

MINISTERIO DE ECONOMIA Y HACIENDA

17222 ORDEN de 24 de julio de 1984 sobre modificación de la Orden de 9 de noviembre de 1983 («Boletín Oficial del Estado» del 25) sobre los tipos de interés aplicables a la financiación de operaciones de exportación computables o que cuenten con otro apoyo financiero oficial.

Excelentísimos señores:

Los tipos mínimos de interés aplicables a las operaciones de crédito a la exportación se han venido ajustando periódicamente en las reuniones de los países participantes en el acuerdo sobre líneas directrices en materia de crédito a la exportación con apoyo oficial, conocido normalmente como Consenso OCDE sobre crédito a la exportación, en el que España participa junto con otros 21 países miembros de la OCDE.

En la vigésimo primera reunión del Consenso, los países participantes establecieron un sistema de determinación automática de los tipos de interés, de modo que éstos evolucionarán de acuerdo con un tipo de interés de mercado de referencia. Este tipo de interés es la media ponderada de las medias mensuales de los tipos de interés de las monedas que componen el derecho especial de giro del Fondo Monetario Internacional. En base a este sistema, los tipos generales de interés de los créditos a la exportación se ajustarán cada seis meses, proporcionalmente al cambio que en dicho periodo haya experimentado el citado tipo de interés de referencia, siempre que dicho cambio sea superior a 0,5 puntos. Recientemente se ha producido una revisión automática de los tipos mínimos de interés, que entrará en vigor a partir del próximo día 15 de julio.

Ambos aspectos refuerzan la tendencia del Consenso hacia una aproximación creciente de los tipos de interés de mercado, lo que significa a un indudable perfeccionamiento del sistema pero también una mayor complejidad y necesidad de más frecuentes revisiones de los tipos de interés aplicables. Ello aconseja seguir con carácter general, para los créditos a la exportación de bienes de equipo regulados por los Decretos 1838/1974 y 2294/1979, el ágil procedimiento de notificación periódica a las Entidades financieras, ya iniciado por la Orden de 9 de noviembre de 1983 con los tipos de interés aplicables para créditos a la exportación denominados en divisas reconocidas por el Consenso como monedas con bajo tipo de interés.

En su virtud este Ministerio, previo informe del Banco de España, ha tenido a bien disponer lo siguiente:

Primero.—Las percepciones que por tipos de interés y comisiones propias del crédito podrán obtener los Bancos privados, el Banco Exterior de España, las Cajas de Ahorro y las Cooperativas de Crédito, respecto de los créditos a la exportación computables en el coeficiente de inversión o que cuenten con otro apoyo financiero oficial, serán las siguientes:

1. Créditos a la exportación de bienes de equipo regulados por el Decreto 1838/1974, de 27 de junio, y por el Real Decreto 2294/1979, de 14 de septiembre:

1.1 Créditos con pago aplazado de dos o más años: En general, salvo los casos especificados en los siguientes apartados 1.2 y 1.3, los tipos de interés anuales aplicables serán los establecidos periódicamente por el Consenso según moneda de denominación, producto, país de destino y plazo de pago. Estos tipos serán comunicados por el Ministerio de Economía y Hacienda al Banco de España, que los dará a conocer periódicamente a las Entidades financieras.

1.2 En el caso de operaciones de exportación de barcos nuevos de más de 100 toneladas de registro bruto el tipo de interés será, en principio, el que corresponda según el apartado 1.1 anterior. No obstante, cuando las circunstancias de mercado así lo aconsejen, el tipo de interés podrá ser como mínimo del 8 por 100 anual.

1.3 Los tipos de interés aplicables podrán ser inferiores o superiores a los establecidos en los apartados 1.1 y 1.2 anteriores, siempre que se compruebe o justifique la necesidad de alinearse con competidores o copartícipes procedentes de otros países que cuenten con apoyo oficial para los créditos que amparen operaciones de exportación.

1.4 Créditos de refinanciación y créditos de posfinanciación con plazo de pago inferior a dos años: 10 por 100 anual.

Los tipos de interés, incluyendo comisiones propias del crédito especificadas en este apartado 1, serán fijos para la modalidad de crédito a proveedor y mínimos para la modalidad de crédito a comprador extranjero.

La clasificación de los países de destino en países relativamente ricos, países intermedios y países relativamente pobres se hará de acuerdo con lo establecido por el Consenso OCDE sobre crédito a la exportación.

El Banco de España, previo informe favorable del Ministerio de Economía y Hacienda, autorizará en cada caso los tipos especiales de interés a que se refieren los apartados 1.2 y 1.3 anteriores.

2. Se mantienen los tipos de interés establecidos en los apartados 2, 3 y 4 del número primero de la Orden de 9 de noviembre

de 1983, excepto en lo que se refiere al apartado 3.2, que queda suprimido.

Segundo.—Los tipos de interés a los que se refiere el número primero anterior serán aplicables a las operaciones que se formalicen y ofertas, consultas vinculantes y prórrogas de crédito o de seguro de crédito a la exportación que se produzcan a partir de la fecha de publicación de esta Orden o de la revisión periódica establecida por el Consenso OCDE en lo que sea aplicable.

Tercero.—Queda derogada la Orden de 9 de noviembre de 1983 sobre tipos de interés aplicables a la financiación de exportación, excepto en lo que específicamente se mantiene en vigor en esta Orden.

Cuarto.—Se autoriza al Banco de España a dictar las normas complementarias y aclaratorias de la presente Orden.

Quinto.—La presente Orden entrará en vigor el mismo día de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Lo que comunico a VV. EE. para su conocimiento y efectos. Madrid, 24 de julio de 1984.

BOYER SALVADOR

Excmos. Sres. Secretario de Estado de Economía y Planificación y Gobernador del Banco de España.

MINISTERIO DEL INTERIOR

17223 CORRECCION de erratas del Real Decreto 1346/1984, de 11 de julio, sobre régimen disciplinario del Cuerpo Superior de Policía.

Padecidos errores en la inserción del citado Real Decreto, publicado en el «Boletín Oficial del Estado» número 170, de fecha 17 de julio de 1984, páginas 20918 a 20921, se transcriben a continuación las correcciones oportunas:

En la página 20918, columna derecha, artículo 208, apartado 4, donde dice: «... al respecto...», debe decir: «... al respeto...».

En la página 20920, columna izquierda, artículo 231, tercer renglón, donde dice: «... partes, ...», debe decir: «... parte, ...».

En la página 20920, columna derecha, artículo 241, párrafo 1, segundo renglón, donde dice: «... podrá desolver...», debe decir: «... podrá devolver...».

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

17224 ORDEN de 6 de julio de 1984 por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Ilustrísimo señor:

El Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, por el que se aprobó el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, faculta al Ministerio de Industria y Energía para dictar las instrucciones técnicas complementarias y demás disposiciones precisas para su desarrollo y aplicación.

A dichos efectos se han elaborado las instrucciones técnicas complementarias que figuran a continuación, las cuales incluyen la normativa técnica que en estos momentos se considera aplicable a las instalaciones eléctricas a que se refiere el citado Reglamento.

En su virtud, este Ministerio ha dispuesto:

Primero.—Se aprueban las instrucciones técnicas complementarias denominadas MIE-RAT, que se incluyen como anexo a la presente Orden ministerial.

DISPOSICION TRANSITORIA

Se autoriza la determinación por cálculo de las tensiones de paso y contacto (punto 1.1 de la RAT 13) en las instalaciones de tercera categoría, previa medición de la resistividad del terreno y de la resistencia a tierra, durante un plazo de dieciocho meses, contados a partir de la entrada en vigor de esta Orden.

Lo que comunico a V. I. para su conocimiento y efectos. Madrid, 6 de julio de 1984.

SOLCHAGA CATALAN

Ilmo. Sr. Subsecretario.

ANEXO QUE SE CITA EN EL QUE SE RELACIONAN LAS "INSTRUCCIONES TECNICAS COMPLEMENTARIAS MIE - RAT, APROBADAS.

- MIE RAT 01 "TERMINOLOGIA"
 MIE RAT 02 "NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO Y HOJAS INTERPRETATIVAS."
 MIE RAT 03 "HOMOLOGACION DE MATERIALES Y APARATOS PARA INSTALACIONES DE ALTA TENSION."
 MIE RAT 04 "TENSIONES NOMINALES"
 MIE RAT 05 "CIRCUITOS ELECTRICOS"
 MIE RAT 06 "APARATOS DE MANIOBRA DE CIRCUITOS"
 MIE RAT 07 "TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES DE POTENCIA"
 MIE RAT 08 "TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCION"
 MIE RAT 09 "PROTECCIONES"
 MIE RAT 10 "CUADROS Y PUPITRES DE CONTROL"
 MIE RAT 11 "INSTALACIONES DE ACUMULADORES"
 MIE RAT 12 "AISLAMIENTO"
 MIE RAT 13 "INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA"
 MIE RAT 14 "INSTALACIONES ELECTRICAS DE INTERIOR"
 MIE RAT 15 "INSTALACIONES ELECTRICAS DE EXTERIOR"
 MIE RAT 16 "INSTALACIONES BAJO ENVOLVENTE METALICA HASTA 75,5KV: CONJUNTOS PREFABRICADOS"
 MIE RAT 17 "INSTALACIONES BAJO ENVOLVENTE AISLANTE HASTA 36 KV: CONJUNTOS PREFABRICADOS"
 MIE RAT 18 "INSTALACIONES BAJO ENVOLVENTE METALICA HASTA 75,5KV O SUPERIORES, AISLADAS CON HEXAFLORURO DE AZUFRE (SF6)
 MIE RAT 19 "INSTALACIONES PRIVADAS CONECTADAS A REDES DE SERVICIO PUBLICO"
 MIE RAT 20 "ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS"

INSTRUCCIONES TECNICAS COMPLEMENTARIAS (MIE-RAT) DEL REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TECNICAS Y GARANTIAS DE SEGURIDAD EN CENTRALES ELECTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACION.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT, 01. "TERMINOLOGIA".

En esta Instrucción se recogen los términos más generales utilizados en el presente Reglamento y en sus Instrucciones Complementarias. Se han seguido, en lo posible, las definiciones que figuran para estos términos en las normas UNE.

ALTA TENSION

Se considera alta tensión toda tensión nominal superior a 1 kV.

APARATO EXTRAIBLE.

Aparato que posee dispositivos de conexión que permiten, bajo tensión pero sin carga, separarlo del conjunto de la instalación y colocarlo en una posición de seguridad en la cual sus circuitos de Alta Tensión permanecen sin tensión.

APARATO MECANICO DE CONEXION CON DISPARO LIBRE.

Aparato mecánico de conexión cuyos contactos móviles vuelven a la posición abierta y permanecen en ella cuando se ordena la maniobra de apertura, incluso una vez iniciada la maniobra de cierre y aunque se mantenga la orden de cierre.

Nota: A fin de asegurar una interrupción correcta de la corriente que pueda haberse establecido, puede ser necesario que los contactos alcancen momentáneamente la posición cerrada.

AUTOEXTINGUIBILIDAD.

Cualidad de un material que, en las condiciones establecidas por la norma correspondiente, deja de quemarse cuando cesa la causa externa que provocó la combustión.

AUTOSECCIONADOR.

Aparato que abre un circuito automáticamente en condiciones pre-determinadas, cuando dicho circuito está sin tensión.

CANALIZACION O CONDUCCION.

Conjunto constituido por uno o varios conductores eléctricos, por los elementos que los fijan y por su protección mecánica, si la hubiera.

CENTRAL ELECTRICA.

Lugar y conjunto de instalaciones, incluidas las construcciones de obra civil y edificios necesarios, utilizadas directa o indirectamente para la producción de energía eléctrica.

CENTRO DE TRANSFORMACION.

Instalación provista de uno o varios transformadores reductores de Alta a Baja Tensión con la aparata y obra complementaria precisas.

CIRCUITO.

Conjunto de materiales eléctricos (conductores, aparata, etc.) alimentados por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobrintensidades por el o los mismos dispositivos de protección. No quedan incluidos en esta definición los circuitos que forman parte de los aparatos de utilización o receptores.

COEFICIENTE DE FALTA A TIERRA.

El coeficiente de falta a tierra en un punto P de una instalación trifásica es el cociente U_{p0}/U_p , siendo U_{p0} la tensión eficaz entre una fase sana del punto P y tierra durante una falta a tierra, y U_p la tensión eficaz entre cualquier fase del punto P y tierra en ausencia de falta.

Las tensiones U_{p0} y U_p lo serán a la frecuencia industrial.

La falta a tierra referida puede afectar a una o más fases en un punto cualquiera de la red.

El coeficiente de falta a tierra en un punto es, pues, una relación numérica superior a la unidad que caracteriza, de un modo general, las condiciones de puesta a tierra del neutro del sistema desde el punto de vista del emplazamiento considerado, independientemente del valor particular de la tensión de funcionamiento en este punto.

Los coeficientes de falta a tierra se pueden calcular a partir de los valores de las impedancias de la red en el sistema de componentes simétricas, vistas desde el punto considerado y tomando para las máquinas giratorias las reactancias subtransitorias.

Cuando para cualquiera que sea el esquema de explotación, la reactancia homopolar es inferior al triple de la reactancia directa y la resistencia homopolar no excede a la reactancia directa, el coeficiente de falta a tierra no sobrepasa 1,4.

CONDUCTORES ACTIVOS.

En toda instalación se consideran como conductores activos los destinados normalmente a la transmisión de energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro.

CONEXION EQUIPOTENCIAL.

Conexión que une dos partes conductoras de manera que la corriente que pueda pasar por ella no produzca una diferencia de potencial sensible entre ambas.

CORRIENTE DE DEFECTO O DE FALTA.

Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.

CORRIENTE DE DEFECTO A TIERRA.

Es la corriente que en caso de un sólo punto de defecto a tierra, se deriva por el citado punto desde el circuito averiado a tierra o a partes conectadas a tierra.

CORRIENTE DE PUESTA A TIERRA.

Es la corriente total que se deriva a tierra a través de la puesta a tierra.

NOTA: La corriente de puesta a tierra es la parte de la corriente de defecto que provoca la elevación de potencial de una instalación de puesta a tierra.

CORTE OMNIPOLAR

Corte de todos los conductores activos de un mismo circuito.

DEFECTO A TIERRA (O A MASA).

Defecto de aislamiento entre un conductor y tierra (o masa).

DEFECTO FRANCO.

Conexión accidental, de impedancia despreciable, entre dos o mas puntos con distinto potencial.

DISPOSITIVO ANTIBORNEO.

Dispositivo que impide un nuevo cierre inmediatamente después de una maniobra de cierre-apertura mientras se mantenga la orden de cierre.

ELECTRODO DE TIERRA.

Conductor, o conjunto de conductores, enterrados que sirven para establecer una conexión con tierra. Los conductores no aislados, colocados en contacto con tierra para la conexión al electrodo, se considerarán parte de éste.

INSTALACION DE TIERRA.

Es el conjunto formado por electrodos y líneas de tierra de una instalación eléctrica.

INSTALACION DE TIERRA GENERAL.

Es la instalación de tierra resultante de la interconexión de todas las puestas a tierra de protección y de servicio de una instalación.

INSTALACIONES DE TIERRA INDEPENDIENTES.

Dos instalaciones de tierra se consideran independientes entre sí cuando tienen electrodos de tierra separados y cuando durante el paso de la corriente a tierra por una de ellas, la otra no adquiere respecto a una tierra de referencia una tensión superior a 50 V.

INSTALACIONES DE TIERRA SEPARADAS.

Dos instalaciones de tierra se denominan separadas cuando entre sus electrodos no existe una conexión específica directa.

INSTALACION ELECTRICA.

Conjunto de aparatos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

INSTALACION ELECTRICA DE EXTERIOR.

Instalación eléctrica expuesta a la intemperie.

INSTALACION ELECTRICA DE INTERIOR.

Instalación eléctrica realizada en el interior de un local que la protege contra la intemperie.

INSTALACION PRIVADA.

Es la instalación destinada, por un único usuario, a la producción o utilización de la energía eléctrica en locales o emplazamientos de su uso exclusivo.

INTERRUPTOR.

Aparato dotado de poder de corte, destinado a efectuar la apertura y el cierre de un circuito, que tiene dos posiciones en las que puede permanecer en ausencia de acción exterior y que corresponden, una a la apertura y la otra al cierre del circuito.

INTERRUPTOR AUTOMATICO.

Interruptor capaz de establecer, mantener e interrumpir la intensidad de la corriente de servicio, o de interrumpir automáticamente o establecer, en condiciones predeterminadas intensidades de corriente anormalmente elevadas, tales como las corrientes de cortocircuito.

INTERRUPTOR DE APERTURA AUTOMATICA.

Interruptor en el que la apertura del circuito se produce automáticamente en condiciones predeterminadas.

LINEA DE ENLACE CON EL ELECTRODO DE TIERRA.

Quando existiera punto de puesta a tierra, se denomina línea de enlace con el electrodo de tierra, a la parte de la línea de tierra comprendida entre el punto de puesta a tierra y el electrodo, siempre que el conductor esté fuera del terreno o colocado aislado del mismo.

LINEA DE TIERRA.

Es el conductor o conjunto de conductores que une el electrodo de tierra con una parte de la instalación que se haya de poner a tierra, siempre y cuando los conductores estén fuera del terreno o colocados en él pero aislados del mismo.

MASA DE UN APARATO.

Conjunto de las partes metálicas de un aparato que en condiciones normales están aisladas de las partes activas.

NIVEL DE AISLAMIENTO NOMINAL.

- Para materiales cuya tensión más elevada para el material sea menor que 300 kV el nivel de aislamiento está definido por las tensiones soportadas nominales a los impulsos tipo rayo y las tensiones soportadas nominales a frecuencia industrial de corta duración.
- Para materiales cuya tensión más elevada para el material sea igual o mayor que 300 kV el nivel de aislamiento está definido por las tensiones soportadas nominales a los impulsos tipo maniobra y rayo.

NO PROPAGACION DE LA LLAMA.

Cualidad de un material por la que deja de arder en cuanto cesa de aplicársele el calor que provoca su combustión.

PONER O CONECTAR A MASA.

Unir eléctricamente un conductor al armazón de una máquina o a una masa metálica.

PONER O CONECTAR A TIERRA.

Unir eléctricamente con la tierra una parte del circuito eléctrico o una parte conductora no perteneciente al mismo por medio de la instalación de tierra.

PUESTA A TIERRA DE PROTECCION.

Es la conexión directa a tierra de las partes conductoras de los elementos de una instalación no sometidos normalmente a tensión eléctrica, pero que pudieran ser puestos en tensión por averías o contactos accidentales, a fin de proteger a las personas contra contactos con tensiones peligrosas.

PUESTA A TIERRA DE SERVICIO.

Es la conexión que tiene por objeto unir a tierra temporalmente parte de las instalaciones que están normalmente bajo tensión o permanentemente ciertos puntos de los circuitos eléctricos de servicio.

Estas puestas a tierra pueden ser:

- Directas; cuando no contienen otra resistencia que la propia de paso a tierra.
- Indirectas; cuando se realizan a través de resistencias o impedancias adicionales.

PUNTO A POTENCIAL CERO.

Punto del terreno a una distancia tal de la instalación de toma de tierra, que el gradiente de tensión en dicho punto resulta despreciable, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.

PUNTO DE PUESTA A TIERRA.

Es un punto situado generalmente fuera del terreno, que sirve de unión de las líneas de tierra con el electrodo, directamente o a través de líneas de enlace con él.

PUNTO NEUTRO.

Es el punto de un sistema polifásico que en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial con relación a cada uno de los polos o fases del sistema.

RED COMPENSADA MEDIANTE BOBINA DE EXTINCION.

Red cuyo neutro está unido a tierra mediante una bobina cuya reactancia es de un valor tal que en caso de una falta entre una fase de la red y tierra, la corriente inductiva a la frecuencia fundamental que circula entre la falta y la bobina neutraliza esencialmente la componente capacitiva a la frecuencia fundamental de la corriente de falta.

RED CON NEUTRO A TIERRA.

Red cuyo neutro está unido a tierra, bien directamente o bien por medio de una resistencia o de una inductancia de pequeño valor.

RED CON NEUTRO AISLADO.

Red desprovista de conexión intencional a tierra, excepto a través de dispositivos de indicación, medida o protección, de impedancias muy elevadas.

REENGANCHE AUTOMATICO.

Secuencia de maniobras por las que a continuación de una apertura se cierra automáticamente un aparato mecánico de conexión, después de un tiempo predeterminado.

RESISTENCIA GLOBAL O TOTAL A TIERRA.

Es la resistencia de tierra considerando la acción conjunta de la totalidad de las puestas a tierra.

RESISTENCIA DE TIERRA.

Es la resistencia entre un conductor puesto a tierra y un punto de potencial cero.

SECCIONADOR.

Aparato mecánico de conexión que, por razones de seguridad, en posición abierto, asegura una distancia de seccionamiento que satisfaga a condiciones especificadas.

Nota: Un seccionador es capaz de abrir y cerrar un circuito cuando es despreciable la corriente a interrumpir o a establecer, o bien cuando no se produce cambio apreciable de tensión en los bornes de cada uno de los polos del seccionador. Es también capaz de soportar corrientes de paso en las condiciones normales del circuito, así como durante un tiempo especificado en condiciones anormales, tales como las de cortocircuitos.

SOBRETENSION.

Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior al valor máximo que puede existir entre ellos en servicio normal.

SOBRETENSION TEMPORAL.

Es la sobretensión entre fase y tierra o entre fases en un lugar determinado de la red, de duración relativamente larga y que no está amortiguada, o sólo lo está debilmente.

SOBRETENSION TIPO MANIOBRA.

Es la sobretensión entre fase y tierra o entre fases en un lugar determinado de la red debida a una maniobra, defecto u otra causa y cuya forma puede asimilarse, en lo relativo a la coordinación de aislamiento, a la de los impulsos normalizados utilizados para los ensayos de impulso tipo maniobra.

SOBRETENSION TIPO RAYO.

Es la sobretensión entre fase y tierra o entre fases en un lugar determinado de la red debido a una descarga atmosférica u otra causa y cuya forma puede asimilarse, en lo relativo a la coordinación de aislamiento, a la de los impulsos normalizados utilizados para los ensayos de impulso tipo rayo.

SUBESTACION.

Conjunto situado en un mismo lugar, de la aparatación eléctrica y de los edificios necesarios para realizar alguna de las funciones siguientes: Transformación de la tensión, de la frecuencia, del número de fases, rectificación, compensación del factor de potencia y conexión de dos o más circuitos.

Quedan excluidos de esta definición los CENTROS DE TRANSFORMACION. -

SUBESTACION DE MANIOBRA.

Es la destinada a la conexión entre dos o más circuitos y su maniobra.

SUBESTACION DE TRANSFORMACION.

Es la destinada a la transformación de energía eléctrica mediante uno o más transformadores cuyos secundarios se emplean en la alimentación de otras subestaciones o centros de transformación.

TENSION.

Diferencia de potencial entre dos puntos. En los sistemas de corriente alterna se expresará por su valor eficaz, salvo indicación en contrario.

TENSION A TIERRA O CON RELACION A TIERRA.

Es la tensión que aparece entre un elemento conductor y la Tierra.

- En instalaciones trifásicas con neutro no unido directamente a tierra, se considerará como tensión a tierra la tensión entre fases.
- En instalaciones trifásicas con neutro unido directamente a tierra es la tensión entre fase y neutro.

TENSION A TIERRA TRANSFERIDA.

Es la tensión de paso o de contacto que puede aparecer en un lugar cualquiera transmitida por un elemento metálico desde una instalación de tierra lejana.

TENSION DE CONTACTO.

Es la fracción de la tensión de puesta a tierra que puede ser puenteadada por una persona entre la mano y el pié (considerando un metro) o entre ambas manos.

TENSION DE CONTACTO APLICADA.

Es la parte de la tensión de contacto que resulta directamente aplicada entre dos puntos del cuerpo humano, considerando todas las resistencias que intervienen en el circuito y estimándose la del cuerpo humano en 1.000 ohmios.

TENSION DE DEFECTO.

Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor, o entre una masa y tierra.

TENSION DE PASO.

Es la parte de la tensión a tierra que puede ser puenteadada por un ser humano entre los dos piés, considerándose el paso de una longitud de un metro.

TENSION DE PASO APLICADA.

Es la parte de la tensión de paso que resulta directamente aplicada entre los piés de un hombre, teniendo en cuenta todas las resistencias que intervienen en el circuito y estimándose la del cuerpo humano en 1.000 ohmios.

TENSION DE PUESTA A TIERRA.

Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre una masa y tierra (ver Tensión de defecto).

TENSION DE SERVICIO.

Es el valor de la tensión realmente existente en un punto cualquiera de una instalación en un momento determinado.

TENSION DE SUMINISTRO.

Es el valor o valores de la tensión que constan en los contratos que se establecen con los usuarios y que sirven de referencia para la comprobación de la regularidad en el suministro. La tensión de suministro puede tener varios valores distintos, en los diversos sectores de una misma red, según la situación de éstos y demás circunstancias.

TENSION MAS ELEVADA DE UNA RED TRIFASICA.

Es el valor más elevado de la tensión entre fases, que puede presentarse en un instante y en un punto cualquiera de la red, en las condiciones normales de explotación. Este valor no tiene en cuenta las variaciones transitorias (por ejemplo, maniobras en la red) ni a las variaciones temporales de tensión debidas a condiciones anormales de la red (por ejemplo, averías o desconexiones bruscas de cargas importantes).

TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um).

Es el valor más elevado de la tensión entre fases para el que el material está especificado en lo que respecta a su aislamiento, así como a otras características relacionadas con esta tensión en las normas propuestas para cada material.

TENSION NOMINAL.

Valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento.

La tensión nominal expresada en kilovoltios, se designa en el presente Reglamento por Un.

TENSION NOMINAL DE UNA RED TRIFASICA.

Es el valor de la tensión entre fases por el cual se denomina la red, y a la cual se refieren ciertas características de servicio de la red.

TENSION NOMINAL PARA EL MATERIAL.

Es la tensión más elevada para el material asignada por el fabricante.

TENSION SOPORTADA.

Es el valor de la tensión especificada, que un aislamiento debe soportar sin perforación ni contorneamiento, en condiciones de ensayo preestablecidas.

TENSION SOPORTADA CONVENCIONAL A IMPULSOS TIPO MANIOBRA O TIPO RAYO.

Es el valor de cresta de una sobretensión tipo maniobra o tipo rayo aplicada durante un ensayo de impulso, para el que un aislamiento no debe presentar ninguna descarga disruptiva cuando está sometido a un número especificado de impulsos de este valor bajo condiciones especificadas en la norma de ensayo.

Este concepto se aplica en particular a los aislamientos no autorregenerables.

TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO MANIOBRA O TIPO RAYO.

Es el valor de cresta de la tensión soportada a los impulsos tipo maniobra o tipo rayo prescrita para un material, el cual caracteriza el aislamiento de este material en lo relativo a los ensayos de tensión soportada.

TENSION SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL.

Es el valor eficaz más elevado de una tensión alterna sinusoidal a frecuencia industrial, que el material considerado debe ser capaz de soportar sin perforación ni contorneamiento durante los ensayos realizados en las condiciones especificadas.

TIERRA.

Es la masa conductora de la Tierra, o todo conductor unido a ella por una impedancia despreciable.

TRANSFORMADOR PARA DISTRIBUCION.

Es el que transforma un sistema de corrientes en Alta Tensión en otro en Baja Tensión.

ZONA DE PROTECCION.

Es el espacio comprendido entre los límites de los lugares accesibles, por un lado, y los elementos que se encuentran bajo tensión, por otro.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 02: "NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO Y HOJAS INTERPRETATIVAS".

INDICE

1. NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.
2. DISPOSICIONES ACLARATORIAS.

1. Normas de obligado cumplimiento.

En el ámbito del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, y de acuerdo con lo especificado en el Real Decreto 2584/1981 por el que se aprueba el Reglamento General de las Actuaciones del Ministerio de Industria y Energía en el Campo de la Normalización y Homologación, se podrán declarar de obligado cumplimiento, total o parcialmente, Normas UNE, Normas Europeas (EN) o Documentos de Armonización (HD) del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) o Publicaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), por las razones que se especifican a continuación:

- a) Por razones de seguridad de las personas o cosas a iniciativa del Centro Directivo del Ministerio de Industria y Energía competente en materia de Seguridad Industrial o a petición de los Organos competentes de las Comunidades Autónomas.
- b) Por razones de calidad del Servicio Eléctrico a iniciativa de la Dirección General de la Energía del Ministerio de Industria y Energía o a petición de los Organos competentes de las Comunidades Autónomas.
- c) Por acuerdos internacionales.
- d) Por las razones anteriores o por otras de tipo económico relacionadas con la fabricación de los materiales y equipos, a petición de las empresas eléctricas o de los sectores fabricantes o instaladores, por Entidades o Asociaciones de consumidores o usuarios, o por persona física o jurídica interesada, previo informe favorable de las Direcciones Generales responsables.

Cuando una norma o parte de ella, se declare como de obligado cumplimiento, se incluirá en la lista aneja a esta Instrucción y además se indicará en los textos de las Instrucciones afectadas.

2. Disposiciones aclaratorias.

De acuerdo con el artículo segundo del Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, el Ministerio de Industria y Energía podrá dictar las Ordenes Ministeriales o Resoluciones aclaratorias, ampliatorias o complementarias sobre las Instrucciones Técnicas Complementarias (MIE-RAT) del Reglamento que considere convenientes para facilitar la correcta aplicación de ellas.

ANEXO RAT 02

RELACION DE NORMAS -UNE- QUE SE DECLARAN DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

<u>UNE 20 004 76 (0)</u>	- Símbolos (literales y gráficos) y esquemas utilizados en electrotecnia. Índice alfabético.
<u>UNE 20 004 74 (1)</u>	- Símbolos (literales y gráficos) y esquemas en electrotecnia. Símbolos literales.
<u>UNE 20 004 68 (2)</u>	- Símbolos (literales y gráficos) y esquemas en electrotecnia. Naturaleza de la corriente, sistemas de distribución, modos de conexión y elementos de los circuitos.
<u>UNE 20 004 68 (3)</u>	- Símbolos (literales y gráficos) y esquemas en electrotecnia. Máquinas, transformadores, baterías.
<u>UNE 20 004 73 (6)</u>	- Símbolos (literales y gráficos) y esquemas en electrotecnia. Centrales generadoras, subestaciones, líneas de transporte y distribución.
<u>UNE 20 099 74</u>	- Aparataje de alta tensión bajo envoltura metálica.
<u>UNE 20 100 80</u>	- Seccionadores de corriente alterna para alta tensión y seccionadores de puesta a tierra.
<u>UNE 20 101 81 (1) 1R</u>	- Transformadores de potencia. Generalidades.
<u>UNE 20 101 81 (2) 1R</u>	- Transformadores de potencia. Calentamiento.
<u>UNE 20 101 82 (4) 1R</u>	- Transformadores de potencia. Tomas y conexiones.
<u>UNE 20 101 82 (5) 1R</u>	- Transformadores de potencia. Aptitud para soportar cortocircuitos.
<u>UNE 20 104 75</u>	- Interruptores de corriente alterna para alta tensión.

<u>UNE 20 104 75 1C</u>	- Interruptores de corriente alterna para alta tensión. Ensayos para la verificación del poder de corte para batería única de condensadores.
<u>UNE 20 104 75 2C</u>	- Interruptores de corriente alterna para alta tensión. Ensayos para la verificación del poder de corte para líneas en vacío.
<u>UNE 20 104 75 3C</u>	- Interruptores de corriente alterna para alta tensión. Ensayos para la verificación del poder de corte para cables en vacío.
<u>UNE 20 104 80 4C</u>	- Interruptores de corriente alterna para alta tensión. Nuevas definiciones, tablas y ensayos.
<u>UNE 20 138 76</u>	- Transformadores trifásicos en baño de aceite para distribución en baja tensión.
<u>UNE 20 141 78</u>	- Aparataje de alta tensión bajo envoltura metálica para tensiones nominales de 72,5 KV y superiores.
<u>UNE 20 324 78 1R</u>	- Clasificación de los grados de protección proporcionados por las envolturas.
<u>UNE 21 062 80 (1) 1R</u>	- Coordinación de aislamiento. Términos, definiciones, principios y reglas.
<u>UNE 21 062 80 (2) 1R</u>	- Coordinación de aislamiento. Guía de aplicación.
<u>UNE 21 087 70</u>	- Pararrayos de resistencia variable.
<u>UNE 21 087 81 (1)</u>	- Pararrayos de resistencia variable. Guía de aplicación.
<u>UNE 21 088 81 (1)</u>	- Transformadores de medida y protección. Transformadores de intensidad.
<u>UNE 21 088 81 (2)</u>	- Transformadores de medida y protección. Transformadores de tensión.
<u>UNE 21 110 74 (1)</u>	- Aisladores de apoyo para interior y exterior de materia cerámica o vidrio destinados a instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V. Definiciones y ensayos.
<u>UNE 21 110 83 (2)</u>	- Dimensiones de los aisladores de apoyo y elementos de aisladores de apoyo, de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
<u>UNE 21 308 76 (1) 1R</u>	- Ensayos en alta tensión. Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
<u>UNE 21 308 76 (2) 1R</u>	- Ensayos en alta tensión. Modalidades de ensayo.
<u>UNE 21 308 77 (3) 1R</u>	- Ensayos en alta tensión. Dispositivos de medida.
<u>UNE 21 308 81 (4)</u>	- Ensayos en alta tensión. Guía de aplicación para los dispositivos de medida.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 03: "HOMOLOGACION DE MATERIALES Y APARATOS PARA INSTALACIONES DE ALTA TENSION".

INDICE

1. GENERALIDADES.

1. Generalidades.

Cuando el Ministerio de Industria y Energía lo estime necesario o conveniente podrá establecer la homologación de un tipo de máquina o aparato utilizable en instalaciones de alta tensión.

Dicha homologación implica el reconocimiento oficial de que la citada máquina o aparato cumple lo establecido en una Instrucción de este Reglamento o en una Norma relacionada con el mismo.

La homologación podrá establecerse a iniciativa del Ministerio de Industria y Energía, o a petición de otros Organismos de la Administración, Asociaciones, Entidades o particulares.

La homologación se establecerá mediante una Disposición que regulará las máquinas o aparatos afectados, así como las exigencias técnicas requeridas.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 04: "TENSIONES NOMINALES"

INDICE

1. TENSIONES NOMINALES NORMALIZADAS.

2. TENSIONES NOMINALES NO NORMALIZADAS.

1. Tensiones nominales normalizadas.

Las tensiones nominales normalizadas se indican en el cuadro siguiente:

TENSION NOMINAL DE LA RED		TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	
(Un)	kV	(Um)	kV
	3		3,6
	6		7,2
	10		12
	15		17,5
	20 x		24
	30		36
	45		52
	66 x		72,5
	110		123
	132 x		145
	220 x		245
	380 x		420

(x) Tensiones de uso preferente en redes de distribución públicas.

2. Tensiones nominales no normalizadas.

Existiendo en el Territorio Nacional extensas redes a tensiones nominales diferentes de las que como normalizadas figuran en el apartado anterior, se admite su utilización dentro de los sistemas a que correspondan.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 05: "CIRCUITOS ELECTRICOS"

INDICE

1. CIRCUITOS ELECTRICOS DE BAJA TENSION CONSIDERADOS COMO DE ALTA TENSION.
2. SEPARACION DE CIRCUITOS.
3. CONDUCTORES ELECTRICOS.
4. CONEXIONES.
5. CANALIZACIONES.
- 5.1 Canalizaciones con conductores desnudos.
- 5.2 Canalizaciones con conductores aislados.
6. INTENSIDADES ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES.

1. CIRCUITOS ELECTRICOS DE BAJA TENSION CONSIDERADOS COMO DE ALTA TENSION.

Todos los circuitos de baja tensión no conectados a tierra, que estén en contacto con máquinas o aparatos de alta tensión, o que estén muy próximos a otros circuitos de alta tensión, deben ser considerados, a efectos de su disposición y servicio, como si fuesen ellos mismos elementos de alta tensión. Se exceptuarán de esta prescripción los circuitos de baja tensión próximos a otros de alta tensión debidamente protegidos para que no alcancen tensiones peligrosas.

En casos especiales en los que no fuera conveniente la conexión directa a tierra de los circuitos de baja tensión, puede ser ésta sustituida por la conexión a través de un descargador adecuado.

2. SEPARACION DE CIRCUITOS.

Los circuitos correspondientes a distintas y diversas clases de corriente, deberán separarse entre sí y disponerse de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos para las personas y los cosas.

CONDUCTORES ELECTRICOS.

Los conductores podrán ser de cualquier material metálico que permita construir cables o perfiles de características adecuadas para su fin, debiendo presentar, además, resistencia a la corrosión.

Los conductores podrán emplearse desnudos o recubiertos de materiales aislantes apropiados.

CONEXIONES.

Las conexiones de los conductores a los aparatos, así como las empalmes entre conductores, deberán realizarse mediante dispositivos adecuados, de forma tal que no incrementen sensiblemente la resistencia eléctrica del conductor.

Los dispositivos de conexión y empalme serán de diseño y fabricación tal que eviten los efectos electroquímicos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran deterioro que perjudique la resistencia mecánica necesaria.

En estos dispositivos, así como en los de fijación de los conductores a los aisladores, se procurará evitar, o por lo menos reducir al mínimo, las posibles pérdidas por histéresis y por corrientes de Foucault, al establecer circuitos cerrados de materiales magnéticos alrededor del conductor.

5. CANALIZACIONES.

Los conductores de energía eléctrica en el interior del recinto de la instalación se considerarán divididos en conducciones o canalizaciones de baja tensión y de alta tensión. Las primeras deberán ser dispuestas y realizadas de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

En cuanto a las segundas, se tendrá en cuenta, en la disposición de las canalizaciones, el peligro de incendio, su propagación y consecuencias, para lo cual se procurará reducir al mínimo sus riesgos adoptando las medidas que a continuación se indican:

- Las conducciones o canalizaciones no deberán disponerse sobre materiales combustibles no autoextinguibles, ni se encontrarán cubiertas por ellos.
- Los revestimientos exteriores de los cables deberán ser difícilmente inflamables.
- Los cables auxiliares de medida, mando, etc., se mantendrán, siempre que sea posible, separados de los cables con tensiones de servicio superiores a 1 kV o deberán estar protegidos mediante tabiques de separación o en el interior de canalizaciones o tubos metálicos puestos a tierra.
- Las galerías subterráneas, atarjeas, zanjas, y tuberías para alojar conductores deberán ser amplias y con ligera inclinación hacia los pozos de recogida de aguas, o bien estarán provistas de tubos de drenaje.

5.1 Canalizaciones con conductores desnudos.

Las canalizaciones realizadas con conductores desnudos sobre aisladores de apoyo, deberán diseñarse teniendo en cuenta lo siguiente:

- Tensión nominal entre conductores y entre éstos y tierra.
- Nivel de aislamiento previsto.
- Grado y tipo de contaminación ambiental.
- Intensidades admisibles.
- Diseño mecánico de la instalación bajo los efectos de los esfuerzos dinámicos derivados del cortocircuito.
- Campo magnético resultante cuando éste pueda afectar a elementos metálicos situados en las proximidades de la canalización.

En Centros de Transformación, si no se justifica expresamente, la resistencia mecánica de los conductores, deberá verificarse, en caso de cortocircuito, que:

$$\frac{I^2 L}{60.DW} \leq 6$$

siendo:

I - Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L - Separación longitudinal entre aisladores de apoyo en centímetros.

D - Separación entre fases, en centímetros.

W - Módulo resistente de los conductores en cm³.

6 - Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores en daN/cm².

En cualquier caso, el diámetro mínimo de los conductores de cobre será de 0,8 cm. Para materiales o perfiles diferentes, los conductores no tendrán una resistencia eléctrica superior ni una rigidez mecánica inferior a las correspondientes a la varilla de cobre de 0,8 cm de diámetro.

5.2 Canalizaciones con conductores aislados.

En el diseño de estas canalizaciones deberá tenerse presente lo siguiente:

- Tensión nominal entre conductores y entre éstos y tierra.
- Nivel de aislamiento previsto.
- Intensidades admisibles.
- Disipación del calor.
- Protección contra acciones de tipo mecánico (golpes, rozaduras y otras).
- Radios de curvatura admisible por los conductores.
- Intensidades de cortocircuito.
- Corrientes de corrosión cuando exista envuelta metálica.
- Vibraciones.
- Propagación del fuego.
- Radiación (solar, ionizante y otras).

5.2.1 Cables aislados.

Los cables aislados podrán ser de aislamiento seco termoplástico o termoestable, de papel impregnado, de aceite fluido u otros.

La instalación de estos cables aislados podrá ser:

- a) Directamente enterrado en zanja abierta en el terreno con lecho y relleno de arena debidamente preparado. Se dispondrá una línea continua de ladrillos o pasillas encima del cable, a modo de protección mecánica.

Quando el trazado discorra por zonas de libre acceso al público, se dispondrá asimismo, una cinta de señalización con la indicación de A.T.

- b) En tubos de hormigón, cemento o fibrocemento, plástico o metálicos, debidamente enterrados en zanjas.
- c) En atarjeas o canales revisables, con un sistema de evacuación de agua cuando estén a la intemperie. Este tipo de canalizaciones no podrá usarse en las zonas de libre acceso al público.
- d) En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared, adoptando las protecciones mecánicas adecuadas cuando discurren por zonas accesibles a personas o vehículos.
- e) Colgados de cables fiadores, situados a una altura que permita, cuando sea necesario, la libre circulación sin peligro de personas o vehículos, siendo obligatorio la indicación el máximo galibo admisible.

Quando cualquiera de estas canalizaciones atraviesen paredes, muros, tabiques o cualquier otro elemento que delimite secciones de protección contra incendios, se hará de forma que el cierre obtenido presente una resistencia al fuego equivalente.

Los cables se colocarán de manera que no se perjudiquen sus propiedades funcionales (estanquidad en las botellas terminales, mantenimiento de la presión del aceite, etc.)

5.2.2 Conductores rígidos recubiertos de material aislante.

Estos conductores son generalmente barras, pletinas, alambres o redondos recubiertos de material aislante. Estos conductores debido a su aislamiento, permiten reducir las distancias entre fases y a tierra, pero a efectos de seguridad de las personas, deben considerarse como conductores desnudos, con la excepción de lo establecido en la RAT 17.

6. INTENSIDADES ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES.

La sección de los conductores desnudos se determinará de modo que la temperatura máxima en servicio (calentamiento más temperatura ambiente), no sea superior a 80°C, tanto para conductores de cobre como de aluminio. Se deberán tomar las medidas apropiadas para compensar las dilataciones de las barras o varillas.

Para los conductores aislados, la sección se determinará teniendo en cuenta la temperatura límite admisible, por el aislamiento, tanto en servicio continuo como en servicio momentáneo.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 06: "APARATOS DE MANIOBRA DE CIRCUITOS".

INDICE

1. MANIOBRA DE CIRCUITOS.
2. INTERRUPTORES E INTERRUPTORES AUTOMATICOS.
3. SECCIONADORES.
4. CONDICIONES DE EMPLEO.

1. MANIOBRA DE CIRCUITOS.

Las maniobras de interrupción, seccionamiento y aislamiento de circuitos, deben ser efectuadas mediante aparatos adecuados a la operación a realizar.

2. INTERRUPTORES E INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

- 2.1 Los interruptores, automáticos o no, podrán emplear para la extinción del arco sistemas basados en los principios de gran volumen de aceite, pequeño volumen de aceite, aire comprimido, hexafluoruro de azufre, vacío, soplado magnético, auto-soplado, o cualquier otro principio que la experiencia aconseje.

Se indicarán claramente las posiciones de "cerrado" y "abierto", por medio de rótulos en el mecanismo de maniobra.

- 2.2 La maniobra de los interruptores podrá efectuarse de la forma que se estime más conveniente: mecánicamente, por resorte acumulador de energía, eléctricamente por solenoide o motor, por aire comprimido, etc.

Se prohíbe la utilización de interruptores, previstos para cierre manual, en los cuales el movimiento de los contactos sea dependiente de la actuación del operador. El interruptor debe tener un poder de cierre independiente de la acción del operador.

- 2.3 En el caso de interruptores de extinción de arco por aire comprimido, los depósitos de aire del propio interruptor deberán estar dimensionados de forma tal que sea posible realizar, por lo menos, el siguiente ciclo "abrir-cerrar-abrir" partiendo de la posición normal de trabajo (cerrado), sin necesidad de reposición de aire. Será obligatorio instalar un equipo de compresión y almacenamiento de aire, independiente de los depósitos del propio interruptor, cuya capacidad esté prevista teniendo en cuenta el número de interruptores y el ciclo de explotación establecido.

- 2.4 Cualquiera que sea el mecanismo adoptado para la maniobra de los interruptores automáticos, será de disparo libre. Todos los interruptores automáticos, estarán equipados con un dispositivo de apertura local, actuado manualmente. La apertura será iniciada por un dispositivo que podrá ser eléctrico, mecánico, neumático, hidráulico o combinación de los anteriores sistemas.

- 2.5 Con carácter general, salvo casos especiales, los interruptores automáticos, que no deban funcionar con reenganche rápido, deberán satisfacer con su pleno poder de corte uno de los dos ciclos nominales siguientes:

Abrir-3min - Cerrar-Abrir-3min - Cerrar-Abrir
Abrir-15 sg - Cerrar-Abrir.

Al final del ciclo el interruptor será capaz de soportar permanentemente el paso de su intensidad nominal en servicio continuo.

3. SECCIONADORES.

- 3.1 Los seccionadores deberán ser de modelo y tipo adecuado a la índole de su función, a la instalación y a la tensión e intensidad de servicio.

- 3.2 Los seccionadores, así como sus accionamientos correspondientes en su caso, tienen que estar dispuestos de manera tal que no maniobren intempestivamente por los efectos de la presión o de la tracción ejercida con la mano sobre el varillaje, por la presión del viento, por trepidaciones, por la fuerza de la gravedad, o bajo los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de cortocircuito.

- 3.3 En el caso de que los seccionadores estén equipados con servomecanismos de mando de cualquier tipo, la concepción de éstos será tal que no puedan producirse maniobras intempestivas por avería en los elementos de dichos mandos, en sus circuitos de alimentación o por falta de la energía utilizada para realizar el accionamiento.

- 3.4 Cuando los seccionadores estén equipados de cuchillas de puesta a tierra deberán estar dotados de un enclavamiento seguro entre las cuchillas principales y las de puesta a tierra.

- 3.5 Para tensiones nominales de los seccionadores iguales o inferiores a 36 kV la tensión soportada entre los contactos de un mismo polo del seccionador en posición de abierto debe ser superior a la tensión máxima soportada a tierra o entre polos diferentes, lo mismo a frecuencia industrial que a ondas de choque.

- 3.6 Los aisladores de los seccionadores y de los seccionadores de puesta a tierra estarán dispuestos de tal forma, que las corrientes de fuga vayan a tierra y no entre bornes de un mismo polo ni entre polos.

- 3.7 La intensidad nominal mínima de los seccionadores será de 200 amperios.

4. CONDICIONES DE EMPLEO.

- 4.1 Para aislar o separar máquinas, transformadores, líneas y otros circuitos, independientemente de la existencia de interruptores, automáticos o no, deberán instalarse seccionadores cuya disposición debe ser tal que pueda ser comprobada a simple vista su posición o, de lo contrario, deberá disponerse un sistema seguro que señale la posición del seccionador.

- 4.2 Cuando el interruptor, sea o no automático, presente las características de aislamiento exigidas a los seccionadores y su posición de "abierto" sea visible o señalado por un medio seguro, podrá omitirse el seccionador citado en 4.1.

- 4.3 Podrán suprimirse los seccionadores en el caso de utilizarse aparatos extraíbles, con los dispositivos de seguridad necesarios para evitar falsas maniobras, e impedir el acceso involuntario a los puntos con tensión que quedasen al descubierto al retirar el aparato.

- 4.4 Cuando en los circuitos secundarios de los transformadores existiesen dispositivos que permitan quitar previamente la carga, bastará instalar en el lado de alimentación de los primarios un aparato de corte solamente para la intensidad de vacío de los transformadores.

En el caso de que el dispositivo de accionamiento de este aparato actúe simultáneamente sobre las tres fases, se recomienda disponer de un enclavamiento que impida su accionamiento en tanto los secundarios estén conectados.

- 4.5 En el seccionamiento sin carga de líneas aéreas y cables aislados, debe tenerse presente la posible existencia de corrientes de capacidad. Particularmente, se tendrá en cuenta el caso en que estas intensidades, combinadas con las magnetizantes de los transformadores, puedan dar lugar a fenómenos de ferorresonancia en el seccionamiento unipolar.
- 4.6 Se recomienda el uso de enclavamientos adecuados para evitar, en las maniobras, la apertura o cierre indebidos de un seccionador.
- 4.7 Los cortocircuitos fusibles que al actuar den lugar automáticamente a una separación de contactos equiparable a las características de aislamiento exigidas a los seccionadores, serán considerados como tales, a efectos de lo señalado en 4.1.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 07: "TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES DE POTENCIA".

I N D I C E

1. GENERALIDADES.
2. GRUPOS DE CONEXION.
3. REGULACION.
4. ANCLAJE.
5. CABLEADO AUXILIAR.
6. PANTALLAS.

1. GENERALIDADES.

En general, tanto los transformadores como los autotransformadores de potencia conectados a una red trifásica, serán del tipo de máquina trifásica, si bien se admitirán los bancos constituidos por tres unidades monofásicas.

Para pequeñas cargas podrán emplearse transformadores monofásicos o agrupaciones de éstos cuando sea aconsejable.

Los transformadores de potencia construidos a partir de un año de la entrada en vigor de esta Instrucción deberán cumplir con la norma UNE 20.101.

Los transformadores trifásicos en baño de aceite para distribución en baja tensión hasta 2.500 kVA y tensión primaria más elevada para el material de 3,6 a 36 kV, construidos a partir de un año de la entrada en vigor de esta Instrucción, cumplirán con la norma UNE 20.138.

De cada transformador deberá existir el correspondiente protocolo de ensayos, certificado por el fabricante.

2. GRUPOS DE CONEXION.

Los grupos de conexión de los transformadores de potencia, se fijarán de acuerdo con la norma UNE 20.101, debiéndose elegir el más adecuado para el punto de la red donde se instale el transformador.

El grupo de conexión de los transformadores trifásicos para distribución en baja tensión hasta 2.500 kVA y tensión primaria más elevada para el material de 3,6 a 36 kV, estará de acuerdo con la norma UNE 20.138.

En el caso de autotransformadores su conexión será en estrella, recomendándose la puesta a tierra directa del neutro, y de no ser esto posible o conveniente, la conexión a tierra se realizará a través de un descargador apropiado.

Los transformadores conectados directamente a una red de distribución pública deberán tener un grupo de conexión adecuado, de forma que los desequilibrios de la carga repercutan lo menos posible en la red de baja tensión.

3. REGULACION.

Tanto los transformadores como los autotransformadores podrán disponer de un dispositivo que permita, en escalones apropiados, la regulación en carga de la tensión para asegurar la continuidad del servicio.

Se admite también la existencia de una regulación de tensión, estando la máquina sin servicio, a fin de adaptar su relación de transformación a las exigencias de la red. Se ha de procurar que esta operación se realice desde el exterior, sin tener que recurrir a levantar la tapa de la máquina.

4. ANCLAJE.

Los transformadores de potencia, si disponen de ruedas, deberán tenerlas bloqueadas durante su normal funcionamiento.

5. CABLEADO AUXILIAR.

Todos los cables de fuerza, control y señalización instalados exteriormente al transformador o autotransformador y que forman conjunto con él, deberán ser resistentes a la degradación por líquidos aislantes, agentes meteorológicos y no propagarán la llama.

6. PANTALLAS.

En el caso de grandes transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceites o cascos al averiarse otro muy próximo, se procurará instalar una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 08: "TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCION".

I N D I C E

1. CARACTERISTICAS GENERALES.
2. INSTALACION.

1. CARACTERISTICAS GENERALES.

Los transformadores de Medida y Protección cumplirán con lo prescrito en la norma UNE 21.088 y tendrán la potencia y grado de precisión correspondientes a las características de los aparatos que van a alimentar.

En los transformadores de tensión e intensidad destinados a la medida de energía suministrada o recibida por una instalación y que ha de ser objeto de posterior facturación se tendrá muy especialmente en cuenta lo que a este respecto determina el vigente Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.

En los transformadores de intensidad destinados a alimentar relés de protección, se deberá comprobar que la saturación que se produce cuando están sometidos a elevadas corrientes de cortocircuito, no hace variar su relación de transformación y ángulo de fase en forma tal que impida el funcionamiento correcto de los relés de protección alimentados por ellos.

Los transformadores de intensidad deberán elegirse de forma que puedan soportar los efectos térmicos y dinámicos de las máximas intensidades que puedan producirse como consecuencia de sobrecargas y cortocircuitos en las instalaciones en que están colocados.

2. INSTALACION.

Deberán ponerse a tierra todas las partes metálicas de los transformadores de medida que no se encuentren sometidas a tensión.

Asimismo deberá conectarse a tierra un punto del circuito o circuitos secundarios de los transformadores de medida. Esta puesta a tierra deberá hacerse directamente en las bornas secundarias de los transformadores de medida, excepto en aquellos casos en que la instalación aconseje otro montaje.

En los circuitos secundarios de los transformadores de medida se aconseja la instalación de dispositivos que permitan la separación, para su verificación o sustitución, de aparatos por ellos alimentados o la inserción de otros, sin necesidad de desconectar la instalación y, en el caso de los transformadores de intensidad, sin interrumpir la continuidad del circuito secundario.

La instalación de estos dispositivos será obligatoria en el caso de aparatos de medida de energía que sirvan para la facturación de la misma.

La instalación de los transformadores de medida se hará de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación o eventual sustitución.

Quando los aparatos de medida no se instalen cerca de los transformadores de medida, se tendrá especial cuidado en el dimensionado de los conductores que constituyen los circuitos secundarios para evitar la introducción de errores en la medida.

En el caso de transformadores de tensión, deberán tenerse muy en cuenta tanto sus características y las de la instalación, como los valores de la tensión de servicio, para evitar en lo posible la aparición de fenómenos de ferorresonancia.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 09: "PROTECCIONES".

I N D I C E

1. PROTECCION CONTRA SOBREENTENSIDADES.
2. PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES.
3. PROTECCION CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS.
4. PROTECCIONES ESPECIFICAS DE MAQUINAS E INSTALACIONES.
 - 4.1 Generadores rotativos.
 - 4.2 Transformadores y autotransformadores de potencia.
 - 4.3 Salidas de línea.
 - 4.4 Baterías de condensadores.
 - 4.5 Reactancias.
 - 4.6 Motores.

1. PROTECCION CONTRA SOBREENTENSIDADES.

Todas las instalaciones a que se refiere este Reglamento deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos, que puedan originar las corrientes de cortocircuito y las de sobrecarga cuando éstas puedan producir averías y daños en las citadas instalaciones.

Para las protecciones contra las sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos o cortocircuitos fusibles, con las características de funcionamiento que correspondan a las exigencias de la instalación que protegen.

Las sobreintensidades deberán eliminarse por un dispositivo de protección utilizado sin que produzca proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otras exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

2. PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES.

Las instalaciones eléctricas deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas tanto de origen interno como de origen atmosférico cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia, así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán, como regla general, pararrayos auto válvulas de resistencia variable. Los bornes de tierra de estas auto válvulas se unirán a la toma de tierra de acuerdo con lo establecido en la RAT.13.

La protección anteriormente citada podrá también encomendarse a explosores, según las condiciones de explotación de la red, excepto en los casos siguientes:

- En los sistemas con neutro a tierra con intensidades defecto Id en A, tales que con la resistencia a tierra R_m en Ω de las masas, se cumpla que $I_d \cdot R_m > 5000V$.
- En lugares de altitud superior a 1000 m o en instalaciones conectadas a una línea de alta tensión que discurra por cotas superiores a 1000 m a distancias de la instalación menores a 3 Km.
- En zonas expuestas a frecuentes descargas atmosféricas clasificadas en el plano nº 1 con índice de frecuencia de tormentas "muy elevado" o "elevado".

3. PROTECCION CONTRA SOBRECIENTAMIENTOS.

En caso necesario las instalaciones deberán estar debidamente protegidas contra los sobrecalentamientos, de acuerdo con lo que se indica en el apartado 4.

4. PROTECCIONES ESPECIFICAS DE MAQUINAS E INSTALACIONES.

4.1 Generadores rotativos.

Los generadores rotativos y sus motores de arrastre estarán dotados de dispositivos que los protejan tanto contra los defectos mecánicos como contra los defectos eléctricos.

Se deberán instalar las necesarias protecciones y alarmas contra los defectos de lubricación y refrigeración.

Asimismo será necesario disponer en los grupos turbina-generador de un dispositivo que detecte la sobrevelocidad o embalamiento y produzca la parada segura del grupo.

- En las protecciones contra defectos eléctricos será necesario, para generadores de cualquier potencia, instalar protección de sobreintensidad contra cortocircuito o sobrecarga, protección contra sobretensiones de origen atmosférico o internas y protección de falta a tierra en el estator.

Para generadores de potencia superior a 5 MVA se aconseja disponer, entre otras, protección diferencial, protección de máxima y mínima frecuencia, inversión de potencia, falta a tierra en el rotor y defecto de excitación, aunque siempre estarán dotados de dispositivos de control de la temperatura de los bobinados y del circuito magnético, tales que puedan provocar en caso necesario la desconexión de la máquina de la red.

En los generadores de potencia superior a los 5 MVA es muy aconsejable instalar un sistema de protección contra incendios accionado por el relé de protección diferencial o por termostatos adecuadamente situados. En los grandes generadores que utilicen como fluido de refrigeración el hidrógeno, será obligatorio la instalación de este sistema de protección contra incendios.

Se deberá prestar atención, en el proyecto y montaje, a los problemas de vibraciones.

Los generadores asincrónicos conectados a redes públicas, equipados con baterías de condensadores, estarán protegidos contra las sobretensiones de autoexcitación en caso de falta de tensión en la red pública.

4.2 Transformadores y autotransformadores de potencia.

4.2.1 Transformadores para distribución.

Los transformadores para distribución deberán protegerse contra sobreintensidades de acuerdo con los criterios siguientes:

- Los transformadores en los que no se prevean sobrecargas eventuales o se disponga de un sistema de seguimiento de la evolución de las cargas, no necesitarán protección contra estas sobreintensidades. En los demás casos, se protegerán contra sobrecargas bien por medio de interruptores accionados por relés de sobreintensidad, bien por medio de dispositivos térmicos que detecten la temperatura del devanado o las del medio refrigerante.

- Todos los transformadores para distribución, estarán protegidos contra los cortocircuitos de origen externo, en el lado de alta tensión o en el de baja tensión. Contra los cortocircuitos internos habrá siempre una protección adecuada en el circuito de alimentación de alta tensión.

4.2.2 Transformadores y Autotransformadores de potencia de relación de transformación de AT/AT.

Estos transformadores estarán equipados con protección contra sobreintensidades de cualquier tipo, situadas en el lado que más convenga salvo que el Organismo competente de la Administración por razones justificadas, autorice su supresión.

Para cualquier potencia, los transformadores y autotransformadores, estarán provistos de dispositivos térmicos que detecten la temperatura de los devanados o del medio refrigerante y de dispositivos liberadores de presión que evacúen los gases del interior de la cuba en caso de arco interno. Para potencia superior a 2,5 MVA el transformador o autotransformador, estará dotado de un relé que detecte el desprendimiento de gases en el líquido refrigerante.

Para potencia superior a 10 MVA los transformadores deberán estar provistos de relé de protección diferencial o de cuba que provoque la apertura de los interruptores de todos los devanados simultáneamente. Es aconsejable dotar al relé de un rearme manual que impida el cierre de los interruptores después de la actuación de éste, sin antes haberse comprobado la gravedad de la avería.

4.2.3 Ubicación y agrupación de los elementos de protección.

Los transformadores se protegerán contra sobreintensidades de alguna de las siguientes maneras:

- De forma individual con los elementos de protección situados junto al transformador que protegen.
- De forma individual con los elementos de protección situados en la salida de la línea, en la subestación que alimenta al transformador, o en un punto adecuado de la derivación, siempre que ésta línea o derivación alimente un sólo transformador.

A los efectos de los párrafos anteriores a) y b) se considera que la conexión en paralelo de varios transformadores trifásicos o la conexión de tres monofásicos para un banco trifásico, constituye un sólo transformador.

- De forma agrupada cuando se trate de centros de transformación de distribución pública colocándose los elementos de protección en la salida de la línea en la subestación de alimentación o en un punto adecuado de la red.

En este caso, el número de transformadores en cada grupo no será superior a ocho, la suma de las potencias nominales de todos los transformadores del grupo no será superior a 800 kVA y la distancia máxima entre cualquiera de los transformadores y el punto donde esté situado el elemento de protección será de 4 Km como máximo. Cuando estos centros de transformación sean sobre poste, la potencia máxima unitaria será de 250 kVA.

En el caso de que se prevean sobrecargas deberá protegerse cada transformador individualmente.

4.3 Salidas de líneas.

Las salidas de líneas deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. En redes de 1ª y 2ª categoría se efectuará esta protección por medio de interruptores automáticos.

Las líneas aéreas de transporte o de distribución pública en las que se prevea la posibilidad de numerosos defectos transitorios, se protegerán con sistemas que eliminen rápidamente el defecto transitorio, equipados con dispositivos de reenganche automático, que podrá omitirse cuando se justifique debidamente.

Para redes de distribución pública de 3ª categoría, las empresas eléctricas establecerán una normalización de las potencias máximas de cortocircuito en barras de salida, para las diversas tensiones.

4.3.1 Protección de líneas en redes con neutro a tierra.

En estas redes deberá disponerse de elementos de protección contra cortocircuitos que puedan producirse en cualquiera de las fases. El funcionamiento de la protección de sobreintensidad no debe aislar el neutro de tierra.

4.3.2 Protección de líneas en redes con neutro aislado de tierra.

En estas redes cuando se utilicen interruptores automáticos para la protección contra cortocircuito, será suficiente disponer solamente de relés sobre dos de las fases.

En el caso de líneas aéreas habrá siempre un sistema detector de tensión homopolar en la subestación donde esté la cabecera de línea. Además, en el caso de subestaciones donde no haya vigilancia directa o por telecontrol, se instalarán dispositivos automáticos, sensibles a los efectos eléctricos producidos por las corrientes de defecto a tierra, que provoquen la apertura de los aparatos de corte.

4.4 Baterías de condensadores.

En la instalación de las baterías de condensadores y a fin de evitar que la avería de un elemento dé lugar a la propagación de la misma a otros elementos de la batería, se dispondrá de una protección adecuada que provoque su descon-

xión, o bien, cada elemento dispondrá de un fusible que asegure la desconexión individual del elemento averiado. Estas protecciones estarán completadas con un relé de desequilibrio que provocará la desconexión de la batería a través del interruptor principal.

Todas las baterías de condensadores estarán dotadas de dispositivos para detectar las sobretensiones, las sobretensiones y los defectos a tierra, cuyos relés a su vez provocarán la desconexión del interruptor principal antes citado.

Cada elemento condensador tendrá una resistencia de descarga que reduzca la tensión entre bornes a menos de 50V al cabo de un minuto desde su conexión para elementos de tensión nominal igual o inferior a 660V y de cinco minutos para condensadores de tensión nominal superior.

4.5 Reactancias.

Las reactancias conectadas a los neutros de transformadores o generadores cuya misión sea crear un neutro artificial, no se dotarán de dispositivos de protección específicos que provoquen su desconexión individual de la red.

Las reactancias destinadas a controlar la energía reactiva de la red, dado que pueden ser por su técnica constructiva equiparables a los transformadores, se protegerán con dispositivos similares a los indicados para los transformadores en el apartado 4.2.

4.6 Motores de alta tensión.

De forma general, los motores estarán protegidos contra los defectos siguientes:

Motores síncronos y asíncronos:

- Cortocircuito. En el cable de alimentación y entre espiras.
- Sobrecargas excesivas (Mediante detección de la sobretensión, o por sonda de temperatura, o por imagen térmica).
- Rotor bloqueado en funcionamiento.
- Arranque excesivamente largo.
- Mínima tensión.
- Desequilibrio o inversión de fases.
- Defecto a masa del estator.
- Descebado de bombas (en el caso de accionamiento de este tipo de cargas).

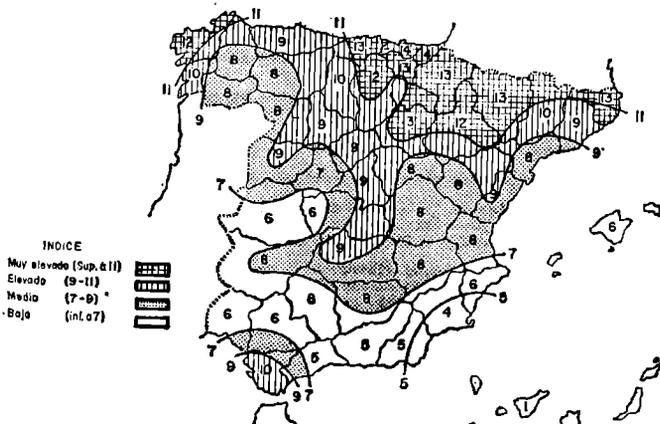
Para los motores síncronos se podrán tomar además medidas de protección contra:

- Pérdida de sincronismo.
- Pérdida de excitación.
- Defecto a masa del rotor.
- Marcha como asíncrono excesivamente larga.
- Sobretensión y subfrecuencia.
- Subpotencia y potencia inversa.

La decisión acerca de las protecciones a prever en cada caso dependerá de los riesgos potenciales de los defectos mencionados del tamaño del motor y de la importancia de la función que presta dicho motor.

PLANO N.º 1

MAPA DE FRECUENCIAS DE TORMENTAS.



Las cifras indican el número de días de tormentas al año en cada punto.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 10: "CUADROS Y PUPITRES DE CONTROL".

INDICE

1. AMBITO DE APLICACION.
2. SENALIZACION.
3. CONEXIONADO.
4. BORNES.
5. COMPONENTES CONSTRUCTIVOS.
6. MONTAJE.

1. AMBITO DE APLICACION.

Esta Instrucción se aplicará a los cuadros utilizados para el control de subestaciones, centrales generadoras, centros de transformación y demás instalaciones de alta tensión.

Quedan excluidos en esta Instrucción los cuadros y pupitres de control, compuestos de paneles y equipados con aparatos de medida, monitores, aparatos indicadores, lámparas, alarmas, y aparatos de mando. Estos cuadros o pupitres podrán ir equipados con esquemas sinópticos.

2. SENALIZACION.

La función de todos los aparatos situados en el frente de los cuadros y pupitres deberá poder ser perfectamente identificada por un profesional competente, bien por:

- a) Estar los aparatos situados en un panel o bastidor de uso exclusivo de una máquina, línea, transformador o servicio, con un letrero indicador general en ese panel.
- b) Llevar el aparato un letrero indicador complementario.

Por la parte posterior del cuadro o pupitre deberán existir letreros indicadores visibles situados junto a todos los aparatos o elementos desmontables existentes, de forma que si se desmontan, pueda identificarse de nuevo su posición.

Las regletas y sus bornes y los hilos o cables terminales estarán debidamente marcados de forma que si se desconectan puedan ser identificados para volver a colocarlos.

3. CONEXIONADO.

Las conexiones internas en los armarios de control se harán con cables aislados, preferentemente flexibles o circuitos impresos.

Los cables flexibles llevarán en sus extremos terminales metálicos del tipo conveniente para su conexión al aparato correspondiente.

El cableado de los cuadros o pupitres convencionales deberá poder soportar un ensayo de aislamiento de 2.000 voltios a frecuencia industrial durante un minuto.

El aislamiento y la cubierta de protección de los cables serán del tipo autoextinguible y no propagador de la llama.

La sección de los cables será la adecuada para poder soportar las intensidades previstas, con caídas de tensión admisibles.

4. BORNES.

Los bornes utilizados en cuadros y pupitres estarán dimensionados para soportar los esfuerzos térmicos y mecánicos previsibles, y serán de tamaño adecuado a la sección de los conductores que hayan de recibir.

Los bornes de circuitos de intensidad en los que se prevea la necesidad de hacer comprobaciones serán de un tipo tal que permita derivar el circuito de comprobación antes de abrir el circuito para evitar que quede abierto el secundario de los transformadores de intensidad.

5. COMPONENTES CONSTRUCTIVOS.

La estructura y los paneles de los cuadros y pupitres tendrán una rigidez mecánica suficiente para el montaje de los aparatos que en ella se coloquen, y serán capaces de soportar sin deformaciones su accionamiento y las vibraciones que se pudieran transmitir de las máquinas próximas.

Se adoptarán las medidas adecuadas para evitar los daños que puedan producirse por la presencia de humedades, condensaciones, insectos y otros animales que puedan provocar averías.

Todos los componentes constructivos tendrán un acabado que los proteja contra la corrosión. El frente de los cuadros y pupitres tendrá un acabado que no produzca brillos.

6. MONTAJE.

Quando se precise acceso a la parte posterior, los pasillos correspondientes serán de 0,8 metros de ancho como mínimo.

Quando se prevea la transmisión de vibraciones, se colocarán dispositivos amortiguadores adecuados.

Los cuadros y pupitres estarán debidamente iluminados en su frente y en su interior.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 11: "INSTALACIONES DE ACUMULADORES".

INDICE

1. GENERALIDADES.
 2. TENSIONES NOMINALES.
 3. ELECCION DE LAS BATERIAS DE ACUMULADORES.
 - 3.1 Tipos de baterías de acumuladores.
 - 3.2 Datos básicos para su elección.
 4. INSTALACION.
 - 4.1 Locales.
 - 4.2 Condiciones de instalación.
 5. PROTECCIONES ELECTRICAS DE LA BATERIA DE ACUMULADORES.
 6. EQUIPO DE CARGA DE BATERIAS DE ACUMULADORES.
1. GENERALIDADES.
- Los sistemas de protección y control de las instalaciones eléctricas de alta tensión se alimentarán mediante corriente continua procedente de baterías de acumuladores asociados con sus cargadores alimentados por corriente alterna. Se exceptúan de esta obligación las instalaciones de centros de transformación de 3ª categoría y aquellos casos en los que se justifique debidamente no ser necesario su empleo.
- En condiciones normales de explotación, el equipo de carga de la batería será capaz de suministrar los consumos permanentes y además de mantener la batería en condiciones óptimas.
- En caso de falta de corriente alterna de alimentación al equipo de carga o fallo por avería del mismo, deberá ser la propia batería de acumuladores la encargada de efectuar el suministro de corriente continua a los sistemas de protección y control de la instalación.
- El proyectista deberá fijar el tiempo de autonomía en estas condiciones, teniendo en cuenta las particularidades que concurren en sus sistemas de control y protección, así como la tensión mínima que deberá mantenerse al final de la descarga de la batería, que deberá coincidir con la tolerancia de los equipos alimentados por la misma.
2. TENSIONES NOMINALES.
- En el diseño de los sistemas de protección y control, se tendrá en cuenta la normalización de las tensiones nominales de corriente continua que se establece a continuación:
- 12 - 24 - 48 - 125 - 220 voltios.
- Las citadas tensiones nominales serán utilizadas como referencia por el usuario y permitirán definir el número de elementos de acumulador que contendrá la batería, así como la tensión de flotación que deberá suministrar el equipo de carga.
3. ELECCION DE LAS BATERIAS DE ACUMULADORES.
- 3.1 Tipos de baterías de acumuladores.
- Los tipos de baterías de acumuladores que se utilizarán normalmente serán los siguientes:
- Baterías ácidas, también denominadas de plomo, en las versiones de vaso abierto o cerrado.
 - Baterías alcalinas en las versiones de vaso semiestanco o hermético.
- 3.2 Datos básicos para su elección.
- En la elección del tipo de baterías, se tendrá en cuenta el valor de las puntas de descarga, el consumo permanente y la capacidad de las baterías. Se emplearán baterías de tipo lento cuando las puntas sean pequeñas en relación con el consumo permanente y baterías de descarga rápida cuando las puntas sean importantes en relación con el citado consumo permanente.
4. INSTALACION.
- En los proyectos y posteriores realizaciones de instalaciones de baterías de acumuladores, han de tenerse cuenta dos aspectos fundamentales:
- Requisitos mínimos que han de reunir los locales destinados a su emplazamiento.
 - Condiciones mínimas que han de cumplirse en las instalaciones propiamente dichas de las mismas.
- 4.1. Locales.
- 4.1.1 Las baterías de acumuladores eléctricos que puedan desprender gases corrosivos o inflamables en cantidades peligrosas, se emplazarán de acuerdo con las recomendaciones siguientes:
- El local de su instalación estará destinado exclusivamente a este fin, será seco y bien ventilado a ser posible con ventilación natural.

- El local estará protegido contra temperaturas extremas y aislado, en lo posible, de aquellos lugares o instalaciones donde se puedan producir vapores, gases, polvo, trepidaciones u otros agentes nocivos.

- Cuando la batería de acumuladores sea ácida y los vasos de la misma sean abiertos, se evitará la comunicación directa entre el local de instalación de la batería de acumuladores y las salas de máquinas o locales donde se hallen instalados los cuadros u otros equipos eléctricos cuyos aparatos puedan ser afectados en su funcionamiento por los gases corrosivos procedentes de la batería.

- Los materiales empleados en la construcción de los locales destinados a la instalación de la batería de acumuladores serán resistentes bien por sí mismos, o bien mediante preparación por recubrimientos adecuados, a la acción de los gases que puedan desprender los acumuladores. Este extremo se tendrá particularmente en cuenta en el pavimento, el cual se recomienda disponerlo con una ligera pendiente y un drenaje en forma tal que permita la evacuación en caso de derrame del electrolito y facilite su lavado con agua abundante.

4.1.2 Cuando la batería de acumuladores no despidan gases corrosivos o inflamables en cantidades peligrosas (como pueden ser los de tipo alcalino o ácido en vasos cerrados y herméticos), se podrán emplazar en locales debidamente ventilados, destinados a otros fines (salas de relés, control, o similares) recomendándose su instalación en el interior de armarios metálicos. Dichos armarios pueden llevar o no incorporados los equipos de carga.

4.2. Condiciones de instalación.

La instalación de los acumuladores debe ser tal, que permita el eventual relleno de electrolito, la limpieza y la sustitución de elementos sin riesgo de contactos accidentales peligrosos para el personal de trabajo.

En lugar visible del local en que está instalada la batería de acumuladores o en el interior de los armarios metálicos, cuando la instalación sea de este tipo, se dispondrá un cartel donde estén debidamente especificadas las características principales de la batería, así como las instrucciones precisas para realizar sus cargas periódicas y su mantenimiento.

4.2.1 Baterías ácidas abiertas.

En el caso de que la instalación se realice en locales destinados exclusivamente a contener acumuladores del tipo ácido, con vasos abiertos, se tendrá además en cuenta que los pasillos intermedios de acceso no podrán tener un ancho inferior a 75 cm.

Los acumuladores estarán aislados de sus soportes y éstos del suelo mediante piezas de materias aislantes no higroscópicas, permitiéndose la utilización de maderas tratadas.

En estos locales no existirá otra instalación eléctrica además de la propia de la batería, que la correspondiente al alumbrado, que se realizará según lo indicado en la Instrucción MI BT 026 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Se prohíbe expresamente el uso de cualquier tipo de toma de corriente.

4.1.2 Las protecciones eléctricas a las que se refiere el apartado 52 de esta Instrucción se situarán fuera de estos locales y las conexiones de salida hasta estas protecciones se realizarán tomando las debidas precauciones para evitar cortocircuitos.

4.2. Se recomienda disponer en estos locales de espacio para almacenar el electrolito, así como de un grifo y pila de agua corriente que permita el rápido lavado del personal que incidentalmente haya tenido contacto con los ácidos.

4.2.2 Baterías alcalinas o ácidas en vasos cerrados.

Las baterías de acumuladores alcalinas o ácidas en vasos cerrados, que estén instalados en armarios metálicos, podrán ubicarse a la intemperie siempre que dichos armarios metálicos sean apropiados para este tipo de instalación y estén dotados de ventilación adecuada y provistos de un aislamiento térmico que evite temperaturas peligrosas.

6. PROTECCIONES ELECTRICAS DE LA BATERIA DE ACUMULADORES.

Como norma general los dos polos de la batería de acumuladores estarán aislados de tierra.

Las protecciones mínimas que deberán ser previstas son:

- A la salida de la batería de acumuladores y antes de las barras de distribución deben instalarse cartuchos fusibles calibrados o interruptor automático.
- Sobre las barras de distribución se instalará un detector de tierras que como mínimo facilite una alarma preventiva en caso de una eventual puesta a tierra de cualquier polo.
- Todos los circuitos a los distintos servicios deben ir equipados con cartuchos fusibles calibrados o con interruptores automáticos.
- Se instalará un dispositivo detector que indique la falta de alimentación a la batería.
- Se instalarán sistemas de alarma de falta de corriente continua en los circuitos esenciales, tales como protección y maniobra.

6. EQUIPO DE CARGA DE BATERÍAS DE ACUMULADORES.

Las baterías de acumuladores deberán ir asociadas a un equipo de carga adecuado, que cumpla las siguientes condiciones mínimas:

- En régimen de flotación debe ser capaz de mantener la tensión de flotación en bornas de batería dentro de una banda de fluctuación de $\pm 1\%$, para una variación del $\pm 10\%$ de la tensión de alimentación, debiendo compensar en las condiciones anteriores, la autodescarga propia de la batería y además dar el consumo permanente del sistema de protección y control de la instalación.
- Habrá de mantener el factor de rizado máximo, en cualquier condición de carga, que exijan los equipos alimentados por el conjunto batería-equipo de carga.
- Estará dotado de un mínimo de alarmas que permitan detectar un mal funcionamiento del equipo.
- El régimen normal de funcionamiento será el de flotación. Si se emplean otros sistemas se justificará debidamente, su utilización.

Instrucción Técnica Complementaria NIE-RAT 12: "AISLAMIENTO".

INDICE

- 1. NIVELES DE AISLAMIENTO NOMINALES.
 - 1.1 Niveles de aislamiento nominales para materiales del Grupo A.
 - 1.2 Niveles de aislamiento nominales para materiales del Grupo B.
 - 1.3 Niveles de aislamiento nominales para materiales del Grupo C.
- 2. ENSAYOS.
- 3. DISTANCIAS EN EL AIRE ENTRE ELEMENTOS EN TENSION Y ESTRUCTURAS METALICAS PUESTAS A TIERRAS.

1. NIVELES DE AISLAMIENTO NOMINALES.

El aislamiento de los equipos que se empleen en las instalaciones de A.T. a las que hace referencia este Reglamento, deberán adaptarse a los valores normalizados indicados en la norma UNE 21.062, salvo en casos especiales debidamente justificados por el proyectista de la instalación.

Los valores normalizados de los niveles de aislamiento nominales de los aparatos de A.T., definidos por las tensiones soportadas nominales para distintos tipos de solicitaciones dieléctricas, se muestran en las Tablas 1, 2 y 3 reunidos en tres grupos según los valores de la tensión más elevada para el material.

- Grupo A. Tensión mayor de 1 kV y menor de 52 kV.
- Grupo B. Tensión igual o mayor de 52 kV y menor de 300 kV.
- Grupo C. Tensión igual o mayor de 300 kV.

1.1 Niveles de aislamiento nominales para materiales del Grupo A.

1.1.1 La siguiente tabla especifica los niveles de aislamiento nominales asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada para materiales del Grupo A.

TABLA 1

TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL. (Um)	TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO.		TENSION SOPORTADA NOMINAL DE CORTA DURACION A FRECUENCIA INDUSTRIAL.
	Lista 1	Lista 2	
kV eficaces	kV cresta		kV eficaces
3,6	20	40	70
7,2	40	60	20
12	60	75	25
17,5	75	95	30
24	95	125	50
36	145	170	70

Además de la tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial, se dan dos valores de la tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo para cada valor de la tensión más elevada para el material. Estos dos valores se especifican en las lista 1 y 2. No se utilizarán valores intermedios. Los ensayos a impulso se especifican con el fin de verificar la capacidad del aislamiento, y en particular la de los devanados para soportar las sobretensiones de origen atmosférico y las sobretensiones de maniobra de frente escarpado, especialmente las debidas a recebados entre contactos de los aparatos de maniobra.

Bajo condiciones especiales de utilización pueden emplearse para un determinado aparato tensiones de ensayo reducidas tanto en frecuencia industrial como a impulso o incluso suprimir los ensayos a impulso pero, en este caso, debe demostrarse mediante ensayos o por una combinación de ensayos y cálculos que se cumplen las condiciones necesarias de aislamiento para las solicitaciones más importantes que ocurrirán en servicio.

1.1.2 La elección entre la lista 1 y la lista 2, deberá hacerse considerando el grado de exposición a las sobretensiones de rayo y de maniobra, las características de puesta a tierra de la red y, cuando exista, el tipo de dispositivo de protección contra las sobretensiones.

1.1.3 El material que responda a la lista 1 es utilizable en las siguientes instalaciones:

1.1.3.1 a) Cuando el neutro está puesto a tierra bien directamente o bien a través de una impedancia de pequeño valor comparado con el de una bobina de extinción. En este caso no es necesario emplear dispositivos de protección contra las sobretensiones, tales como pararrayos.

b) Cuando el neutro del sistema está puesto a tierra a través de una bobina de extinción y en algunas redes equipadas con una protección suficiente contra las sobretensiones. Este es el caso de redes extensas de cables en las que puede ser necesario el empleo de pararrayos capaces de descargar la capacidad de los cables.

1.1.3.2 En redes e instalaciones conectadas a líneas aéreas a través de transformadores en las que la capacidad con respecto a tierra de los cables unidos a las bornas de baja tensión del transformador es al menos de 0,05 μ F por fase. Cuando la capacidad a tierra del cable es inferior al valor indicado, pueden conectarse condensadores suplementarios entre el transformador y el aparato de corte, tan cerca como sea posible de los bornes del transformador, de modo que la capacidad total a tierra del cable y de los condensadores llegue a ser al menos de 0,05 μ F por fase.

Esto cubre los casos siguientes:

a) Cuando el neutro del sistema está puesto a tierra bien directamente o bien a través de una impedancia de valor pequeño comparado con el de una bobina de extinción. En este caso, puede ser conveniente una protección contra las sobretensiones por medio de pararrayos.

b) Cuando el neutro del sistema está puesto a tierra a través de una bobina de extinción y además existe una protección adecuada contra las sobretensiones por medio de pararrayos.

1.1.3.3 En redes e instalaciones conectadas directamente a líneas aéreas:

a) Cuando el neutro del sistema está puesto a tierra bien directamente o bien a través de una impedancia de valor pequeño comparado con el de una bobina de extinción y donde exista una adecuada protección contra las sobretensiones mediante explosores o pararrayos, teniendo en cuenta la probabilidad de la amplitud y frecuencia de las sobretensiones.

b) Cuando el neutro del sistema está puesto a tierra a través de una bobina de extinción y la protección adecuada contra las sobretensiones esté asegurada por pararrayos.

1.1.4 En todos los demás casos, o cuando sea necesario un alto grado de seguridad, se utilizará el material correspondiente a la lista 2.

1.2 Niveles de aislamiento nominales para materiales del Grupo B.

1.2.1 En esta gama de tensiones la elección del nivel de aislamiento debe hacerse principalmente en función de las sobretensiones de onda de rayo que se puedan presentar.

La tabla siguiente especifica los niveles de aislamiento nominales asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada para materiales del Grupo B.

TABLA 2

TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um)	TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO		TENSION SOPORTADA NOMINAL DE CORTA DURACION A FRECUENCIA INDUSTRIAL.
	kV eficaces	kV cresta	
52	250	95	
72,5	325	140	
123	450	185	
145	550	230	
170	650	275	
245	750	325	
	850	360	
	950	395	
	1.050	460	

Esta tabla asocia uno o más niveles de aislamiento recomendados a cada valor normalizado de la tensión más elevada para el material.

1.2.2 No se utilizarán tensiones de ensayo intermedias. En los casos donde se dé más de un nivel de aislamiento, el más elevado es el que conviene al material situado en redes provistas de bobina de extinción o en las que el coeficiente de falta a tierra sea superior a 1,4.

1.2.3 Sobre una misma red podrán existir varios niveles de aislamiento de acuerdo con la diferente situación de cada instalación.

1.3 Niveles de aislamiento nominales para materiales del Grupo C.

1.3.1 En esta grupo de tensiones, la elección del material a instalar es función prioritaria de las sobretensiones de maniobra que se esperen en la red, y el nivel de aislamiento del material se caracteriza por las tensiones soportadas a los impulsos tipo maniobra y tipo rayo.

TABLA 3

TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um)	TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO	TENSION SOPORTADA NOMINAL DE CORTA DURACION A FRECUENCIA INDUSTRIAL.
kV eficaces	kV cresta	kV cresta
300	750	850
362	850	950
420	950	1050
525	1050	1175
	1175	1300
	1300	1425
	1425	1550
765	1550	1800
		1950
		2100
		2400

Esta tabla dá las combinaciones recomendadas entre las tensiones más elevadas para el material y el nivel de aislamiento. Cuando, debido a las características de la red, o a los métodos elegidos para controlar las sobretensiones de maniobra o de rayo, el empleo de combinaciones distintas a las de la tabla quede justificado técnica y económicamente, los valores seleccionados deben tomarse de entre los que figuran en la tabla.

1.2.2

En una misma red pueden coexistir varios niveles de aislamiento, correspondientes a instalaciones situadas en diferentes lugares de la red o a diferentes materiales pertenecientes a una misma instalación.

8.

ENSAYOS.

Los ensayos de tensión soportada de las instalaciones o de los distintos aparatos que las componen, están destinados a la comprobación de sus niveles de aislamiento.

Para la realización de los ensayos de verificación del nivel de aislamiento se seguirá lo especificado en las normas UNE 21.308 sobre ENSAYOS EN ALTA TENSION, y 21.062 sobre COORDINACION DE AISLAMIENTO, debiendo tenerse además en cuenta lo establecido para cada tipo particular de aparato o instalación en la correspondiente norma UNE que en cada caso establecen los ensayos que deben considerarse como ensayos tipo y los que deben considerarse como ensayos individuales.

Cuando no exista norma UNE se recomienda utilizar la correspondiente publicación C.E.I. (Comisión Electrotécnica Internacional).

9.

DISTANCIAS EN EL AIRE ENTRE ELEMENTOS EN TENSION Y ENTRE ESTRUCTURAS METÁLICAS PUESTAS A TIERRA.

9.1

En las instalaciones en que por alguna razón, no puedan realizarse ensayos de verificación del nivel de aislamiento, es aconsejable tomar ciertas medidas que eviten descargas disruptivas con tensiones inferiores a las correspondientes al nivel de aislamiento que hubiera sido prescrito en caso de haberse podido ensayar.

Debe cumplirse la condición de que las tensiones soportadas en el aire entre las partes en tensión y entre éstas y tierra sean iguales a las tensiones nominales soportadas especificadas en los apartados, 1.1, 1.2 y 1.3. Esta condición equivale a mantener unas distancias mínimas que dependen de las configuraciones de las partes activas y de las estructuras próximas.

9.2

No se establece ninguna distancia para aquellos equipos para los que están especificados ensayos de comprobación del nivel de aislamiento, puesto que ello entorpecería su diseño, aumentaría su costo, y dificultaría el progreso tecnológico.

9.3

Las tablas 4 a 7 indican el valor mínimo de la distancia, que debe respetarse en los equipos e instalaciones en que no se realicen ensayos en correspondencia con un nivel de aislamiento. Las distancias especificadas en ellas se refieren simplemente a distancias en el aire sin tener en consideración los caminos de descarga por contorno de un aislador, que habrán de haberse ensayado en laboratorio según norma UNE 21.1110.

9.3

Las tablas 4 y 5 indican en la primera columna las tensiones soportadas nominales a impulsos tipo rayo y en la segunda columna las distancias en el aire para configuraciones desfavorables de las partes en tensión y de las partes puestas a tierra.

TABLA 4

TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta)	DISTANCIA MINIMA FASE-TIERRA EN EL AIRE (cm)
20	6
40	6
60	9
75	12
95	16
125	22
145	27
170	32
250	48
325	63
450	90
550	110
650	130
750	150

TABLA 5

TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta)	DISTANCIA MINIMA ENTRE FASES EN EL AIRE (cm).
20	6
40	6
60	9
75	12
95	16
125	22
145	27
170	32
250	48
325	63
450	90
550	110
650	130
750	150
850	170
950	190
1050	210

3.4

La tabla 6 hace referencia en las dos primeras columnas a los valores que definen los niveles de aislamiento y en la tercera y cuarta columnas a las distancias en el aire para configuraciones denominadas "conductor-estructura" y "punta-estructura".

La configuración "punta-estructura" es la configuración más desfavorable que normalmente puede encontrarse; la configuración "conductor-estructura" cubre un amplio campo de configuraciones normales. En la tabla 6 se hace referencia a la configuración por la notable influencia que tiene para tensiones más elevadas para el material iguales o superiores a 300 kV.

TABLA 6

NIVEL DE AISLAMIENTO (kV cresta)		DISTANCIA MINIMA FASE-TIERRA EN EL AIRE (cm)	
TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO MANIOBRA.	TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO.	CONDUCTOR ESTRUCTURA	PUNTA ESTRUCTURA
650	850	150	170
750	950	160	190
850	950	170	190
850	950	180	240
850	1050	190	240
950	1050-1175	220	290
1050	1175-1300-1425	260	340
1175	1300-1425-1550	310	410
1300	1425-1550-1800	360	480
1425	1550-1800-2100	420	560
1550	1800-1950-2400	490	640

3.5

La tabla 7 indica en la primera y segunda columnas las tensiones soportadas a impulsos tipo maniobra fase-tierra y entre fases y en las columnas tercera y cuarta las distancias en el aire entre conductores paralelos y entre punta y conductor.

TABLA 7

TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO MANIOBRA FASE-TIERRA. (kV cresta)	TENSION SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO MANIOBRA ENTRE FASES. (kV cresta)	DISTANCIA MINIMA ENTRE FASES EN EL AIRE. (cm)	
		CONDUCTOR-CONDUCTOR (PARALELOS)	PUNTA-CONDUCTOR
750	1175	240	250
850	1300	270	320
950	1425	310	360
1050	1550	350	410
1050	1675	390	460
1175	1800	430	520
--	1950	490	590
--	2100	550	680
1300	2250	630	770
1425	2400	710	850
1550	2550	790	1000

3.6

Los valores de las distancias indicados en las tablas 4 a 7 son los valores mínimos determinados por consideraciones de tipo eléctrico, por lo que en ciertos casos, deben ser incrementados para tener en cuenta otros conceptos como, tolerancias de construcción, efectos de cortocircuitos, efectos del viento, seguridad del personal, etc.

Por otra parte estas distancias son solamente válidas para altitudes no superiores a 1.000 metros. Para instalaciones situadas por encima de los 1.000 metros de altitud, las distancias mínimas en el aire hasta los 3.000 metros, deberán aumentarse en un 1,25% por cada 100 metros o fracción.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 13: "INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA".

INDICE

1. PRESCRIPCIONES GENERALES DE SEGURIDAD.
 - 1.1 Tensiones máximas aplicables al cuerpo humano
 - 1.2 Prescripciones en relación con el dimensionado.
2. PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.
 - 2.1 Procedimiento
 - 2.2 Condiciones difíciles de puesta a tierra
3. ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA Y CONDICIONES DE MONTAJE.
 - 3.1 Líneas de tierra
 - 3.2 Instalación de líneas de tierra
 - 3.3 Electrodo de puesta a tierra
 - 3.4 Dimensiones mínimas de los electrodos de puesta a tierra
 - 3.5 Instalación de electrodos
4. CARACTERISTICAS DEL SUELO Y DE LOS ELECTRODOS QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA EN LOS CALCULOS.
5. DETERMINACION DE LAS INTENSIDADES DE DEFECTO PARA EL CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO.
6. INSTRUCCIONES GENERALES DE PUESTA A TIERRA.
 - 6.1 Puesta a tierra de protección
 - 6.2 Puesta a tierra de servicio
 - 6.3 Interconexión de las instalaciones de tierra
7. DISPOSICIONES PARTICULARES DE PUESTA A TIERRA.
 - 7.1 Desconectores de sobretensiones
 - 7.2 Seccionadores de puesta a tierra
 - 7.3 Conjuntos protegidos por envolvente metálica
 - 7.4 Elementos de la construcción
 - 7.5 Elementos metálicos que salgan fuera de la instalación
 - 7.6 Vallas y cercas metálicas
 - 7.7 Centros de transformación
8. MEDIDAS Y VIGILANCIA DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.
 - 8.1 Mediciones de las tensiones de paso y contacto aplicadas
 - 8.2 Vigilancia periódica

1. PRESCRIPCIONES GENERALES DE SEGURIDAD.

1.1 Tensiones máximas aplicables al cuerpo humano.

Toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada en forma tal que en ningún punto normalmente accesible del interior o exterior de la instalación eléctrica donde las personas puedan estar sometidas a una tensión peligrosa durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella.

La tensión máxima de contacto aplicada será determinada en función del tiempo de duración del defecto según la fórmula siguiente:

$$(1) \quad V = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

$K = 72$ y $n = 1$, para tiempos inferiores a 0,9 segundos.

$K = 78,5$ y $n = 0,18$ para tiempos superiores a 0,9 segundos e inferiores a 3 segundos

$t =$ duración de la falta en segundos.

Para tiempos comprendidos entre 3 y 5 segundos la tensión de contacto aplicada no sobrepasará los 64 V. Para tiempos superiores a 5 segundos la tensión de contacto aplicada no será superior a 50 V.

Salvo casos excepcionales justificados no se considerarán tiempos inferiores a 0,1 segundos.

En caso de instalaciones con reenganche automático rápido (no superior a 0,5 segundos) el tiempo a considerar en la fórmula será la suma de los tiempos parciales de mantenimiento de la corriente de defecto.

A partir de la fórmula anterior (1) se pueden determinar las máximas tensiones de paso y contacto admisibles en una instalación, considerando todas las resistencias que intervienen en el circuito.

A efectos de cálculos de proyecto se podrán emplear, para la estimación de las tensiones de paso y contacto de la instalación, las siguientes fórmulas:

$$(2) \quad \text{Tensión de paso: } V = \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6\rho}{1.000} \right)$$

$$(3) \quad \text{Tensión de contacto: } V = \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{1,5\rho}{1.000} \right)$$

Las fórmulas anteriores se han determinado asimilando cada pie humano a un electrodo en forma de placa de 200 cm de superficie, que presenta una resistencia de puesta a tierra igual a 3ρ , siendo ρ la resistividad de la capa superficial del terreno en Ω . metros y suponiendo que la resistencia al cuerpo humano es de 1.000 Ω .

En el caso de que la resistividad de la capa superficial se incremente colocando una capa de grava u otro material de resistividad más elevada que la del terreno, su espesor será como mínimo de 10 cm en caso de grava, y de 2 cm en caso de materiales asfálticos.

En el caso de que se puedan prever contactos del cuerpo humano con partes metálicas no activas a distinto potencial, se aplicará la fórmula (3) de la tensión de contacto haciendo $\rho = 0$.

El proyectista de la instalación de tierra, deberá comprobar por un procedimiento de cálculo sancionado por la práctica, que los valores de las tensiones de paso y contacto calculadas por las fórmulas anteriores, en las circunstancias más desfavorables, no son superadas en ninguna zona del terreno afectada por la instalación de tierra.

1.2 Prescripciones en relación con el dimensionado.

El dimensionado de las instalaciones se hará de forma que no se produzcan calentamientos que puedan deteriorar sus características o aflojar elementos desmontables.

Se pueden calcular las tensiones de puesta a tierra y las tensiones de contacto de una instalación de tierra a partir de datos conocidos (resistividad del terreno, resistencia de tierra y la corriente de puesta a tierra).

El dimensionado de la instalación de tierra es función de la intensidad que, en caso de defecto, circula a través de la parte afectada de la instalación de tierra y del tiempo de duración del defecto.

En las instalaciones con redes de tensiones nominales distintas y una instalación de tierra común, debe cumplirse lo anterior para cada red. Podrán no tomarse en consideración defectos simultáneos en varias redes.

Lo indicado anteriormente, en este punto 1.2, no se aplica a las puestas a tierra provisionales de los lugares de trabajo.

Los electrodos y demás elementos metálicos llevarán las protecciones precisas para evitar corrosiones peligrosas durante la vida de la instalación.

Se tendrán en cuenta las variaciones posibles de las características del suelo en épocas secas y después de haber sufrido corrientes de defecto elevadas.

Al efecto se dan instrucciones en los apartados que siguen sobre la forma de determinar las dimensiones, fijando en ciertos casos valores mínimos.

2. PROYECTO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

2.1 Procedimiento.

Teniendo en cuenta las tensiones aplicadas máximas establecidas en el apartado 1.1, al proyectar una instalación de tierras se seguirá el procedimiento que sigue:

1. Investigación de las características del suelo.
2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.
3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.
4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
5. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.
6. Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación.
7. Cálculo de las tensiones aplicadas.
8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.
9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Después de construida la instalación de tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas "in situ" y se efectuarán los cambios necesarios para cumplir las prescripciones generales de seguridad.

2.2 Condiciones difíciles de puesta a tierra.

Cuando por los valores de la resistividad del terreno, de la corriente de puesta a tierra o del tiempo de eliminación de la falta, no sea posible técnicamente, o resulte económicamente desproporcionado mantener los valores de las tensiones aplicadas de paso y contacto dentro de los límites fijados en los apartados anteriores, deberá recurrirse al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir los riesgos a las personas y los bienes.

Tales medidas podrán ser entre otras:

- a) Hacer inaccesibles las zonas peligrosas.
- b) Disponer suelos o pavimentos que aislen suficientemente de tierra las zonas de servicio peligrosas.
- c) Aislar todas las empuñaduras o mandos que hayan de ser tocados.
- d) Establecer conexiones equipotenciales entre la zona donde se realice el servicio y todos los elementos conductores accesibles desde la misma.
- e) Aislar los conductores de tierra a su entrada en el terreno.

Se dispondrá el suficiente número de rótulos avisadores con instrucciones adecuadas en las zonas peligrosas y existirá a disposición del personal de servicio, medios de protección tales como calzado aislante, guantes, banquetas o alfombrillas aislantes.

3. ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA Y CONDICIONES DE MONTAJE.

Las instalaciones de puesta a tierra estarán constituidas por uno o varios electrodos enterrados y por las líneas de tierra que conecten dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

En las líneas de tierra deberán existir los suficientes puntos de puesta a tierra, que faciliten las medidas de comprobaciones del estado de los electrodos y la conexión a tierra de la instalación.

Para la puesta a tierra se podrán utilizar en ciertos casos, previa justificación:

- a) las canalizaciones metálicas.
- b) los blindajes de cables.
- c) Los elementos metálicos de fundaciones, salvo las armaduras pretensadas del hormigón.

3.1 Líneas de tierra.

Los conductores empleados en las líneas de tierra tendrán una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión.

Su sección será tal, que la máxima corriente que circule por ellos en caso de defecto o de descarga atmosférica no lleve a estos conductores a una temperatura cercana a la de fusión, ni ponga en peligro sus empalmes y conexiones.

A efectos de dimensionado de las secciones, el tiempo mínimo a considerar para duración del defecto a la frecuencia de la red será de un segundo, y no podrán superarse las siguientes densidades de corriente:

Cobre	160	A/mm ²
Acero	60	A/mm ²

Sin embargo en ningún caso se admitirán secciones inferiores a 25 mm² en el caso de cobre, y 50 mm² en el caso del acero.

Los anteriores valores corresponden a una temperatura final de 200°C. Puede admitirse un aumento de esta temperatura hasta 300°C si no supone riesgo de incendio, lo que equivale a dividir por 1,2 las secciones determinadas de acuerdo con lo dicho anteriormente, respetándose los valores mínimos señalados.

Quando se empleen materiales diferentes de los indicados, se cuidará:

- a) Que las temperaturas no sobrepasen los valores indicados en el párrafo anterior.
- b) Que la sección sea como mínimo equivalente, desde el punto de vista térmico, a la de cobre que hubiera sido precisa.
- c) Que desde el punto de vista mecánico, su resistencia sea, al menos, equivalente a la del cobre de 25 mm².

Quando los tiempos de duración del defecto sean superiores a un segundo, se calcularán y justificarán las secciones adoptadas en función del calor producido y su disipación.

Podrá usarse como conductores de tierra las estructuras de acero de apoyo de los elementos de la instalación, siempre que cumplan las características generales exigidas a los conductores y a su instalación. Esto es, asimismo, aplicable a las armaduras de hormigón armado, salvo en el caso de tratarse de armaduras pretensadas, en cuyo caso se prohibe su uso como conductores de tierra.

3.2 Instalación de líneas de tierra.

Los conductores de las líneas de tierra deben instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio. Con carácter general se recomienda que sean conductores desnudos instalados al exterior de forma visible.

En el caso de que fuese conveniente realizar la instalación cubierta, deberá serlo de forma que pueda comprobarse el mantenimiento de sus características.

En las líneas de tierra no podrán insertarse fusibles ni interruptores.

Los empalmes y uniones deberán realizarse con medios de unión apropiados, que aseguren la permanencia de la unión, no experimenten al paso de la corriente calentamientos superiores a los del conductor, y estén protegidos contra la corrosión galvánica.

3.3 Electrodo de puesta a tierra.

Los electrodos de puesta a tierra estarán formados por materiales metálicos en forma de varillas, cables, chapas, perfiles, que presenten una resistencia elevada a la corrosión por sí mismos, o mediante una protección adicional, tales como el cobre o el acero debidamente protegido, en cuyo caso se tendrá especial cuidado de no dañar el recubrimiento de protección durante el hincado.

Si se utilizasen otros materiales habrá de justificarse su empleo.

Los electrodos podrán disponerse de las siguientes formas:

- a) Picas hincadas en el terreno, constituidas por tubos, barras u otros perfiles, que podrán estar formados por elementos empalmables.
- b) Varillas, barras o cables enterrados, dispuestos en forma radial, mallada, anular.
- c) Placas o chapas enterradas.

3.4 Dimensiones mínimas de los electrodos de puesta a tierra.

- a) Las dimensiones de las picas se ajustarán a las especificaciones siguientes:
 - Los redondos de cobre o acero recubierto de cobre, no serán de un diámetro inferior a 14 mm. Los de acero sin recubrir no tendrán un diámetro inferior a 20 mm.
 - Los tubos no serán de un diámetro inferior a 30 mm ni de un espesor de pared inferior a 3 mm.
 - Los perfiles de acero no serán de un espesor inferior a 5 mm ni de una sección inferior a 350 mm².
- b) Los conductores enterrados, sean de varilla, cable o pletina, deberán tener una sección mínima de 50 mm² los de cobre, y 100 mm² los de acero. El espesor mínimo de las pletinas y el diámetro mínimo de los alambres de los cables no será inferior a 2 mm los de cobre, y 3 mm los de acero.
- c) Las placas o chapas tendrán un espesor mínimo de 2 mm las de cobre, y 3 mm las de acero.
- d) En el caso de suelos en los que pueda producirse una corrosión particularmente importante, deberán aumentarse los anteriores valores.
- e) Para el cálculo de la sección de los electrodos se remite a lo indicado en el apartado 3.1.

3.5 Instalación de electrodos.

En la elección del tipo de electrodos, así como de su forma de colocación y de su emplazamiento, se tendrán presentes las características generales de la instalación eléctrica, del terreno, el riesgo potencial para las personas y los bienes.

Se procurará utilizar las capas de tierra más conductoras haciéndose la colocación de electrodos con el mayor cuidado posible en cuanto a la compactación del terreno.

Se deberá tener presente la influencia de las heladas para determinar la profundidad de la instalación.

4. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y DE LOS ELECTRODOS QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA EN LOS CÁLCULOS.

4.1 Resistividad del terreno.

En el apartado 2 de esta Instrucción se indica la necesidad de investigar las características del terreno, para realizar el proyecto de una instalación de tierra. Sin embargo, en las instalaciones de tensión categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad por medio de la tabla 1 siguiente, en las que se dan unos valores orientativos:

TABLA 1

NATURALEZA DEL TERRENO	RESISTIVIDAD EN OHMIOS. METRO	
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30	
Limo	20	a 100
Humus	10	a 150
Turba húmeda	5	a 100
Arcilla plástica	50	
Margas y arcillas compactas	100	a 200
Margas del jurásico	30	a 40
Arena arenillosa	50	a 500
Arena silíceas	200	a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300	a 500
Suelo pedregoso desnudo	1.500	a 3.000
Calizas blandas	100	a 300
Calizas compactas	1.000	a 5.000
Calizas agrietadas	500	a 1.000
Pizarras	50	a 300
Rocas de mica y cuarzo	600	
Granitos y gres procedentes de alteración	1.500	a 10.000
Granitos y gres muy alterados	100	a 600
Hormigón	2.000	a 3.000
Balasto o grava	3.000	a 5.000

4.2 Resistencia de tierra del electrodo.

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma y dimensiones y de la resistividad del suelo, se calculará por las fórmulas contenidas en la tabla 2 que sigue:

TABLA 2

TIPO DE ELECTRODO	RESISTENCIA EN OHMIOS
Placa enterrada profunda	$R = 0,8 \frac{\rho}{\pi}$
Placa enterrada vertical	$R = 1,6 \frac{\rho}{\pi}$
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{\pi}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{\rho}{\pi} \frac{L}{2r}$
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4\pi} + \frac{\rho}{L}$

siendo:

- R = resistencia de tierra del electrodo en ohmios.
- ρ = resistividad del terreno en ohmios.metro.
- π = perímetro de la placa en metros.
- L = longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.
- r = radio en metros de un círculo de la misma superficie el área cubierta por la malla.

4.3 Efecto de la humedad.

Cuando la humedad del terreno varíe considerablemente de unas épocas del año a otras se tendrá en cuenta esta circunstancia al dimensionar y establecer el sistema de tierra. Se podrán usar recubrimientos de gravas como ayuda para conservar la humedad del suelo.

4.4 Efecto de la temperatura.

Al alcanzar el suelo temperaturas inferiores a 0°C aumenta mucho su resistividad. Por ello en zonas con peligro de heladas los electrodos se enterrarán a una profundidad que no alcance esa temperatura o se tendrá en cuenta esta circunstancia en el cálculo.

5. DETERMINACION DE LAS INTENSIDADES DE DEFECTO PARA EL CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO.

El proyectista deberá tener en cuenta los posibles tipos de defectos a tierra y las intensidades máximas en los distintos niveles de tensiones existentes en la instalación y tomará el valor más desfavorable.

Para el cálculo de las intensidades de defecto y de puesta a tierra, se ha de tener en cuenta la forma de conexión del neutro a tierra, así como la configuración y características de la red durante el período subtransitorio.

En el caso de red con neutro a tierra, bien rígido o a través de una impedancia, se considerará a efectos del cálculo de la tensión aplicada de contacto o paso, la intensidad de la corriente de puesta a tierra (IE) que provoca la elevación del potencial de la instalación a tierra. En instalaciones de 100 kV o superior con neutro rígido a tierra, se utilizará el 70% del valor de IE, al tener en cuenta la escasa probabilidad de coincidencia de las condiciones más desfavorables.

En el caso de red con neutro aislado, la intensidad que se considera para el cálculo de la tensión aplicada de contacto o paso será el producto de la intensidad capacitiva de defecto a tierra (Io) por un factor de reducción (K) igual a la relación entre la intensidad de la corriente que contribuye a la elevación del potencial de la instalación de tierra y la homopolar del sistema hacia la falta.

Lo anteriormente expuesto se indica en la tabla siguientes:

TABLA 3

INTENSIDADES DE DEFECTO PARA EL CALCULO

TIPO DE CONEXION DEL NEUTRO	CORRIENTE UTILIZABLE PARA EL CALCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO.
Aislado	K. Io
A través de impedancia	IE
Rígido a tierra) Un < 100 kV
) Un > 100 kV
	0,7 IE

6. INSTRUCCIONES GENERALES DE PUESTA A TIERRA.

6.1 Puestas a tierra de protección.

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Se conectarán a las tierras de protección, salvo las excepciones señaladas en los aparatos que se oitan, entre otros, los siguientes elementos:

- a) Los ohasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- b) Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos. (Ver apartado 7.3)
- c) Las puertas metálicas de los locales (Ver apartado 7.4)
- d) Las vallas y cercos metálicos (Ver apartado 7.6)
- e) Las columnas, soportes, pórticos, etc.
- f) Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión (Ver apartado 7.4)
- g) Los blindajes metálicos de los cables (Ver apartado 7.5)
- h) Las tuberías y conductos metálicos (Ver apartado 7.5)
- i) Las carcasas de transformadores, generadores, motores, y otras máquinas.
- j) Hilos de guarda o cables de tierra de las líneas aéreas.

6.2 Puestas a tierra de servicio.

Se conectarán a las tierras de servicio los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- a) Los neutros de los transformadores, que lo precisen en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
- b) El neutro de los alternadores, y otros aparatos o equipos que lo precisen.
- c) Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- d) Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- e) Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Interconexión de las instalaciones de tierra.

Las puestas a tierra de protección y de servicio de una instalación deberán conectarse entre sí, constituyendo una instalación de tierra general.

Excepcionalmente, de esta regla general deben excluirse aquellas puestas a tierra a causa de las cuales puedan presentarse en algún punto tensiones peligrosas para las personas, bienes o instalaciones eléctricas.

En este sentido se preverán tierras separadas, entre otros en los casos siguientes:

- Los señalados en la presente Instrucción para Centros de Transformación.
- Los casos en que fuera conveniente separar de la instalación de tierra general los puntos neutros de los devanados de los transformadores.
- Los limitadores de tensión de las líneas de corrientes débil (telefónicas, telegráficas, etc.) que se extiendan fuera de la instalación.

En las instalaciones en las que coexistan instalaciones de tierra separadas o independientes, se tomarán medidas para evitar el contacto simultáneo inadvertido con elementos conectados a instalaciones de tierra diferentes, así como la transferencia de tensiones peligrosas de una a otra instalación.

7. DISPOSICIONES PARTICULARES DE PUESTA A TIERRA.

En la puesta a tierra de los elementos que a continuación se indican es preciso tener en cuenta las siguientes disposiciones:

7.1 Descargadores de sobretensiones.

La puesta a tierra de los dispositivos utilizados como descargadores de sobretensiones se conectará a la puesta a tierra del aparato o aparatos que protejan. Estas conexiones deben realizarse procurando que su recorrido sea mínimo y sin cambios bruscos de dirección.

La resistencia de puesta a tierra asegurará, en cualquier caso, que para las intensidades de descarga previstas, las tensiones a tierra de estos dispositivos no alcancen valores que puedan ser origen de tensiones de retorno o transferidas de carácter peligrosos para otras instalaciones o aparatos igualmente puestas a tierra.

Los conductores empleados para a puesta a tierra del descargador o descargadores de sobretensiones no serán de acero, ni se dispondrán sobre ellos cintas ni tubos de protección de material magnético.

7.2 Seccionadores de puesta a tierra.

En las instalaciones en las que existan líneas aéreas de salida no equipadas con cable a tierra, pero equipadas con seccionadores de puesta a tierra conectados a la tierra

general, deberán adoptarse las precauciones necesarias para evitar la posible transferencia a la línea de tensiones de contacto peligrosas durante los trabajos de mantenimiento en la misma.

7.3 Conjuntos protegidos por envolvente metálica.

En los conjuntos protegidos por envolvente metálica deberá existir una línea de tierra común para la puesta a tierra de la envolvente, dispuesta a lo largo de toda la armadura. La sección mínima de dicha línea de tierra será de 35 mm², si es de cobre, y para otros materiales tendrá la sección equivalente de acuerdo con lo dictado en la presente Instrucción. (Ver apartado 3.1.)

Las envolventes externas de cada celda se conectarán a la línea de tierra común, como asimismo se hará con todas las partes metálicas que no forman parte de un circuito principal o auxiliar que deban ser puestas a tierra.

A efectos de conexión a tierra de las armaduras internas, tabiques de separación de celdas, etc., se considera suficiente para la continuidad eléctrica, su conexión por tornillos o soldadura. Igualmente las puertas de los compartimentos de alta tensión deberán unirse a la envolvente de forma apropiada.

Las piezas metálicas de las partes extraíbles que están normalmente puestas a tierra, deben mantenerse puestas a tierra mientras el aislamiento entre los contactos de un mismo polo no sea superior, tanto a frecuencia industrial como a onda de choque, a aislamiento a tierra o entre polos diferentes. Estas puestas a tierra deberán producirse automáticamente.

7.4 Elementos de la construcción.

Los elementos metálicos de la construcción en edificaciones que alberguen instalaciones de alta tensión, deberán conectarse a tierra de acuerdo con las siguientes normas:

En los edificios de hormigón armado o estructura metálica, los elementos metálicos de la estructura deberán ser conectados a tierra. En estas construcciones, los restantes elementos metálicos como puertas, ventanas, escaleras, barandillas, tapas y registros, etc., deberán ser puestas a tierra cuando pudieran ponerse en contacto con partes que puedan tomar tensión por causa de defectos o averías.

Cuando la construcción estuviera realizada con materiales, tales como hormigón en masa, ladrillo o mampostería, no es necesario conectar a tierra los elementos metálicos anteriormente citados, más que cuando pudieran ponerse en tensión por causa de defecto o averías, y además pudieran ser alcanzados por personas situadas en el exterior de los recintos de servicio eléctrico.

7.5 Elementos metálicos que salen fuera de la instalación.

Los elementos metálicos que salen fuera del recinto de la instalación, tales como raíles y tuberías, deben estar conectados a la instalación de tierra general, en varios puntos, si su extensión es grande.

Será necesario comprobar si estos elementos pueden transferir al exterior tensiones peligrosas, en cuyo caso deben adoptarse las medidas necesarias para evitarlo mediante juntas aislantes, u otras medidas, si fuera necesario.

7.6 Vallas y cercas metálicas.

Para su puesta a tierra pueden adoptarse diversas soluciones en función de las dimensiones de la instalación y características del terreno:

- Pueden ser incluidas dentro de la instalación de tierra general y ser conectadas a ellas.
- Pueden situarse distantes de la instalación de tierra general y conectarse a una instalación de tierra separada e independiente.
- Pueden situarse distantes de la instalación de tierra general y no necesitar instalación de tierra para mantener los valores fijados para las tensiones de paso y contacto.

7.7 Centros de transformación.

7.7.1 Separación de la tierra de los neutros.

Para evitar tensiones peligrosas provocadas por defectos en la red de alta tensión, los neutros de baja tensión de las líneas que salen fuera de la instalación general, pueden conectarse a una tierra separada.

7.7.2 Aislamiento entre las instalaciones de tierra.

Cuando, de acuerdo con lo dicho en el apartado anterior, se conecten los neutros de baja tensión a una tierra separada de la tierra general del centro, se cumplirán las siguientes prescripciones:

- Las instalaciones de tierra deberán aislarse entre sí para la diferencia de tensiones que pueda aparecer entre ambas.
- El conductor de conexión entre el neutro de baja tensión del transformador y su electrodo de tierra ha de quedar aislado dentro de la zona de influencia de la tierra general. Dicha conexión podrá realizarse conectando al electrodo directamente, un punto del conductor neutro y estableciendo los aislamientos necesarios.

- Las instalaciones de baja tensión en el interior de los centros de transformación poseerán, con respecto a tierra, un aislamiento correspondiente a la tensión señalada en el punto a).

En el caso de que el aislamiento propio del equipo de baja tensión alcance este valor, todos los elementos conductores del mismo que deban ponerse a tierra como canalizaciones, armazón de cuadros, carcassas de aparatos, etc., deberán montarse sobre aisladores de un nivel de aislamiento correspondiente a la tensión señalada en el punto a). En este caso, dichos elementos conductores se conectarán a la tierra del neutro de baja tensión; teniendo entonces especial cuidado con las tensiones de contacto que puedan aparecer.

Cuando el equipo de baja tensión no presente el aislamiento indicado anteriormente, los elementos conductores del mismo que deban conectarse a tierra, como canalizaciones, armazón de cuadros, o carcassas de aparatos, etc., deberán montarse sobre aisladores de un nivel de aislamiento correspondiente a la tensión señalada en el punto a). En este caso, dichos elementos conductores se conectarán a la tierra del neutro de baja tensión; teniendo entonces especial cuidado con las tensiones de contacto que puedan aparecer.

- Las líneas de salida de baja tensión deberán aislarse dentro de la zona de influencia de la tierra general teniendo en cuenta las tensiones señaladas en el punto a).

Cuando las líneas de salida sean en cable aislado con envolventes conductoras, deberá tenerse en cuenta la posible transferencia al exterior de tensiones a través de dichas envolventes.

7.7.3 Redes de baja tensión con neutro aislado

Cuando en la parte de baja tensión el neutro del transformador esté aislado o conectado a tierra por una impedancia de alto valor, se dispondrá un limitador de tensión entre dicho neutro y tierra o entre una fase y tierra, si el neutro no es accesible.

7.7.4 Centros de transformación conectados a redes de cables subterráneos.

En los centros de transformación alimentados en alta tensión por cables subterráneos provistos de envolventes conductoras, unidas eléctricamente entre sí se conectarán todas las tierras en una tierra general en los dos casos siguientes:

- Cuando la alimentación en alta tensión forma parte de una red de cables subterráneos con envolventes conductoras, de suficiente conductibilidad.
- Cuando la alimentación en alta tensión forma parte de una red mixta de líneas aéreas y cables subterráneos con envolventes conductoras, y en ella existen dos o tramos de cable subterráneo con una longitud total mínima de 3 km con trazados diferentes y con una longitud cada uno de ellos de más de 1 km.

En las instalaciones conectadas a redes constituidas por cables subterráneos con envolventes conductoras de suficiente sección, se pueden utilizar como electrodos de tierra dichas envolventes, incluso sin la adición de otros electrodos de tierra.

8. MEDIDAS Y VIGILANCIA DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

8.1 Mediciones de las tensiones de paso y contacto aplicadas.

El Director de Obra deberá verificar que las tensiones de paso y contacto aplicadas están dentro de los límites admitidos con un voltímetro de resistencia interna de mil ohmios.

Los electrodos de medida para simulación de los pies deberán tener una superficie de 200 cm² cada uno y deberán ejercer sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N cada uno.

Se elegirán fuentes de alimentación de la potencia adecuada para simular el defecto, de forma que la intensidad empleada en el ensayo sea como mínimo el 1% de la corriente para la cual ha sido dimensionada la instalación sin que sea inferior a 50 A para centrales y subestaciones y 5 A para los centros de transformación, con lo que se eliminan los efectos de las posibles tensiones vagabundas, o parásitas. Los cálculos se harán suponiendo que existe proporcionalidad, para determinar las tensiones posibles máximas.

8.2 Vigilancia periódica.

Como todas las instalaciones eléctricas, las instalaciones de tierra serán revisadas al menos una vez cada tres años a fin de comprobar el estado de las mismas.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 14: "INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR".

INDICE

- SITUACION DE LAS INSTALACIONES.
- CONDICIONES GENERALES PARA LOS LOCALES Y EDIFICIOS.
 - Inaccesibilidad.
 - Fasos y accesos.

- 2.3 Conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles.
- 2.4 Conducciones y almacenamiento de agua.
- 2.5 Alcantarillado.
- 2.6 Canalizaciones.

9 CONDICIONES GENERALES PARA LAS INSTALACIONES.

- 3.1 Cuadros y pupitres de control.
- 3.2 Celdas.
- 3.3 Ventilación.
- 3.4 Aparatos en baño de líquidos incombustibles.
- 3.5 Transformadores secos.
- 3.6 Paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques de construcción.
- 3.7 Señalización.

4 OTRAS PRESCRIPCIONES.

- 4.1 Sistemas contra incendios.
- 4.2 Alumbrado de socorro.
- 4.3 Elementos y dispositivos para maniobras.
- 4.4 Instrucciones y elementos para prestación de primeros auxilios.
- 4.5 Almacenamiento de materiales.

5 PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCION.

- 5.1 Pasillos de servicio.
- 5.2 Zonas de protección contra contactos accidentales.

6. DOCUMENTACION DE LA INSTALACION.

1. SITUACION DE LAS INSTALACIONES.

Las instalaciones eléctricas de interior podrán estar situadas en:

- a) Edificios destinados a alojar en su interior estas instalaciones e independientes de cualquier local o edificio destinado a otros usos y separados de ellos una distancia mínima de 3 metros.

Estos edificios podrán tener paredes colindantes con edificios, locales o recintos, destinados a almacenes, talleres, servicios, oficinas, etc., afectos al servicio de la instalación, o a viviendas del personal de servicio si lo hubiere. En estos casos, el local destinado a albergar la instalación eléctrica, tendrá entradas para personal y equipos, independientes de las de otros locales.

- b) Edificios destinados a alojar en su interior estas instalaciones, pero colindantes con edificios destinados a otros usos separados de ellos una distancia inferior a 3 metros.

- d) Locales o recintos destinados a alojar en su interior estas instalaciones, situados en el interior de edificios destinados a otros usos.

2. CONDICIONES GENERALES PARA LOS LOCALES Y EDIFICIOS.

2.1 Inaccesibilidad.

- 2.1.1 Los edificios o locales destinados a alojar en su interior instalaciones de alta tensión deberán disponerse de forma que queden cerrados de tal manera que se impida el acceso de las personas ajenas al servicio.
- 2.1.2 Las puertas de acceso al recinto en que estén situados los equipos de alta tensión y se usen para el paso del personal de servicio, serán en general abatibles y abrirán siempre hacia el exterior del recinto. Cuando estas puertas abran sobre caminos públicos, deberán poder abatirse sobre el muro exterior de fachada.

Se admitirá el empleo, en tales recintos, de otro tipo de puertas, tales como de guillotina, corredera, movibles, etc., siempre que puedan quedar abiertas mientras exista en el interior personal de servicio. En estos casos, deberán existir en tales entradas, unas protecciones que sean fácilmente franqueables desde el interior y que impidan el acceso desde el exterior.

2.2 Pasos y accesos.

- 2.2.1 Todos los lugares de paso, tales como salas, pasillos, escaleras, rampas, etc., deben ser de dimensiones y trazado adecuados y deben estar dispuestos de forma que su tránsito sea cómodo y seguro y no se vea impedido por la apertura de puertas o ventanas o por la presencia de objetos que puedan suponer riesgos o que dificulten la salida en casos de emergencia.
- 2.2.2 En las proximidades de elementos con tensión o de máquinas en movimiento no protegidas, se prohíbe el uso de pavimentos excesivamente pulidos.
- 2.2.3 Los recintos donde existan instalaciones de Alta Tensión, dispondrán de puertas o salidas, de tal forma que su acceso sea lo más corto y directo posible. Si las características geométricas de dicho recinto lo hacen necesario, se dispondrá de más de una puerta de salida. Para salidas de emergencia, se admite el uso de barras de deslizamiento, escaleras de patos u otros sistemas similares, siempre que su instalación sea de tipo fijo.

- 2.2.4 El acceso a los locales subterráneos que tenga que ser utilizado habitualmente varias veces durante el día por el personal de servicio, dispondrá de un paso por medio de una escalera de peldaños normales con el pasamanos correspondiente. En otros casos, el acceso a dichos locales podrá realizarse por medio de una trampilla y por escaleras fijas cuyos peldaños puedan estar situados en un plano vertical, entre los cuales la máxima separación será de 25 cm.

- 2.2.5 No obstante lo prescrito anteriormente, se podrán utilizar escaleras fijas verticales o de gran pendiente para realizar operaciones de engrase, revisión u otros usos especiales.

- 2.2.6 Cuando los accesos existentes en el pavimento, destinados a escalas, pozos o similares estén abiertos, deberán disponerse protecciones señalizadas para evitar accidentes.

- 2.2.7 Cuando existan puertas destinadas al paso de piezas de grandes dimensiones, se dispondrá otra para la entrada y salida del personal, que podrá ser un postigo que forme parte de aquella.

- 2.2.8 El acceso a las máquinas y aparatos principales deberá ser fácil y permitirá colocarlos y retirarlos sin entorpecimiento, exigiéndose la existencia de dispositivos instalados o rápidamente instalables que, en el caso de aparatos pesados, permitan su desplazamiento para su revisión, reparación o sustitución.

2.3. Conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles.

- 2.3.1 Las conducciones de fluidos combustibles, cuyas posibles averías puedan originar escapes de fluido que, por sus características, puedan dar lugar a la formación de atmósferas con riesgo de incendio o explosión, cumplirán los Reglamentos específicos que les sean de aplicación, deberán estar alejadas de las canalizaciones eléctricas de alta tensión, prohibiéndose terminantemente la colocación de ambas en una misma arcajea o galería de servicio.

- 2.3.2 El almacenamiento de fluidos combustibles se situará en lugares separados de las instalaciones eléctricas a que se refiere este Reglamento, fuera del paso habitual de personal, en locales ventilados e independientes y cumplirán las disposiciones vigentes que puedan afectarles.

2.4. Conducciones y almacenamiento de agua.

Las conducciones y depósitos de almacenamiento de agua se instalarán suficientemente alejados de los elementos en tensión y de tal forma que su rotura no pueda provocar averías en las instalaciones eléctricas. A estos efectos, se recomienda disponer las conducciones principales de agua en un plano inferior a las canalizaciones de energía eléctrica, especialmente cuando éstas se construyan a base de conductores desnudos sobre aisladores.

2.5. Alcantarillado.

La red general de alcantarillado, si existe, deberá estar situada en un plano inferior al de las instalaciones eléctricas subterráneas, pero si por causas especiales fuera necesario disponer en un plano inferior alguna parte de la instalación eléctrica, se adoptarán las disposiciones adecuadas para proteger a ésta de las consecuencias de cualquier posible filtración.

2.6. Canalizaciones

Para las canalizaciones se aplicará lo establecido en el apartado 5 de la RAT 05.

3. CONDICIONES GENERALES PARA LAS INSTALACIONES.

3.1. Cuadros y pupitres de control.

Los cuadros y pupitres de control de las instalaciones de alta tensión estarán situados en lugares de amplitud e iluminación adecuados, y cumplirán lo especificado en la RAT 10.

3.2. Celdas.

- 3.2.1 Cuando en la instalación de alta tensión se utilicen aparatos o transformadores que contengan aceite u otro líquido inflamable con capacidad superior a 50 l. se establecerán tabiques de separación entre ellos, a fin de cortar en lo posible los efectos de la propagación de una explosión y del derrame del líquido.

- 3.2.2 Estos tabiques de separación deberán ser de material incombustible (clase MO según UNE 23 727) y mecánicamente resistentes. Cuando tengan que servir de apoyo a los aparatos presentarán la debida solidez.

- 3.2.3 Los interruptores de aceite o de otros líquidos inflamables, sean o no automáticos, cuya maniobra se efectúe localmente, estarán separados del operador por un tabique o pantalla de material incombustible (clase MO según UNE 23 727) y mecánicamente resistente con objeto de protegerlo contra los efectos de una posible proyección de líquido o explosión en el momento de la maniobra.

3.3 Ventilación.

3.3.1 Para conseguir una buena ventilación en las celdas, locales de los transformadores, etc., con el fin de evitar calentamientos excesivos, se dispondrán entradas de aire adecuadas por la parte inferior y salidas situadas en la parte superior, en el caso en que se emplee ventilación natural.

La ventilación podrá ser forzada, en cuyo caso la disposición de los conductos será la más conveniente según el diseño de la instalación eléctrica y dispondrán de cierres automáticos para su actuación en caso de incendio.

3.3.2 Los huecos destinados a la ventilación deben estar protegidos de forma tal que impidan el paso de pequeños animales, cuando su presencia pueda ser causa de averías o accidentes y estarán dispuestos o protegidos de forma que en el caso de ser directamente accesibles desde el exterior, no puedan dar lugar a contactos inadvertidos al introducir por ellos objetos metálicos. Deberán tener la forma adecuada, o disponer de las protecciones precisas para impedir la entrada del agua.

3.3.3 En los centros de transformación situados en edificios no de uso exclusivo para instalaciones eléctricas, el conducto de ventilación tendrá su boca de salida de forma que el aire expulsado no moleste a los demás usuarios del edificio, empleando, si fuera preciso, ventilación forzada.

3.4. Aparatos en baño de líquidos incombustibles.

Quando estos aparatos puedan producir gases o vapores nocivos, se instalarán en locales adecuadamente ventilados, o en caso contrario deberá preverse un dispositivo para la evacuación de los citados gases o vapores.

3.5. Transformadores secos.

En la instalación de los transformadores secos podrán omitirse las anteriores disposiciones, pero deberán instalarse de forma que el calor generado durante su funcionamiento no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

3.6 Paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques de construcción.

3.6.1 Las entradas de las líneas eléctricas aéreas al interior de los edificios que alojan las instalaciones eléctricas de interior se realizarán a través de aisladores pasantes dispuestos de modo que eviten la entrada de agua, o bien utilizando conductores provistos de recubrimientos aislantes.

3.6.2 Las conexiones de alta tensión a través de muros o tabiques en el interior de edificios podrán hacerse por orificios de las dimensiones necesarias para mantener las distancias a masa, bien por medio de aisladores pasantes, o bien utilizando conductores provistos de recubrimientos aislantes.

3.6.3 En el caso en que se usen conductores desnudos, será obligatorio establecer un paso franco para la posible intensidad de defecto desde el dispositivo de apoyo en el muro, al sistema de tierras de protección.

3.7 Señalización

Toda instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se eviten los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión, o cualquier otro tipo de accidente.

A este fin se tendrá en cuenta:

a) Todas las puertas que den acceso a los recintos en que se hallen aparatos de alta tensión, estarán provistas de rótulos con indicación de la existencia de instalaciones de alta tensión.

b) Todas las máquinas y aparatos principales, celdas, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en que su identificación se pueda hacer claramente a simple vista.

c) Deben colocarse carteles de advertencia de peligro en todos los puntos que por las características de la instalación o su equipo, lo requieran.

d) En zonas donde se prevea el transporte de máquinas o aparatos durante los trabajos de mantenimiento o montaje se colocarán letreros indicadores de galibos y cargas máximas admisibles.

e) En los locales principales y especialmente en los puestos de mando y oficinas de jefes o encargados de las instalaciones, existirán esquemas de dichas instalaciones, al menos unifilares, e instrucciones generales de servicio.

4. OTRAS PRESCRIPCIONES.

4.1 Sistemas contra incendios.

Para la determinación de las protecciones contra el riesgo de incendio a que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de Alta Tensión, además de otras Disposiciones específicas en vigor, se tendrá en cuenta:

1º. La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.

2º. La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.

3º. La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.

4º. La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y de sus cubiertas.

5º. La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

Entre ellos y con carácter general:

Para los edificios contemplados en los apartados a) y b) del punto 1º de esta Instrucción las disposiciones reguladoras de la protección contra el incendio en los Establecimientos Industriales y para los del apartado c) las de la Norma Básica de la Edificación, Condiciones de Protección contra el Incendio en los edificios (NBE-CPI), en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación, y en particular sobre aquellos aspectos que no hayan sido recogidos en este Reglamento y afecten a la edificación.

Además y con carácter específico se adoptarán las medidas siguientes:

a) Instalación de dispositivos de recogida del aceite en fosos colectores.

Si se utilizan aparatos o transformadores que contengan más de 50 litros de aceite mineral, se dispondrá de un foso de recogida de aceite con revestimiento resistente y estanco, teniendo en cuenta en su diseño y dimensionado el volumen de aceite que pueda recibir. En dicho depósito o cubeto se dispondrán cortafuegos tales como: lechos de guijarros, sifones en el caso de instalaciones con colector único, etc. Cuando se utilicen pozos centralizados de recogida de aceite, es recomendable que dichos pozos sean exteriores a las celdas.

En el caso de utilizar transformadores con otros dieléctricos líquidos con temperaturas de combustión superiores a los 300°C (tipo resinas, asfaltenas, etc) dispondrán de un sistema de recogida de líquido en caso de derrame que impida su salida al exterior.

b) Sistemas de extinción.

b.1) Extintores móviles. Se instalarán extintores móviles o portátiles de forma que en sectores de incendio con posibilidad de fuego de la clase B la eficacia mínima de extinción necesaria se determinará de acuerdo con el volumen de líquido inflamable o combustible existente (UNE 23.110) según la Tabla I.

TABLA I

EFICACIA NECESARIA	VOLUMEN (V litros) de líquidos inflamables o combustibles					
	V<20	20<V<50	50<V<100	100<V<200	200<V<350	350<V<500
21 B	89 B	144 B	233 B	377 B	610 B	

Determinada la eficacia mínima de extinción necesaria, el número de extintores puede seleccionarse de acuerdo con las equivalencias establecidas en la Tabla II

TABLA II

NUMERO DE EXTINTORES DE EFICACIA	EXTINTOR DE EFICACIA EQUIVALENTE					
	21B	89B	144B	233B	377B	610B
1						21
2	1					89B *
3	2	1				144B *
4	3	2	1			233B
5	4	3	2	1		377B
6	5	4	3	2	1	610B *

NOTA: * Eficacias preferentes.

El número de extintores seleccionado para alcanzar la eficiencia mínima de extinción necesaria debe establecerse considerando:

- El personal disponible y capacitado para hacer un uso adecuado de los extintores simultáneamente.
- La uniformidad en la distribución o la concentración de los líquidos inflamables o combustibles en el sector de incendio.

En todo caso, la distancia real a recorrer, horizontalmente, desde cualquier punto del sector de incendio protegido, hasta alcanzar el extintor más próximo para esta clase de fuego no excederá de 15 m.

Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia 144B, no siendo preciso en este caso, la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

b.2) Sistemas fijos.

En aquellas instalaciones con transformadores o aparatos cuyo dieléctrico sea aceite mineral con un volumen unitario superior a 600 litros o que en conjunto sobrepasen los 2.400 litros deberá instalarse un sistema fijo de extinción automático. Si se trata de instalaciones en edificios de pública concurrencia se reducirán estos volúmenes a 400 litros y 1.600 litros respectivamente.

En estas instalaciones deberá existir un plano detallado de dicho sistema, así como instrucción de funcionamiento pruebas y mantenimiento.

En la elección de aparatos o equipos extintores, tanto móviles o portátiles como fijos, se tendrá en cuenta si van a ser usados en instalaciones en tensión o no y en el caso de que sólo puedan usarse en instalaciones sin tensión se colocarán los letreros de aviso pertinentes.

En el proyecto de la instalación se recogerán los criterios y medidas adoptadas para alcanzar la seguridad contra incendios exigida.

4.2 Alumbrados especiales de emergencia.

En las instalaciones que tengan personal permanente para su servicio de maniobra, así como en aquellas otras que por su importancia lo requieran deberán disponerse los medios propios de alumbrados especiales de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (M.I.BT-025).

4.3 Elementos y dispositivos para maniobra.

Para la realización de las maniobras en las instalaciones eléctricas de alta tensión y de acuerdo con sus características, se utilizarán los elementos que sean necesarios para la seguridad del personal. Todos estos elementos deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

4.4 Instrucciones y elementos para prestación de primeros auxilios.

En todas las instalaciones se colocarán placas con instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse a los accidentados por contactos con elementos en tensión.

En toda instalación que requiera servicio permanente de personal, se dispondrá de los elementos indispensables para practicar los primeros auxilios en casos de accidente, tales como botiquín de urgencia, camilla, mantas ignífugas, etc., e instrucciones para su uso.

4.5 Almacenamiento de materiales.

Los locales o recintos que albergan la instalación eléctrica no podrán usarse como lugar de almacenamiento de materiales. Lo mismo se aplica a las celdas de reserva, equipadas o no, así como a partes del edificio en construcción, cuando están próximas a instalaciones en servicio.

5. PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCION.

5.1 Pasillos de servicio.

5.1.1 La anchura de los pasillos de servicio tiene que ser suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos.

Esta anchura no será inferior a la que a continuación se indica según los casos:

- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a un sólo lado 1,0 m.
- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a ambos lados 1,2 m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a un sólo lado 0,8 m.

- Pasillos de inspección con elementos en tensión a ambos lados 1,0 m.

Los anteriores valores, deberán ser totalmente libres, es decir, medidos entre las partes salientes que pudieran existir, tales como mandos de aparatos, barandillas etc.

5.1.2 Los elementos en tensión no protegidos, que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima "h" sobre el suelo medida en cm, igual a:

$$h = 230 + d$$

siendo "d" el valor correspondiente de la tabla siguiente:

Tensión nominal de la instalación KV	20	30	45	66	110	132	220
"d" en centímetros	20	27	38	57	95	110	185

5.1.3 En las zonas de transporte de aparatos, deberá mantenerse una distancia entre los elementos en tensión y el punto más alto del aparato en traslado, no inferior a "d" con un mínimo de 40 cm.

5.1.4 En cualquier caso, los pasillos deben estar libres de todo obstáculo hasta una altura de 230 cm.

5.2 Zonas de protección contra contactos accidentales.

5.2.1 Las celdas abiertas de las instalaciones interiores, deben protegerse mediante pantallas macizas, enrejados, barreras, bornas aisladas, etc., que impidan el contacto accidental de las personas que circulan por el pasillo, con los elementos en tensión de las celdas.

Entre los elementos en tensión y dichas protecciones, deberán existir, como mínimo, las distancias que a continuación se indican, en función del tipo de la protección, medidas en horizontal y expresadas en centímetros.

- De los elementos en tensión a pantallas o tabiques macizos de material no conductor: $A = d$
- De los elementos en tensión a pantallas o tabiques macizos de material conductor: $B = d + 3$
- De los elementos en tensión a pantallas de enrejados: $C = d + 10$
- De los elementos en tensión a barreras (barandillas, listones, cadenas, etc.): $E = d + 20$, con un mínimo de 80 cm.

siendo "d" el valor indicado en la tabla del apartado 5.1.2 de esta instrucción.

5.2.2 Para la aplicación de los anteriores valores es preciso tener en cuenta lo siguiente:

- a) Las pantallas, los tabiques macizos y los enrejados, deberán disponerse de modo que su borde superior esté a una altura mínima de 180 cm sobre el suelo del pasillo. Podrán realizarse de forma que dicho borde superior esté a una altura mínima de 100 cm pero, si no alcanza los 180 cm, se aplicarán las distancias correspondientes a las barreras indicadas en 5.2.1. El borde inferior deberá estar a una altura máxima sobre el suelo de 40 cm
- b) Las barreras de listones, barandillas o cadenas, deberán colocarse de forma que su borde superior esté a una altura "X" mínima sobre el suelo de 100 cm. Además, deberá disponerse más de un listón o barandilla para que la altura del mayor hueco libre por debajo del listón superior no supere el 30% de "X" con un máximo de 40 cm.

5.2.3 Cuando en la parte inferior de la celda no existan elementos en tensión, podrá realizarse una protección incompleta, es decir que no llegue al suelo, a base de pantallas o rejillas, chapas, etc. En este caso, el borde superior de la protección quedará a una altura mínima sobre el suelo según lo indicado en los apartados 5.2.1 y 5.2.2 anteriores y el borde inferior quedará a una altura sobre el suelo que será como máximo 25 cm menor que la altura del punto en tensión más bajo.

5.2.4 En las instalaciones de celdas abiertas debe establecerse una zona de protección entre el plano de las protecciones de las celdas y los elementos en tensión. La forma y dimensiones mínimas de dichas zonas de protección, se representan rayadas en las figuras adjuntas, con las precisiones que siguen, referidas a la altura y naturaleza de la protección y a las distancias de seguridad indicadas anteriormente.

Tipo de protección		X cm.	Y cm.	R cm.	Zona Protección
Pantallas o tabiques maizos.	No CONDUCTORES	≥ 200	A	-	ABCD Fig.1
		< 200 ≥ 180	A	C	ABCEFD Fig.2
		< 180 ≥ 100	E	-	ABCD Fig.1
	CONDUCTORES	≥ 200	B	-	ABCD Fig.1
		< 200 ≥ 180	B	C	ABCEFD Fig.2
		< 180 ≥ 100	E	-	ABCD Fig.1
Enrejados	≥ 180	C	-	ABCD Fig.1	
	< 180 ≥ 100	E	-	ABCD Fig.1	
Barreras	≥ 100	E	-	ABCD Fig.1	

5.2.5 En recintos no independientes cuando se trate de locales en el interior de edificios industriales siempre que sean instalaciones eléctricas de tercera categoría en celdas bajo envolvente metálica y grado de protección IP 419 (UNE 20.324) y que no contengan aparatos con líquidos combustibles podrán situarse en cualquier punto del local, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- No estar situadas bajo las áreas barridas por puente-grúas, monocarriles, u otros aparatos de manutención.
- Estar rodeadas de una barandilla de protección de un metro de altura y separada horizontalmente un mínimo de un metro de la citada envolvente, de forma que impida la aproximación involuntaria a la instalación.

6. DOCUMENTACION DE LA INSTALACION.

En las instalaciones privadas se guardará a disposición del personal técnico, en la propia instalación, las instrucciones de operación y el libro de instrucciones de control y mantenimiento.

En las instalaciones pertenecientes a las empresas eléctricas de servicio público, tal documentación, que tendrá la forma y estructura que convenga, se conservará en el lugar que mejor resulte apropiado de acuerdo con su organización de la explotación y mantenimiento.

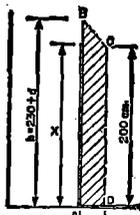


Fig. 1

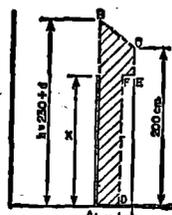


Fig. 2

Instrucción Técnica Complementaria NIE-RAT 15: "INSTALACIONES ELECTRICAS DE EXTERIOR".

INDICE

1. DISPOSICION DE LAS INSTALACIONES.
2. CONDICIONES GENERALES.
 - 2.1 Vallado
 - 2.2 Clases de instalaciones
 - 2.3 Terreno
 - 2.4 Condiciones atmosféricas
 - 2.5 Protecciones contra la corrosión
 - 2.6 Conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles
 - 2.7 Conducciones y almacenamiento de agua
 - 2.8 Alcantarillado
 - 2.9 Canalizaciones

- 2.10 Protección contra la descarga directa de rayos y sobretensiones inducidas por éstos
- 2.11 Centros de transformación en el interior de los parques de alta tensión
- 2.12 Cuadros y pupitres de control

3. PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCION.

- 3.1 Pasillos de servicio
- 3.2 Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación
- 3.3 Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación

4. INSTALACIONES SOBRE POSTES.

- 4.1 Apoyos
- 4.2 Disposiciones generales y condiciones de instalación

5. OTRAS PRESCRIPCIONES.

- 5.1 Sistemas contra incendios
- 5.2 Alumbrado de socorro
- 5.3 Elementos y dispositivos para maniobras
- 5.4 Instrucciones y elementos para prestación de primeros auxilios

6. DOCUMENTACION DE LA INSTALACION.

1. DISPOSICION DE LAS INSTALACIONES.

Las instalaciones eléctricas de exterior podrán ir dispuestas:

- a) En parques convenientemente vallados en su totalidad. Se incluyen en este apartado las estaciones móviles sobre vehículos apropiados.
- b) Sobre postes, en terrenos sin vallar, cuando se trate de instalaciones de 3a categoría.
- c) En zonas sin vallar, cuando se trate de instalaciones de 3a categoría bajo envolventes de hormigón, de materiales aislantes, o de cubierta metálica, destinadas a centros de transformación, seccionamiento, medida o similares.

2. CONDICIONES GENERALES.

2.1 Vallado

Todo el recinto de los parques destinados a instalaciones señaladas en el apartado a) del punto anterior, deberá estar protegido por una valla, enrejado, u obra de fábrica de una altura "H" de 2,20 metros como mínimo, medida desde el exterior, provista de señales de advertencia de peligro por alta tensión, con objeto de advertir sobre el peligro de acceso al recinto a las personas ajenas al servicio.

2.2 Clases de instalaciones.

Las instalaciones dentro del recinto vallado de los parques pueden comprender equipos de intemperie, así como conjuntos prefabricados con aislamiento de aire, aire comprimido, gases, o análogos. Igualmente pueden existir edificios destinados a instalaciones de alta tensión de tipo interior.

2.3 Terreno.

El terreno deberá ser explanado en uno o varios planos, debiendo protegerse para evitar la emanación de polvo, pudiendo utilizarse para ello los medios que se consideren convenientes: suelo de grava, de césped, asfáltico, u otros análogos.

Deberán tomarse precauciones para evitar los encharcamientos de agua en la superficie del terreno, dando pendientes al mismo o estableciendo un sistema de drenaje adecuado, cuando sea necesario.

Igualmente se deberán tomar disposiciones de drenaje en el caso de emplear fosas de recogida de aceite, así como para los canales y conductos de cables, tanto de potencia como de mando, señalización o control, telefónicos u otros.

2.4 Condiciones atmosféricas.

2.4.1 Deberán tenerse en cuenta las condiciones atmosféricas del lugar donde se prevea el emplazamiento de la instalación a efectos de la influencia de la temperatura, hielo, viento, humedad, polvo, etc., sobre el equipo y disposiciones que se proyecte emplear.

2.4.2 Los efectos de la temperatura, del hielo y del viento se tendrán en cuenta, tanto por lo que se refiere a los esfuerzos que provoquen sobre los elementos de las instalaciones, así como a las vibraciones que en algunos elementos pudieran producirse. Los esfuerzos correspondientes se calcularán tomando como base lo que a estos efectos señala el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

2.5 Protecciones contra la corrosión.

Se tomarán medidas contra la corrosión que pueda afectar a los elementos metálicos por su exposición a la intemperie, debiendo utilizarse protecciones adecuadas, tales como galvanizado, pintura, u otros recubrimientos.

2.6 Conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles.

2.6.1 Las conducciones de fluidos combustibles, cuyas posibles averías puedan originar escapes de fluido que, por sus características puedan dar lugar a la formación de atmósferas con riesgo de incendio o explosión, cumplirán los Reglamentos específicos que les sean de aplicación, deberán estar alejadas de las canalizaciones eléctricas de alta tensión, prohibiéndose terminantemente la colocación de anbas en una misma arera o galería de servicio.

2.6.2 El almacenamiento de fluidos combustibles se situará en lugares independientes de las instalaciones eléctricas, fuera del paso habitual de personal, y se tendrán en cuenta los requisitos exigidos en los Reglamentos que les afecten.

2.7 Conducciones y almacenamiento de agua.

Las conducciones y depósitos de almacenamiento de agua se instalarán suficientemente alejados de los elementos en tensión de tal forma que su rotura no pueda provocar averías en las instalaciones eléctricas. A estos efectos, se recomienda disponer las conducciones principales de agua en un plano inferior a las canalizaciones de energía eléctrica, especialmente cuando éstas se construyan a base de conductores desnudos sobre aisladores.

2.8 Alcantarillado.

La red general de alcantarillado, si existe, deberá estar situada en un plano inferior al de las instalaciones eléctricas subterráneas, pero si por causas especiales fuera necesario disponer en un plano inferior alguna parte de la instalación eléctrica, se adoptarán las disposiciones adecuadas para proteger a ésta de las consecuencias de cualquier posible filtración.

2.9 Canalizaciones.

Para las canalizaciones se aplicará lo establecido en el apartado 5 de la RAT 05.

2.10 Protección contra la descarga directa de rayos y sobretensiones inducidas por éstos.

En general, las instalaciones situadas al exterior, en los parques a que se refiere el párrafo a) del apartado 1, de esta Instrucción deberán estar protegidas contra los efectos de las posibles descargas de rayos directamente sobre las mismas o en sus proximidades. Para esta protección se podrán emplear conductores de tierra situados por encima de las instalaciones, o pararrayos debidamente distribuidos en función de sus características.

Para la protección de transformadores, reactancias y aparatos similares contra sobretensiones inducidas, se utilizarán descargadores o pararrayos autoválvulas, y se recomienda igualmente el empleo de estos dispositivos en las entradas de líneas.

Las características eléctricas de estos dispositivos, estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que pueda preverse en caso de sobretensión y en particular relacionadas con la coordinación de aislamiento a que se refiere la Instrucción RAT 12.

2.11 Centros de transformación en el interior de los parques de Alta Tensión.

En las subestaciones donde se encuentran instalados centros de transformación queda prohibida la salida de líneas de baja tensión al exterior del recinto de estos parques salvo que se cumplan alguna de las condiciones siguientes:

- a) Que los puntos alimentados tengan una red de tierra de protección común con la del parque de alta tensión, de forma que se consiga equipotencialidad entre las tierras.
- b) Que la alimentación se realice a través de transformadores de aislamiento, en cuyo caso el secundario de estos transformadores no tendrá conexión alguna con tierra o lo estará a la tierra de la instalación receptora.

2.12 Cuadros y pupitres de control.

Los cuadros y pupitres de control de las instalaciones de alta tensión estarán situados en lugares de amplitud e iluminación adecuados, que cumplirán lo especificado en la RAT 10.

3. PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCION.

3.1 Pasillos de servicio.

3.1.1 Para la anchura de los pasillos de servicio es válido lo dicho en el apartado 5.1.1 de la Instrucción RAT 14.

3.1.2 Los elementos en tensión no protegidos, que se encuentran sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima "H" sobre el suelo medida en centímetros, igual a:

$$H = 250 + d$$

Siendo "d" la distancia expresada en centímetros, de las tablas correspondientes de la RAT 12, dadas en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo Rayo adoptada para la instalación.

De las tablas se tomarán los valores indicados en la columna "CONDUCTOR-ESTRUCTURA".

En la determinación de esta distancia, se tendrá en cuenta la flecha máxima que pudieran alcanzar los conductores de acuerdo con las correspondientes prescripciones del Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

3.1.3 En las zonas donde se prevea el paso de aparatos o máquinas deberá mantenerse una distancia mínima entre los elementos en tensión y el punto más alto de aquellos no inferior a "d", con un mínimo de 50 cm. Se señalará la altura máxima permitida para el paso de los aparatos o máquinas.

3.1.4 En cualquier caso los pasillos de servicio estarán libres de todo obstáculo hasta una altura de 250 cm sobre el suelo.

3.1.5 En las zonas accesibles, cualquier elemento en tensión estará situado a una altura mínima sobre el suelo de 230 cm. En el caso en que dicha altura sea menor de 230 cm será necesario establecer sistemas de protección, tal como se indica en el apartado 3.2. A estos efectos se considerará en tensión la línea de contacto del aislador con su zócalo o soporte, si éste se encuentra puesto a tierra. (Ver figuras).

3.2 Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación.

3.2.1 Los sistemas de protección que deban establecerse guardarán unas distancias mínimas medidas en horizontal a los elementos en tensión que se respetarán en toda la zona comprendida entre el suelo y una altura de 200 cm que, según el sistema de protección elegido y expresadas en centímetros, serán:

- De los elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm de altura mínima:
 $B = d + 3$

- De los elementos en tensión a enrejados de 180 cm de altura mínima:
 $C = d + 10$

- De los elementos en tensión a cierres de cualquier tipo (paredes macizas, enrejados, barreras, etc.) con una altura que en ningún caso podrá ser inferior a 100 cm:

$$E = d + 30 \text{ con un mínimo de } 80 \text{ cm.}$$

siendo "d" el mismo valor definido en el apartado 3.1.2 de esta Instrucción.

Para la aplicación de estos valores se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado 5.2.2 de la Instrucción RAT 14.

3.2.2 Teniendo en cuenta estas distancias mínimas así como la altura libre en las zonas accesibles señaladas en el apartado 3.1.5, la zona total de protección que deberá respetarse entre los sistemas de protección y los elementos en tensión se representará rayada en la figura 1, con las acotaciones del cuadro que la sigue:

Tipo de protección	X cm	Y. cm
Tabiques macizos	≥ 180	B
Enrejados	≥ 180	C
Barreras, tabiques macizos o enrejados	≥ 180 ≥ 100	E

3.3 Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación.

3.3.1 Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberán existir entre éstos y el cierre las distancias mínimas de seguridad, medidas en horizontal y en centímetros, que a continuación se indican:

- De los elementos en tensión al cierre cuando éste es una pared maciza de altura $K < 250+d$ cm.
 $F = d + 100$ (fig. 2)

- De los elementos en tensión al cierre cuando éste es una pared maciza de altura $K \geq 250+d$ cm.
 $B = d + 3$ (fig. 3)

- De los elementos en tensión al cierre cuando éste es un enrejado de cualquier altura $K \geq 220$ cm.
 $G = d + 150$ (fig. 4)

3.3.2 Si la altura sobre el suelo de la línea de contacto del aislador con su zócalo puesto a tierra, es inferior a 230 cm no podrán establecerse pasillos de servicio a no ser que se disponga una protección situada entre los aparatos y el cierre exterior de modo que se cumpla simultáneamente lo indicado en el apartado 3.2 (fig. 5)

Teniendo en cuenta estas distancias mínimas, así como lo indicado a este respecto en las restantes prescripciones de esta Instrucción, las zonas de protección que deberán establecerse entre el cierre y los aparatos o elementos en tensión, se representan rayadas en las figuras 2, 3, 4 y 5, a modo de ejemplo.

En todas ellas, L es la altura mínima que deben tener los conductores sobre el suelo, de acuerdo con el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

- X e Y según fig. 1 y acotaciones del apartado 3.2.2.

- Z = anchura de pasillo de acuerdo con el apartado 5.1.1 de la Instrucción RAT 14.

En cualquier caso, la distancia del aparato al cierre se determinará con la mayor distancia resultante: F, G o la suma de Z + Y + espesor del sistema de protección.

4. INSTALACIONES SOBRE POSTES.

4.1 Apoyos.

Los apoyos podrán ser metálicos, de hormigón armado, de madera o mixtos de estos materiales.

Se recomienda evitar todo lo posible el empleo de tirantes o vientos que dificulten las maniobras del personal de servicio

Los apoyos deberán ser calculados teniendo en cuenta los pesos del equipo instalado, además de lo prescrito por el Reglamento Técnico de Líneas Aéreas de Alta Tensión.

4.2 Disposiciones generales y condiciones de instalación.

4.2.1 La altura y disposición de los apoyos serán tales que las partes que, en servicio, se encuentren bajo tensión y no estén protegidas contra contactos accidentales se situarán como mínimo a 5 metros de altura sobre el suelo. La parte inferior de las masas del equipo (cuba de transformador, interruptor, condensadores, etc.) deberá estar situada respecto al suelo a una altura no inferior a 3 metros. En los casos en que no se cumplieren estas alturas será necesario establecer un cierre de protección de acuerdo con lo prescrito en esta Instrucción.

En todos los casos se dispondrán muy visibles carteles indicadores de peligro en los apoyos y se tomarán las medidas oportunas para evitar su escalamiento.

4.2.2 Las puestas a tierra de todos los elementos de la instalación se ajustarán a lo que se establece en la Instrucción RAI 13. Se cuidará la protección de los conductores de conexión a tierra en las zonas inmediatamente superior e inferior al nivel del terreno, de modo que queden defendidos contra golpes, robo, etc.

4.2.3 Los dispositivos para la maniobra en la alimentación de los centros de transformación sobre poste, se situarán, bien en el propio apoyo, o bien en un apoyo anterior, en cuyo caso deberán ser visibles desde el pie del apoyo de la instalación. Se admitirá también su instalación en un apoyo anterior, aún cuando no sean visibles desde el apoyo de la instalación, siempre que en el accionamiento del dispositivo exista un bloqueo, o bien, que su cierre esté concebido de tal forma que requiera la utilización de herramientas especiales y, por tanto, su cierre no sea normalmente factible para personas ajenas al servicio.

Se admitirá un único dispositivo de corte para la maniobra de la alimentación común de varios transformadores, siempre que se cumplan las condiciones anteriores y cuando la potencia del conjunto de los transformadores no sea superior a 400 kVA.

4.2.4 En los casos en que la línea pueda tener alimentación por sus dos extremos, deberán instalarse dispositivos de corte de maniobra a ambos lados de la instalación, de acuerdo con lo indicado en el párrafo anterior.

5. OTRAS PRESCRIPCIONES.

5.1 Sistemas contra incendios.

Se deberán adoptar los materiales y los dispositivos de protección que eviten en la medida de lo posible la aparición o la propagación de incendios en las instalaciones eléctricas de alta tensión teniendo en cuenta:

- 1) La propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- 2) La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación por lo que respecta a daños a terceros.
- 3) La gravedad de las consecuencias debidas a los posibles cortes de servicio.

Los riesgos de incendio se particularizan principalmente en los transformadores o reactancias aislados con líquidos combustibles, en los que se tomarán una o varias de las siguientes medidas:

- a) Dispositivos de protección rápida que corten la alimentación de todos los arrollamientos del transformador. No es necesario el corte en aquellos arrollamientos que no tengan posibilidad de alimentación de energía eléctrica.
- b) Elección de distancias suficientes para evitar que el fuego se propague a instalaciones próximas a proteger, o colocación de paredes cortafuegos.
- c) La construcción de fosas colectoras del líquido aislante. Estas cubas o fosas colectoras (salvo en las zonas de captación de aguas o de aguas protegidas) no es necesario que se dimensionen para la totalidad del líquido aislante del transformador e incluso pueden eliminarse cuando la tierra contaminada pueda retirarse y el líquido aislante no pueda derramarse en cauces superficiales o subterráneos o canalizaciones de abastecimiento de aguas o de evacuación de aguas residuales. En cualquier caso cuando el transformador contenga menos de 1000 litros de líquido aislante, la fosa podrá suprimirse.
- d) Instalación de dispositivos de extinción apropiados, cuando las consecuencias del incendio puedan preverse como particularmente graves tales como proximidad de los transformadores a inmuebles habitados, por ejemplo.

Los extintores móviles o portátiles, si existen, estarán situados de forma racional, según dimensiones y disposición del recinto que alberga la instalación y sus accesos.

En las instalaciones importantes dotadas de sistemas de extinción de tipo fijo, automático o manual, deberá existir un plan detallado de dicho sistema, así como instrucciones de funcionamiento, pruebas, mantenimiento, etc.

En la elección de aparatos o equipos extintores móviles o fijos se tendrá en cuenta si van a ser usados en instalaciones en tensión o no, y en el caso de que solo puedan usarse en instalaciones sin tensión se colocarán los letreros de aviso pertinentes.

El proyectista deberá justificar que ha adoptado las medidas suficientes en cada caso.

5.2 Alumbrado de socorro.

En las instalaciones que tengan personal permanente para su servicio y maniobra, así como en aquellas otras que por su importancia lo requiera, deberán disponerse los medios propios de alumbrado auxiliar que puedan servir como socorro en caso de faltar la energía propia o procedente del exterior, a fin de permitir la circulación del personal y las primeras maniobras que se precisen.

La conmutación del alumbrado normal al de socorro podrá hacer se por medio de conmutadoras a mano, aunque con preferencia la conmutación se efectuará automáticamente.

5.3 Elementos y dispositivos para maniobras.

Para la realización de las maniobras en las instalaciones eléctricas de alta tensión y de acuerdo con sus características, se utilizarán los elementos necesarios para la seguridad personal. Todos estos elementos deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

5.4 Instrucciones y elementos para prestación de primeros auxilios

En todas las centrales, subestaciones y centros de transformación, se colocarán placas con instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse a los accidentados por contactos con elementos en tensión.

En toda instalación que requiera servicio permanente de personal, se dispondrá de los elementos indispensables para practicar los primeros auxilios en casos de accidente, tales como botiquín de urgencia, camilla, mantas ignífugas, u otros, e instrucciones para su uso.

6. DOCUMENTACION DE LA INSTALACION.

En las instalaciones privadas se guardará a disposición del personal técnico, en la propia instalación, las instrucciones de operación y el libro de instrucciones de control y mantenimiento.

Las instalaciones pertenecientes a empresas eléctricas de servicio público, podrán cumplir lo establecido en el párrafo anterior, dictando un norma interna que fije la forma y estructura que debe tener la documentación y el lugar donde debe conservarse a disposición del personal técnico.

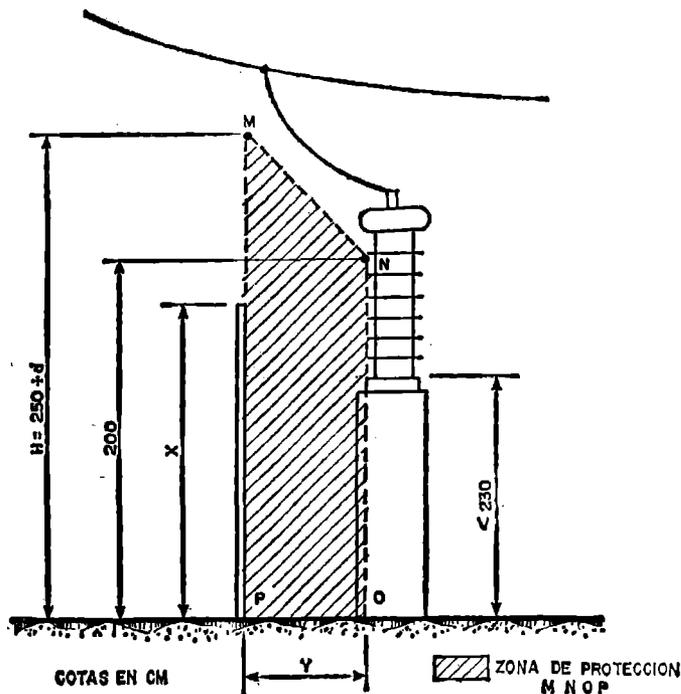
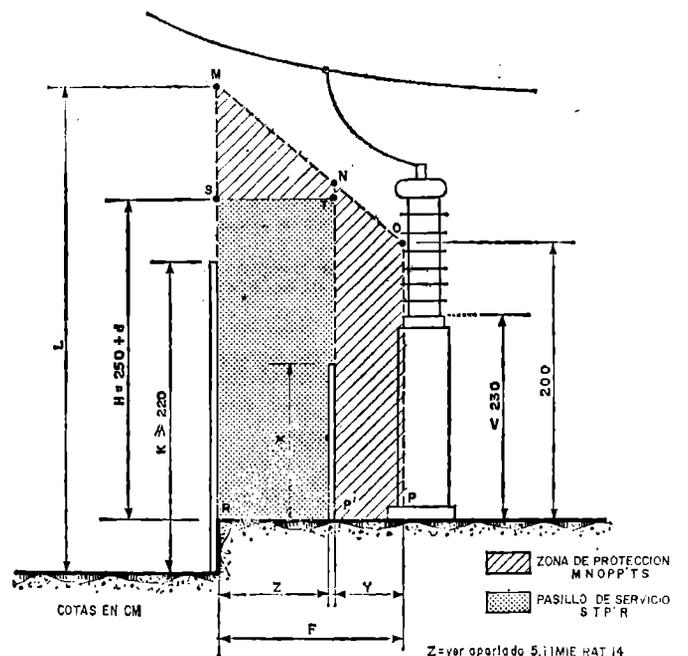
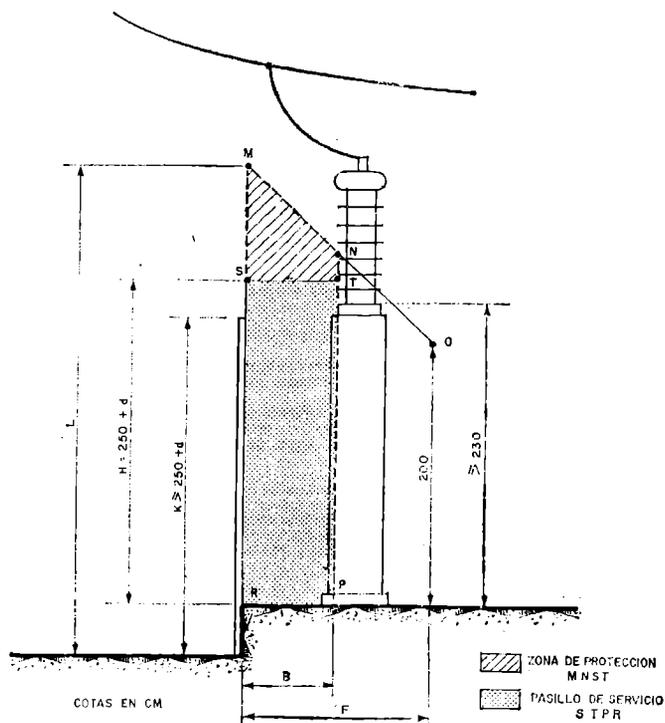
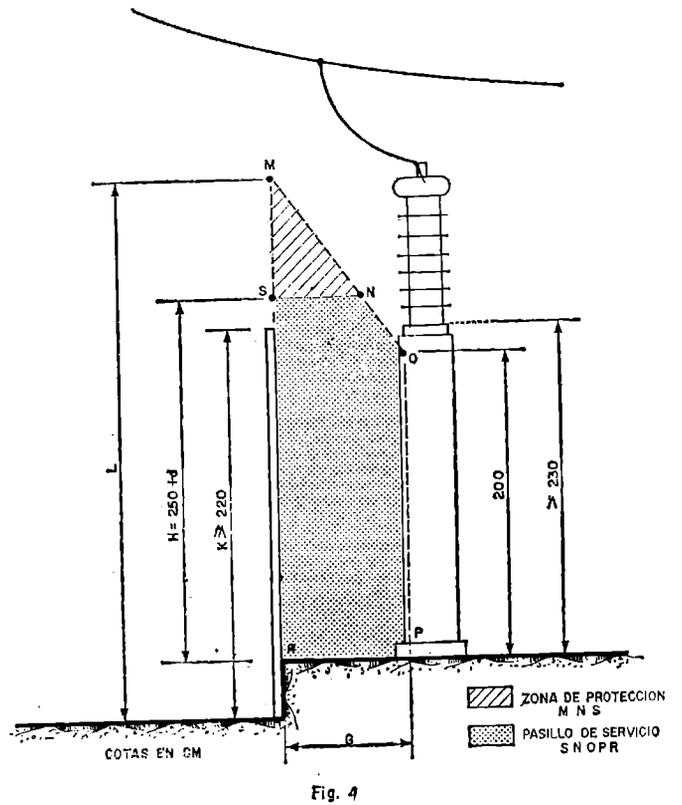
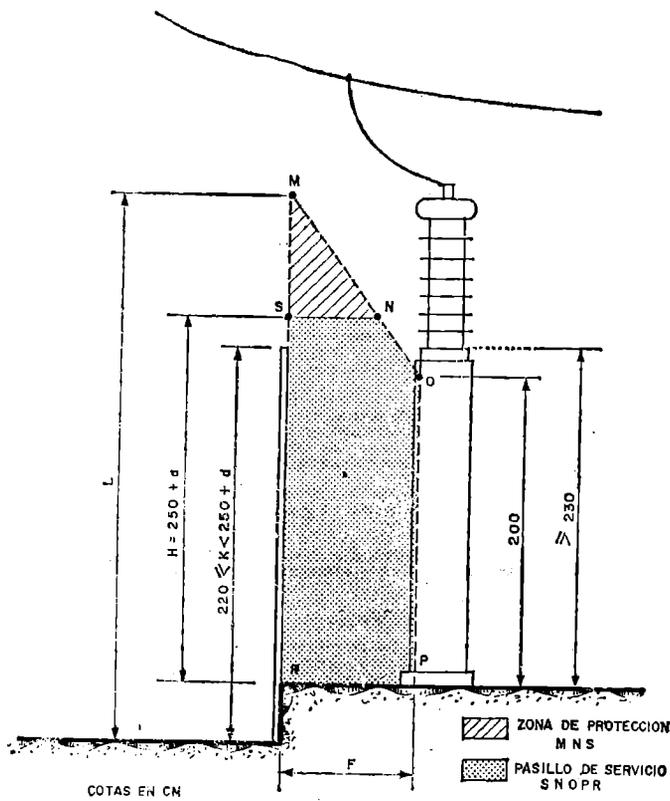


Fig. 1



Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 16: "INSTALACIONES BAJO ENVOLVENTE METÁLICA HASTA 75,5kV: CONJUNTOS PREFABRICADOS

INDICE

1. GENERALIDADES.
 2. CAMPO DE APLICACION.
 3. CONDICIONES DE SERVICIO.
1. GENERALIDADES.
 - 1.1 Aparata, de acuerdo con la norma UNE 20.099, es un término general aplicable a los aparatos de conexión y a su combinación con los aparatos de mando o maniobra, de medida, de protección y de regulación que se les asocian, así como a los conjuntos formados por tales aparatos con las conexiones, los accesorios, las envolventes y los soportes correspondientes.
 - 1.2 Conjuntos prefabricados de aparatada, bajo envolvente metálica, son aquellos que suministra el fabricante montados, y que antes de salir de fábrica han sido sometidos a los ensayos de serie y tipo que se especifican en la norma UNE 20.099. Sus características, se ajustarán en todo a lo especificado en la citada norma y en esta Instrucción.
 - 1.3 Los conjuntos bajo envolvente metálica para alojamiento de los transformadores de potencia, prefabricados o no, que se citan en el punto 2.3-a), deberán cumplir lo establecido en la Instrucción RAT.12.
 2. CAMPO DE APLICACION.
 - 2.1 Se aplicará esta Instrucción a los conjuntos prefabricados de aparatada, montados bajo envolvente metálica, de tensión más elevada para el material de hasta 72,5 kV inclusive.
 - 2.2 Estos conjuntos podrán instalarse en el interior o en el exterior.
 - 2.3 Los conjuntos prefabricados de aparatada bajo envolvente metálica, podrán utilizarse:
 - a) Con otros conjuntos bajo envolvente metálica prefabricados o no, para alojamiento de los transformadores de potencia.
 - b) En instalaciones en las que los transformadores de potencia se alojan en celdas no metálicas.
 3. CONDICIONES DE SERVICIO.
 - 3.1 Las condiciones normales de servicio, se ajustarán a las especificadas en la norma UNE 20.099.
 - 3.2 Cada cabina o celda separable llevará una placa de características con los siguientes datos:
 - a) Nombre del fabricante o marca de identificación.
 - b) Número de serie o designación de tipo, que permite obtener toda la información necesaria del fabricante.
 - c) Tensión nominal.
 - d) Intensidades nominales de las barras generales y los circuitos.
 - e) Frecuencia nominal.
 Cada una de las características estará determinada de acuerdo con lo especificado en la norma UNE 20.099.
 - 3.3 Para que un conjunto prefabricado de aparatada, bajo envolvente metálica, pueda ser montado en el exterior deberá haber superado previamente los ensayos de protección contra la intemperie que se indican en la norma UNE 20.099.
 - 3.4 La conexión a tierra de las envolventes metálicas se realizará de la forma indicada en la Instrucción RAT 13.

Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 17: "INSTALACIONES BAJO ENVOLVENTE AISLANTE HASTA 36 kV: CONJUNTOS PREFABRICADOS.

INDICE

1. GENERALIDADES.
2. CAMPO DE APLICACION.
3. ENVOLVENTE
4. CONCEPCION Y CONSTRUCCION.
5. SECCIONADORES Y SECCIONADORES DE PUESTA A TIERRA.
6. ENSAYOS.
7. CONDICIONES DE SERVICIO.

1. GENERALIDADES.

Se considerarán conjuntos prefabricados los conjuntos por módulos montados previamente y que antes de salir de fábrica han sido sometidos a los ensayos de serie y tipo que se establecen en el apartado 6. Por lo tanto no es necesario que estos conjuntos cumplan las prescripciones sobre distancias mínimas establecidas en la Instrucción RAT 12.
2. CAMPO DE APLICACION.

Se aplicará esta Instrucción a los conjuntos prefabricados de aparatada instalados o montados bajo envolvente aislante de tensión más elevada para el material de hasta 36 kV inclusive, para instalación interior.
3. ENVOLVENTE.

Toda la aparatada que constituye estos conjuntos estará recubierta por una envolvente aislante, a excepción de sus conexiones exteriores.

La envolvente estará constituida por material aislante sólido y deberá poder resistir los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos, así como los efectos de humedad y envejecimiento que puedan producirse en el lugar de su instalación.

Las características de la envolvente serán tales que un contacto accidental con ella no represente riesgo para las personas.

El aislamiento responderá a todas las exigencias del nivel de aislamiento nominal conforme al apartado 4.1.
4. CONCEPCION Y CONSTRUCCION.

La aparatada bajo envolvente aislante deberá construirse de modo que las operaciones normales de explotación y mantenimiento puedan efectuarse sin riesgo. Existirán dispositivos eficaces para impedir los contactos accidentales con puntos en tensión incluso estando totalmente extraídas las partes amovibles de la instalación.

 - 4.1 Envolvente aislante.

Las envolventes aislantes deberán cumplir con las condiciones siguientes:

 - a) El espesor de material aislante de la envolvente deberá ser suficiente para soportar las tensiones de ensayo especificadas en la Instrucción RAT 12.
 - b) Las corrientes capacitivas y las corrientes de fuga no deberán exceder de 0,5 mA en las condiciones de ensayo previstas en el apartado 6.
 - c) El aislamiento entre el circuito principal y la superficie accesible de la envolvente aislante deberán soportar las tensiones de ensayo previstas en la Instrucción RAT 12.
 - 4.2 Circuitos auxiliares.

El cableado o conexionado de los circuitos auxiliares cumplirán con todo lo indicado en la norma UNE 20.099.
5. SECCIONADORES Y SECCIONADORES DE PUESTA A TIERRA.

Los seccionadores y seccionadores de puesta a tierra cumplirán con lo indicado en la norma UNE 20.099.

Las corrientes de fuga a través de la distancia de seccionamiento no deberán exceder de 0,5 mA en las condiciones de ensayo previstas en el apartado 6.
6. ENSAYOS.

En la aparatada bajo envolvente aislante además de los ensayos y verificaciones individuales y de tipo, indicadas para la aparatada bajo envolvente metálica en la norma UNE 20.099 se efectuará un ensayo de descargas parciales.
7. CONDICIONES DE SERVICIO.
 - 7.1 En la instalación de conjuntos protegidos por envolvente aislante deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

Por las peculiares características de los equipos con envolvente aislante, será necesario considerar la condensación y condiciones de humedad existentes en el interior del local donde se instalen.

No será necesario el mantenimiento de las dimensiones de pasillos de servicio, ni de las zonas de protección contra contactos accidentales señalados en la Instrucción RAT 14. Los pasillos tendrán la anchura necesaria para la circulación del personal de servicio y para la manipulación y mantenimiento del equipo.
 - 7.2 Serán previstos enclavamientos entre los diferentes elementos de la aparatada, tanto por razones de seguridad como para facilitar el servicio. Respecto a los circuitos principales los enclavamientos cumplirán obligatoriamente con las reglas indicadas en la norma UNE 20.099.
 - 7.3 Las puestas a tierra necesarias deberán efectuarse de acuerdo con la Instrucción RAT 13.

- 7.4 Todos los módulos deberán llevar en lugar visible una placa de características entre las cuales deberán figurar como mínimo las siguientes:
- Nombre del fabricante o marca de identificación.
 - Tensión nominal.
 - Intensidad nominal máxima de servicio.
 - Frecuencia máxima de cortocircuito soportable.
 - Frecuencia nominal.
 - Nivel de aislamiento nominal.
 - Año de fabricación.

Instrucción Técnica Complementaria NIE-RAT 18: "INSTALACIONES BAJO ENVOLVENTE METÁLICA HASTA 75,5KV O SUPERIORES, AISLADAS CON HEXAFLUORURO DE AZUFRE (SF6).

INDICE

- GENERALIDADES.
- CAMPO DE APLICACION.
- SECCIONADORES.
- TENSIONES DE CONTACTO Y PASO.
- CONDICIONES DE SERVICIO.

1. GENERALIDADES.

Se establece como norma de obligado cumplimiento para estas instalaciones la norma UNE 20.141, quedando exentas de la aplicación del Reglamento de Aparatos a Presión.

2. CAMPO DE APLICACION.

- 2.1 Se aplicará esta Instrucción a las instalaciones de 72,5 kV o superiores bajo envolvente metálica aisladas con SF6 en las que las barras, interruptores automáticos, seccionadores, transformadores de medida, etc., estén contenidos en recipientes o envolvente metálicos rellenos de dicho gas SF6 el cual sirve de elemento aislante y como fluido extintor del arco en los interruptores.

- 2.2 Esta Instrucción será aplicable tanto a las instalaciones montadas en interior de edificios como a las de exterior.

3. SECCIONADORES.

Los sistemas de seguridad entre los elementos móviles y el indicador de posición serán garantía para evitar roturas que provoquen errores que puedan inducir maniobras falsas.

4. TENSIONES DE CONTACTO Y PASO.

Las tensiones de contacto y paso que puedan aparecer en las cubiertas, cumplirán lo establecido en la RAT 13 sobre instalaciones de tierra, y se colocarán en los casos precisos conexiones equipotenciales entre cubiertas.

5. CONDICIONES DE SERVICIO.

- 5.1 Se preverán los elementos de seguridad suficientes para evitar la explosión de la envolvente metálica en caso de defecto interno y se elegirán las direcciones de escape de los limitadores de presión para evitar accidentes en el personal de servicio.
- 5.2 Se establecerán sistemas de compensación de la dilatación del juego de barras y de sus envolventes.
- 5.3 Se preverán sistemas de alarma por pérdida de la presión interior del gas.
- 5.4 En el diseño de los edificios se estudiará la forma de evitar que escapes de gas SF6, que es más pesado que el aire, se acumulen en galerías o zonas bajas no previstas para este fin, estableciéndose si fuera preciso, sistemas artificiales de ventilación y renovación del aire. Se evitará que el gas escapado pueda salir a los alcantarillados de servicio público.
- 5.5 En el local de la instalación y a disposición del personal de servicio, existirá un ejemplar de las normas de mantenimiento y verificación de las condiciones de estanquidad.

Instrucción Técnica Complementaria NIE-RAT 19: "INSTALACIONES PRIVADAS CONECTADAS A REDES DE SERVICIO PUBLICO.

INDICE

- DISPOSICION DE LA INSTALACION.
- EMPLAZAMIENTO.
- NORMAS PARTICULARES.
- DATOS QUE FACILITARAN LAS COMPANIAS SUMINISTRADORAS.

1. DISPOSICION DE LA INSTALACION.

En el interior de las instalaciones privadas podrá haber partes de alta tensión afectas a la explotación de las redes de servicio público siempre que no sean accesibles al propietario de la instalación. Dichas partes podrán ser:

- Celdas de llegada o salida de líneas de alta tensión.
- Aparatos de protección general.
- Equipos de medida.

Podrá conseguirse la inaccesibilidad por el cierre completo de las celdas, mediante el enclavamiento o precintado de puertas y registros así como de los mandos de maniobra, o bien por separación de locales.

En cualquiera de los casos, el seccionador y/o el interruptor general de la instalación privada, podrá ser accionado por el propietario de la misma, y los contadores estarán dispuestos de forma que sus indicaciones puedan ser observadas por él.

La disposición interior debe permitir a la explotación de la red pública tener en todo momento acceso al mando interruptor general, al seccionador de corte y al equipo de medida.

En una instalación privada podrá haber partes que se cedan en explotación, uso u otro sistema de funcionamiento comparado a la empresa eléctrica suministradora. Cuando esto ocurra, se establecerá un acuerdo escrito en el que se fijen las responsabilidades de explotación y mantenimiento, remitiendo copia del mismo al Organismo competente de la Comunidad Autónoma.

2. EMPLAZAMIENTO.

El emplazamiento se escogerá de tal forma, que el personal perteneciente a la explotación de la red de servicio público tenga en cualquier momento acceso directo y fácil a la parte de la instalación afecta a su explotación, y por lo tanto, la puerta de entrada deberá situarse preferentemente sobre una vía pública o, en otro caso, sobre una vía privada de libre acceso. En el caso de no poder cumplir esta condición, se dispondrá un centro de entrega de la energía en un punto que reúna las condiciones prefijadas, en el que se instalará un dispositivo de corte que permita la separación de la instalación privada de la red de distribución pública, el equipo de medida, si ésta se efectúa en Alta Tensión, y la protección adecuada.

3. NORMAS PARTICULARES.

Las empresas distribuidoras de energía, de acuerdo con lo previsto en el artículo 72 del Reglamento, podrán proponer normas particulares que cumpliendo siempre el presente Reglamento, consigan que las instalaciones privadas se adapten a la estructura de sus redes y a las prácticas de su explotación, así como la debida coordinación de aislamiento y protecciones y facilitar el control y vigilancia de dichas instalaciones. Estas normas, podrán ser propuestas por un grupo de empresas para conseguir una mayor normalización.

Tales normas serán aprobadas por el Ministerio de Industria y Energía a propuesta de la Dirección General de la Energía y previo informe de las Direcciones Generales afectadas.

4. DATOS QUE FACILITARAN LAS COMPANIAS SUMINISTRADORAS.

Las compañías suministradoras deberán facilitar a los titulares de las instalaciones privadas, en servicio o en proyecto, los siguientes datos referidos al punto de conexión:

- Tensión nominal de la red.
- Nivel de aislamiento.
- Intensidad máxima de cortocircuito trifásica y a tierra.
- Tiempos máximos de desconexión en caso de defectos.
- Cuantos datos sean precisos para la elaboración del proyecto y que dependan del funcionamiento de la red.

Instrucción Técnica Complementaria NIE-RAT 20: "ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS"

INDICE

- ANTEPROYECTO.
 - Finalidad
 - Documentos que comprende
- PROYECTO DE EJECUCION.
 - Finalidad
 - Documentos que comprende
- PROYECTO DE AMPLIACION O MODIFICACION.

1. ANTEPROYECTO.

1.1 Finalidad.

El anteproyecto de una instalación de Alta Tensión podrá utilizarse para la tramitación de la correspondiente autorización por parte de la Administración, caso de que el solicitante estime la necesidad de su presentación con anterioridad a la preparación del Proyecto de Ejecución.

1.2 Documentos de comprende.

El anteproyecto de una instalación eléctrica de Alta Tensión constará, en general, al menos de los documentos siguientes:

- Memoria
- Presupuesto
- Planos

1.2.1 Memoria.

El documento-memoria deberá incluir:

- a) Justificación de la necesidad de la instalación.
- b) Indicación del emplazamiento de la instalación, señalando la calificación de uso de la zona de dicho emplazamiento.
- c) Descripción del conjunto de la instalación con indicación de las características principales de la misma señalando que se cumplirá lo preceptuado en la Reglamentación del Ministerio de Industria y Energía que la afecte.
- d) Indicación de las diversas etapas en que se prevé la puesta en servicio del conjunto de la instalación eléctrica.

1.2.2 Presupuesto.

El documento Presupuesto deberá contener una valoración estimada de los elementos de la instalación eléctrica.

1.2.3 Planos.

El documento Planos deberá incluir:

- a) Plano de situación prevista.
- b) Esquema de interconexión con las instalaciones adyacentes de la red de Alta Tensión.
- c) Esquema unifilar simplificado del conjunto de la instalación, indicando, en su caso, las ampliaciones previstas así como las instalaciones existentes.
- d) Plano de planta general y secciones más significativas.

2. PROYECTO DE EJECUCION.

2.1 Finalidad.

Proyecto de Ejecución es el documento básico para la realización de la obra. Contendrá los datos necesarios para que la instalación quede definida técnica y económicamente, de forma tal que pueda ser ejecutada bajo la dirección de un técnico competente distinto al autor del proyecto.

2.2 Documentos que comprende.

El Proyecto de Ejecución de una instalación eléctrica de Alta Tensión, constará de los documentos siguientes:

- Memoria.
- Pliego de condiciones técnicas.
- Presupuesto.
- Planos.

Para la tramitación de una autorización administrativa, no será exigible la presentación del pliego de condiciones.

2.2.1 Memoria.

En la Memoria se darán todas las explicaciones e informaciones precisas para la correcta dirección de la obra, incluirá los cálculos justificativos y comprenderá:

- a) Justificación de la necesidad de la instalación, en caso de solicitar su autorización.
- b) Indicación del emplazamiento de la instalación.
- c) Descripción de la misma, señalando sus características, así como las de los principales elementos que se prevé utilizar.
- d) Justificación de que en el conjunto de la instalación se cumple la normativa que se establece en la Reglamentación del Ministerio de Industria y Energía.

Cuando de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 10 del Reglamento, se propongan soluciones que no cumplan exactamente las prescripciones del mismo, deberá efectuarse justificación detallada de la solución propuesta.

2.2.2 Pliego de condiciones técnicas.

El pliego de condiciones técnicas contendrá la información necesaria para definir los materiales, aparatos y equipos y su correcto montaje.