



**ADMINISTRACIÓN NACIONAL
DE USINAS Y TRASMISIONES
ELÉCTRICAS**

<p>Anexo 25 PUESTA A TIERRA Y PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS</p>

Contenido

1	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	3
2	CONDICIONES DE DISEÑO	3
2.1	PARÁMETROS DE DISEÑO	3
2.2	ATERRAMIENTO DE ESTRUCTURAS, PANELES SOLARES E INVERSORES.	4
2.3	REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD.	6
2.4	SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR DE TIERRA.	6
2.5	MALLA DE TIERRA.....	6
2.6	JABALINAS	7
2.7	GUÍAS TÉCNICAS, NORMAS Y ESPECIFICACIONES.	7
3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTROS.....	8
4	PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.....	8
5	ENSAYOS DE INSPECCIÓN	8

1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Se requiere un diseño de sistema de puesta a tierra (PAT) y protección contra descargas atmosféricas (PCDA) que esté de acuerdo con las condiciones específicas del sitio donde van a estar ubicados las estructuras y los equipos, buscando ante todo preservar la seguridad de las personas.

La instalación de Puesta a Tierra del PSF B será diseñada de forma que se tenga una Tierra equipotencial para todo el sistema.

Se debe conectar a la misma:

- Malla de puesta a tierra de los centros de transformación del parque solar fotovoltaico.
- Malla de puesta a tierra de las Estaciones meteorológicas.
- Malla de puesta a tierra de las Estructuras de Módulos Fotovoltaicos.
- Todo elemento o estructura metálica perteneciente a la instalación.
- Malla de puesta a tierra del edificio de control y del PSF A

El diseño deberá asegurar que no se prevea ninguna descarga directa sobre los centros de transformación de la instalación y estaciones meteorológicas.

Como elemento de seguridad adicional, se deberá prever que no se produzcan consecuencias destructivas a ningún componente de la instalación si se asume que se produce una falla de blindaje.

2 CONDICIONES DE DISEÑO

Todas las instalaciones y equipos eléctricos deberán ser diseñados, fabricados y puestos en funcionamiento de acuerdo con la normativa internacional IEC correspondiente, IEEE correspondiente, requisitos de los fabricantes de los equipos, requerimientos de los reglamentos de instalaciones de baja tensión de UTE y las normas de media y alta tensión (disponible en su página Web: www.ute.com.uy).

Todas las estructuras y fundaciones civiles deben conectarse a la malla de PAT, la conexión se hará a través de una varilla de acero inoxidable. Se soldará a la malla con soldadura exotérmica.

2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Con base en la resistividad del terreno, la cual debe ser medida por el contratista, la componente de la corriente de corto circuito que fluye a tierra a través de las

estructuras, armarios, partes metálicas, etc., se deben calcular los valores de puesta a tierra tal que se garanticen las tensiones de toque y de paso y se debe obtener una medida de resistencia de PAT menos a 3 ohm.

Complementariamente a lo indicado en la norma IEEE Std. 80 y en el presente documento, para el diseño se debe considerar:

- Corriente de diseño del sistema de puesta a tierra se le comunicará al contratista.
- Tiempo de despeje de la corriente de diseño: 1 s

Se entiende como corriente de diseño, la que efectivamente se drena a través de la malla de tierra y jabalinas, esto es, a los efectos del diseño, se debe considerar este valor pleno, sin afectarlo por factores de “split”.

Los parámetros de diseño se tendrán en cuenta para el diseño de la red de tierra (malla de tierra con jabalinas) y para la determinación de la sección de los conductores, tanto de la malla como de las derivaciones de los equipos o estructuras hacia la malla. Respecto a las derivaciones hacia la malla, aun cuando se duplique la conexión de un equipo o estructura a la malla de tierra, se asumirá que la corriente de diseño circula por una sola de las derivaciones.

2.2 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA LA PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

El diseño de del sistema de protección contra descargas atmosféricas (PCDA) está basado en la IEC 62305-3, con un nivel de protección Clase I.

Los parámetros de diseño a considerar son los siguientes:

Norma aplicable	IEC 62305
Tensión nominal soportada al impulso de equipos	1,5 kV
Niveles LPS y LPL	Clase I
Radio de esfera rodante	20 m
Distancia máxima entre bajadas	10 metros
RPAT de malla PAT	3 ohm
Norma que se debe considerar	IEC 62738

Las PCDA se deben considerar para todas las instalaciones, en los CDT y los centros meteorológicos se debe instalar receptores, para los paneles y estructuras se debe considerar las normas de referencias y la solución debe ser ratificada por los suministradores.

2.3 ATERRAMIENTO DE ESTRUCTUAS, PANELES SOLARES E INVERSORES.

Toda estructura deberá estar debidamente aterrada y conectada a la malla de tierra del PSF B, (la distancia máxima entre cada conexión debe estar justificada técnicamente según las normas indicadas o avalada por el fabricante de la estructura).

Todas las fundaciones, estructuras, perfilería y paneles, deben estar conectadas entre sí y con las mesas contiguas, en caso de ser necesario con cable de PAT, para asegurar la continuidad y equipotencialidad. Este diseño debe estar ratificado con los suministradores de estructuras y paneles.

Para todas las conexiones entre elementos metálicos de diferente material se debe considerar la influencia del Par-Galvánico y mitigarlo con accesorios en caso de ser necesario (Justificando en caso que no sea necesario).

Cualquier conexión de la malla a tierra a una estructura metálica debe realizarse con terminales apropiados comprimidos en su cable con una herramienta apropiada para tal fin.

No se admitirá como unión eléctrica de tierra accesorios de sujeción de estructura. No se permitirá taladrar la estructura.

En todos los tableros de BT y MT, celdas y cajas metálicas debe estar previsto el medio de conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos.

En el centro de transformación para interconexión con el sistema de puesta a tierra, el Contratista deberá proporcionar una adecuada conexión D-Y de los transformadores elevadores. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de las instalaciones de transformadores, como vallas, barreras, resguardos, etc., deben estar aterradas.

Los dispositivos con carcasa y/o bastidor metálico como los instrumentos, relés, medidores y transformadores de instrumentos y de control ubicados en o con aparatos de maniobra o equipos de control, deben tener la carcasa o bastidor aterrados.

Todas las estructuras y fundaciones civiles deben conectarse a la malla de PAT, la conexión se hará a través de una varilla de acero inoxidable. Se soldará a la malla con soldadura exotérmica.

Los cables para la conexión de los equipos a la malla de PAT, deben ser de color verde amarillo y deben elegirse de modo que cumplan la normativa vigente. Deben estar protegidos de esfuerzos mecánicos y radiación ultravioleta, así como cualquier otro factor medioambiental. Las secciones y tipo de cables (libres de halógenos en lugares de pública concurrencia) deben ser adecuados para resistir la corriente prevista en un eventual defecto.

2.4 REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD.

El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las recomendaciones de la Publicación IEEE-80 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding". Se tendrá en cuenta todas las situaciones planteadas en la sección 8, "Criteria of tolerable voltage" de la IEEE Std. 80.

A los efectos de la determinación de los valores máximos admisibles de tensión de paso y tensión de toque, se considerará:

- Peso de la persona: 50 kg.
- Duración del shock de corriente: 1 s.

Adicionalmente se determinará el mínimo valor de corriente fase-tierra para el cual deben actuar los relés, a efectos de que no se produzcan potenciales de toques peligrosos por estas corrientes de baja magnitud, pero larga duración. A estos efectos se asume que la corriente máxima tolerable por el cuerpo humano es inferior a 9 mA.

2.5 SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR DE TIERRA.

La sección del conductor de cobre deberá ser determinada en función de la corriente de diseño de la malla de tierra y de acuerdo con la metodología descrita en la sección 11, "Selection of conductors and connections", de la IEEE Std. 80.

Independiente de lo anterior la sección mínima del conductor no podrá ser inferior a 50 mm², compuesto de al menos de 7 hilos de cobre, y jabalinas recubiertas de cobre para tal fin y se deben interconectar con el mismo tipo de conductor. Dichos cables serán tendidos a través de las zanjas del sistema colector.

La conexión de la malla del sistema colector del parque, con la malla de PAT del edificio se hará en una barra de cobre dentro del canal de celdas.

2.6 MALLA DE TIERRA.

Será una cuadrícula horizontal de conductores de cobre, de sección mínima indicada el presente documento, y cuya geometría será tal que se cumplirá con los requerimientos de seguridad indicados, considerando asimismo la disposición de los equipos y estructuras.

Estará enterrada a una profundidad mínima de 0.5 m, a excepción de los cruces con vías de circulación y de otros conductores de aterramiento, en que se usará una profundidad de enterrado de 1 metro. Cuando se instale en zanja será a la misma profundidad que los cables de la misma.

2.7 JABALINAS

Cuando en algunas zonas donde se instale la malla no sea posible o sea difícil únicamente con la malla de tierra, alcanzar los requerimientos de seguridad indicados, la malla de tierra podrá ser reforzada con jabalinas “Copperweld”.

Independiente de lo anterior, se deberá reforzar la malla de tierra con jabalinas en:

- Periferia de la malla, separadas una distancia de no más de 25 m. Se incluirán jabalinas en las esquinas.
- Perímetro de centros de transformación.
- El aterramiento de descargadores (las que se conectarán a la malla de tierra).

2.8 GUÍAS TÉCNICAS, NORMAS Y ESPECIFICACIONES.

Deben cumplir con las normas IEC cuando sea de aplicación, o con normas de reconocido prestigio internacional.

El sistema de descargas atmosféricas deberá cumplir las normas IEEE 998-2012 e IEC 62305-3. IEC 1024 y todas las que resulten de aplicación por la legislación vigente y cláusulas de las compañías de seguridad.

Cuando sea de aplicación deben a su vez cumplir con la normativa de UTE vigente. En particular, deberá cumplir con las normas del presente anexo.

Se deberán cumplir en particular las siguientes normas técnicas.

- Normas técnicas (<https://www.ute.com.uy/clientes/tramites-y-servicios/normalizacion-tecnica>)
- IEEE Std 80 - Guide for Safety in AC Substation Grounding
- IEEE Std 81 - Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System.
- IEEE 2778 - Guide for Solar Power Plant Grounding for Personnel Protection
- IEC 62305 - Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard
- IEC 60909-0 - Cálculo de corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de CA
- IEC 62738 - Ground-mounted photovoltaic power plants-Design guidelines and recommendations

3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTROS

Los suministros deberán cumplir los requisitos impuestos en el presente documento y demás condiciones de diseño.

4 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE

Se deberá cumplir los requisitos impuestos en el presente documento y las condiciones de diseño.

Las soldaduras exotérmicas se deberán realizar con moldes adecuados para los diámetros de cables involucrados y en buenas condiciones.

5 ENSAYOS DE INSPECCIÓN

Previo al comienzo la ejecución de las soldaduras exotérmicas se deberá realizar una calibración entre UTE y el contratista del procedimiento de soldadura e idoneidad del personal involucrado. No se descarta la necesidad de realizar inspecciones destructivas de las mismas.

Antes de la entrada en servicio de cada instalación, o fracción de la instalación, el Contratista realizará ensayos de verificación de los potenciales de tierra, paso y toque, bien como medidas para verificar la impedancia de tierra y la continuidad de la red de puesta a tierra. Estos ensayos se harán de acuerdo con la IEEE Std.81 y el presente documento.

Se debe ensayar resistencia de PAT, por separado y desconectadas, a cada una de las mallas instaladas y los tramos de conductor tendidos entre las mismas.

Todo ensayo para ser validado debe ser presenciado por UTE.

El contratista debe pedir inspección por parte de la Supervisión de UTE de cada una de las soldaduras y tomas de tierras antes de cubrirlas

El contratista debe proponer 4 ubicaciones distintas para ensayar tensión de paso y 5 puntos de contacto distintos para ensayar tensión de toque (los cuales debe aprobar UTE) en los centros de transformación, estación meteorológica y tableros dentro del Parque solar Fotovoltaico.