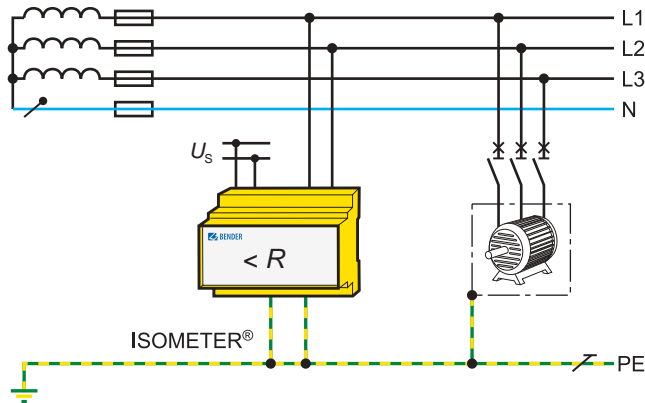
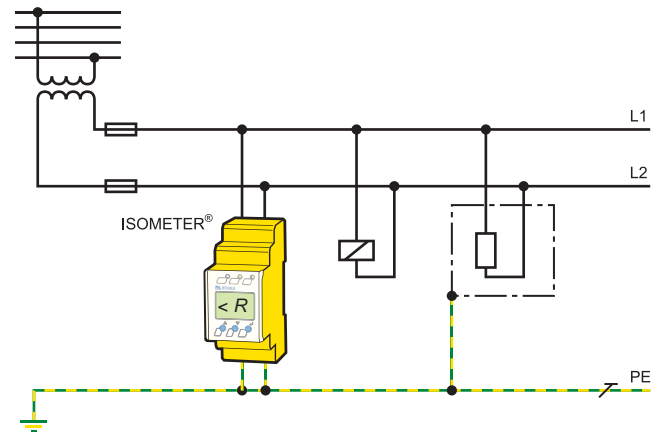


Figura 6.1.: Vigilancia del aislamiento en un circuito principal de corriente con un puro consumidor AC



6.3.: Vigilancia de un circuito de corriente de mando AC

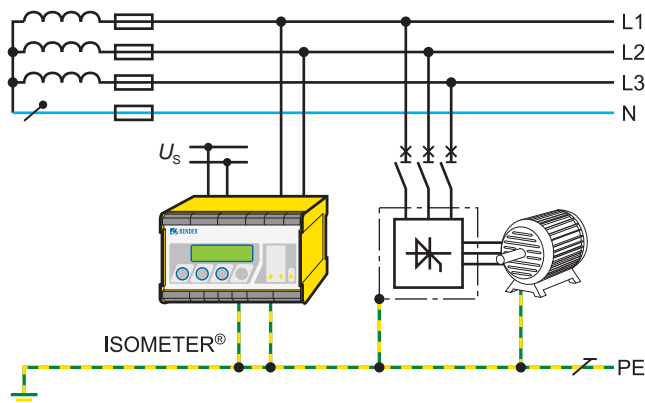


Figura 6.2.: Circuito principal de corriente con accionamiento regulado

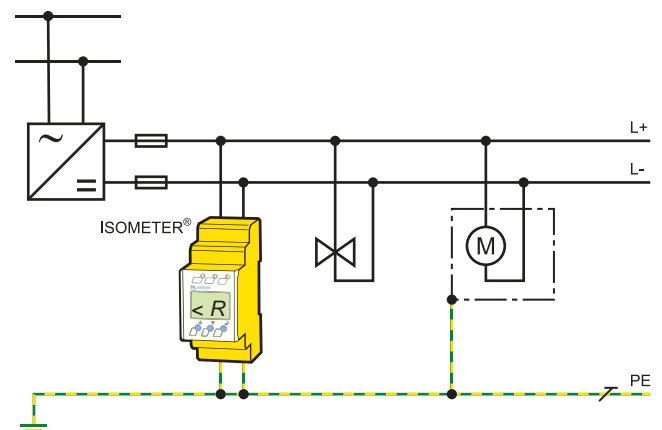


Figura 6.4.: Vigilancia de un circuito de corriente de mando DC

6.2 Vigilancia de un circuito de corriente de mando

Según DIN EN 60204-1/VDE 0113-1:12993-06, apartado 9.4.3.1. derivaciones a tierra en circuitos de corriente de mando no pueden dar lugar al arranque imprevisto de una maquina o a movimientos peligrosos en la misma, ni tampoco impedir la parada de la misma.

En general, los circuitos de corriente de mando son alimentados a través de un transformador de seguridad con devanado separado o a través de una etapa de red de separación segura, no pudiendo superar en estos casos, la tensión secundaria un valor de 50 V.

El circuito de corriente de mando mismo puede funcionar como red puesta a tierra (sistema TN) o como sistema aislado de tierra (sistema IT). Precisamente en los componentes muy sensibles de un circuito de corriente de mando, los fallos de aislamiento no detectados, de elevado ohmiaje pueden dar lugar a controles defectuosos. En una red puesta a tierra, estos fallos no son detectados por los fusibles, ya que la corriente de error es demasiado baja para hacer que se disparen los fusibles. Si el fallo de aislamiento es de bajo ohmiaje, se activan los fusibles y la instalación se para.

Para evitar esto, los circuitos de corriente de mando funcionan aislados de tierra, y se vigilan mediante un aparato de vigilancia del aislamiento.

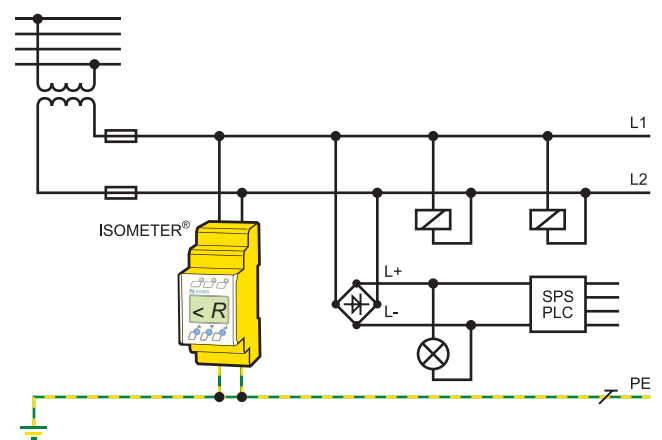


Figura 6.5: Vigilancia de un circuito de corriente de mando AC/DC

6.3 Vigilancia de un consumidor desconectado

Muchos consumidores solamente se conectan en casos muy serios (p. ej. bombas contra incendios, válvulas correderas, calefacciones de todo tipo etc.). Sin embargo, durante el tiempo de parada precisamente pueden producirse fallos de aislamiento ocasionados por la humedad o por otros efectos. Al efectuarse la conexión, se activa el dispositivo de protección o bien pueden ocasionarse incendios resultando imposible el funcionamiento.

El aparato de vigilancia del aislamiento, conocido también como Monitor Offline vigila la resistencia de aislamiento durante el tiempo de parada y avisa inmediatamente cuando se produce un fallo de aislamiento. Si el consumidor está conectado, se desactiva la medición del aislamiento en dependencia del relé K. A través de la memoria de fallos se registran también fallos de aislamiento de corta duración. Si está garantizada la desconexión omnipolar del consumidor, esta vigilancia puede utilizarse también en sistemas TN o TT respectivamente.

Valor de respuesta del aparato de vigilancia del aislamiento:

El aparato de vigilancia del aislamiento tiene que avisar de fallos de aislamiento $\leq 1 \text{ M}\Omega$, pues frecuentemente ya no se pueden poner en servicio los motores con una resistencia de aislamiento de $\leq 500 \text{ k}\Omega$.

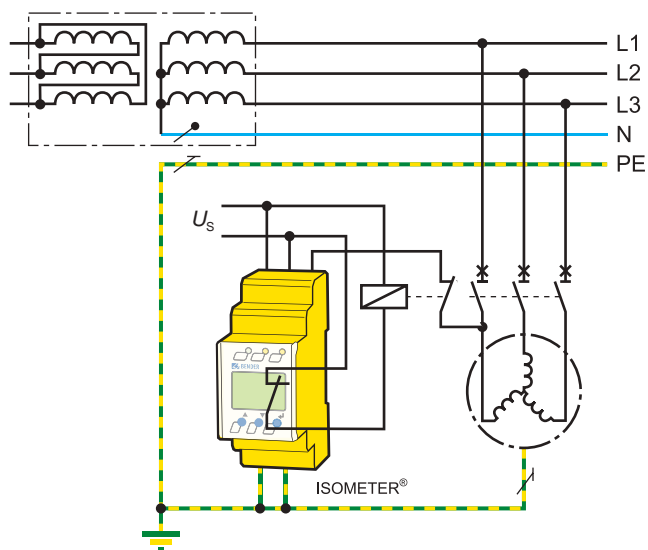


Figura 6.6: Vigilancia de un motor desconectado

6.4 Vigilancia de generadores de corriente móviles

La seguridad eléctrica en generadores móviles de corriente, es, con mucha frecuencia, muy difícil de garantizar:

- El subsuelo/el entorno permiten muy raramente la construcción de una instalación de toma de tierra (hay que perforar piedras, rocas, asfalto, grava etc.)
- Se requiere siempre mucha rapidez, suele faltar siempre tiempo para las mediciones y para la verificación de las medidas de protección.
- No se cuenta siempre con un técnico eléctrico.

Precisamente en los servicios y actuaciones de salvamento, debe garantizarse siempre la disponibilidad inmediata de actuación, Por esta razón, los generadores móviles de corriente se equipan con la medida de protección separación de protección con vigilancia del aislamiento y desconexión según DIN VDE 0100-551.

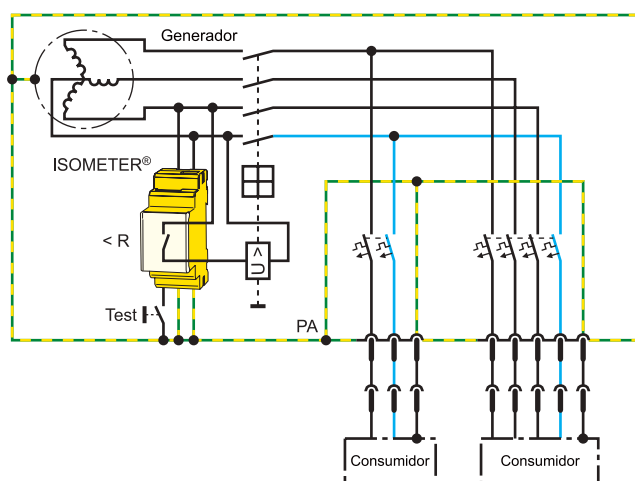
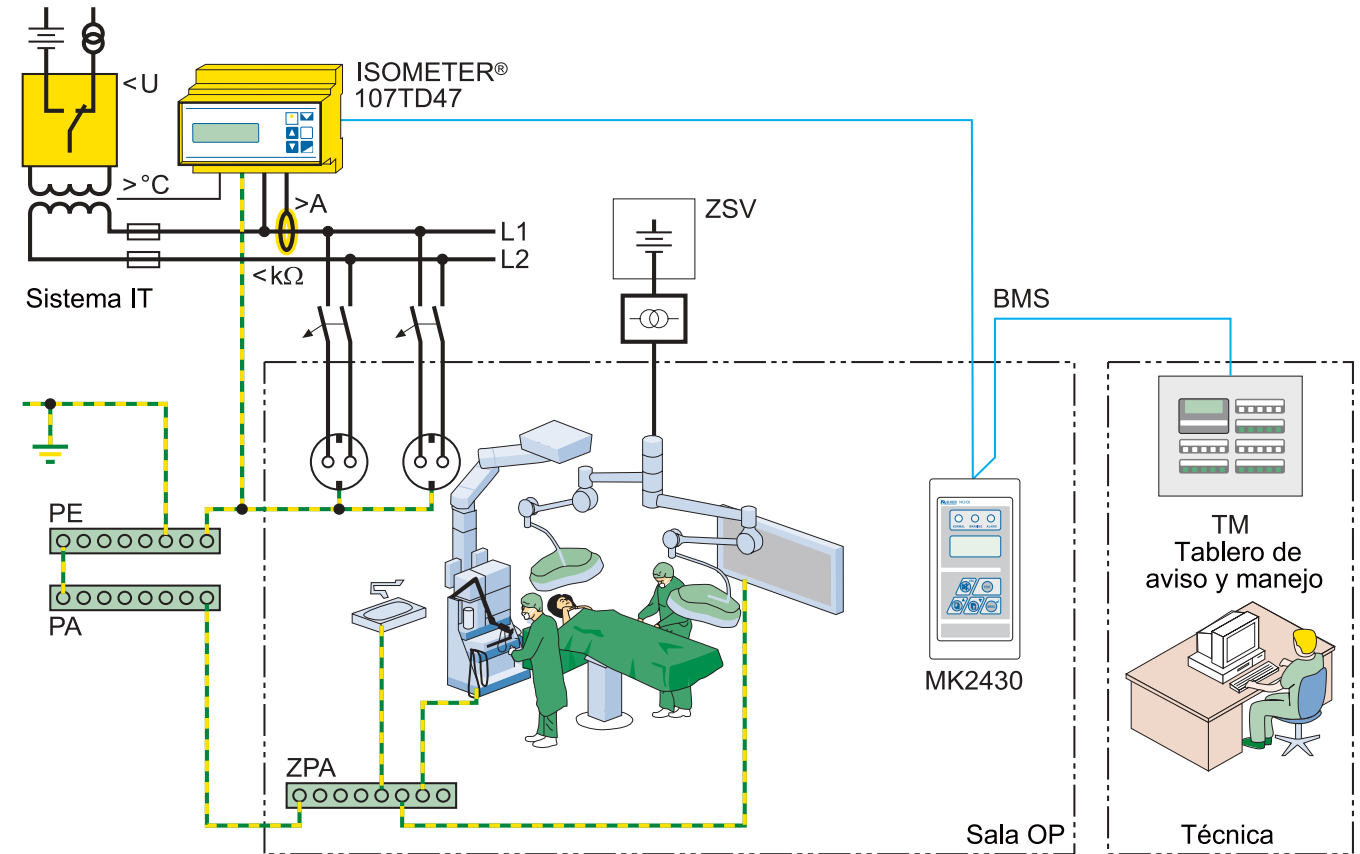


Figura 6.7: Generador móvil de corriente con la medida de protección separación de seguridad con vigilancia del aislamiento y desconexión

6.5 Vigilancia de recintos de uso medico

En los recintos de uso médico, según DIN VDE 0100-710:2002-11, todos los recintos del grupo 2 tienen que estar equipados con un sistema IT con vigilancia del aislamiento y con vigilancia de carga y temperatura-Igualmente se exige la señalización de los mensajes de servicio y de alarma en un punto centralizado.



Aspectos técnicos de la utilización de dispositivos de búsqueda de fallos de aislamiento

1. Seguridad de las instalaciones y disponibilidad

En la actualidad las instalaciones industriales, las instalaciones de generación y distribución de energía son estructuras muy complejas con controles sofisticados y seguros y con alta productividad. Precisamente por eso, un eventual fallo ocasiona costes enormemente altos. Sin embargo, y gracias a las posibilidades técnicas actuales, las instalaciones pueden ya proyectarse, desde la misma planificación, con la máxima seguridad, pueden vigilarse permanente y continuamente y se pueden detectar con rapidez y seguridad partes de la instalación afectadas por fallos.

2. Suministros de corriente aislados de tierra

Los suministros de corriente aislados de tierra (Sistemas IT) ofrecen una ventaja incalculable: una primera avería no ocasiona el fallo de la instalación. Con ello se logra que no se interrumpan inesperadamente procesos y desarrollos de la producción muy complejos. Muy al contrario, los sistemas IT pueden continuar funcionando controlados y en un momento apropiado proceder a la subsanación de los fallos. Sin que se originen los altísimos costes de una parada de la instalación. La base de este mecanismo la constituye el aparato de vigilancia del aislamiento ISOMETER. Este aparato vigila la resistencia de aislamiento del sistema IT contra tierra y avisa en cuanto no se alcanza un determinado valor prefijado. Con este avance de información puede fijarse entonces el momento más adecuado para la búsqueda del fallo de aislamiento, p. ej. en la desconexión a efectos de revisión. Sin embargo aquí también radica el problema en el detalle. Precisamente en el caso de instalaciones muy complejas y con suministros de corriente muy extensos y ramificados, la búsqueda de un fallo de aislamiento puede convertirse en una aventura que exige mucho tiempo y gran dedicación de personal. La solución para estos problemas son los dispositivos de búsqueda de fallos de aislamiento EDS. Estos equipos buscan automáticamente fallos de aislamiento durante el servicio e indican y visualizan la salida afectada de fallo a través de un Display LC o de otra forma de visualización. De esto se derivan las ventajas siguientes para la instalación:

- **No es necesaria la desconexión de la instalación.**
La búsqueda de fallos de aislamiento tiene lugar automáticamente durante el servicio
- **El lugar de fallo se localiza y visualiza con total precisión.**
Esto supone un gran ahorro en costes de tiempo y personal
- **Concepto modular del sistema.**
El sistema se adapta de manera óptima al sistema y puede ajustarse a las necesidades y circunstancias del usuario.

3. ¿Por qué búsqueda de fallos de aislamiento?

La búsqueda de fallos de aislamiento es necesaria, fundamentalmente, por tres razones técnicas:

1. Protección contra descargas eléctricas (p. ej. en el sistema 3 (N)AC 400 V)

Según DIN VDE 0100-410:1997-01, apartado 413.1.5.4 se recomienda subsanar lo más rápidamente posible el primer fallo de aislamiento, pues si se produce un segundo fallo existe el riesgo de la descarga eléctrica y en ese caso es imprescindible proceder a la desconexión. El orden de magnitud para la búsqueda de fallos de aislamiento se encuentra aquí en el marco de los 5...10 kΩ.

2. Evitar riesgos de incendio (p. ej. en el sistema 3(N)AC 400 V)

En los fallos de aislamiento desconocidos, afectados de resistencia, puede fluir una corriente de error que, en el lugar del fallo, puede ocasionar un calentamiento excesivo. Ya con una potencia de ≥ 60 W existe un riesgo grave de incendio. El orden de magnitud para la búsqueda de fallos de aislamiento se encuentra aquí en el marco de 1 kΩ.

3. Impedir controles erróneos (p. ej. en sistemas DC 220 V)

En instalaciones eléctricas, las más pequeñas corrientes de error pueden dar lugar a un comportamiento de fallo de los PLC o de los controles de relés. Con ello las personas están expuestas a un mayor riesgo de lesiones, p. ej. en controles de prensas o en el caso de movimientos incontrolados de maquinaria. El orden de magnitud para la búsqueda de fallos de aislamiento se encuentra aquí en el marco de 10...15 kΩ.

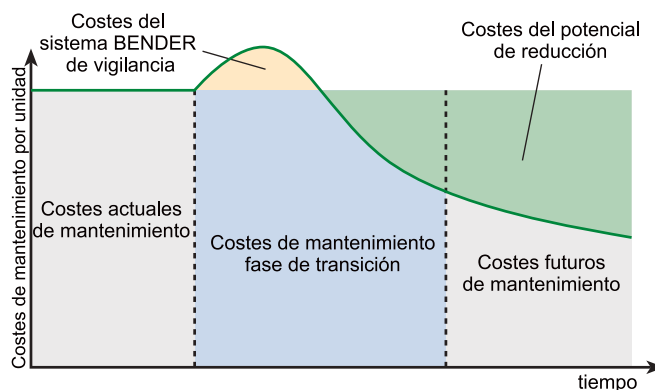


Figura 3.1: Potencial de reducción de costes al utilizar sistemas EDS

4. ¿Cómo funciona un dispositivo de búsqueda de fallos de aislamiento?

Un dispositivo de búsqueda de fallos de aislamiento se compone de un aparato de prueba de fallos de aislamiento, y de un aparato de evaluación de fallos de aislamiento en unión de uno o varios transformadores de corriente de medida. En el ISOMETER® del tipo IRDH575 está integrado el aparato de prueba de fallos de aislamiento.

Desarrollo del funcionamiento:

- Arranque de la búsqueda de fallos de aislamiento mediante activación del generador de corriente de localización del ISOMETER®.
- El vigilante de aislamiento une, por corto tiempo, los conductores activos con tierra.
- A través de una limitación electrónica de corriente, de esta unión y del fallo de aislamiento se genera un circuito de corriente cerrado, por el que fluye una corriente de prueba I_T en dependencia de la tensión de red. La corriente de prueba está limitada a un valor máximo.
- El impulso de corriente de prueba fluye desde el aparato de prueba de fallos de aislamiento a través de los cables conductores de tensión, del fallo de aislamiento R_f y del conductor de tierra (Conductor PE) y retorna al aparato de prueba de fallos de aislamiento.
- La señal de la corriente de prueba es registrada por todos los transformadores de corriente de medida que se encuentran en el circuito de corriente, y es evaluada por el aparato de evaluación de fallos de aislamiento EDS.
- En base a la subordinación transformador de corriente de medida/ circuito de corriente se puede localizar el lugar del fallo.

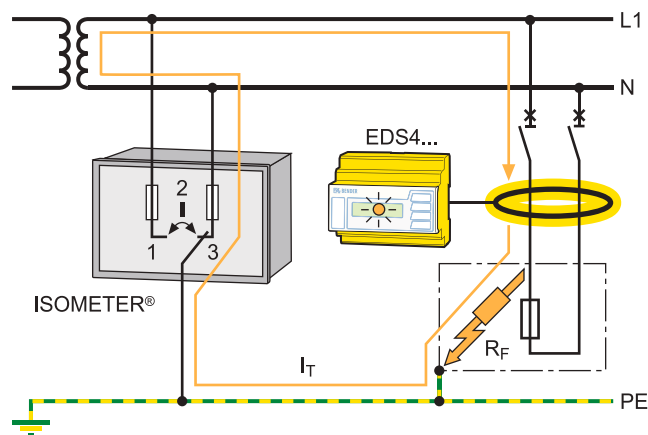


Figura 4.1: Principio de funcionamiento de la búsqueda de fallos de aislamiento

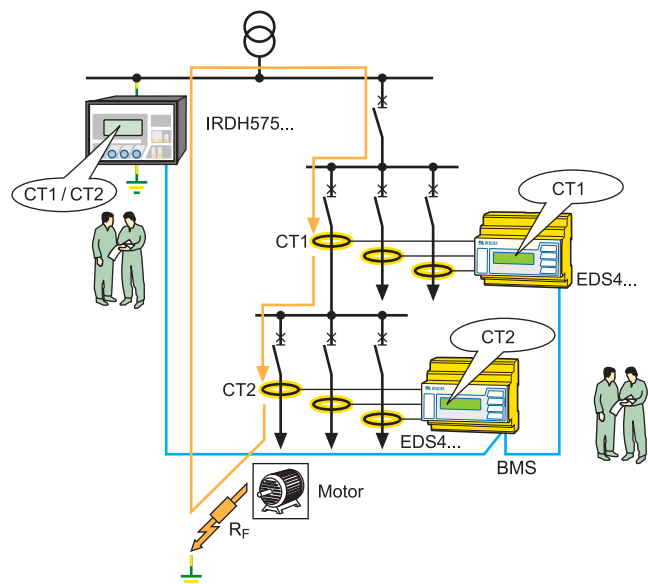


Figura 4.2: Recorrido de la corriente de prueba I_T en el sistema EDS

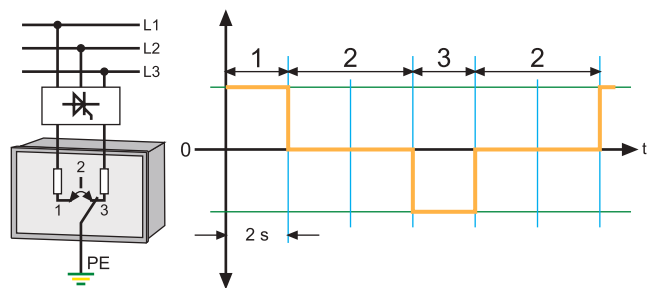
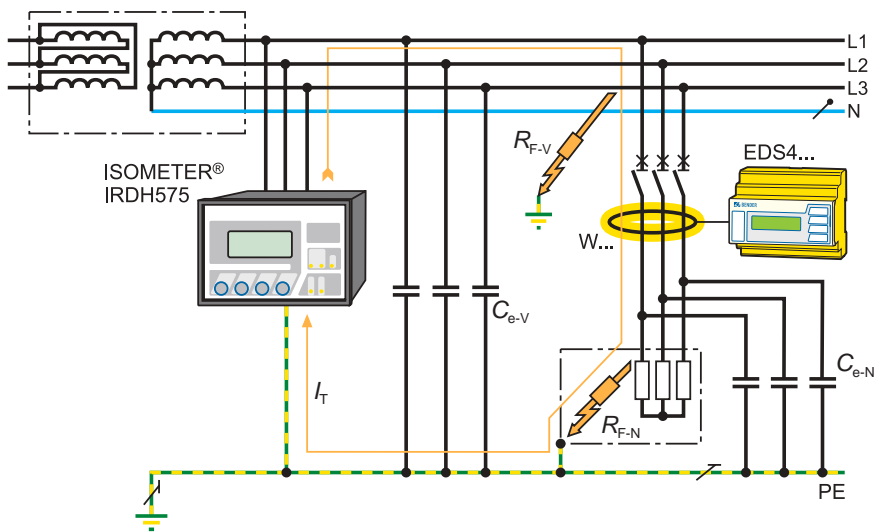


Figura 4.3: Cadencia del impulso de corriente de prueba del sistema EDS

5. Definiciones del dispositivo de búsqueda de fallos de aislamiento



- IRDH575 Aparato de vigilancia del aislamiento con generador de corriente de localización
- EDS4... Aparato de evaluación de fallos de aislamiento
- W... Transformador de corriente de medida
- I_T Corriente de prueba
- R_{F-V} Fallo de aislamiento por delante del transformador de corriente de medida
- C_{e-V} Capacidad de derivación de la red por delante del transformador de corriente de medida
- R_{F-N} Fallo de aislamiento por detrás del transformador de corriente de medida
- C_{e-N} Capacidad de derivación de la red por detrás del transformador de corriente de medida

Bild 5.1: Definiciones de la búsqueda de fallos de aislamiento

6. Variantes de la búsqueda de fallos de aislamiento

Tres métodos de localización de fallos de aislamiento:

- Búsqueda automática de fallos de aislamiento/Sistemas instalados fijos
- Búsqueda manual de fallos de aislamiento/ Sistemas portátiles
- Aplicación de circuitos de corriente principal o circuitos de corriente de control

6.1 Búsqueda automática de fallos de aislamiento/Sistemas instalados fijos

En la instalación están montados fijos; el aparato de vigilancia de aislamiento con aparato de prueba de fallos de aislamiento integrado, el aparato de evaluación de fallos de aislamiento y los correspondientes transformadores de corriente de medida. El arranque de la búsqueda de fallos de aislamiento tiene lugar automáticamente por parte del aparato de vigilancia del aislamiento.

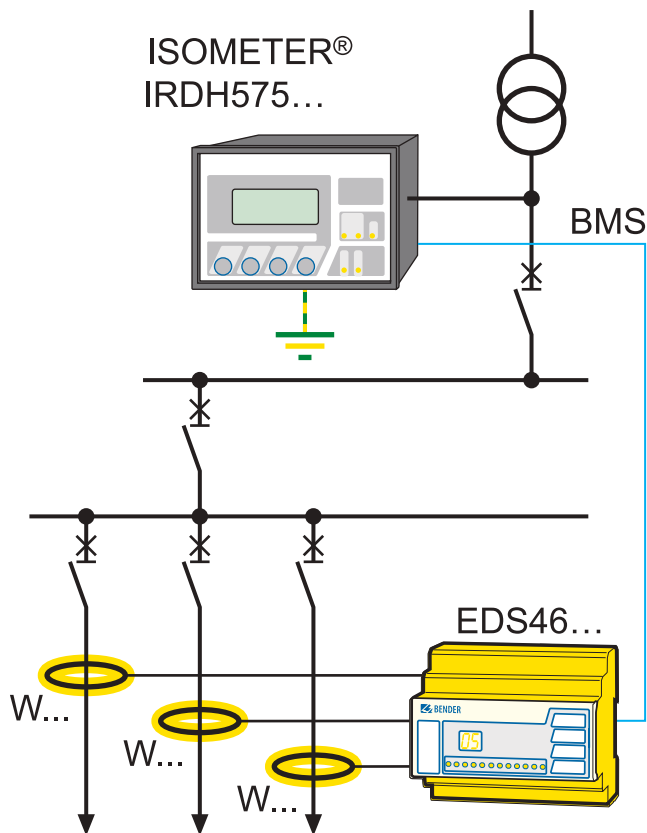


Figura 6.1: Búsqueda automática de fallos de aislamiento

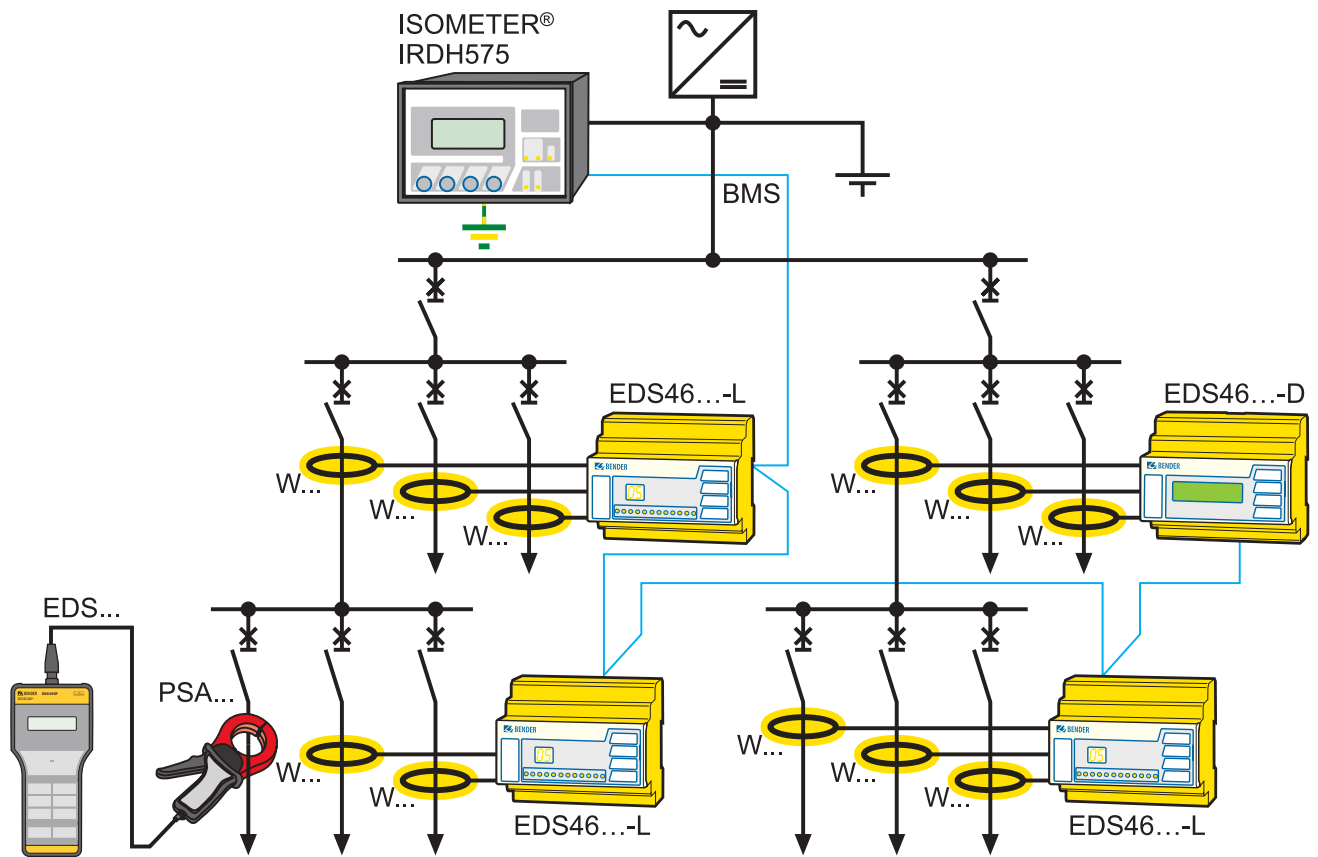


Figura 6.2: Ejemplo de estructura de un dispositivo automático de búsqueda de fallos de aislamiento EDS

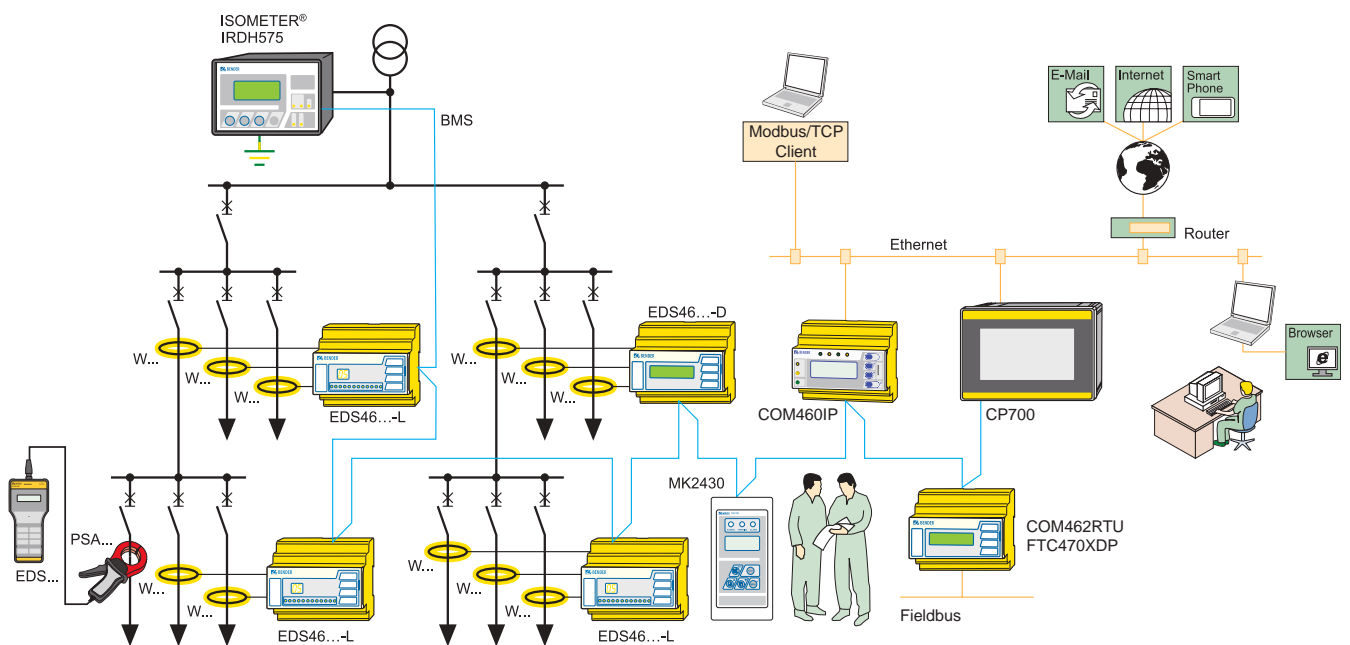


Figura 6.3: Ejemplo de estructura de un dispositivo automático de búsqueda de fallos de aislamiento EDS con gestión centralizada por Ethernet/Web

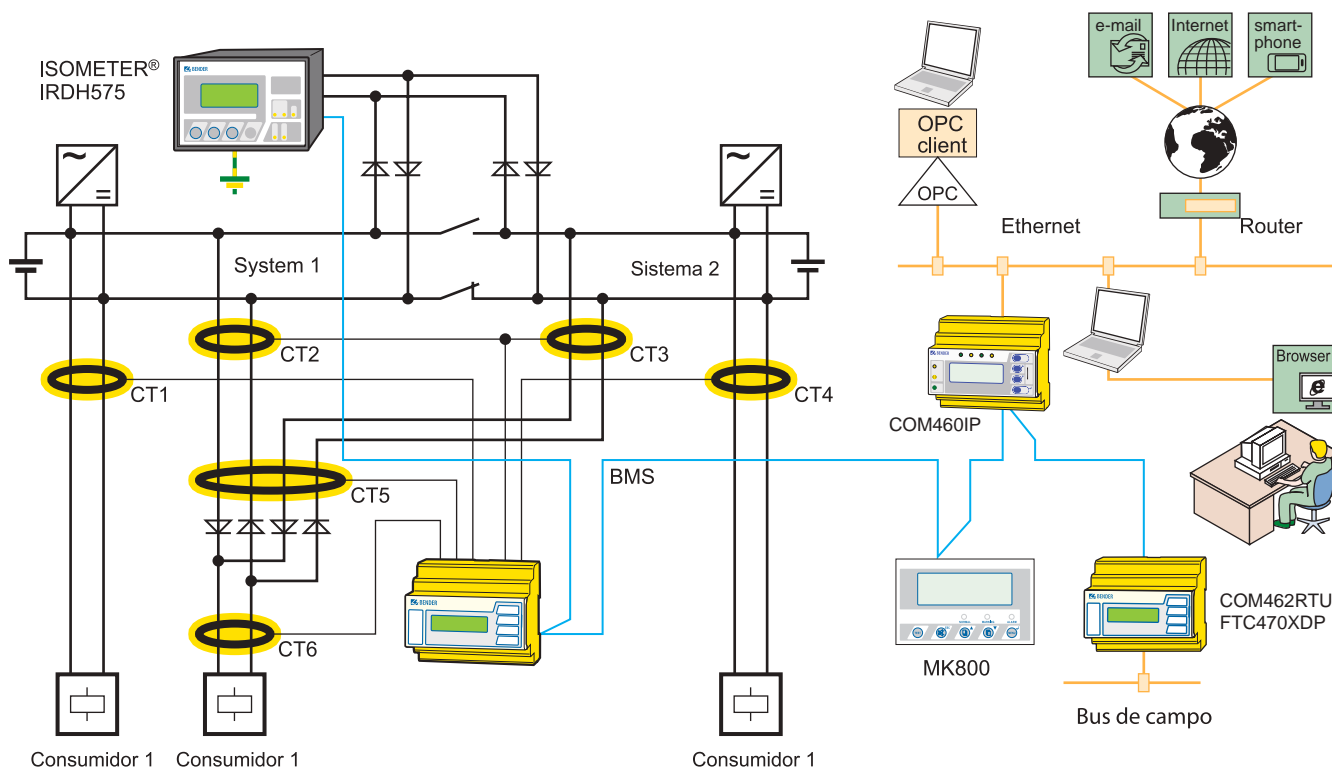


Figura 6.4: Ejemplo de estructura de un dispositivo automático de búsqueda de fallos de aislamiento EDS en redes DC acopladas

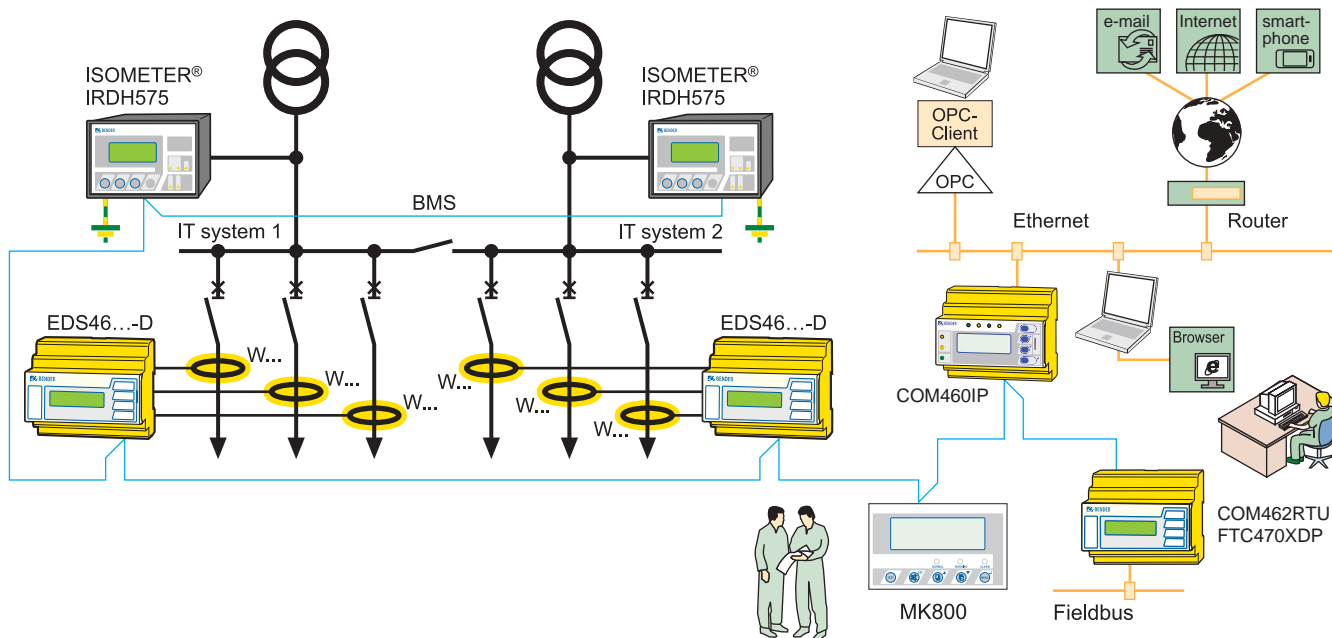


Figura 6.5: Ejemplo de estructura de un dispositivo automático de búsqueda de fallos de aislamiento EDS en dos sistemas IT acoplados

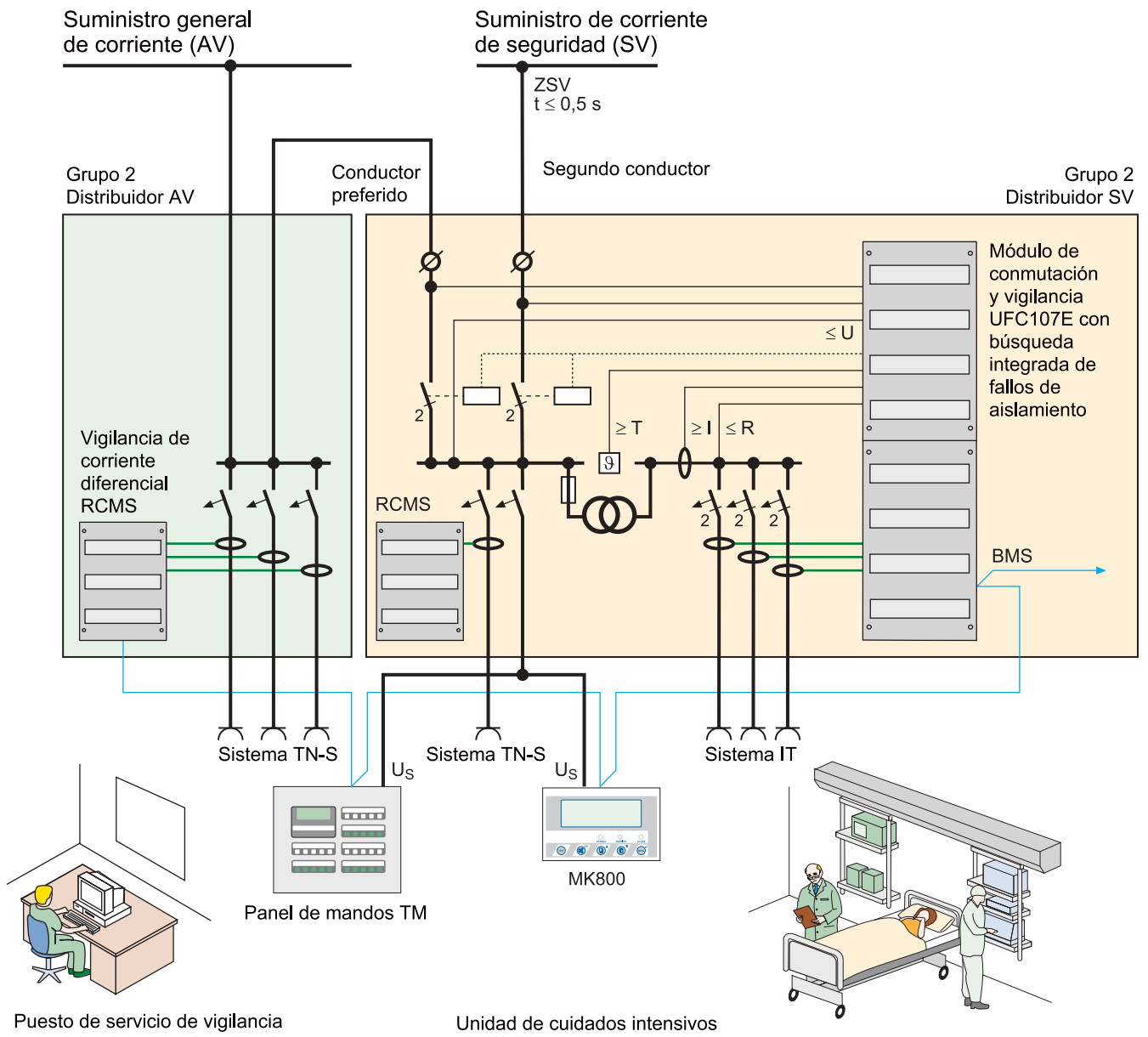


Figura 6.6: Aplicación en una unidad de cuidados intensivos en recintos de uso médico

6.2 Búsqueda manual de fallos de aislamiento/Sistemas portátiles

En la búsqueda manual de fallos de aislamiento se puede diferenciar entre:

- a) Como complemento a un sistema EDS instalado fijo, se utiliza un aparato portátil de evaluación de fallos de aislamiento, para la búsqueda de fallos de aislamiento en salidas secundarias.
- b) Cuando no hay ningún aparato fijo de prueba de fallos de aislamiento, se utiliza un equipo portátil de prueba de fallos de aislamiento
- c) Cuando el sistema IT está sin tensión, se utiliza un aparato portátil de búsqueda de fallos de aislamiento con fuente de tensión de medida integrada

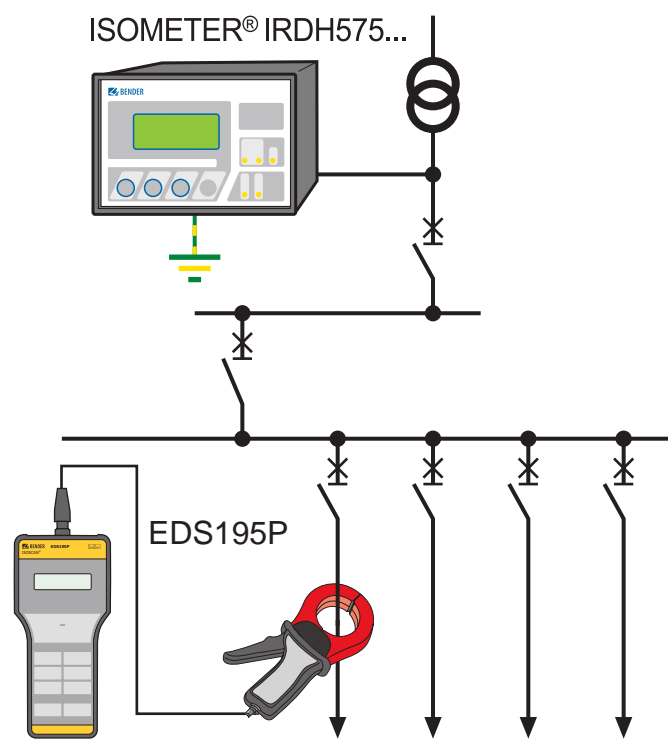


Figura 6.7: Búsqueda manual de fallos de aislamiento con sistemas EDS instalados fijos

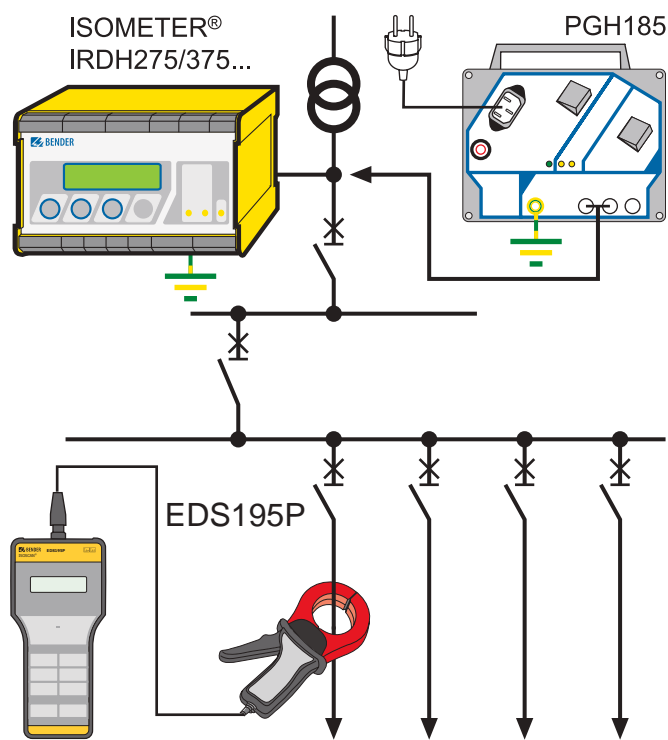


Figura 6.8: Búsqueda manual de fallos de aislamiento en sistemas IT sin aparato de prueba de fallos de aislamiento

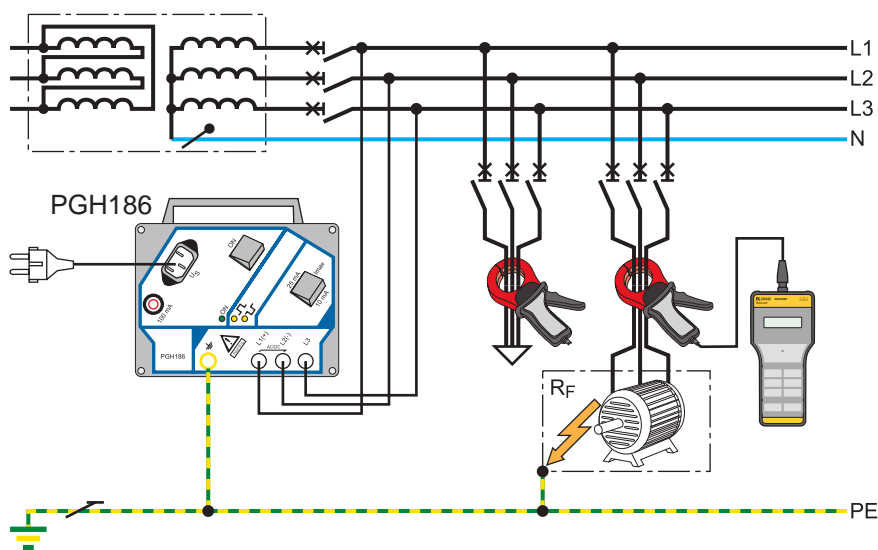


Figura 6.9: Búsqueda manual de fallos de aislamiento con aparato portátil de prueba de fallos de aislamiento en sistemas IT desconectados (sin tensión de red)

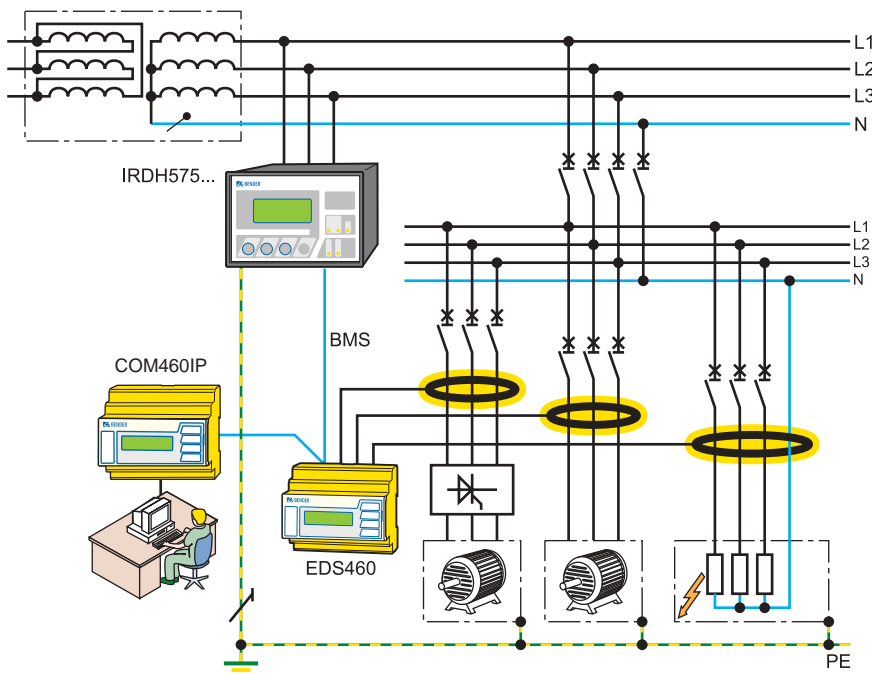
Observación a la figura 6.9:

Sistema IT desconectado, es decir que la corriente de prueba es generada por el aparato portátil de prueba de fallos de aislamiento (PGH186), el sistema es aplicable en sistemas puestos a tierra (Sistemas TN, TT), cuando se desconectan todos los polos y cuando no hay ninguna conexión directa del sistema a tierra

6.3 Características diferenciadoras del circuito principal de corriente/circuito de corriente de mando

La diferencia esencial entre las dos aplicaciones radica en la corriente de prueba claramente reducida para la aplicación en circuitos de corriente de control, o respectivamente de la sensibilidad de respuesta.

6.3.1 Sistemas EDS para circuitos principales de corriente

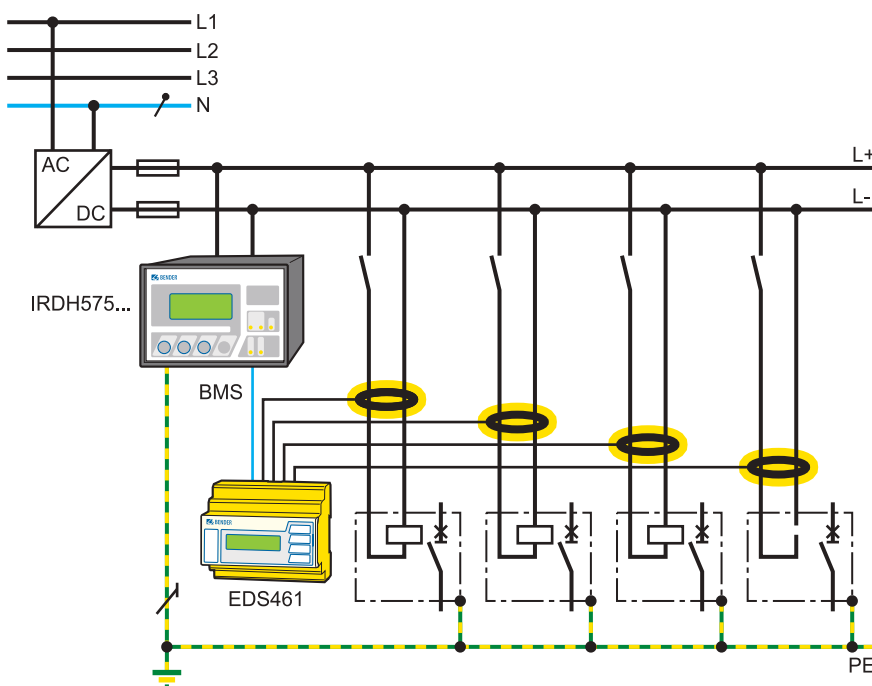


Características de los circuitos principales de corriente

- Tensión nominal de red U_n hasta 690 V
- Gran extensión, capacidad de derivación de la red hasta 20.000 μFV (producto de la capacidad de derivación de la red y de la tensión nominal de red p. ej. 400 V x 50 $\mu F = 20.000 \mu FV$)
- Grandes corrientes diferenciales hasta un máximo de AC 10 A
- Consumidores causantes de perturbaciones (p. ej. convertidores, rectificadores vibradores)

Figura 6.10: EDS en circuito principal de corriente

6.3.2. Circuitos de corriente de control sistemas EDS



Características de los circuitos de corriente de mando (control)

- Tensión nominal de red U_n hasta 230 V
- Pequeña extensión, capacidad de derivación de red hasta 300 μFV (producto de la capacidad de derivación de la red y de la tensión nominal de red) p. ej. 24 V x 10 $\mu F = 240 \mu FV$
- Pequeñas corrientes diferenciales hasta un máximo de AC 1 A
- No hay consumidores causantes de perturbaciones

Figura 6.11: EDS en un circuito de corriente de mando

6.3.4 Sistemas EDS con función de desconexión

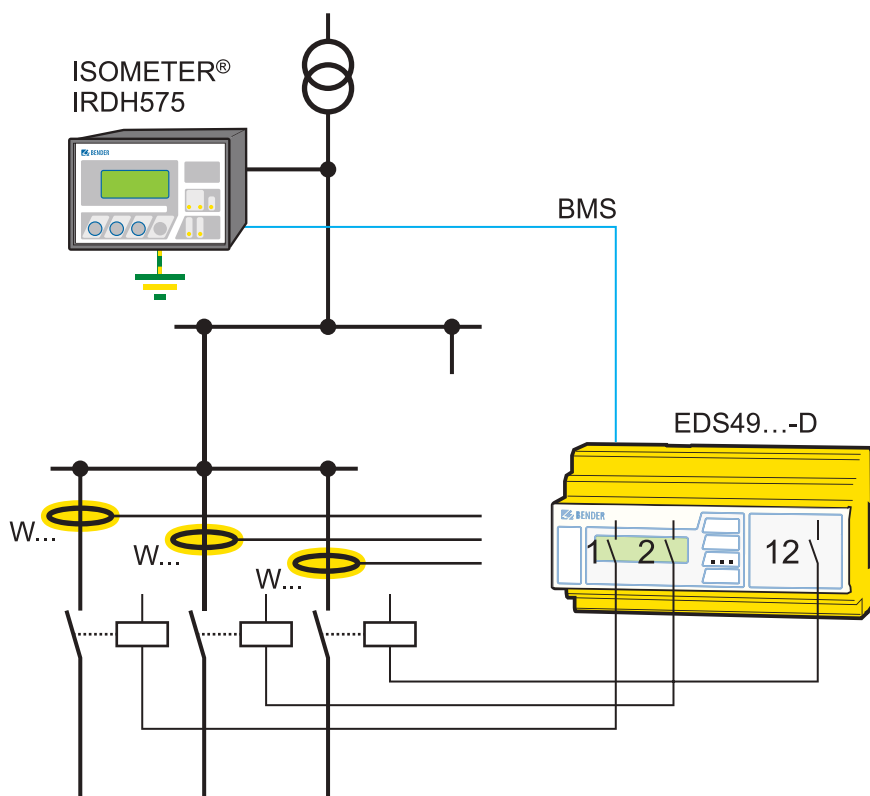


Figura 6.12: EDS en un circuito de corriente de control o de corriente principal con función de desconexión







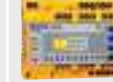

Características de la función de desconexión

- En la búsqueda de fallos de aislamiento, se consultan paralelamente todos los canales de medida
- El tiempo máximo de consulta es de ≤ 10 s
- Transcurrido este tiempo se activa el contacto del relé del canal de medida afectado de fallo
- Con este contacto de conmutación y a través de un elemento de conexión se puede desconectar la salida afectada por el fallo de aislamiento.

7. Elección de aparatos

7.1 Elección de aparatos para sistemas instalados fijos:

Forma de red	AC,DC,AC/DC (redes mixtas)	AC,DC,AC/DC (redes mixtas)
Aplicación	Circuito principal de corriente	Circuito de corriente de mando
Función	Aparato de vigilancia del aislamiento ISOMETER y aparato de prueba de fallos de aislamiento	
Tipo	IRDH575	IRDH575
 		
Tensión nominal de red U_n (B1)	3AC/AC 20...575 V	3AC/AC 20...150 V/DC 20...150 V (versión IRDH575B1-4227, RDH575B1-4235)
Tensión nominal de red U_n (B2)	3AC/AC 340...760 V, DC 340...575 V	–
Tensión de alimentación	IRDH575B1-435 IRDH575B2-435 IRDH575B1-4235	AC 88...264 V DC 77...286 V –
	IRDH575B1-427 IRDH575B1W-4227	DC 19.2...72 V –
Corriente de prueba	10/25/50 mA	1/2.5 mA
Valores de respuesta	1 k Ω ...10 M Ω	1 k Ω ...10 M Ω
Display LC	4 x 20 caracteres	4 x 20 caracteres
Relé de alarma	3 contactos conmutados	3 contactos conmutados
Interface/Protocolo	RS-485 (BMS)	RS-485 (BMS)
Margen de dirección	1...30	1...30

Aparatos de evaluación de fallos de aislamiento								
Tipo	EDS460-D/DG...	EDS490-D...	EDS460-L...	EDS490-L...	EDS461-D...	EDS491-D...	EDS461-L...	EDS491-L...
       								
Graphic LCD	■	■	–	–	■	■	–	–
7-segment / LED display	–	–	■	■	–	–	■	■
U_s : DC 16...94 V/ AC 16...72 V, 42...460 Hz	EDS460-D-1, EDS460-DG-1	EDS490-D-1	EDS460-L-1	EDS490-L-1	EDS461-D-1	EDS491-D-1	EDS461-L-1	EDS491-L-1
U_s : AC/DC 70...276 V, AC 42...460 Hz	EDS460-D/DG-2, EDS460-DG-2	EDS490-D-2	EDS460-L-2	EDS490-L-2	EDS461-D-2	EDS491-D-2	EDS461-L-2	EDS491-L-2
Tiempo de consulta	< 10 s para hasta 1080 canales de medida				< 10 s para hasta 1080 canales de medida			
Valor de respuesta	2...10 mA				0,2...1 mA			
Indicación de valor diferencial	100 mA...10 A (EDS460DG 20mA-2 A)				10 mA...1 A			
Función de Parametrado	■	■	–	–	■	■	–	–
Indicación código de errores	■	■	■	■	■	■	■	■
Margen de dirección	1...90		1...90		1...90		1...90	
Reloj interno (RTC)	■	■	–	–	■	■	–	–
Memoria de eventos	■	■	–	–	■	■	–	–
Relé de alarma "alarma colectiva"	2 x 1 contacto conmutado				2 x 1 contacto conmutado			
Relé de alarma por canal	–	12 x 1 N/O contacto normalmente abierto	–	12 x 1 N/O contacto normalmente abierto	–	12 x 1 N/O contacto normalmente abierto	–	12 x 1 N/O contacto normalmente abierto

Forma de red	AC,DC,AC/DC (redes mixtas)	AC,DC,AC/DC (redes mixtas)	AC,DC,AC/DC (redes mixtas)
Aplicación	Circuito principal de corriente		Circuito de corriente de mando
Función	Transformadores de corriente de medida		
	Dimensiones	Tipo	Dimensiones
Tipo	Serie W...		



Redondo	ø 10	W10	ø 10	W10-8000
	ø 20	W20	ø 20	W20-8000
	ø 35	W35	ø 35	W35-8000
	ø 60	W60	ø 60	W60-8000
	ø 120	W120		
	ø 210	W210		

Tipo	Serie W...S...	
------	----------------	--



Redondo	ø 20	W0-S20	ø 35	W1-S35-8000
	ø 35	W1-S35		
	ø 70	W2-S70		
	ø 105	W3-S105		
	ø 140	W4-S140		
	ø 210	W5-S210		

Tipo	Serie WR...	
------	-------------	--



Rectangular (alto x ancho)	70 x 175	WR70x175
	115 x 305	WR115x305

Tipo	Serie WR...S series	
------	---------------------	--



Rectangular (alto x ancho)	70 x 175	WR70x175S
	115 x 305	WR115x305S
	150 x 350	WR150x350S
	200 x 500	WR200x500S

Forma de red	AC,DC,AC/DC (redes mixtas)	AC,DC,AC/DC (redes mixtas)	AC,DC,AC/DC (redes mixtas)
Aplicación	Circuito principal de corriente		Circuito de corriente de mando
Función	Transformadores de corriente de medida		
	Dimensiones	Tipo	Dimensiones
Tipo	Serie WS...		



Divisible (ancho x alto)	20 x 30	WS20x30	20 x 30	WS20x30-8000
	50 x 80	WS50x80	50 x 80	WS50x80-8000
	80 x 120	WS80x120		

Tipo	Serie WS...S		
------	--------------	--	--



Divisible (ancho x alto)	-	-	20 x 30	WS20x30S-8000
	50 x 80	WS50x80S	50 x 80	WS50x80S-8000
	80 x 80	WS80x80S		
	80 x 120	WS80x120S		
	80 x 160	WS80x160S		

7.2 Selección de aparatos para sistemas IT con dispositivo de búsqueda de fallos de aislamiento instalado

Forma de red	AC, DC, AC/DC (redes mixtas)	AC, DC, AC/DC (redes mixtas)
Ámbito de aplicación	Circuitos de corriente principales	Circuitos de corriente de mando

Aparato de vigilancia de aislamiento ISOMETER®/generador de corriente de prueba PGH



Tensión nominal de red U_n (B1)	3AC, AC 20...575 V, DC 20...504 V	3AC, AC 20...150 V, DC 20...150 V
Tensión nominal de red U_n (B2)	3AC, AC 340...760 V, DC 340...575 V	–
U_s DC 19,2...72 V	IRDH575B1-427	IRDH575B1-4227
U_s AC 88...264 V, DC 77...286 V	IRDH575B1-435	IRDH575B1-4235
U_s AC 88...264 V, DC 77...286 V	IRDH575B2-435	–
Corriente de prueba I_L	10/25/50 mA	1/2,5 mA
Valores de respuesta	1 k Ω ... 10 M Ω	1 k Ω ... 10 M Ω
Display LC	4 x 20 caracteres	4 x 20 caracteres
Relé de alarma	3 contactos conmutados	3 contactos conmutados
Interface/protocolo	RS-485 (BMS)	RS-485 (BMS)
Margen de dirección	1...30	1...30

Dispositivo de búsqueda de fallos de aislamiento



Tipo	EDS195P
Display LC	3 x 16 caracteres
Corriente de evaluación I_{DL}	0,2...50 mA
Valor de respuesta	0,2 ... 1/2...10 mA seleccionable

Pinzas de medida



Tipo	PSA3020	PSA3052	PSA3165 (opcional)	PSA3320	PSA3352
20 mm	■			■	
52 mm		■			■
115 mm			■		

Sistemas completos

Tipo	EDS3090		EDS3091
Compuesto de	Maletín de aluminio, EDS195P, PSA3020, PSA3052, cargador	Maletín de aluminio, EDS195P, PSA3020, PSA3052, cargador	Maletín de aluminio, EDS195P, PSA3320, PSA3352, cargador

7.3 Selección de aparatos para sistemas IT sin dispositivo de búsqueda de fallos de aislamiento instalado

Aplicación	Circuito de corriente principal		Circuito de corriente de mando
	En servicio	Desconectado (offline)	En servicio

Generador de corriente de prueba PGH



Tensión nominal de red U_n	3AC, AC 20...575 V DC 20...504 V	3AC, AC 0...575 V DC 0...504 V	AC 20...265 V, DC 20...308 V
U_5 AC 230 V	PGH185	PGH186	PGH183
U_5 AC 90...132 V	PGH185-13	PGH186-13	PGH183-13
Corriente de prueba I_t max.	10/25 mA	10/25 mA	1/2,5 mA

Dispositivo de búsqueda de fallos de aislamiento



Tipo	EDS195P
Display LC	3 x 16 caracteres
Corriente de evaluación $I_{\Delta I}$	0,2...50 mA
Valor de respuesta	0,2 ... 1/2 ... 10 mA seleccionable

Pinzas de medida

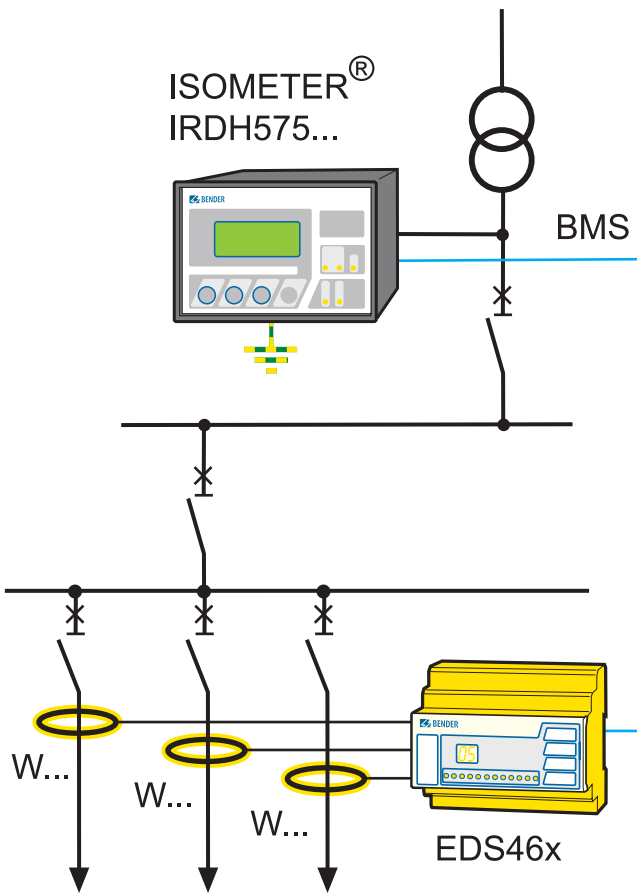


Tipo	PSA3020	PSA3052	PSA3165 (opcional)	PSA3320	PSA3352
20 mm	■			■	
52 mm		■			■
115 mm			■		

8. Búsqueda de fallos de aislamiento en la práctica.

Por el transformador de corriente de medida de los aparatos de evaluación de fallos de aislamiento EDS fluyen las corrientes siguientes:

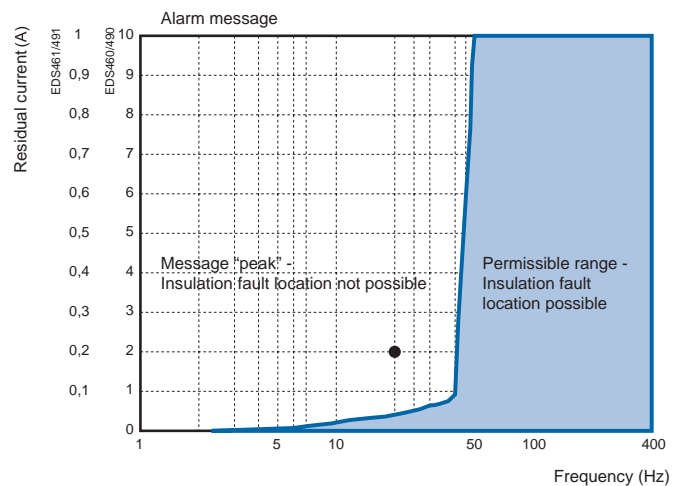
- Corriente de prueba I_T , originado por el fallo de aislamiento RF-N
- Corrientes diferenciales I_{diff} que fluyen a causa de las capacidades de derivación de la red CE-V y CE-N, o respectivamente que se han originado por RF y RF-N
- Corrientes de derivación transitorias, originadas a causa de actividades de conmutación y regulación en la red
- Corrientes de derivación de baja frecuencia, que se han originado a causa de la utilización de rectificadores.



8.1 Condiciones previas para una búsqueda segura de fallos de aislamiento

El aparato de evaluación de fallos de aislamiento tiene el cometido de localizar el fallo de aislamiento por detrás del transformador de corriente de medida RF-N. Para ello tiene que reconocer con plena seguridad la corriente de prueba generada por el fallo de aislamiento. Condiciones previas para ello:

- La corriente de prueba I_T es = 2 mA...50 mA para el EDS460/490
- La corriente de prueba I_T es = 0,2 mA...5 mA para el EDS461/491
- Las capacidades previas C_{EV} tienen que ser, como mínimo, iguales a las Capacidades posteriores C_{EN}
- La capacidad total de derivación de la red no debe sobrepasar determinados valores
- La suma de la corriente de prueba y de la corriente diferencial, que fluye por el transformador de corriente de medida, no puede sobrepasar los valores siguientes:
- Máximo 10 A (EDS460/490- Aplicación circuito principal de corriente)
- Máximo 1 A (EDS461/491 – Aplicación circuito de corriente de mando).
- Además de la corriente diferencial, la frecuencia de red del sistema vigilado influye también sobre la detección segura de la corriente de prueba. A este respecto hay que tener muy en cuenta la curva siguiente de fallo



A feature...

9. Planning check list for EDS systems

9.1 ¿Cómo debe realizarse la búsqueda de fallos de aislamiento?

- | | |
|---|------------------|
| a) Sistema instalado estacionario | Ver capítulo 1.7 |
| b) Sistema portátil para búsqueda ocasional de fallos | Ver capítulo 1.7 |

9.2 Informaciones sobre el sistema IT a vigilar

- | | |
|--|--|
| a) Sistema IT AC, 3(N)AC, DC | Atención a los datos técnicos del aparato de vigilancia del aislamiento y a la curva Fault |
| b) Tensión de red, frecuencia de red | Atención a los datos técnicos del aparato de vigilancia del aislamiento y a la curva Fault |
| c) Circuito principal de corriente, circuito de corriente de mando | Atención a la elección de los aparatos (Capítulo 7) |
| d) Capacidad máxima de derivación de la red | Capítulo 6.3.1/6.3.2. Atención a los valores límite |
| e) Corrientes diferenciales máximas | Atención a valor límite 10 A/1 A, en su caso determinar por técnicas de medición |

9.3 Informaciones sobre la estructura de los consumidores

- | | |
|---|---|
| a) ¿Hay consumidores como son convertidores de frecuencia, rectificadores de corriente, rectificadores, controles SPS, filtros de desparasitado, consumidores DC desacoplados por diodos? | Atención a los datos técnicos del aparato de vigilancia del aislamiento y a la curva Fault (capítulo 8) |
| b) Aplicaciones especiales, como son recintos de uso médico, sistemas DC IT desacoplados por diodos | Atención a la selección de aparatos, o respect. a la estructura del circuito |

9.4 Salidas a vigilar

- | | |
|---|---|
| a) ¿Cuántas salidas hay que vigilar? | Determinar el número de los transformadores de corriente de medida |
| b) Dimensiones de los carriles de corriente | Atención a la selección de aparatos, respect. la estructura del circuito (Capítulo 7) |
| c) Diámetro de los cables | Determinar el tipo para transformador de corriente de medida |
| d) Dimensiones de los mazos de cable | Determinar el tipo para transformador de corriente de medida |
| e) ¿Es posible una separación de las salidas? | Si no, hay que utilizar transformadores de corriente divisibles de la serie WS... |

9.5 Posibilidades de comunicación exigidas:

- | | |
|--|--|
| a) Mensajes acústicos y ópticos | Elección de aparatos capítulo (cap). 1.8 |
| b) Lugar de instalación del tablero (cuadro) de mandos | Elección de aparatos cap. 1.8 |
| c) Conexión a sistemas de gestión | Elección de aparatos cap. 1.8 |
| d) Conexión a TCP/IP | Elección de aparatos cap. 1.8 |
| e) Conexión a PROFIBUS-DP | Elección de aparatos cap. 1.8 |
| f) Conexión a Jbus/Modbus | Elección de aparatos cap. 1.8 |
| g) Visualización | Elección de aparatos cap. 1.8 |
| h) Informaciones por teléfono/E-Mail/Internet/Handy | Elección de aparatos cap. 1.8 |

9.6 Concepto del mantenimiento ¿Quién hace qué?

- | | |
|--|---|
| a) Coordinación de las medidas: | Determinar los colaboradores |
| b) ¿Quién parametriza el dispositivo de búsqueda de fallos de aislamiento y quién evalúa los mensajes de alarma? | Determinar los colaboradores |
| c) ¿Cuándo se pueden subsanar los fallos de aislamiento? | Fijar las fechas |
| d) ¿Cómo se subsanan los fallos de aislamiento? | Fijar el procedimiento |
| e) ¿Dónde están los consumidores de las salidas vigiladas? | Preparar la documentación correspondiente de la instalación |

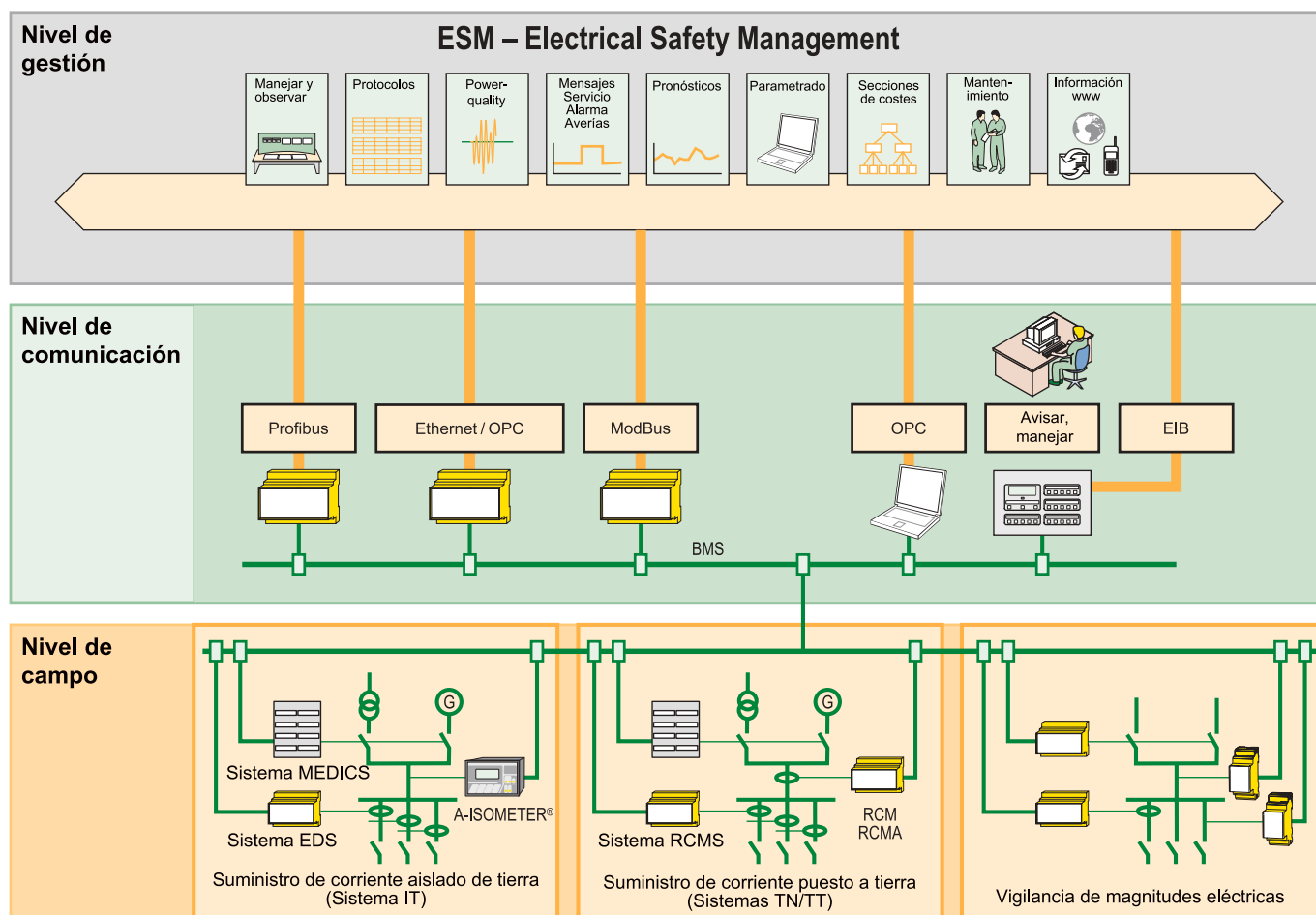
Aspectos técnicos al aplicar las soluciones Bender de comunicaciones

Comunicación actual

En el ámbito de la automatización de instalaciones eléctricas, se ha convertido en imprescindible la utilización de modernas tecnologías de bus de campo y de redes, porque constantemente crecen las exigencias que se plantean a la capacidad de comunicación, a la transparencia de datos y a la flexibilidad. Así, por ejemplo, los mensajes de aviso o de alarma vía web o por la red contribuyen a incrementar la transparencia del suministro de corriente y, al mismo tiempo, permiten la rapidez de reacción frente a situaciones críticas de servicio. Los mensajes importantes pueden transmitirse, por SMS o por E-Mail a los teléfonos móviles o al Laptop del personal de servicio. Mediante la anticipación en la información sobre el lugar y las causas de fallos, pueden realizarse los trabajos de asistencia técnica optimizados en cuanto a los costes y a la dedicación de personal, e incluso evitar un eventual fallo de la instalación o la destrucción de costosos aparatos.

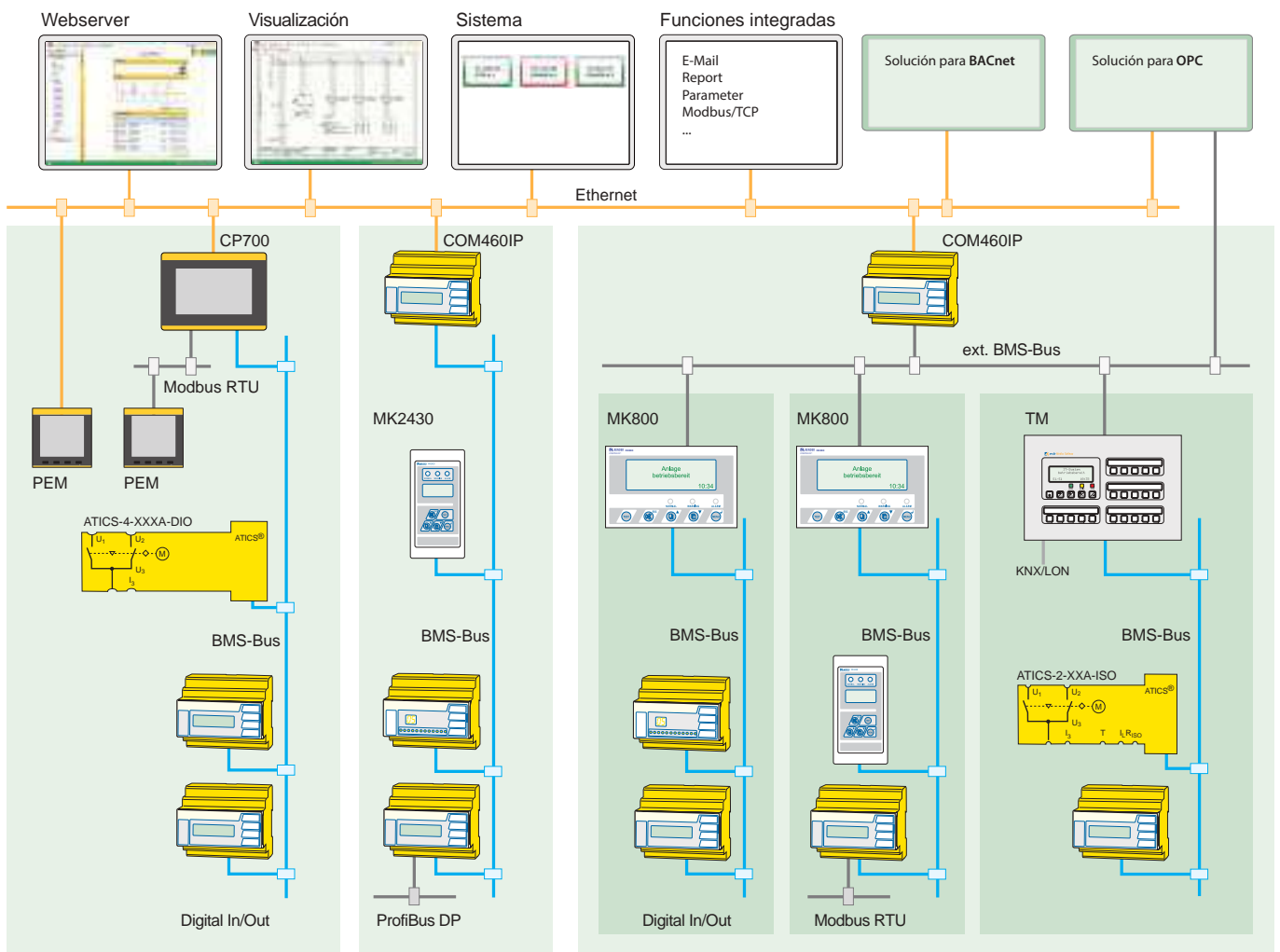
Electrical Safety Management

Bajo el concepto “Electrical Safety Management” ofrece Bender soluciones plausibles para la seguridad eléctrica de los suministros de corriente en todos los sectores. Productos y sistemas adaptados mutuamente entre sí con técnicas innovadoras de medida, con soluciones para la comunicación y visualización de datos procedentes de los sistemas de vigilancia de Bender, así como la facilidad de conexión a los sistemas de bus de campo y sistemas de gestión garantizan la máxima seguridad, rentabilidad y transparencia. Todo ello se complementa con amplias prestaciones de asistencia y servicio técnico – desde el asesoramiento competente hasta toda la duración del ciclo de vida del producto.



Vista de conjunto de la estructura de comunicación de los sistemas Bender

Posibilidades de comunicación con sistemas y aparatos Bender



1. El Bus BMS

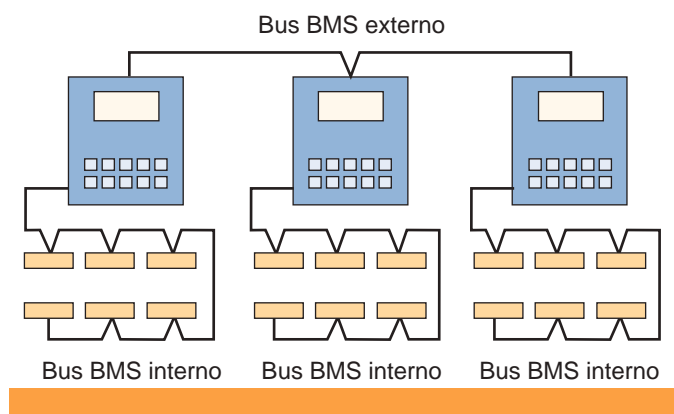
El Bus BMS (Bender-Messgeräte-Schnittstelle = Interface de aparatos Bender) es un desarrollo propio de Bender y permite el intercambio óptimo de datos entre todos los productos Bender capaces de comunicación. Se trata aquí de un interface RS-485 con un protocolo especial, desarrollado expresamente para aparatos Bender.

Descripción de funciones – Principio Master-Slave

El Bus BMS trabaja según el principio Master-Slave. Esto quiere decir que, un aparato trabaja como MASTER mientras que todos los demás aparatos lo hacen como SLAVE. Por lo tanto, en cada Bus BMS solamente puede haber un aparato Master. El Master pregunta cíclicamente a todos los aparatos del Bus, escucha las señales que emiten dichos aparatos y ejecuta entonces los comandos correspondientes. Durante el servicio no es posible que un aparato Slave asuma la posición de Master. Todos los aparatos conectados en el Bus reciben una dirección inequívoca. El master tiene la dirección "1".

Bus interno y externo

Varios sistemas BMS-Bus pueden unirse en un sistema superior. Para ello se precisa, en cada sistema, un aparato de control e indicación PRC1470 o un cuadro de manejo TM. Los distintos PRC1470 o los cuadros de manejo TM comunican entre sí a través de Bus externo. Para ello reciben continuamente las direcciones pertinentes. La asignación del Master se realiza de acuerdo con el denominado proceso Passing-Token. Esto significa que, la función master es asignada sucesivamente y por un espacio de tiempo determinado, a cada uno de los PRC1470 o respectivamente a cada uno de los cuadros de manejo TM. En el Bus interno cada uno de los cuadros de mando TM comunica con los aparatos del correspondiente sistema BMS. En este caso, el aparato es Master y recibe la dirección 1.



Conductores y longitud de conductores (Bus BMS interno y externo)

La especificación del interface RS-485 limita la longitud máxima de Bus a 1200 metros. En caso de conductores más largos hay que adoptar otras medidas suplementarias (Instalación de amplificadores intermedios DI-1). Como cable de interfaces tiene que utilizarse un cable blindado. Son apropiados, por ejemplo, los tipos de conductores J-Y(ST)Y 2x0,6. Si los cables de los interfaces se realizan como conductores radiales de empalme la longitud máxima del empalme está limitada a 1 m. En caso de conductores de empalme de mayor longitud no se puede garantizar la seguridad de la comunicación. El número de aparatos por Bus está limitado a 32 aparatos. Utilizando amplificadores intermedios (p. ej. Bender DI-1) se pueden conectar otros 32 aparatos más, o respectivamente se puede alargar la longitud de los conductores en otros 1200 metros.

El Bus BMS transmite cíclicamente mensajes de alarma y de servicio, además el protocolo contiene comandos para consulta y modificación de parámetros de aparatos, así como varios comandos de control.

Resistencias de cierre (Bus BMS interno y externo)

El Bus BMS tiene que cerrarse en sus dos extremos con resistencias de cierre de 120 Ω (0,25 W). Las resistencias se conectan en paralelo a las bornas A y B. Un Bus BMS no terminado correctamente puede volverse inestable e indicar funciones erróneas.

Reglas básicas para la estructuración del Bus BMS

1. Cada Bus BMS tiene que ser dirigido por un MASTER
2. En cada sistema de Bus BMS solamente puede haber un MASTER
3. Hay que asignar a cada participante una dirección inequívoca.
4. Las direcciones no pueden asignarse nunca por duplicado
5. El Bus BMS tiene que terminarse en sus dos extremos con dos resistencias de cierre de 120 Ω
6. El Bus BMS no puede sobrepasar la longitud máxima de conductores de 1200 metros, salvo que se hayan instalado amplificadores intermedios.
7. El número de aparatos que puede haber en un Bus BMS no puede ser superior a 32, siempre que no se haya instalado un amplificador intermedio (DI-2, o respectivamente DI-3)
8. El Bus BMS debe tener una estructura racional (sin ramificaciones)
9. El cable del Bus (J-Y(ST)Y 2 x 0,6) tiene que estar blindado y puesto a tierra en uno de sus extremos
10. Nunca confundir las bornas A y B.

Direcciones y márgenes de direccionado

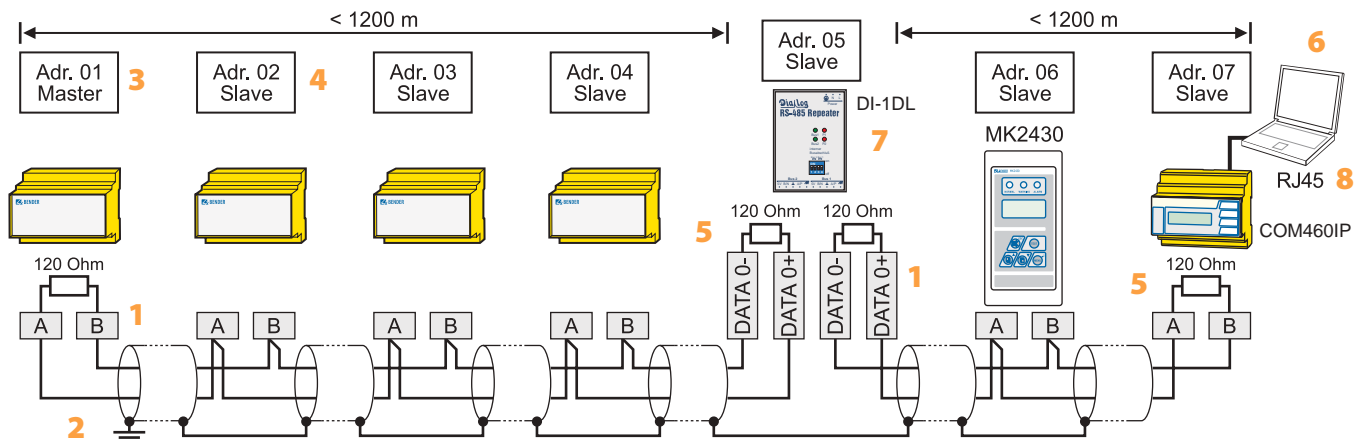
Todos los aparatos conectados al Bus BMS deben tener una dirección inequívoca y clara. El Master tiene la dirección 1. La dirección 000 es "Broadcast-Adresse", que reacciona frente a todas las direcciones, por lo que no puede ser asignada. De las 255 direcciones teóricamente asignables (1 byte dirección, es decir $2^8 = 256$) actualmente se utilizan 150. La razón para ello es la división de zonas de direccionado, que se han definido para determinados grupos de aparatos.

Redundancia de Master

Algunos aparatos BMS, como p. ej. COM460IP y MK2430 tienen la capacidad de trabajar como Master redundante. En estos casos, si se produce el fallo del Master normal (con la dirección 1) dichos aparatos se hacen cargo de la función de Master y controlan el Bus BMS, una vez que hayan transcurrido aproximadamente 60 segundos desde el fallo del master regular. Si este Master regular vuelve a estar activo, el COM460IP devuelve la función de Master. Esta función redundante de Master la tienen estos aparatos automáticamente.

Consulta de los aparatos conectados (Bus BMS interno)

En servicio normal el Master consulta a los sectores de dirección por el número de mensajes de alarma. Si hay algún mensaje de alarma, se consultan entonces todos los canales del correspondiente aparato. A continuación se pregunta a los sectores de direccionado por el número de mensajes de servicio, y cuando se produce la contestación se pregunta por los canales del aparato correspondiente. Adicionalmente, cada 2 segundos, se pregunta a todos los Slaves, a través de la dirección Broadcast 0, si hay dado lugar al disparo de un interruptor. De este modo queda plenamente garantizado que, nuevos mensajes de alarma, estén disponibles por el Bus, como muy tarde, transcurridos 2 segundos.



BMS bus structure

- 1, 5 - Resistencias de cierre del Bus BMS 120 Ω, en cada caso en el primero y en el último participante
- 2 - Toma de tierra por un lado del cable del Bus JY(ST)Y 2x0,6. Prestar atención a si al dividirse el conductor se ha puenteado el blindaje.
- 3 - Solamente un Master en un Bus (Ajuste por menú...)
- 4, 6 - Direccionado en orden de sucesión sin huecos (1,2,3,...n)
- 5 - Número máximo de direcciones, o respectivamente de participantes 32 (sin amplificador intermedio DI-1DL)
- 7 - En caso de longitudes de cable superiores a 1200 metros hay que montar un amplificador intermedio DI-1DL
- 8 - Cable LAN entre COM460IP y PC en caso de conexión directa – cable Standard en caso de conexión a través de cable Router-Crossover.

Propiedades de Hardware

- Conexión semi-duplex
- Comunicación Master/Slave
- Participantes < 32
- Longitud de cable < 1200 metros
- Cable recomendado (blindado, blindaje puesto en un lado al PE) J-Y(ST)Y 2x0,6
- Resistencia de cierre 120 Ω (0,25 W)

Datos técnicos del Bus BMS

- Parámetros de interface
- Transmisión 1 Bit de arranque, 7 Bits de datos, 1 Bit de paridad, 1 Bit de parada
- Tasa de Baudios 9600 baudios
- Paridad par (even)
- Suma de chequeo/Suma de todos los Bytes 0 transmitidos (sin CR y LF)
- Transmisión de datos con caracteres ASCII, sin embargo no todos los caracteres están permitidos.

2. PROFIBUS

PROFIBUS es un sistema de Bus rápido, abierto, que se encuentra muy extendido en las técnicas de automatización. Está normalizado internacionalmente (IEC 61158 y EN 50170), y consta de tres variantes:

- PROFIBUS FMS (Fieldbus Message Specification)
- PROFIBUS PA (Process Automation)
- PROFIBUS DP (Dezentrale Peripherie – Periferia descentralizada)

El convertidor de protocolo COM460IP apoya el PROFIBUS DP. Aquí comunican los aparatos centrales de control y mando (p. ej. Controles programados archivables) a través de una conexión serial rápida con grupos de montaje de entrada y salida descentralizados. Con el COM460IP se conectan los aparatos del Bus BMS con el PROFIBUS DP. Para el control se precisa un Master PROFIBUS.

3. Jbus /Modbus

Jbus/Modbus es un protocolo de comunicación abierto serial que está basado en la arquitectura del Master/Slave. Como es muy fácil de implementar en cualquiera interface serie, se ha extendido considerablemente. El protocolo del Modbus se desarrolló originariamente para la interconexión de controles, pero también se utiliza muy frecuentemente para la conexión de grupos de montaje de entrada y salida. Debido a su reducida tasa de transmisión, de máximo 57,6 kBaudios, el Modbus se utiliza, sobre todo, para aplicaciones con pocos participantes en el Bus o con bajas exigencias de tiempo. El convertidor de protocolo COM460IP sirve para la conexión de aparatos del Bus BMS al Modbus RTU. Para el control del COM462RTU es necesario un Master Modbus.

4. Ethernet/TCP/IP

Ethernet es una tecnología muy extendida, independiente de fabricantes, con la que se pueden transmitir, en la Local Area Network (LAN) datos con una velocidad de 10, 100 ó 1000 millones de Bit por segundo (Mbps). Ethernet se ha establecido como elemento Standard en el mundo IT. Como solución Bender para esto se dispone del COM460IP. Este convertidor de protocolo contiene un servidor Web completo, de manera que tiene lugar un manejo y control muy sencillos de los sistemas Bender a través de un PC con Browsers convencionales en el mercado. Con el servidor OPC integrado es posible la transmisión ulterior de datos a la técnica informática de edificios o a un Software de visualización

5. OPC

En el caso del OPC (OLE for Prozess Control) se trata de una tecnología de Software. OPC es el interface Standard de Software en la técnica de automatización y se basa en la tecnología de Microsoft COM y DCOM. Con ello pueden interactuar entre sí diferentes programas de distintos fabricantes, sin que sea necesario para ello adaptaciones especiales. OPC no es un protocolo y no pretende reemplazar a un Bus de campo. OPC es una aplicación de Server de cliente. El OPC-Server proporciona datos a los que pueden acceder los clientes OPC. El OPC-Server del COM460IP y el Servidor Bender-OPC apoyan las especificaciones DA (Data Access) 1.0 y 2.0.

Se dispone de 2 servidores OPC:

- Integrado en el convertidor de protocolo/WebServer COM460IP
- Como solución de Software para PCs como servidor BMS-OPC



Bender GmbH & Co. KG

P.O. Box 1161 • 35301 Gruenberg • Germany
Londorfer Strasse 65 • 35305 Gruenberg • Germany
Tel.: +49 6401 807-0 • Fax: +49 6401 807-259
E-mail: info@bender.de
www.bender.de

Bender Iberia, S.L.

C/ Av. Puente Cultural 8A B4
28702 San Sebastian de los Reyes • Spain
Tel.: +34 913751202 • Fax: +34 912686653
E-mail: info@bender-es.com
www.bender-es.com

Bender Latin America

Santiago • Chile
Tel.: +562 2933 4211
E-mail: info@bender-latinamerica.com
www.bender-latinamerica.com



BENDER Group