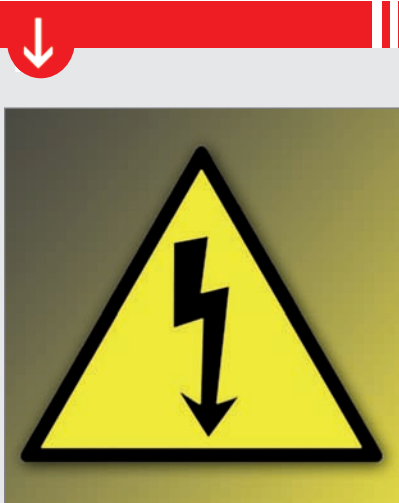


Esquemas de Conexión a Tierra (ECT): Esquema TT



Este tipo de esquema es el más utilizado en la actualidad. Está definido junto con los otros ECT en la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364 (RAEA) en su Parte 3 y en la Sección 771 de la Parte 7.

En Argentina se debe emplear en todas las instalaciones domésticas y en la mayoría de las restantes instalaciones: el TT es obligatorio por la Reglamentación AEA 90364 cuando se recibe alimentación de la red pública de BT; su empleo llega al 95% de las instalaciones, aproximadamente.

En este esquema de conexión a tierra, el neutro de la fuente de alimentación está conectado directamente a tierra (R_B tierra de servicio), y las partes metálicas de los receptores de la instalación consumidora están unidas a otra toma de tierra (R_A tierra de protección). (ver figura 1).

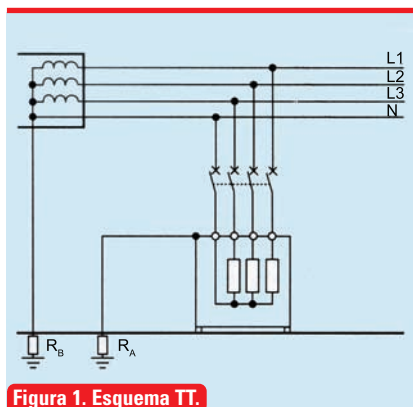


Figura 1. Esquema TT.

En relación con la seguridad se definen varias tensiones:

Tensión de Contacto (Efectiva) U_c : es la Tensión que aparece entre partes conductoras cuando dichas partes conductoras SON tocadas simultáneamente por una persona (o por un animal).

Por convención, el término Tensión de Contacto es empleado solamente en relación con la protección contra contactos indirectos. La U_c debe ser medida con un voltímetro de $R_i = 3.000 \Omega$ (ohm). El valor de la tensión efectiva de contacto puede ser apreciablemente influenciado por la impedancia de la persona o del animal en contacto eléctrico con esas partes conductoras.

Por esa razón y para trabajar con los aspectos de seguridad se adopta otra tensión que no esté influenciada por la impedancia del cuerpo; dicha tensión es la:

Tensión de Contacto (Presunta) U_t
Que es la Tensión que aparece entre partes conductoras SIMULTÁNEA-

MENTE ACCESIBLES cuando dichas partes conductoras NO SON tocadas simultáneamente por una persona (o por un animal). La U_t debe ser medida con un voltímetro de $R_i = 40.000 \Omega$ (ohm).

Otra de las tensiones que se definen en relación con la seguridad es la llamada:

Tensión de falla U_f o Tensión de defecto

Que es la tensión que aparece entre un punto dado de defecto o falla y la tierra de referencia (tierra lejana) como consecuencia de un defecto (o falla) de aislación.

La tensión de falla debe ser medida con un voltímetro de R_i mínima de 40.000Ω (ohm).

La protección de personas contra los contactos indirectos por desconexión automática de la alimentación

Una falla o defecto de aislación línea-masa eléctrica (ver figura 2) provoca la circulación de una corriente de falla o defecto a tierra I_d que está limitada fundamentalmente por las resistencias de las tomas de tierra (R_A y R_B) y la resistencia del defecto de aislación (R_d):

$$I_d = U_0 / (R_A + R_B + R_d)$$

Ahora la pregunta que naturalmente surge es: ¿cómo se relaciona esa I_d con la tensión de contacto máxima admisible por el cuerpo humano? Para poder establecer esa relación se define (sólo para la protección contra los contactos indirectos por corte automático de la alimentación) otra tensión, la llamada:

Tensión convencional límite de contacto U_L

Que es la tensión de contacto máxima admisible por el cuerpo humano, en un entorno determinado.

Según el tipo de local (o condición de la piel), se definen a nivel internacional según IEC 60364 dos valores de tensión convencional límite de contacto, que no deben rebasarse,

continúa en página 20



viene de página 18

- 50 V para los locales y lugares secos y húmedos y
- 25 V para los locales y lugares mojados.

Este concepto de tensión convencional límite de contacto U_L no es aplicable a los cuerpos sumergidos, ya que en esos casos no se permite la protección contra los contactos indirectos por corte automático de la alimentación.

Los cuerpos sumergidos sólo pueden protegerse por alimentación con MBTS de valor máximo 12 Vca o 30 Vcc (ver Capítulo 41 de la RAEA 90364).

En la Argentina, la U_L es de 24 Vca para ambientes secos, húmedos y mojados.*

***De acuerdo con la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA90364, la tensión convencional límite de contacto es de 24 V para ambientes secos, húmedos o mojados mientras que para la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587 y sus DR, la tensión de seguridad es de 24 Vca respecto a tierra para locales secos y húmedos. En cambio, en los locales mojados o impregnados de líquidos conductores, la Ley establece que la misma será determinada, en cada caso, por el jefe del Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo de la empresa.**

¿Y cómo “garantizamos” que la U_L no es sobrepasada? Esa “garantía” se obtiene en el ECT TT si se cumple que:

$$I_d \cdot R_A \leq U_L$$

Como la peligrosidad de la corriente eléctrica va directamente asociada al tiempo de circulación, se establecen dos curvas de seguridad (Figura 2) que fijan las máximas duraciones permitidas de la tensión de contacto presunta.

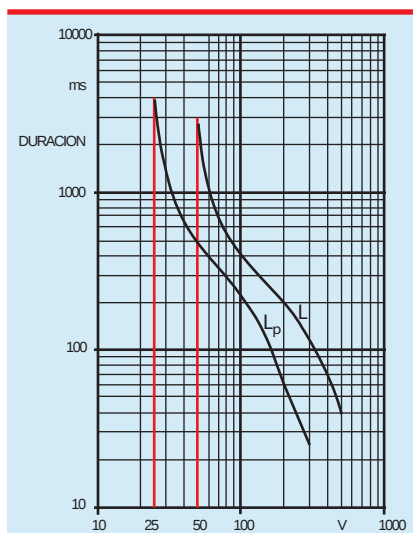


Figura 2. Tensión de contacto presunta U_t .

La curva L tiene en cuenta las situaciones normales ($U_L = 50$ Vca) dentro del ámbito IEC.

La curva L_p tiene en cuenta las situaciones particulares ($U_L = 25$ Vca) dentro del ámbito IEC, que serían las exigidas en nuestro país ($U_L = 24$ Vca)

Así pues, los tiempos de respuesta de los dispositivos de protección contra los contactos indirectos (sean dispositivos diferenciales en los ECT TT o interruptores automáticos, fusibles o dispositivos diferenciales en los ECT TN-S) vienen impuestos por estas curvas de seguridad.

La tensión de contacto U_C (considerada por seguridad igual a U_t) en el ECT TT es igual a:

$$U_C = I_d \times R_A$$

Y si se desprecia la resistencia de falla (se supone falla franca), se tiene que:

$$U_C = U_0 \times R_A / (R_A + R_B)$$

donde U_0 es la tensión línea-neutro (tensión simple). Así, la carcasa del receptor puede alcanzar una U_C peligrosa.

A través del siguiente ejemplo veremos que en el ECT TT la corriente de falla a tierra correspondiente es del orden de algunos amperios y se alcanza una U_C elevada, lo que obliga a una desconexión obligatoria en un tiempo máximo establecido por la RAEA 90364.

Ejemplo

Con $U_0 = 220$ V, $R_A = 10 \Omega$; $R_B = 1 \Omega$ y $R_d = 0$

La intensidad de falla o defecto (I_d), será: $I_d = U_0 / (R_A + R_B + R_d)$

Figura 1.
 $I_d = 220 / (10 + 1 + 0) = 20$ A

con lo que la tensión de contacto (U_C) que se generará, será de

$U_C = I_d \times R_A$;
 $U_C = 20 \text{ A} \times 10 \Omega = 200$ V

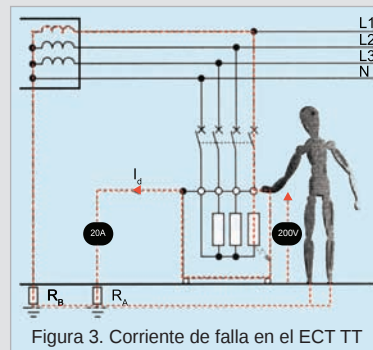


Figura 3. Corriente de falla en el ECT TT

Dicha tensión es muy superior a la tensión límite convencional de contacto U_L y presenta peligro para las personas si no se desconecta en un tiempo máximo determinado.

En la cláusula 413.1.3.1 del Capítulo 41 de la RAEA se establece que los circuitos terminales de hasta 32 A deben desconectarse antes de los 0,06 s en el ECT TT y antes de 0,200 s en el ECT TN-S.

En ese mismo capítulo se indica: a) en la cláusula 413.1.3.2 que “En los ECT TN-S, se admiten tiempos de desconexión que no excedan a 2 s para circuitos seccionales y para los circuitos no cubiertos por 413.1.3.1, aclarándose que si la selectividad de las protecciones lo requiere, ese tiempo podrá ser extendido hasta un máximo de 5 s”.

b) en la cláusula 413.1.3.3 que “En los ECT TT, se admiten tiempos de desconexión que no excedan de 1 s para circuitos seccionales y para los circuitos no cubiertos por 413.1.3.1”.

Esa corriente I_d de 20 A no es asimilable a una corriente de cortocircuito, y no logra en general hacer actuar ninguna protección convencional de sobrecorrientes del tipo interruptor automático o fusible, y pone en peligro a las personas.

Por consiguiente, es preciso añadir protección diferencial en la instalación lo que puede lograrse por medio de un dispositivo diferencial (DD) que puede ser instalado en la cabecera. La sensibilidad del diferencial que debe utilizarse debe ser tal que la tensión de contacto U_C sea inferior a la tensión límite convencional U_L de contacto a saber:

$$I_{\Delta n} \leq U_L / R_A$$

continúa en página 22





viene de página 20

La protección de los receptores eléctricos y de los circuitos

El nivel del umbral de disparo de los diferenciales necesario para la protección de personas contra los contactos directos ($I\Delta n \leq 30 \text{ mA}$) es más bajo que el necesario para proteger los bienes contra incendios ($I\Delta n \leq 300 \text{ mA}$) o para proteger los circuitos magnéticos de los motores. Los DD también pueden evitar, por lo tanto, los daños en receptores motivados por defectos de aislamiento.

El esquema TT y el conductor neutro

En caso de falla o descarga eléctrica del transformador entre los arrollamientos de MT y los de BT, el potencial del neutro se eleva y por tanto aparece un potencial muy peligroso de varios cientos de voltios aproximadamente, entre el neutro y la tierra de utilización.

Por este motivo, una persona que opere en una máquina puede estar en contacto directo con el conductor neutro a dicha tensión elevada, lo que conlleva el máximo riesgo.

Por esa razón, la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la AEA, tiene en cuenta este riesgo obligando a interrumpir y seccionar el neutro en la cabecera de todos los tableros, sean monofásicos o trifásicos con neutro.

Este seccionamiento debe quedar garantizado a través de una función de corte omnipolar, que realiza al mismo tiempo el corte y seccionamiento de los conductores de línea y del neutro, aumentando entonces la seguridad de los trabajos sin tensión. La RAEA tam-

bién permite que estos dispositivos tengan un corte no simultáneo, siempre que garanticen por ensayos (reflejado en la marcación en el frente) que en los casos de maniobra tetrapolar el polo del neutro desconecta último y conecta primero.

En la cabecera del tablero principal de una instalación trifásica con neutro se debe instalar un interruptor automático tetrapolar con todos los polos protegidos, que permita realizar el corte y el seccionamiento omnipolar con lo cual se cumple con todos los requisitos de la Reglamentación de la AEA.

Además, y por la misma razón, según la RAEA es obligatorio seccionar el neutro en la cabecera de los tableros seccionales, sean tableros que reciben alimentaciones monofásicas o alimentaciones trifásicas con neutro.

Si la alimentación es monofásica, en la cabecera de los tableros seccionales se deberá instalar alguno de los siguientes dispositivos: un interruptor automático bipolar o un interruptor diferencial o un interruptor-seccionador (alternativa recomendada).

Si la alimentación es trifásica, con neutro en la cabecera de los tableros seccionales se deberá instalar alguno de los siguientes dispositivos: un interruptor automático tetrapolar o un interruptor diferencial tetrapolar o un interruptor-seccionador tetrapolar (alternativa recomendada).

Utilización del régimen TT

Este es el esquema de conexión a tierra de uso obligatorio en Argentina, cuando

se recibe alimentación desde la red pública de distribución de BT, según lo establecido por la RAEA. Las distribuidoras distribuyen en TN-C (cuatro conductores; neutro N y conductor de protección PE, combinados en un solo conductor llamado PEN). Al llegar la red de BT al inmueble del usuario este debe adoptar el ECT TT en forma obligatoria. Las ventajas que presenta son:

- Requiere un sencillo control de las instalaciones de puesta a tierra (medición de la resistencia de puesta a tierra de la tierra de protección y verificación de la continuidad de los diferentes conductores PE entre el borne de puesta a tierra del tablero principal y los bornes de tierra de todos los tomacorrientes y de todas las masas).
- Permite ampliar sin complicaciones especiales las instalaciones, ya que aunque la instalación se amplíe, la impedancia que se incorpora en el lazo de falla no altera en absoluto el disparo de la protección diferencial.
- Se requiere efectuar una prueba electromecánica mensual en el interruptor diferencial oprimiendo el pulsador de "Test" o "Prueba" lo que va a garantizar el correcto funcionamiento mecánico (pero no eléctrico).
- Los dispositivos de protección diferencial para este régimen resultan sumamente prácticos, seguros y económicos. ■

Fuente: Schneider Electric
Adaptación: Ing. Carlos Galizia
Consultor en Seguridad Eléctrica
Secretario del CE 10 "Instalaciones Eléctricas en Inmuebles" de la AEA

www.electroinstalador.com
REVISTA TECNICA PARA EL SECTOR ELECTRICO

