

RESOLUCIÓN 900/2015 DE LA SRT “NUEVO PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA”

Por el Ing. Carlos A. Galizia

Ex Secretario del Comité de Estudios CE-10 de la Asociación Electrotécnica Argentina

Consultor en Instalaciones Eléctricas de BT y MT

Consultor en Seguridad Eléctrica de BT y MT

Auditorías Eléctricas, Proyectos

Asesoramientos y Dirección de Obra

Dictado de Cursos de Capacitación

El 28 de abril de 2015 la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT) publicó en el Boletín Oficial una nueva Resolución, la **N°900 (Res. 900)** denominada **“Protocolo para la Medición del valor de puesta a tierra y la verificación de la continuidad de las masas en el Ambiente Laboral”** (Protocolo de PaT).

Con este **Protocolo** se corrigen muchos de los errores que se venían cometiendo en este segmento de las instalaciones eléctricas.

Uno de los objetivos del **Protocolo de PaT** es lograr que los profesionales que se ocupen del tema realicen sus informes en un formato similar para todos (uniformizar los reportes) de forma de simplificar su lectura e interpretación. Esto ya lo llevó a la práctica la **SRT** en otras mediciones como son las de **ruido** (Resolución 85/2012 - Protocolo de Ruido) y la de **iluminación** (Resolución 84/2012 - Protocolo de Iluminación).

Pero un segundo objetivo de la **R.900**, que subyace en su redacción, es **verificar el real cumplimiento de las condiciones de seguridad de las instalaciones eléctricas frente a los riesgos de contacto indirecto a que pueden quedar expuestos los trabajadores**, situación que **bajo ningún concepto se alcanzaba con la simple medición de la resistencia de puesta a tierra** tal como se venía haciendo hasta estos días.

Como todos los profesionales de la especialidad saben, la **Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587** y sus cuatro **Decretos Reglamentarios (DR)** hacen obligatorio el empleo en todo el país de la **Reglamentación Para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la AEA (RAEA)**. Esta es la **RAEA 90364**.

Los cuatro **DR** son el 351/79, el 911/96, 617/97 y el 249/07.

Aquella obligación de emplear la **RAEA** está indicada:

- en el **DR 351/79**, en el Capítulo 14 del Anexo VI en el artículo 3.1,
- en el **DR 911/96** (para la industria de la Construcción) en el Capítulo 6, Art. 86 Normas Generales Aplicables en Obra. Instalaciones Eléctricas,
- en el **DR 617/97** (Actividad Agraria) Título V Riesgos Eléctricos, Art. 18 y
- en el **DR 249/07** (Actividad Minera) Capítulo 8 Electricidad – Instalaciones Eléctricas, Art. 99 a 110.

¿Cuáles son los principales temas que trata la R.900?

A) En la celda (25) de la planilla llamada **“Datos de la Medición”** se indica **“Cuál es el uso habitual de la puesta a tierra”** y allí se dan una serie de opciones:

Toma de Tierra del neutro de Transformador / Toma de Tierra de Seguridad de las Masas / De Protección / De protección de equipos electrónicos / De informática / De iluminación / De Pararrayos / Otros

B) En la celda (26) de la planilla **“se pregunta por el Esquema de Conexión a Tierra (ECT) utilizado y se indican como opciones a responder TT, TN-S, TN-C, TN-C-S, IT”**

C) En las celdas (27) y (28) vinculadas con la “**Medición de la puesta a tierra**” se pregunta en (27) cuál es el “**Valor obtenido en la medición expresado en Ω** ” y en (28) si ese valor “**Cumple (SI/NO)**”.

D) En las celdas (29) y (30) vinculadas con la “**Continuidad de las masas**” se pregunta en (29) si “**El circuito de puesta a tierra es continuo y permanente (SI/NO)**” y en (30) se pregunta “**Si el circuito de puesta a tierra tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada (SI/NO)**”

E) En la celda (31) se pregunta si “**Para la protección contra contactos indirectos se utiliza dispositivo diferencial (DD), interruptor automático (IA) o fusibles (Fus)**”.

F) En la celda (32) se pregunta si “**El dispositivo de protección empleado ¿puede desconectar en forma automática la alimentación para lograr la protección contra los contactos indirectos? (SI/NO)**”

Con esta nueva Resolución ¿En que cambia lo que se venía haciendo al día de hoy?

De lo dicho en A) con relación a lo solicitado en esa celda N°25 sobre “**qué destino tiene cada electrodo de puesta a tierra (pat)**” se debe recordar que la RAEA (ver aclaración 1) no permite tener puestas a tierra independientes o separadas dentro de la misma instalación, pero con algunas aclaraciones.

Una situación que se ve en forma repetida en las instalaciones con cualquier ECT es el montaje de electrodos dispersos por distintos lugares del establecimiento, planta o instalación, electrodos que en general no están interconectados entre sí (es decir no están **equipotencializados entre sí**), ni conectados a la barra de tierra de protección general (es decir no están **equipotencializados a tierra**) impidiendo obtener algo esencial: **EQUIPOTENCIALIDAD A TIERRA**. Esos distintos electrodos de pat están aplicados a diferentes instalaciones: para equipos electrónicos, computadoras, central telefónica, tableros de máquinas, tableros de distribución, motores, etc. distribuidos en forma anárquica y demostrando muy poco conocimiento de los aspectos técnicos y de seguridad, relacionados con las instalaciones de tierra.

En la planilla se deberá informar la falta de **equipotencialidad** y **recomendar o exigir** su vinculación (**equipotencialidad**) con la pat de protección principal ubicada en el tablero principal.

Dentro del mismo tema, otra situación es la que se plantea cuando el establecimiento tiene transformador propio y el usuario, como corresponde, elige el ECT a emplear. Si decide emplear el ECT TT, en este caso pueden existir dos o tres pat. Una es la **pat de servicio o del neutro del transformador**, la segunda es la **pat de protección o de seguridad (de las masas)** y la tercera que puede existir o no, es la **pat de las masas de MT** (13200 o 33000 V). En este caso de ECT TT **SE EXIGE** que las **puestas a tierra de servicio y de protección NO SE VINCULEN** (en este ECT se **acepta que no haya equipotencialidad entre ambos electrodos de pat**). Por ello se deberán declarar esas dos o tres pat y en la celda correspondiente de la planilla se indicarán sus valores en Ω (ohm).

Con relación a la tercera **pat que puede existir (o no)** y que es la que se emplea para poner a tierra las masas de las instalaciones de MT del centro de transformación, su vinculación o no con las otras puestas a tierra requiere un estudio especializado, como se indica en la **Sección 442** de la RAEA.

Pueden existir ECT TT con las masas del centro de transformación conectadas a la pat del Neutro (a estas instalaciones se las denomina TTN); en esa instalación habrá dos pat.

Y pueden existir ECT TT con las masas del centro de transformación separadas o no conectadas a la pat del Neutro (a estas instalaciones se las denomina TTS); en esa instalación habrá tres pat.

Una variante de lo dicho un par de párrafos más arriba se presenta cuando el establecimiento también tiene transformador propio pero el usuario decide emplear TN-S.

En estos casos **pueden** existir dos pat. Si hay una sola pat a ella se **conectarán el neutro del transformador y las masas de MT** (13200 o 33000 V). Se la denomina TNR.

Si hay dos **pat**, a una se conectará el neutro del transformador y a la otra **las masas de MT** (13200 o 33000 V). **Se la denomina TNS (no confundir con TN-S).**

Para evaluar correctamente tanto en el **TT** como en el **TN-S** como se deben vincular las masas del centro de transformación con la puesta a tierra de servicio, se debe aplicar el artículo **442** de la **Parte 4** de la **RAEA**.

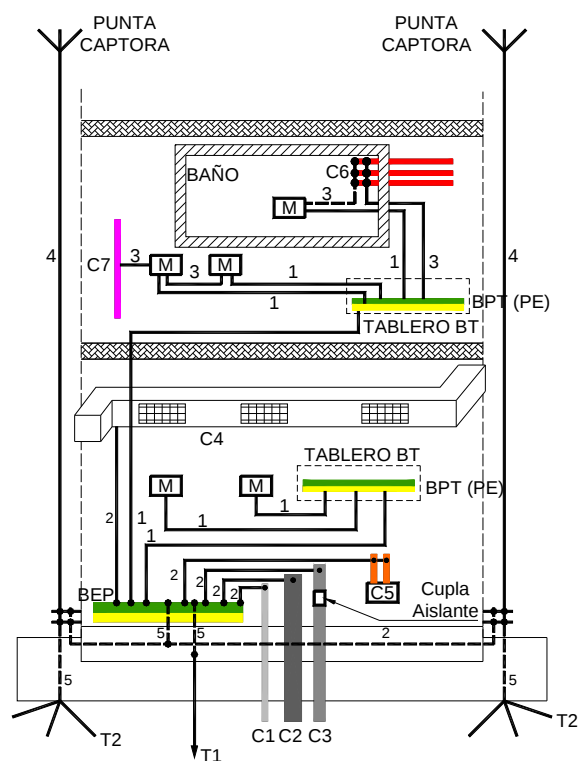
De todas maneras se deberán declarar las puestas a tierra de las masas del centro de transformación con la aclaración de que su equipotencialidad depende de estudios a ser realizados por el establecimiento.

Por otra parte en el establecimiento puede existir un sistema de protección contra descargas atmosféricas con su propia instalación de **pat** para los pararrayos.

Esa puesta a tierra, según la ley de Higiene y Seguridad, debe ser específica para esa aplicación y en las normas que tratan las instalaciones de protección contra los rayos (**spr**) que son la **IEC 62305** y la **AEA 92305** se recomienda (**no se exige**) que la resistencia de puesta a tierra del **spr** medida con un telurímetro normal **no supere los 10 Ω** . En ambas normas se indica en forma clara que más importante que el valor de la **Rpat** de protección contra las descargas atmosféricas es obtener una completa equipotencialidad.

De todas maneras esas normas recomiendan un bajo valor para esas resistencias de tierra, de ser posible inferiores a 10 Ω . No obstante, se debe aclarar, que el valor medido con un telurímetro normal no refleja la resistencia verdadera para la corriente de rayo ya que la corriente de rayo es una corriente impulsiva y los telurímetros normales no inyectan corrientes de impulso durante la medición.

Para esta medición lo ideal es emplear telurímetros que inyecten corrientes con un formato similar a las corrientes de rayo, es decir corrientes de impulso. Independientemente de lo anterior, la **RAEA** exige que las **pat** para pararrayos **se vinculen a la pat de protección de la instalación eléctrica para obtener equipotencialidad**. Esa vinculación equipotencial no viola la independencia que la Ley establece ya que la vinculación **NO HACE DEPENDIENTE** a la **pat** de protección contra los rayos de la **pat** de protección ya que en caso que se interrumpa la vinculación, la **pat** de los pararrayos sigue cumpliendo con su función pero al costo de **PERDER EQUIPOTENCIALIDAD situación de extrema gravedad**. Esa es la razón por la que la **RAEA** exige la **equipotencialidad** entre esas **pat** al igual que lo exigen todas las normas internacionales. En la planilla se deberá informar tanto el valor de esa **Rpat**, como también si la misma fue equipotencializada. De no estar equipotencializada se debe recomendar su vinculación con la **pat** principal del sistema eléctrico.



El gráfico adyacente ilustra la equipotencialidad entre las puestas a tierra de los pararrayos y la puesta a tierra de protección.

¿Qué se dice sobre estos temas en los **Decretos Reglamentarios**?

Con relación a la **puesta a tierra**, se indica por ejemplo en el **DR 351** en **3.3.1. Puesta a tierra de las masas** lo siguiente: **“Las masas deberán estar unidas eléctricamente a una toma a tierra o a un conjunto de tomas a tierra interconectadas”**.

Aclaración 1: aquí queda claro que se obliga a tener todas las masas al mismo potencial de tierra, o sea equipotencializadas a tierra, lo que obliga a tener un único sistema de tierras integradas, y no permitiendo las puestas a tierra dispersas en la instalación.

Además hay que preguntarse ¿Cuántas veces se controla la existencia de múltiples electrodos de puesta a tierra no equipotencializados (tierra de seguridad, tierra electrónica, tierra funcional, tierra de pararrayos, etc.) y se informa esa anomalía?

Prácticamente nunca, con lo cual se viola la Ley y se tienen instalaciones peligrosas.

¿Qué otro tema novedoso y de extrema importancia se trata en la Res.900?

Como se indicó en **B)**, en la celda **26** se pregunta por el **ECT** utilizado y se indican como opciones a responder **TT, TN-S, TN-C, TN-C-S, IT**.

Este tema que es de tanta importancia, nunca fue requerido por quienes se ocupan de solicitar las mediciones de puesta a tierra y nunca fue investigado y mucho menos informado por quienes efectúan las mediciones.

¿Cómo se pueden medir las R_{pat} de una instalación sin previamente saber o conocer en que ECT se está trabajando? En esos casos:

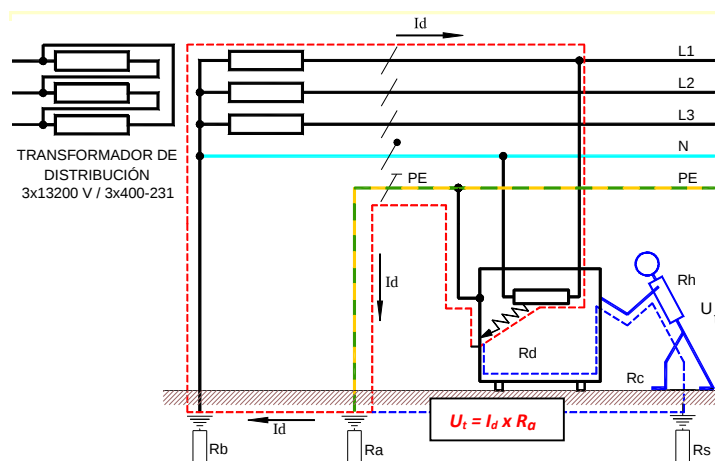
¿Qué valores de R_{pat} se dan como válidos?

¿Cómo se puede determinar qué protección contra los contactos indirectos se debe o se puede emplear si no se conoce el ECT empleado?

¿Cómo se puede comprobar cuál es el máximo tiempo de operación permitido al dispositivo de protección contra los contactos indirectos si no se conoce el ECT?

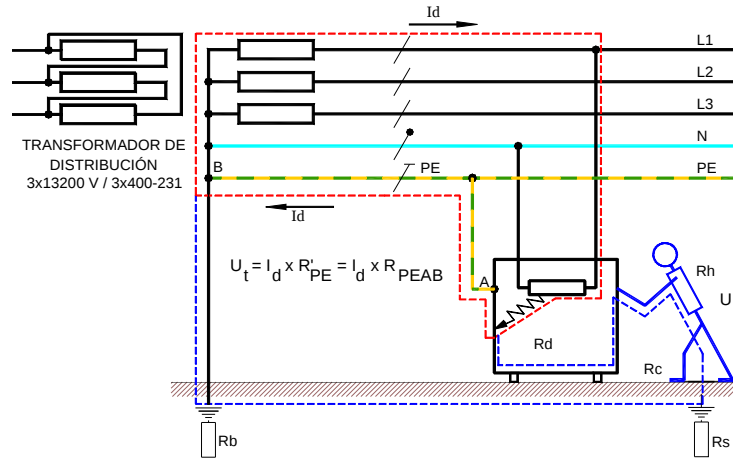
A partir de esta Resolución 900 cambia totalmente el enfoque de las mediciones de puesta a tierra. Se debe comenzar sabiendo que ECT se está empleando.

A continuación se ilustran los **ECT TT y TN-S**



Esquema de conexión a tierra **TT** con circuito de falla

Cuando se habla del **ECT TT** se está indicando que el neutro del transformador que alimenta al establecimiento está puesto a tierra (esa puesta a tierra es llamada **pat de servicio**, primera **T** y se la designa **Rb**). La segunda **T** indica a la **pat** que el usuario debe realizar en su instalación, (**pat** de protección) a la cual se deben conectar todas sus **masas eléctricas** mediante conductores de protección **PE** en derivación. A esa misma puesta a tierra se deben conectar también, todas las **masas no eléctricas** llamadas **masas extrañas** mediante conductores equipotenciales **EQP**. Esa **pat** que se la designa **Ra**, se denomina **puesta a tierra de protección o de seguridad** y en el **ECT TT** no debe vincularse jamás con la tierra de servicio. Este gráfico adyacente ilustra una instalación operando en **ECT TT**. En esta instalación **Rb** representa la **pat** del neutro mientras que **Ra** representa la **pat** de protección. La línea roja indica el circuito de falla y el recorrido de la corriente de falla. El **ECT TT** es obligatorio en aquellas instalaciones alimentadas desde la red pública de **BT**.



Cuando se habla del **ECT TN-S** se está indicando que el neutro del transformador que alimenta al establecimiento está puesto a tierra (**puesta a tierra de servicio**, primera **T**). La segunda letra, que es la **N**, indica que las masas eléctricas están conectadas al punto **Neutro** del transformador pero a diferencia del **TN-C** (que está prohibido y en el que hay un solo conductor llamado **PEN** que se conecta al punto neutro y que Combina las dos funciones: la de conductor de protección **PE** y la de conductor **Neutro**), en el **TN-S** ambos conductores se tienden como conductores Separados desde el punto neutro: de allí la letra **S**.

Otro tema importante mencionado en la Res.900 es el punto **C**) señalado al comienzo, relacionado con la “Medición de la puesta a tierra” donde se pregunta en (27) cuál es el “Valor obtenido en la medición expresado en Ω ” y en (28) si ese valor “Cumple (SI/NO)”.

El DR 351 en 3.3.1. **Puesta a tierra de las masas** también indica lo siguiente: “Los valores de las resistencias de las puestas a tierra de las masas, deberán estar de acuerdo con el umbral de tensión de seguridad y los dispositivos de corte elegidos, de modo de evitar llevar o mantener las masas a un potencial peligroso en relación a la tierra o a otra masa vecina.”

Aclaración 2: En este párrafo se está indicando que las masas, ante una falla de aislación, no pueden adquirir una tensión de contacto presunta U_t superior a U_L (la tensión convencional límite de contacto como se la define en la RAEA), o tensión de seguridad como aparece en los DR. La U_t que tomaría la masa con falla de aislación sería, en el **ECT TT**, $U_t = I_d \times R_a$ (corriente de falla por la R_{pat} de protección R_a). En el caso del **ECT TN-S**, donde no interviene la R_{pat} , la tensión de contacto sería el producto de la corriente de falla que circula por el PE por la resistencia o impedancia del tramo de conductor de pro-

tección PE recorrido por la corriente de falla, que va desde la barra de tierra del tablero hasta el borne PE de la masa con falla de aislación (tramo A-B en el dibujo anterior del ECT TN-S). La tensión convencional límite de contacto es para nuestro país de 24 V con relación a tierra (alterna o continua). Ese mismo valor adoptó la RAEA. A nivel internacional prácticamente todos los países del mundo han adoptado para U_L 50 VCA y 120 VCC para ambientes secos y con humedad normal y 25 VCA y 60 VCC para ambientes mojados.

En nuestro país, cuando la tensión contacto presunta U_L resulta superior a 24 V, debe existir en el circuito un dispositivo de protección que desconecte automáticamente la alimentación para proteger a las personas (y a los animales domésticos y de cría) del riesgo de contacto indirecto. Si la instalación está trabajando en el ECT TT el único dispositivo de protección permitido para esa función es la protección diferencial.

Si la instalación está trabajando en ECT TN-S los dispositivos de protección para esa función de desconexión automática de la alimentación pueden ser los fusibles, los interruptores automáticos o los dispositivos diferenciales. En cualquiera de los dos ECT debe existir una instalación de tierra que trabaje coordinada con las protecciones.

En este punto es razonable preguntarse ¿Qué valor aceptan o exigen como válido y como máximo, en el ECT TT para la resistencia de **pat** de protección, muchos especialistas en Higiene y Seguridad incluso muchos especialistas eléctricos?

Muchos toman todavía como válido, un valor de **Rpat** de 10 Ω o preferentemente menor a 5 Ω valores que desde el 2006 no rigen más. Hay quienes invocan inclusive que la Ley de Higiene y Seguridad y sus Decretos Reglamentarios fijan el valor de 10 Ω como máximo valor permitido como **Rpat**. **FALSO**. La Ley de Higiene y Seguridad y sus Decretos Reglamentarios no fijan (sabidamente) ningún valor para la **Rpat**.

Sólo indican que no se debe superar el valor de 24 V (como tensión de seguridad o como tensión de contacto presunta) en una masa ante la presencia de una falla de aislación. La **RAEA** permite para el ECT TT una **resistencia máxima de puesta a tierra de protección de 40 Ω siempre que se emplee una protección diferencial de valor máximo 300 mA**. Para mayores corrientes diferenciales deberá reducirse proporcionalmente la resistencia de **pat** de protección. Como dato informativo, se indica que en las viviendas de Francia se permiten **Rpat** de hasta 100 Ω con diferenciales de hasta 500 mA y **Rpat** de hasta 500 Ω con diferenciales de hasta 30 mA.

Los errores que se cometen en nuestro país en cuanto al valor a considerar para la **Rpat** en el ECT TT tienen en gran medida dos orígenes. Uno de ellos es no emplear el **RAEA** como respaldo técnico para los valores y para la medición, quizás por falta de conocimiento sobre dicho Reglamento por parte de los profesionales involucrados. El otro origen del error es que muchas instituciones y empresas al desconocer la **RAEA**, invocan erróneamente a las Normas **IRAM 2281** de puesta a tierra desconociendo que esa Normas **IRAM** de puesta a tierra y otras **IRAM** vinculadas con las instalaciones no tienen valor legal dentro de las instalaciones.

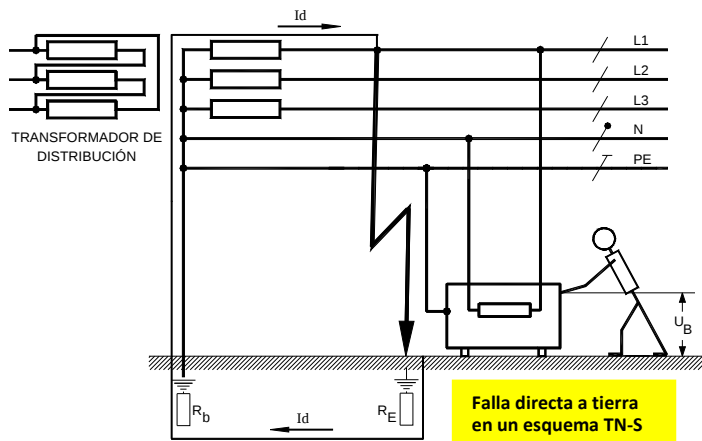
En las instalaciones eléctricas lo único exigible y obligatorio por ley es la **RAEA 90364** exigencia establecida por la Ley 19587. Las Normas **IRAM** sólo son aplicables a los materiales (junto con las normas IEC) y a algunos aspectos conceptuales en los que debe también participar la AEA (por ejemplo los grados de protección IP, las Corrientes de Cortocircuito - Cálculo de los Efectos AEA 90865-1, etc.).

En el caso del ECT TN-S no existe la **Ra** que en cambio sí existe en el TT. Por esta razón en el TN-S no hay ninguna resistencia de puesta a tierra que forme parte del circuito de falla y que haya que medir con ese objetivo.

En el lado de **BT** del ECT TN-S el único electrodo de puesta a tierra que existe es el que pone a tierra al centro de estrella del transformador o punto neutro, electrodo por el cual no circula la corriente de de-

fecto I_d provocada por una falla de aislación en la instalación de **BT**, como se puede observar en la figura correspondiente ubicada más atrás Ese electrodo, tierra de servicio, tiene una $R_{pat} R_b$.

Sin embargo por ese electrodo con $R_{pat} R_b$ puede circular otra corriente de falla provocada por una situación poco probable pero que debe ser considerada que se produce **cuando un conductor de línea hace contacto con la tierra o con una masa extraña no equipotencializada** (ver figura siguiente).



Este punto se trata en la **RAEA** en el Anexo F del Capítulo 41. Allí se indica que **cuando un conductor de línea hace contacto con la tierra o con una masa extraña no equipotencializada** y que si a ese contacto con tierra le asignamos (en forma empírica y supuesta) una resistencia de tierra $R_E = 7 \Omega$, la **pat** del neutro o de servicio R_b debe ser $\leq 2 \Omega$ con el fin de que no se superen 50 V en el conductor de protección **PE**.

Si se exige (como indica nuestra **RAEA**), no superar los 24 V transferidos al **PE**, el máximo valor permitido para **Rb** es $0,86 \Omega$.

Si en cambio se acepta que $R_E = 10 \Omega$ (como se dijo, este es un valor empírico y supuesto) debería ser **Rb** $\leq 2,94 \Omega$ para no superar 50 V de tensión transferida al conductor **PE**, o debería ser $R_b \leq 1,22 \Omega$ para no superar 24 V de tensión transferida al conductor de protección.

Por lo expuesto se puede aceptar como correcto para **Rb** un valor menor o igual a 2Ω , y si fuera posible menor o igual a 1Ω . Además es necesario tener en cuenta lo indicado en el Capítulo 442 de la Parte 4 de la **RAEA** en lo relativo a las fallas de aislación entre la parte de **MT** del transformador y masa y entre la parte de **MT** y los arrollamientos de **BT** del transformador del usuario.

Otro tema importante mencionado en la **Res.900** es el punto **D)** señalado al comienzo, relacionado con la “Continuidad de las masas” donde se pregunta en (29) si “El circuito de pat es continuo y permanente (SI/NO)” y en (30) se pregunta “Si el circuito de pat tiene la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada (SI/NO)”.

Sobre este punto el DR 351 indica en 3.3.1. **Puesta a tierra de las masas** lo siguiente: “El circuito de puesta a tierra deberá ser: continuo, permanente, tener la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada.”

Aclaración 3: en este párrafo se aclaran varias cuestiones. Que todos los conductores de pat, (desde el electrodo de tierra hasta la barra de tierra) y que todos los conductores de protección (denominados **PE** y que van desde la barra de tierra del tablero hasta cada masa) deben tener continuidad y deben tener la sección adecuada para conducir la corriente de falla, para lo cual la **RAEA** da una tabla de selección en función de la sección del conductor de línea. Además este punto del DR indica que la instalación de tierra debe tener una R_{pat} de un valor adecuado, (valor que, sabiamente el DR no establece), entendiéndose que esto se dice para el ECT TT).

Para medir la continuidad el RAEA establece que se deben emplear instrumentos que cumplan con la Norma IEC 61557-4 adecuados para esa función (y que están en el mercado), que entreguen 200 mA como mínimo y una tensión a circuito abierto, continua o alterna, que no sea inferior a 4 V y no supere los 24 V.

Otro tema a responder en la Res.900 se indicó en E) donde en la celda (31) se pregunta si “Para la protección contra contactos indirectos se utiliza dispositivo diferencial (DD), interruptor automático (IA) o fusibles (Fus)” y en F) donde en la celda (32) se pregunta si “El dispositivo de protección empleado ¿puede desconectar en forma automática la alimentación para lograr la protección contra los contactos indirectos? (SI/NO)

Para responder correctamente a la pregunta de la celda 31 se debe verificar cuales son las protecciones contra los contactos indirectos que se están empleando, no pudiendo desconocer quién realice el informe y medición que lo primero que debe saber es cuál es el ECT que se está empleando. Si es TT debe verificarse que existen protecciones diferenciales en toda la instalación no pudiendo emplearse ninguna protección contra sobrecorrientes para esta función.

Si en cambio la instalación está funcionando en TN-S podrán emplearse los dos tipos de protección: las diferenciales y las de sobrecorrientes (fusibles e interruptores automáticos) y se deberá informar cual se está empleando.

A continuación se deberá responder lo solicitado en la celda 32. Se da por sentado que existen los PE conectados a cada masa y que existe continuidad de los mismos hasta la barra de tierra del tablero principal. Si la protección es diferencial se deberá verificar el funcionamiento en tiempo y corriente de disparo y de no disparo, de cada dispositivo, sin necesidad de conocer la corriente de falla en cada masa.

En cambio si la protección es con interruptor automático o con fusible se debe verificar por cálculo o por medición, la corriente de falla en cada masa (motor, tablero o equipo de aislación clase I) donde se necesite verificar la protección por sobrecorrientes.

Conocido ese valor en cada punto, se debe efectuar el análisis del funcionamiento (disparo o fusión) de la protección.

Por ejemplo, en el caso de los PIA (Pequeños Interruptores Automáticos) se debe verificar si su corriente de disparo es inferior a la corriente medida de falla. Para ello se debe adoptar el mayor valor dentro del rango frente al cortocircuito (en el caso de PIA curva B, se debe adoptar como corriente de disparo $5 \times I_n$; en el caso de curva C se debe adoptar $10 \times I_n$ y en el caso de curva D, $20 \times I_n$). El valor que resulte de los cálculos mencionados debe ser inferior a la corriente de falla medida, con lo cual se garantiza que el PIA reaccionará ante esa corriente de falla. Si se cumple, la condición de protección está verificada.

Si la protección se obtiene por interruptores automáticos 60947-2 se debe verificar que la calibración del disparo frente al cortocircuito esté ajustada en un 20% por debajo de la corriente de falla: los interruptores automáticos en caja moldeada MCCB o los abiertos deben tener por norma una tolerancia en el disparo frente al cortocircuito de $\pm 20\%$.

Si la protección se obtiene por medio de fusibles se debe comprobar con las curvas definidas en la norma IEC 60269, que los fusibles funden con la corriente de falla medida dentro de los 5 segundos.

Como resumen de todo lo indicado por la ley de Higiene y Seguridad, por el DR 351 y por la R.900

1) ¿Cuánto se venía controlando?

Prácticamente nada.

Y lo poco que se verificaba no garantizaba para nada la seguridad de las personas.

2) ¿Qué pedían en general hasta ahora las **ART** y los **Especialistas en Higiene y Seguridad** que atienden a los establecimientos o empresas o lugares donde se desarrolla una actividad laboral?

Solicitaban **que se midieran las resistencias de c/u de las puestas a tierra** para determinar si el valor medido cumplía con estar por debajo de cierto valor (**VALOR NORMALMENTE MAL SELECCIONADO, por ejemplo 10 Ω**) y si se comprobaba que se cumplía con dicho valor **SE CONSIDERABA QUE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA ERA SEGURA. ERROR GRAVE POR DONDE SE LO MIRE.**

3) ¿Se preguntaba antes de la medición si la instalación trabajaba en **TT** o en **TN-S** (o en **IT**)?

Prácticamente nunca.

7) ¿Cuántas veces se controlaba la existencia de los conductores de protección y cuando se verificaba la continuidad de los mismos?

Prácticamente nunca.

8) ¿En qué casos se verificaba el funcionamiento de los dispositivos de protección para proteger a las personas de los contactos indirectos?

Prácticamente nunca.

9) ¿Cuántas instalaciones con **ECT TT** emplean protección diferencial en todo sus circuitos, con $I_{\Delta n}$ de 30 mA, 100 mA, 300 mA, 1 A, 3 A, 10 A, etc.?

Prácticamente ninguna.

Esto demuestra la importancia de la aplicación de esta nueva Resolución 900 de la SRT.

Adicionalmente a todo lo descripto hay otros aspectos del DR 351, vinculados con la Res.900 que merecen ser comentados.

Así por ejemplo en 3.3.2. “Dispositivos de seguridad” del DR se indica sobre este tema que “Además de la puesta a tierra de las masas, las instalaciones eléctricas deberán contar con por lo menos uno de los siguientes dispositivos de protección”.

Aclaración 4: Queda claro que la protección contra los contactos indirectos de los equipos de clase I no se logra sólo con la conexión a tierra (esto es uno de los tantos mitos de las instalaciones eléctricas). Hace falta lograr el corte automático de la alimentación del circuito que alimenta al equipo con falla de aislación, para lo cual hace falta coordinar esas conexiones a tierra con los dispositivos de protección que mencionamos antes.

Y en 3.3.2.1. “Dispositivos de protección activa”, indica que “Las instalaciones eléctricas contarán con DISPOSITIVOS que indiquen automáticamente la existencia de cualquier defecto de aislación” o “que...

Aclaración 5: Esto es aplicable a los sistemas IT empleando los monitores de aislación (ese ECT y esos dispositivos de control deben emplearse en forma obligatoria en quirófanos, terapia intensiva y salas críticas de hospitales) y ese texto es aplicable también a cualquier instalación donde se empleen los controladores de aislación por corriente diferencial (también llamados monitores de corriente residual RCM) que indican alarma por falla de aislación o por fuga pero sin desconexión (ver 537.4 de la RAEA).

....o “que saquen de servicio la instalación o parte averiada de la misma”.....Los disposi...

Aclaración 6: Esto es aplicable a la protección contra los contactos indirectos por desconexión automática de la alimentación.

Los dispositivos de protección (DP) señalarán el primer defecto de instalaciones con neutro aislado de tierra o puesto a tierra por impedancia, e intervendrán....

Aclaración 7: los dispositivos de control (más que de protección) serán el monitor de aislación en el ECT IT y el monitor de corriente residual RCM en TT y TN-S (aunque en estos dos ECT el neutro no está aislado).

e “....intervendrán rápidamente sacando fuera de servicio la instalación o parte de ella cuyas masas sean susceptibles de tomar un potencial peligroso, en los casos de PRIMER DEFECTO en instalaciones con neutro directo a tierra”...y SEGUNDO ...

Aclaración 8: cuando las masas estén adecuadamente conectadas a tierra mediante conductores PE, los DP desconectarán automáticamente la alimentación mediante dispositivos diferenciales (DD) en el ECT TT o interrumpirán automáticamente la alimentación mediante fusibles, interruptores automáticos o dispositivos diferenciales (DD) en el ECT TN-S.

....y SEGUNDO DEFECTO en instalaciones con neutro aislado o puesto a tierra por impedancia.

Aclaración 9: cuando en el ECT IT se produzca una segunda falla de aislación en una línea (mal llamada fase) diferente a aquella en la cual se produjo la primera falla, la protección contra los contactos indirectos deberá actuar inmediatamente. Si todas las masas estuvieran conectadas a la misma puesta a tierra, la instalación ante esa segunda falla se comporta como TN-S y en ese caso se pueden emplear los tres tipos de protecciones ya mencionadas. Si en cambio las masas no estuvieran todas conectadas a la misma puesta a tierra (por estar por ejemplo en diferentes edificios) la instalación ante esa segunda falla se comporta como TT y en ese caso sólo se pueden emplear los dispositivos diferenciales.

Con este fin se podrá optar por los siguientes dispositivos:

a) Dispositivos de señalización del primer defecto en instalaciones con neutro aislado o puesta a tierra por impedancia: señalarán en forma segura una falla de aislación y no provocarán el corte de la instalación. Además no deberán modificar por su presencia las características eléctricas de la red.

Aclaración 10: ver aclaraciones 5, 7 y 9.

b) Relés de tensión: Vigilarán la tensión tomada por la masa respecto a una tierra distinta de la tierra de la instalación y estarán regulados para actuar cuando la masa tome un potencial igual o mayor a la tensión de seguridad. El empleo de estos dispositivos será motivo de estudio en cada caso en particular y se deberá tener en cuenta: el número de dispositivos a instalar, puntos de derivación de conjuntos de masas interconectadas, verificación diaria del funcionamiento, falta de selectividad, posibilidad de desecación de las tomas de tierra, complemento de protecciones más sensibles y todo otro aspecto que sea necesario considerar.

Aclaración 11: Estos dispositivos no están previstos en la RAEA, y por ello no están permitidos. Tampoco está contemplado su empleo en las normas IEC.

c) Relés de corriente residual o diferenciales: **PODRÁ ASEGURARSE LA PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS Y DE LA INSTALACIÓN, UTILIZANDO ESTOS DISPOSITIVOS PARA CONTROL DE LA CORRIENTE DERIVADA A TRAVÉS DE LA TOMA A TIERRA DE LAS MASAS, O BIEN POR CONTROL DE SUMA VECTORIAL DE CORRIENTES EN CIRCUITOS POLIFÁSICOS, O SUMA ALGEBRAICA DE CORRIENTES EN CIRCUITOS MONOFÁSICOS.**

Aclaración 12: En este punto c) se está indicando que se podrán emplear los diferentes tipos de protecciones diferenciales que conocemos: interruptores diferenciales, módulos diferenciales acoplados a interruptores automáticos, toroides diferenciales con su relé actuando sobre un interruptor automático, y el relé G o función G en interruptores automáticos con relés electrónicos.

Aclaración 13: en este punto c) el DR ha omitido mencionar que en los ECT TN-S se pueden emplear como dispositivos de protección contra los contactos indirectos, además de los dispositivos diferenciales, los interruptores automáticos y los fusibles tal como está previsto en la RAEA.

En el primer caso, el dispositivo deberá funcionar con una corriente de FUGA tal, que el **PRODUCTO DE LA CORRIENTE POR LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS SEA INFERIOR A LA TENSIÓN DE SEGURIDAD**. En este caso además **SE EXIGE QUE TODAS LAS MASAS ASOCIADAS A UN MISMO RELÉ DE PROTECCIÓN, DEBERÁN ESTAR CONECTADAS A LA MISMA TOMA A TIERRA.**

Aclaración 14: en este párrafo del punto c) se comete un error al confundir CORRIENTES DE FUGA con CORRIENTES DIFERENCIALES RESIDUALES. Los dispositivos diferenciales fueron creados para proteger los contactos indirectos, detectando corrientes provocadas por fallas de aislación, (que son CORRIENTES DIFERENCIALES RESIDUALES) y que en el ECT TT son corrientes por el conductor de protección y por tierra y en el ECT TN-S son también corrientes provocadas por fallas de aislación pero que no circulan por tierra sino que lo hacen sólo por el conductor de protección PE. Ambas son corrientes diferenciales residuales (que en nuestro medio, se las conoce como corrientes diferenciales). Las CORRIENTES DE FUGA en cambio, NO SON CORRIENTES DE FALLA sino que son corrientes que circulan entre las partes activas de la instalación y tierra, en ausencia de cualquier falla o defecto de aislación, y como tales también pueden ser detectadas por las protecciones diferenciales.

Para que las protecciones diferenciales protejan los contactos indirectos las instalaciones deben poseer conductores de protección, que como se ha dicho, deben estar conectados a tierra y a cada una de las masas eléctricas a proteger.

En el segundo caso, los **DISYUNTORES DIFERENCIALES** deberán actuar cuando la corriente de fuga a tierra toma el valor de calibración (300 mA o 30 mA según su sensibilidad) cualquiera sea su naturaleza u origen y en un tiempo no mayor de 0,03 segundos.

Aclaración 15: en este párrafo también del punto c) aparecen conceptos no adecuados a las normas vigentes que en el futuro probablemente deban sean corregidos por la SRT (ver textos en rojo). Se habla de disyuntor diferencial cuando se debe hablar de interruptor diferencial o dispositivo diferencial. Se habla de corriente de fuga cuando debe hablarse de corriente diferencial.

Se habla de 300 mA y de 30 mA, cuando debe hablarse de cualquier corriente diferencial: 6 mA, 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1000 mA, 3 A, 5 A, 10 A, 20 A, etc. y finalmente se habla de un tiempo de actuación de 0,03 segundos que no existe. La norma fija tiempos máximos de actuación de 300 ms para $1xI_{\Delta n}$, 150 ms para $2xI_{\Delta n}$ y 40 ms para $5xI_{\Delta n}$.

CARLOS A. GALIZIA

Ingeniero Electromecánico or. Electricidad

Consultor en seguridad eléctrica y en instalaciones eléctricas

Fray Justo Sarmiento 1631 (1602) Florida - Prov. de Buenos Aires

TE 011-4-799-5623 / 011-4-797-3324 / Cel. 011-15-5-122-6538

cgalizia@fibertel.com.ar / cgalizia@gmail.com /

www.ingenierogalizia.com.ar /

www.riesgoelectrico.com.ar / www.seguridadelectrica.com.ar