

electrógenos. Protección contra contactos eléctricos indirectos

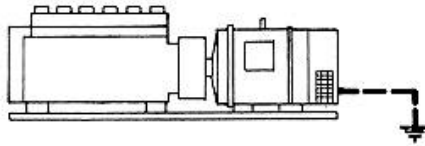
Groupe Electrogène: Protection contre les contacts indirects
Electric Generating set: Mesasures for protection against indirect contact

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones	
Válida		Actualmente es de aplicación el RD 842/2002	
ANÁLISIS			
Criterios legales		Criterios técnicos	
Derogados: Si	Vigentes:	Desfasados:	Operativos: Si

Redactor:

Josep Mestre Rovira
Ingeniero Técnico Eléctrico

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA



Objetivo

Dar difusión de algunas medidas contra contactos eléctricos indirectos en la utilización de grupos electrógenos en baja tensión.

Introducción

Cuando una instalación eléctrica es alimentada mediante un grupo electrógeno la protección que se adopte contra contactos eléctricos indirectos deberá abarcar además de los receptores, equipos y masas de la instalación, a las masas del grupo y de sus equipos auxiliares, también susceptibles de adquirir tensiones peligrosas respecto a tierra.

En la realización del diseño deberá tenerse en cuenta que:

- La aplicación de los sistemas de protección convencionales, válidos para proteger receptores y masas de la instalación no resuelve de forma inmediata y en todos los casos la protección de las masas del grupo.
- La conexión arbitraria de las masas del grupo a tierra o a otras masas de la instalación puede dar lugar a situaciones de riesgo que afecten a los receptores, por vulnerar el funcionamiento del sistema de protección cuando, por ejemplo, un defecto de aislamiento se localiza en el alternador o en otros equipos auxiliares del grupo.

Por consiguiente deberá realizarse un estudio previo del conjunto de la instalación en el que se incluirá el grupo electrógeno, verificando que se cumplen las siguientes condiciones de protección:

Con respecto a la protección de receptores y masas de la instalación

El sistema de protección contra contactos eléctricos que se adopte debe mantener su nivel de protección tanto si la instalación se alimenta de la red como si se alimenta del grupo electrógeno.

Con respecto a la protección de la masa del grupo y de sus equipos auxiliares

Si el sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos que se adopte para la instalación no protege también a la masa del grupo y de sus equipos auxiliares, deberán tomarse medidas complementarias de forma que el nivel de protección del riesgo para estas masas sea equivalente al exigido para los receptores.

Se supone que la protección de la instalación se realizará mediante los sistemas convencionales:

Esquema de distribución
REBT MIBT 008

- "Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto". Diferenciales.
REBT MIBT 021, 2.7 a) y 2.8
- "Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (caso neutro aislado)".
REBT MIBT 021, 2.7 b)

TT

IT

- "Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto".
REBT MIBT 021, 2.10

TN

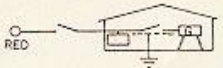
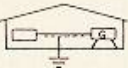
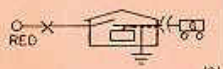
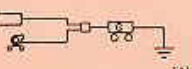


- Dispositivos de corte por tensión de defecto".
REBT MIBT 021, 2.9

(indistinto)

La utilización que se dé a un grupo electrógeno (fuente de emergencia, fuente única, uso portátil) incluso la potencia del mismo (grande, pequeña) condiciona en la práctica la elección del sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos y de las medidas complementarias ya referidas. De un amplio análisis del tema se desprenden muchas soluciones generales igualmente válidas en el aspecto preventivo y que por razones de espacio no pueden ser incluidas en esta NTP. Atendiendo a sus mejores prestaciones, coste económico y sencillez, han sido seleccionados cinco montajes de protección (MP).

Estas soluciones no constituyen reglamentación oficial y su adopción en cada caso debe hacerse después de un estudio de idoneidad por parte del Técnico Facultativo responsable de la instalación.

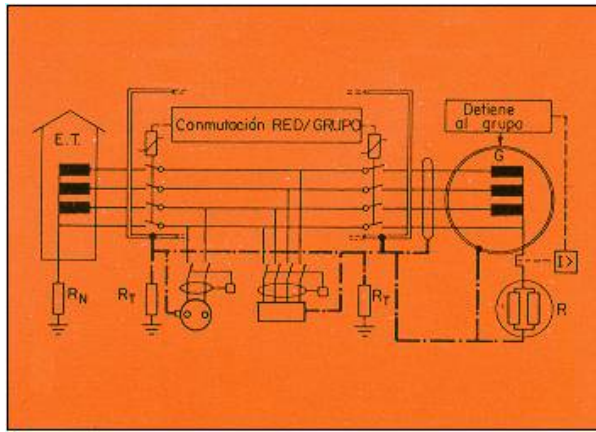
Protección contactos eléctricos indirectos para usos más frecuentes de grupos electrógenos (1)

REGIMEN DE LA INSTALACION	GRUPO INSTALADO DE FORMA FIJA		GRUPOS MOVILES USADOS DE FORMA PROVISIONAL			
	FUENTE ALTERNATIVA  (1)	FUENTE UNICA  (2)	Conexión provisional de un grupo a una instalación. Principales medidas a adoptar.  (3)	El grupo alimenta directamente a receptores sueltos.  (4)	Pequeños grupos que no precisan puesta a tierra. (5)  UN SOLO RECEPTOR VARIOS RECEPTORES	
T.T.	Son de aplicación: MP-1 MP-2 (Aconsejable cuando el grupo es fuente propia de energía en los casos de emergencia o reemplazamiento que se citan en REBT-MIBT 025)	Son de aplicación: MP-1 MP-2	Tomar como referencia el montaje MP-1 Separar la instalación, de la red, mediante seccionadores, fusibles u otros dispositivos que eviten el cierre intempestivo. Conectar la masa del grupo a la P.T. de la instalación. Conectar los conductores activos del grupo a la instalación (L ₁ , L ₂ , L ₃ , N)	Es de aplicación MP-1	La tensión nominal del alternador (entre fases, si es trifásico) no será superior a 220 V. El alternador del grupo electrógeno será de la Clase II. (Doble aislamiento  según UNE 20314), y su grado de protección (IP) estará adecuado a las condiciones del lugar de utilización (UNE 20324). Para obras de construcción, usos de intemperie y lugares análogos se recomienda un mínimo de IP54.	
I.T.	Es de aplicación: MP-3 (Aconsejable cuando el grupo es fuente propia de energía en los casos de emergencia o reemplazamiento que se citan en REBT-MIBT 025)	Es de aplicación: MP-3	Tomar como referencia el montaje MP-3 Separar la instalación, de la red, mediante seccionadores, fusibles u otros dispositivos que eviten el cierre intempestivo. Conectar la masa del grupo a la P.T. de la instalación. Conectar los conductores activos del grupo a la instalación (L ₁ , L ₂ , L ₃ , N).		El receptor será de la clase I ó II (UNE 20314) y su IP será adecuado a las condiciones del lugar de utilización. Todos los receptores serán de la Clase II (UNE 20314) y su IP será adecuado a las condiciones del lugar de utilización.	
T.N.	Son de aplicación: MP-4 MP-5 (Aconsejable cuando el grupo es fuente propia de energía en los casos de emergencia o reemplazamiento que se citan en REBT-MIBT 025)	Son de aplicación: MP-4 MP-5	Tomar como referencia el montaje MP-4 Separar la instalación, de la red, mediante seccionadores, fusibles u otros dispositivos que eviten el cierre intempestivo. Conectar la masa del grupo a la P.T., incorporando el dispositivo I>. Conectar los conductores activos del grupo a la instalación (L ₁ , L ₂ , L ₃ , N).			

M.P.1

Funcionamiento

- Las tensiones peligrosas que aparezcan en las masas de los receptores como consecuencia de defectos localizados en ellos mismos o en otros equipos de la instalación conectados a la puesta a tierra general se protegen con los diferenciales en acción combinada con la toma de tierra R_T o la resistencia R, según la instalación se alimente de la red o del grupo, haciendo en ambos casos que actúe el diferencial con el primer defecto. La toma de tierra R_T , cuando la instalación se alimenta del grupo, tiene por objeto referir el sistema eléctrico a tierra y permitir el retorno de corriente de defecto que se produzca en masas de la instalación o receptores que pudieran no estar conectados a la puesta a tierra general, limitando su duración en acción combinada con el diferencial.
- Debe tenerse en cuenta que los defectos de fase localizados en grupo electrógeno provocan una corriente que retorna por el conductor de protección y por R al centro de la estrella, no afectando al diferencial. Por ello se instala el dispositivo térmico representado en el esquema, que debe parar el grupo en un tiempo bajo (por ejemplo $t < 60$ s) cuando esa corriente (I_D) provoque una caída de tensión en R que sea $R I_D \leq 50$ V (aunque el defecto no sea franco).



MP-1. Grupo como fuente alternativa

De esta forma se consigue:

- Detectar y eliminar defectos de aislamiento localizados en el grupo que podrían subsistir indefinidamente, y que aunque no generen tensiones de defecto pueden ser motivo de incendio y averías.
- Que la tensión con relación a tierra del sistema, a la tensión de 380/220 V no supere 250 V, posibilitando así el uso de herramientas eléctricas manuales (OGHST art. 61 y REBT MIBT 034, 1.7), y también de otros equipos eléctricos que tengan su uso limitado a esa tensión.

Condiciones particulares

- La instalación debe cumplir lo especificado en REBT MIBT 021 2.7a y 2.8.
- La protección diferencial se instalará en un cuadro montado sobre la carcasa del grupo electrógeno o bien en cuadros separados del mismo. En el segundo caso, las canalizaciones de enlace entre el grupo y los cuadros que contengan los dispositivos diferenciales dispondrán de cubierta metálica que deberá conectarse a la puesta a tierra. Para grupos de mediana y pequeña potencia es aconsejable utilizar dispositivos diferenciales de alta sensibilidad ($I_{FN} \leq 30 \text{ mA}$).
- La resistencia R se construirá con un mínimo de dos resistencias bobinadas conectadas en paralelo. El valor de R, su potencia P y el tipo de térmico, se elegirán de forma que cumplan las siguientes condiciones:

$$(1) \frac{U_F}{R} > I_{FN}$$

Asegura el disparo del diferencial al primer defecto franco aún cortándose una de las dos resistencias.

$$\frac{U_F}{R} < I_{MP}$$

Asegura la no destrucción del dispositivo térmico y la continuidad de la rama R en caso de un defecto franco en el grupo y fallo del sistema de parada automática.

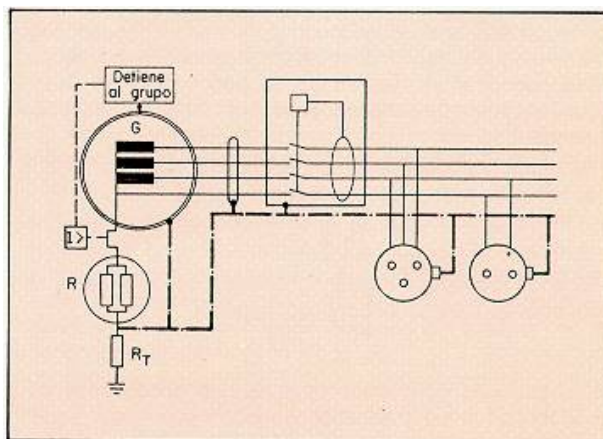
$$(3) \frac{50}{R} \rightarrow t < 60 \text{ s}$$

Asegura la detección y eliminación de defectos no francos en el grupo.

Permite que si la tensión con relación a tierra del sistema, trifásico supera 250 V no permanezca un tiempo excesivo.

$$(4) P = \frac{U_F^2}{R}$$

Asegura la no destrucción del conjunto de resistencia R y la continuidad de la rama R en caso de un defecto franco en el grupo y fallo del sistema de parada automática.

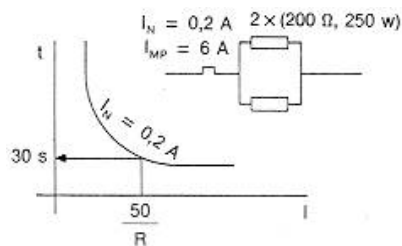


MP-1. Grupo como fuente única

Ejemplo

- Tensión del alternador 220/380 V

Para R = 100 Ωy disponiendo de un térmico de las siguientes características:



- Curva de desconexión del térmico

Se verifican las condiciones establecidas anteriormente:

$$(1) \frac{220}{100} \text{ A} > 3 \times 0,3 \text{ A}$$

$$(2) \frac{220}{100} \text{ A} < 6 \text{ A}$$

$$(3) \frac{50}{100} \text{ A} \rightarrow t = 30 \text{ s} < 60 \text{ s}$$

La potencia del conjunto de resistencias será:

$$(4) P = \frac{220^2}{100} \approx 500 \text{ W}$$

Y estará formado por dos resistencias de 200 Ω y 250 W cada una.

Toma de tierra general

I_{FN} = Sensibilidad nominal del diferencial

I_i = Intensidad del disparo de U >

Z_i = Impedancia interna de U >

U_F = Tensión de fase

U_s = Tensión de seg.

50 V emplazamiento seco

24 V emplazamiento mojado

12 V emplazamiento sumergido

- d. Se procurará que el valor de la toma de tierra general R_T sea lo más bajo posible y deberá cumplir:

$$R_T \leq \frac{U_s}{I_{FN}}$$

Cuando el grupo se utiliza como fuente alternativa en instalaciones fijas se recomienda que:

$$R_T \leq \frac{50 R_N}{U_F - 50}$$

Características del montaje

Es un montaje indicado para:

- A. **Grupos móviles que no tienen una utilización definida o que cambian con frecuencia de emplazamiento** (Grupos de alquiler y similares).

1. **Para alimentar directamente a receptores** (cuadro resumen (4)).

El grupo debe llevar incorporado la protección diferencial, la resistencia R, el dispositivo térmico, y realizar la conexión a tierra. Dado que el valor de resistencia de tierra que se exige es relativamente elevado, podrá conseguirse fácilmente con electrodos tipo piqueta o cable enterrado.

2. **Para alimentar provisionalmente instalaciones** (cuadro resumen (3)).

La conexión a tierra del grupo se realizará utilizando la puesta a tierra de protección existente en la instalación.

Las instalaciones TT pueden ser alimentadas directamente, si el grupo lleva incorporados la protección diferencial, la resistencia R y el dispositivo térmico. Las instalaciones IT podrán alimentarse, cortando previamente la rama que contiene la resistencia R y el térmico, para que el neutro del alternador quede totalmente aislado de tierra.

Las instalaciones TN podrán alimentarse puenteadando previamente la resistencia R, y el dispositivo térmico.

- B. **Grupos instalados de forma fija alimentando instalaciones TT** (cuadro resumen (1) y (2)).

Tiene el inconveniente de que un sólo defecto en el grupo o en los equipos auxiliares impide su funcionamiento. Esto hace desaconsejable su implantación en instalaciones que tengan sectores de emergencia o reemplazamiento donde un fallo de suministro pueda implicar riesgo para personas o pérdidas económicas importantes (hospitales, locales públicos, algunos procesos industriales, etc.).

M.P.2

Funcionamiento

- a. Las tensiones peligrosas que aparecen en las masas de los receptores como consecuencia de defectos localizados en ellos mismos o en otros equipos de la instalación, se protegen con los diferenciales en acción combinada con la tierra general (R_T). Las tomas de tierra R_N o R_{NG} permiten

el retorno de la corriente de defecto según la instalación se alimente de la red o del grupo, haciendo en ambos casos que actúe el diferencial con el primer defecto, dejando fuera de servicio el sector afectado.

- b. Los defectos localizados en el grupo electrógeno o en sus equipos auxiliares provocan el disparo del interruptor de tensión de defecto U>, quien señala óptica y acústicamente la presencia de tensión peligrosa en sus masas, sin interrumpir el servicio. La protección de estas masas accidental y temporalmente en tensión se consigue recubriendo el recinto (suelo y paredes) en materiales aislantes, de forma que hagan inocuos los contactos que puedan establecer con ellos las personas que las manipulen.

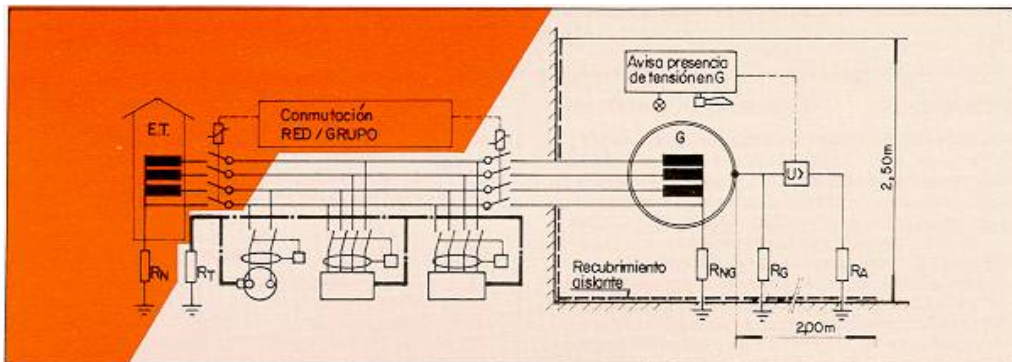
Condiciones particulares

- a. La instalación debe cumplir lo especificado en REBT MIBT 021 2.7a y 2.8.
- b. El relé de tensión de defecto y su instalación deben cumplir lo especificado en REBT MIBT, 2.9.
- c. El grupo electrógeno debe cumplir lo establecido en REBT MIBT 034, 2.
- d. El conjunto formado por las masas del grupo y de todos los equipos auxiliares ligados a él estarán conectados a una toma de tierra eléctricamente independiente (R_G) de la toma de tierra general (R_T). Asimismo se comprobará que ninguna de estas masas esté en contacto con la toma de tierra general o con masas conectadas a ella. En caso contrario deberán aislarse.
- e. La puesta a tierra del grupo (R_G) tiene por objeto atenuar las tensiones de defecto en la masa del grupo generadas por defectos no francos y que podrían provocar innecesariamente el disparo del relé de tensión.
- f. Las tomas de tierra R_N , R_T , R_{NG} , R_G y R_A deben ser independientes entre sí y sus valores ajustarse a las siguientes expresiones:

$$R_T \leq US/I_{FN} \quad R_A \leq (US/I_i) - Z_i$$

$$R_N \approx [R_T \cdot (U_F - U_S)]/U_S \quad R_G < 100 \Omega$$

- g. Se procurará que el número de masas accesibles dentro del recinto del grupo electrógeno sea mínimo, haciendo que las envolventes de equipos auxiliares, cuadros eléctricos, etc., sean de doble aislamiento.
- h. Las masas accesibles que puedan ser tocadas simultáneamente con el grupo u otros equipos auxiliares ligados a él estarán conectadas aquí potencialmente a la puesta a tierra del grupo (R_G), y no a otra puesta a tierra.
- i. El suelo alrededor del grupo y de las masas accesibles ligadas a él a una distancia de 2 m se recubrirá de material aislante que le convierta en "suelo no conductor". También las paredes que disten menos de 2 m del grupo electrógeno o de las masas accesibles ligadas a él se recubrirán de material aislante hasta una altura de 2,5 m. Una vez instalados los materiales aislantes en suelos y paredes deberán ensayarse según REBT MIBT 001, 57.
- j. Se verificará minuciosamente que las masas del grupo electrógeno no tengan continuidad hacia el exterior del recinto aislado (tuberías metálicas, estructuras, tubo de escape, etc.). Asimismo dentro del recinto tampoco existirán líneas de tierra o conductores de protección pertenecientes a la puesta a tierra general R_T , a excepción de los destinados a receptores instalados a más de 2,5 m de altura (alumbrado, etc.).
- k. El sistema de señalización óptica y acústica de presencia de tensión en las masas del grupo reclamará la atención de las personas presentes en el recinto a pesar del ruido generado por el grupo en funcionamiento. Se recomienda una indicación intermitente instalada por encima y en la vertical del grupo.
- l. Al recinto del grupo electrógeno únicamente tendrá acceso personal cualificado y conocedor de las características de este sistema de protección.



MP-2. Grupo como fuente alternativa o fuente única

Características del montaje

Frente a un defecto franco de fase en el grupo electrógeno o en sus equipos auxiliares no interrumpe el servicio. Es por tanto un montaje indicado en instalaciones con sectores de emergencia o reemplazamiento, donde debe existir una garantía máxima en el suministro eléctrico del grupo, en caso de fallo de red (hospitales, locales públicos, algunos procesos industriales, etc.).

M.P.3

Funcionamiento

Con independencia de que la instalación se alimente de la red o del grupo, la aparición de un primer defecto franco cualquiera que sea su localización (en masas de la instalación o grupo), no provoca corrientes importantes ni tensiones de defecto peligrosas. El dispositivo vigilador de aislamiento $Z <$ advierte óptica y acústicamente de la presencia del defecto para que pueda ser localizado y reparado.

La aparición de un segundo defecto franco en conductores distintos (fases o neutro) y antes de que haya sido eliminado el primero, provoca una corriente de cortocircuito y la actuación rápida de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (fusibles o magnetotérmicos), dejando fuera de servicio al sector afectado.

Condiciones particulares

- a. La instalación debe cumplir lo especificado en REBT MIBT 021 2.7, b.
- b. El grupo electrógeno debe cumplir lo establecido en REBT MIBT 034, 2.
- c. Además de las masas de los receptores y equipos eléctricos, todas las masas metálicas que sean de gran envergadura o que puedan ser buenas tomas de tierra deberán ser conectadas a la puesta a tierra general de la instalación.

d. El valor global de resistencia de tierra (R_T) será inferior o igual a 2Ω .

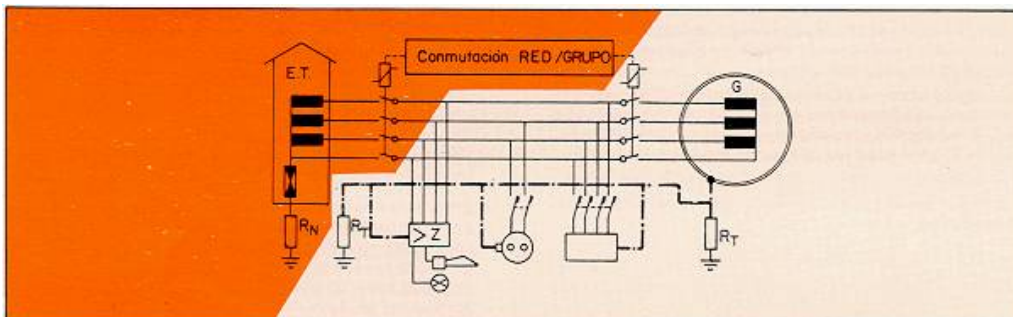
Características del montaje

Su utilización se impone cuando la instalación tiene el conductor neutro aislado de tierra o conectado a tierra por medio de impedancia (IT).

Frente a un solo defecto franco en cualquier parte de la instalación o del grupo no interrumpe el servicio. Es por tanto un montaje indicado para usos de emergencia.

Tiene el inconveniente de que la tensión con relación a tierra es igual a la tensión compuesta del sistema trifásico y en el caso de 380/220 V no pueden utilizarse herramientas eléctricas manuales conectadas directamente a la instalación pues este valor superar los 250 V establecidos.

(O.G.H.S.T.art.61,1;REBT MIBT 034, 1.7). En todo caso podrían utilizarse alimentándolas por medio de un transformador de separación de circuitos \diamond .



MP-3. Grupo como fuente alternativa o como fuente única

M.P.4

Funcionamiento

- Con independencia de que la instalación se alimente de la red o del grupo, los defectos francos que aparezcan en los receptores o en otros equipos de la instalación provocan una intensidad de defecto muy elevada, equivalente a una Intensidad de cortocircuito fase-neutro y la actuación rápida de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (fusibles o magnetotérmicos), dejando fuera de servicio al sector afectado.
- Los defectos francos localizados en el grupo electrógeno antes del primer dispositivo de protección contra sobrecorrientes, provocan una corriente elevada y permanente que retorna por los conductores de protección al centro de la estrella. Esta corriente de defecto, aunque no genera tensiones de defecto, puede sobrecalentar los devanados del alternador con riesgo de incendio; por ello es conveniente Instalar un dispositivo de protección contra sobrecorrientes $I >$ sobre el conductor de protección de grupo electrógeno. Su intervención debe parar rápidamente al grupo.

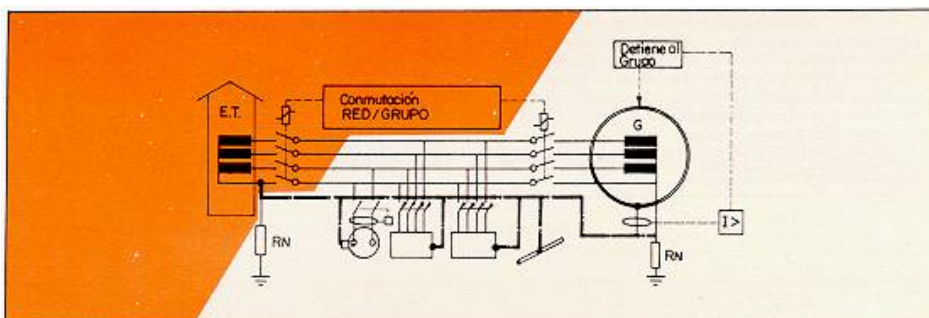
Condiciones particulares

- La instalación debe cumplir lo especificado en REBT MIBT 021,2.10.
- El grupo electrógeno debe cumplir lo especificado en REBT MIBT 034, 2.
- El valor global de la resistencia de tierra será igual o inferior a 2Ω .
- El dispositivo de protección contra sobrecorrientes de defecto $I >$, debe estar tarado a valores bajos de I , recomendándose que el disparo se produzca antes de 5 s para corrientes de 1 ó 2 A.

Características del montaje

Es un montaje para instalaciones TN.

Tiene el inconveniente de que un solo defecto en el grupo o en los equipos auxiliares impide su funcionamiento. Esto hace desaconsejable su implantación en instalaciones que tengan sectores de emergencia o reemplazamiento en que un fallo de suministro pueda implicar riesgo para personas o pérdidas económicas importantes (hospitales, locales públicos, algunos procesos industriales, etc.).



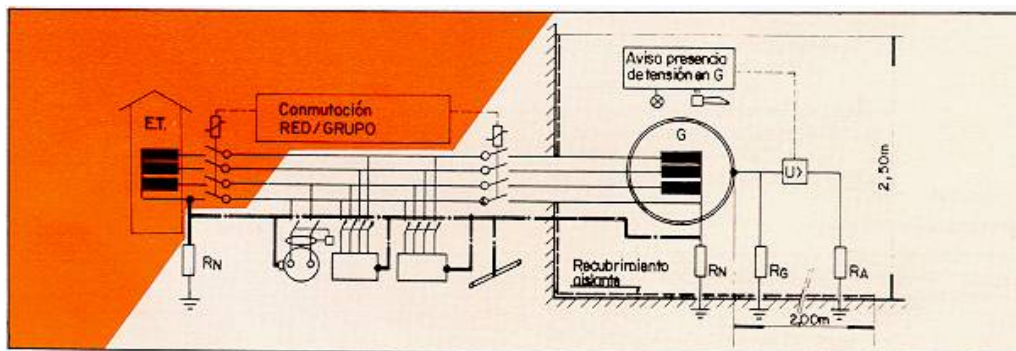
MP-4. Grupo como fuente alternativa o como fuente única

M.P.5

Funcionamiento

- Con independencia de que la instalación se alimente de la red o del grupo, los defectos francos que aparezcan en los receptores o en otros

- equipos de la instalación provocan una intensidad de defecto muy elevada, equivalente a una intensidad de cortocircuito fase-neutro y la actuación rápida de los dispositivos de protección contra sobre intensidades (fusibles o magnetotérmicos), dejando fuera de servicio al sector afectado.
- b. Los defectos localizados en el grupo electrógeno o en sus equipos auxiliares provocan el disparo del interruptor de tensión de defecto $U >$, quien señala óptica y acústicamente la presencia de tensión peligrosa en sus masas, sin interrumpir el servicio. La protección de estas masas accidental y temporalmente en tensión se consigue recubriendo el recinto (suelo y paredes) con materiales aislantes, de forma que hagan inocuos los contactos que puedan establecer con ellos las personas que las manipulan.



MP-5. Grupo como fuente alternativa o como fuente única

Condiciones particulares

- La instalación debe cumplir lo especificado en REBT M113T 021, 2.10.
- El grupo electrógeno debe cumplir lo especificado en REBT MIBT 034, 2.
- El relé de tensión de defecto y su instalación debe cumplir lo especificado en REBT MIBT, 2.9.
- Las tomas de tierra RNI R, y RA, deben ser independientes entre sí y sus valores ajustarse a las siguientes expresiones:

$$R_T \leq \frac{U_S}{I_{FN}} \quad R_A \leq \frac{U_S}{I_i} - Z_i$$

$$R_N \approx \frac{R_T(U_F - U_S)}{U_S} \quad R_G < 100 \Omega$$

- El conjunto formado por las masas del grupo y de todos los equipos auxiliares ligados a él estarán conectados a una toma de tierra eléctricamente independiente (RG) de la toma de tierra general (RN). Asimismo se comprobará que ninguna de estas masas esté en contacto con la toma de tierra general o con masas conectadas a ella. En caso contrario deberán aislarse.
- También deben cumplirse las condiciones particulares establecidas en MP-2 (e, q, h, l, j, k y l).

Características del montaje

Frente a un defecto franco de fase en el grupo electrógeno o en sus equipos auxiliares no interrumpe el servicio. Es por tanto, un montaje indicado en instalaciones TN con sectores de emergencia o reemplazamiento, donde debe existir una garantía máxima en el suministro eléctrico del grupo, en caso de fallo de red (hospitales, locales públicos, algunos procesos industriales, etc.).