



**REGLAMENTO SOBRE
CENTRALES ELÉCTRICAS,
SUBESTACIONES Y
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

(Mayo 2002)

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIOS
Servicios Generales
Servicios de Soporte, de Imagen y Gestión Documental



REGLAMENTO SOBRE CENTRALES ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

REAL DECRETO 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.	1
CORRECCIÓN de errores , del Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (Incorporadas en el Real Decreto).	3/4
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	9
ORDEN de 18 de octubre de 1984 complementaria de la de 6 de julio que aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (Incorporada la omisión en la MIE-RAT 20).	3/4
ORDEN de 27 de noviembre de 1987 por la que se actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 13 y MIE-RAT 14 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. (Incorporadas en las MIE-RAT).	3/4
CORRECCIÓN de erratas de la Orden de 27 de noviembre de 1987 por la que se actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 13 y MIE-RAT 14 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. (Incorporadas en las MIE-RAT).	3/4
ORDEN de 23 de junio de 1988 por la que se actualizan diversas Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (Incorporadas en las MIE-RAT).	3/4
CORRECCIÓN de erratas de la Orden de 23 de junio de 1988 por la que se actualizan diversas Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (Incorporadas en las MIE-RAT).	3/4
ORDEN de 16 de abril de 1991 por la que se modifica el punto 3.6 de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 06 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. (Incorporada en la MIE-RAT 06).	3/4
ORDEN de 16 de mayo de 1994, por la que se adaptan al progreso técnico la ITC MIE-RAT 02 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. (Incorporada en la MIE-RAT 02).	3/4

RESOLUCIÓN de 9 de marzo de 1995, de la Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial, por la que se reconoce la certificación de conformidad a normas que otorga el derecho de uso de la marca AENOR «N» de producto certificado, como garantía de cumplimiento de las exigencias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, en lo relativo a los transformadores trifásicos para distribución en baja tensión, de 25a 2.500 KVA, 50 Hz. **119**

ORDEN de 15 de diciembre de 1995, por la que se adaptan al progreso técnico la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 02 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. **(Incorporada en la MIE-RAT 02).** **3/4**

ORDEN de 10 de marzo de 2000 por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIE-RAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE-RAT 18 y MIE-RAT19 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. **(Incorporadas en las MIE-RAT).** **3/4**

CORRECCIÓN de errores de la Orden de 10 de marzo de 2000 por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIE-RAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE-RAT 18 y MIE-RAT19 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. **(Incorporadas en las MIE-RAT 02).** **3/4**

INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS MIE-RAT

MIE-RAT 01	Terminología	13
MIE-RAT 02	Normas de obligado cumplimiento y hojas interpretativas	23
MIE-RAT 03	Homologación de materiales y aparatos para instalaciones de alta tensión...	31
MIE-RAT 04	Tensiones nominales	33
MIE-RAT 05	Circuitos eléctricos.....	35
MIE-RAT 06	Aparatos de maniobra de circuitos	39
MIE-RAT 07	Transformadores y autotransformadores de potencia	43
MIE-RAT 08	Transformadores de medida y protección.....	45
MIE-RAT 09	Protecciones	47
MIE-RAT 10	Cuadros y pupitres de control.....	53
MIE-RAT 11	Instalaciones de acumuladores	55
MIE-RAT 12	Aislamiento.....	59
MIE-RAT 13	Instalaciones de puesta a tierra	67
MIE-RAT 14	Instalaciones eléctricas de interior	81
MIE-RAT 15	Instalaciones eléctricas de exterior.....	91
MIE-RAT 16	Instalaciones bajo envolvente metálica hasta 75,5 kV: conjuntos prefabricados	105
MIE-RAT 17	Instalaciones bajo envolvente aislante hasta 36 kv: conjuntos prefabricados	107
MIE-RAT 18	Instalaciones bajo envolvente metálica hasta 75,5 kV o superiores, aisladas con hexafloruro de azufre (SF ₆).	111
MIE-RAT 19	Instalaciones privadas conectadas a redes de servicio público.....	113
MIE-RAT 20	Anteproyectos y proyectos	115



REAL DECRETO 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Desde el año mil novecientos cuarenta y nueve en que fue aprobado el vigente Reglamento de Centrales Eléctricas y Centros de Transformación, la tecnología ha experimentado un importante avance y la potencia eléctrica instalada se ha incrementado considerablemente, aumentando las potencias de cortocircuito con mayor exigencia en los condicionamientos técnicos.

Todo ello ha obligado a revisar las prescripciones técnicas sobre protecciones, instalaciones de puesta a tierra, aparatos de maniobra, aislamientos, etc., en centrales eléctricas, centros de transformación y otras instalaciones de corriente alterna con tensión nominal superior a un KV.

Además, con objeto de facilitar la adaptación a las normas técnicas contenidas en este Reglamento al futuro progreso tecnológico, se ha seguido la norma de incluir en el Reglamento, propiamente dicho, las prescripciones de carácter general, encomendando al Ministerio de Industria y Energía las instrucciones técnicas complementarias necesarias.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Industria y Energía y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día doce de noviembre de mil novecientos ochenta y dos,

DISPONGO:

Artículo primero.— Se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación de tensión superior a mil voltios, que se incluye como anexo a este Real Decreto.

Artículo segundo.— Por el Ministerio de Industria y Energía se dictarán las instrucciones técnicas complementarias y demás disposiciones precisas para el desarrollo y aplicación del Reglamento citado en el artículo anterior.

Artículo tercero.— Se autoriza al Ministerio de Industria y Energía para que mediante Resoluciones de la Dirección General competente, en atención al desarrollo técnico o a situaciones objetivas excepcionales, a petición de parte interesada, y previo informe del Consejo Superior de dicho Ministerio, pueda establecer para casos determinados prescripciones técnicas diferentes de las previstas en las instrucciones técnicas complementarias.

Artículo cuarto.— El Reglamento entrará en vigor a los tres meses de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

DISPOSICIÓN TRANSITORIA

Hasta tanto no sean aprobadas por el Ministerio de Industria y Energía las correspondientes instrucciones técnicas de este Reglamento, continuarán vigentes los preceptos técnicos de la Orden del Ministerio de Industria de veintitrés de febrero de mil novecientos cuarenta y nueve, por la que se aprobaron instrucciones de carácter general y

Reglamento sobre instalaciones y Funcionamiento de Centrales Eléctricas y Centros de Transformación. Según vayan poniéndose en vigor las mencionadas instrucciones técnicas complementarias, quedarán derogadas las normas que figuran en la citada orden del Ministerio de Industria.

Dado en Madrid a 12 de diciembre de 1982

Publicado en el BOE número 288, de 1 de diciembre de 1982

Incluye CORRECCIÓN de errores, BOE número 15, de 18 de enero de 1983

REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN CENTRALES ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

CAPÍTULO PRIMERO

Disposiciones generales

Artículo 1.º *Objeto.*– El presente Reglamento tiene por objeto establecer las condiciones y garantías técnicas a que han de someterse las instalaciones eléctricas de más de 1.000 voltios para:

1. Proteger las personas y la integridad y funcionalidad de los bienes que pueden resultar afectados por las mismas instalaciones.
2. Conseguir la necesaria regularidad en los suministros de energía eléctrica.
3. Establecer la normalización precisa para reducir la extensa tipificación que existe en la fabricación de material eléctrico.
4. La óptima utilización de las inversiones, a fin de facilitar, desde el proyecto de las instalaciones, la posibilidad de adaptarlas a futuros aumentos de carga racionalmente previsibles.

Art. 2.º *Ambito de aplicación.*– Las normas y prescripciones técnicas del presente Reglamento e Instrucciones Técnicas Complementarias serán de aplicación para las instalaciones de corriente alterna, cuya tensión nominal eficaz sea superior a un kV, entre dos conductores cualesquiera, con frecuencia de servicio inferiores a 100 Hz.

A efectos de este Reglamento se consideran incluidas todas las instalaciones eléctricas de conjuntos o sistemas de elementos, componentes, estructuras, aparatos, máquinas y circuitos de trabajo entre límites de tensión y frecuencia especificados en el párrafo anterior, que se utilicen para la producción y transformación de la energía eléctrica o para la realización de cualquier otra transformación energética con intervención de la energía eléctrica.

No será de aplicación este Reglamento a las líneas de alta tensión, ni a cualquier otra instalación que dentro de su campo de aplicación se rija por una reglamentación específica, salvo las instalaciones eléctricas de centrales nucleares que quedan sometidas a las prescripciones de este Reglamento y además a su normativa específica.

Art. 3.º *Clasificación de las instalaciones.*– Las instalaciones eléctricas incluidas en este Reglamento se clasificarán en las categorías siguientes:

Primera categoría. Las de tensión nominal superior a 66 kV.

Segunda categoría. Las de tensión nominal igual o inferior a 66 kV. y superior a 30 kV.

Tercera categoría. Las de tensión nominal igual o inferior a 30 kV. y superior a 1 kV.

Si en la instalación existen circuitos o elementos en los que se utilicen distintas tensiones, el conjunto del sistema se clasificará, a efectos administrativos, en el grupo correspondiente al valor de la tensión nominal más elevada.

Cuando en el proyecto de una nueva instalación se considere necesaria la adopción de una tensión nominal superior a 380 KV., el Ministerio de Industria y Energía establecerá la tensión que deba autorizarse.

Art. 4.º *Frecuencia de la red eléctrica nacional.*– La frecuencia nominal obligatoria para la red eléctrica de servicio público es de 50 Hz.

Art. 5.º *Compatibilidad con otras instalaciones.*– Toda instalación de más de un kV. debe estar dotada de los elementos necesarios y con el calibrado y regulación conveniente para que su explotación e incidencias no produzca perturbaciones anormales en el funcionamiento de instalaciones ajenas.

Los sobredimensionamientos y modificaciones impuestos a una parte para corregir este tipo de problemas, como consecuencia de cambios realizados por propietarios de otras instalaciones serán costeados por el causante de la perturbación.

Art. 6.º *Perturbaciones en los sistemas de comunicaciones y similares.*– Las instalaciones eléctricas de más de un kV., cuyo funcionamiento produzca, o pueda producir, perturbaciones en el funcionamiento de sistemas de comunicaciones, señalización, control, transmisión de datos o similares, deberán estar dotadas de los dispositivos correctores que, en cada caso, se preceptúe.

Art. 7.º *Normas.*– Los materiales, aparatos, máquinas, conjuntos y subconjuntos, integrados en los circuitos de las instalaciones eléctricas de más de un kV., a las que se refiere este Reglamento, cumplirán las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que les sean de aplicación y que establezca como de obligado cumplimiento el Ministerio de Industria y Energía. Cuando no esté declarada de obligado cumplimiento ninguna norma o especificación técnica que se refiera a un elemento determinado de la instalación, el Ministerio de Industria y Energía podrá señalar, en cada caso, la norma que deba ser de aplicación. En su defecto, el proyectista propondrá y justificará las normas o especificaciones cuya aplicación considere más idónea para las partes fundamentales de la instalación de que se trate.

En aquellos casos en los que la aplicación estricta de las normas reglamentarias no permita una solución óptima a un problema o se prevea utilizar otros sistemas, el proyectista de la instalación deberá justificar las variaciones necesarias. El Ministerio de Industria y Energía podrá autorizar los valores o condiciones no concordantes con lo establecido en este Reglamento.

Igualmente, el Ministerio podrá exigir los ensayos que considere necesarios relativos a cualquier componente de la instalación, practicados por el Laboratorio nacional o extranjero que a estos efectos designe el mismo Ministerio.

Las Empresas suministradoras de energía eléctrica podrán proponer especificaciones que fijen las condiciones técnicas que deban reunir aquellas partes de instalaciones de los consumidores que tengan incidencia apreciable en la seguridad, funcionamiento y homogeneidad de su sistema. El condicionado técnico al que deben ajustarse estas especificaciones y los trámites administrativos para su aprobación por el Ministerio de Industria y Energía se determinarán en las Instrucciones Complementarias de este Reglamento.

Art. 8.º *Identificación, marcas y homologación.*– Los materiales y elementos utilizados en la construcción, montaje, reparación o reformas importantes de las instalaciones eléctricas de más de un kV., deberán estar señalizados con la información que determine la norma u homologación de aplicación correspondiente.

Para garantía del adecuado nivel de calidad de los elementos componentes de las instalaciones eléctricas de más de un kV., sometidas a este Reglamento toda Entidad y Organización que tenga establecida una marca o distintivo de calidad para materiales, elementos o equipos utilizados en estas instalaciones, podrán solicitar del Ministerio de Industria y Energía su reconocimiento, de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de las

actuaciones del Ministerio de Industria y Energía en el campo de la normalización y homologación, aprobado por Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre.

CAPÍTULO II

Autorización, puesta en servicio, inspección y vigilancia de las instalaciones

Art. 9.º *Proyecto de las instalaciones.*— Será obligatoria la presentación de proyecto suscrito por Técnico competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente, para la realización de toda clase de instalaciones eléctricas de más de un kV., a que se refiere el presente Reglamento.

Si se trata de instalación sometida al régimen de previa autorización, la solicitud deberá acompañarse de un proyecto o anteproyecto de la instalación eléctrica, cuya autorización se insta. En el supuesto de que se hubiese presentado anteproyecto, una vez concedida la autorización, antes de iniciar la realización, deberá presentarse el oportuno proyecto de ejecución, conforme a lo indicado en el párrafo anterior.

La definición y contenido mínimo de los proyectos y anteproyectos a que se alude en los párrafos anteriores, se determinará en la correspondiente Instrucción Técnica Complementaria, sin perjuicio de la facultad de la Administración para solicitar los datos adicionales que considere necesarios.

Cuando se trate de instalaciones, o parte de las mismas, de carácter repetitivo, el Ministerio de Industria y Energía podrá autorizar o establecer la utilización de proyectos tipo, que deberán ser completados, inexcusablemente, con los datos específicos concernientes a cada caso, tales como: ubicación, accesos, circunstancias locales, clima, entorno, dimensiones específicas, características de las tierras y de la conexión a la red, así como cualquier otra correspondiente al caso particular.

Art. 10.º *Aplicación de nuevas técnicas.*— Cuando el proyectista de una instalación prevea la utilización o aplicación de nuevas técnicas o se planteen circunstancias no previstas en las Instrucciones Técnicas Complementarias del presente Reglamento, podrá justificar la introducción de innovaciones técnicas señalando los objetivos y experiencias, así como normas y prescripciones que aplica. El Ministerio de Industria y Energía podrá aceptar o rechazar el proyecto en razón a que resulten o no justificadas las innovaciones que contenga.

Art. 11.º *Puesta en marcha de las instalaciones.*— En las instalaciones eléctricas de más de 1.000 voltios que no sean de producción, distribución pública o transporte de energía eléctrica y pertenezcan a establecimientos industriales liberalizados, de acuerdo con el Real Decreto 2135/1980, de 26 de septiembre, se podrá proceder a su puesta en funcionamiento, previo cumplimiento del requisito a que se refiere el artículo 2, III, del referido Real Decreto, y se acredite la conformidad de la Empresa eléctrica para conectar la instalación a su red.

Las instalaciones eléctricas de producción, distribución pública o transporte no liberalizadas o pertenecientes a Empresas eléctricas, sólo podrán iniciar la puesta en marcha previo cumplimiento de lo prevenido en el Decreto 2617/1966, de 20 de octubre.

Art. 12.º *Mantenimiento de las instalaciones.*— Los propietarios de las instalaciones, incluidas en el presente Reglamento, deberán presentar, antes de su puesta en marcha, un contrato, suscrito con persona física o jurídica competente en las que éstas se hagan responsables de mantener las instalaciones en el debido estado de conservación y funcionamiento.

Si el propietario de la instalación, a juicio del Órgano competente, dispone de los medios y organización necesarios para efectuar su propio mantenimiento, podrá eximirse de la obligación de presentación de dicho contrato.

Art. 13.º *Inspecciones periódicas de las instalaciones.*— Para alcanzar los objetivos señalados en el artículo 1.º de este Reglamento, en relación con la seguridad, se efectuarán inspecciones periódicas de las instalaciones.

Estas inspecciones se realizarán, al menos cada tres años, pudiéndose establecer condiciones especiales en las Instrucciones Técnicas Complementarias a este Reglamento. El titular de la instalación cuidará de que dichas inspecciones se efectúen en los plazos previstos.

Las inspecciones periódicas se realizarán por las Direcciones Provinciales del Ministerio de Industria y Energía, o, en su caso, por los Órganos competentes de las Comunidades Autónomas o bien por Entidades colaboradoras del Ministerio de Industria y Energía facultadas para la aplicación de la Reglamentación eléctrica si incluyen entre sus campos de actuación las instalaciones que van a inspeccionar.

El Órgano inspector conservará acta de todas las inspecciones que realice y entregará una copia de la misma al propietario o arrendatario, en su caso, de la instalación, así como a la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía u Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Si como consecuencia de la inspección se detectaran defectos en la instalación, éstos deberán ser corregidos en un plazo máximo de seis meses, salvo que existan razones, debidamente motivadas ante la Administración, en cuyo caso ésta podrá conceder un plazo mayor. No obstante, si la persona o Empresa que ha realizado la inspección, estima que dichos defectos pudieran ser causa de accidente, propondrá a la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía u Órgano competente de la Comunidad Autónoma un plazo más corto para la reparación y en caso de que se apreciase grave peligro de accidente, podrá proponer, incluso, el corte de suministro.

Las Direcciones Provinciales de Industria u Órganos competentes de las Comunidades Autónomas, efectuarán inspecciones, mediante control por muestreo estadístico, de las inspecciones efectuadas por las Entidades colaboradoras.

El Ministerio de Industria y Energía podrá eximir, con carácter general de la Inspección periódica, a aquellos tipos de instalación que por su naturaleza no precisen dicha inspección.

Asimismo, las Empresas u Organismos que acrediten ante la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía u Órgano competente de la Comunidad Autónoma que poseen capacidad para realizar el mantenimiento periódico de sus instalaciones, así como planes periódicos de reconocimiento y control, podrán solicitar de dichas autoridades que la inspección oficial se efectúe mediante control por muestreo estadístico, siempre que sus planes de reconocimiento y control respeten, tanto el procedimiento administrativo, como los plazos antes indicados. El citado control estadístico se llevará a efecto por la Dirección Provincial de Industria y Energía o por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Las tarifas máximas de inspección de las instalaciones eléctricas serán establecidas por el Ministerio de Industria y Energía después de oír a los representantes de las Empresas eléctricas, de los abonados en alta tensión y de las Sociedades de inspección y control.

Art. 14.º *Interrupción y alteración del servicio.*— En los casos o circunstancias en que se observe inminente peligro para las personas o cosas, se deberá interrumpir el funcionamiento de la instalación.

En situación de emergencia, un Técnico titulado competente, con la autorización de la Empresa propietaria de la instalación, podrá adoptar las medidas provisionales que resulten

aconsejables, dando cuenta inmediatamente al Órgano competente de la Administración, que fijará el plazo para restablecer las condiciones reglamentarias.

Los casos de accidente o de interrupción del servicio público se comunicarán inmediatamente al Órgano competente de la Administración.

CAPÍTULO III

Infracciones y sanciones

Art. 15.º La infracción de los preceptos del presente Reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias se sancionará de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente.

Art. 16.º En el ámbito de sus respectivas intervenciones podrán estar incurso en las responsabilidades a que se refiere el artículo anterior: el autor del proyecto, el fabricante o importador del material, el instalador, el técnico que certificó la adaptación de la obra al proyecto y el cumplimiento de las condiciones técnicas y reglamentarias a efectos de la puesta en marcha, el encargado del mantenimiento de las instalaciones, la Entidad colaboradora que haya efectuado los reconocimientos periódicos, las Empresas suministradoras y los usuarios.

DISPOSICIÓN TRANSITORIA

Las instalaciones existentes a la fecha de la entrada en vigor del presente Reglamento e Instrucciones Técnicas Complementarias, seguirán sometidas a las prescripciones reglamentarias vigentes en la fecha de su instalación, pero habrán de ajustarse a las condiciones y prescripciones técnicas de la nueva normativa en los supuestos de ampliación importante, o cuando su estado general, situación o características impliquen riesgo grave para personas o bienes, o produzcan perturbaciones inaceptables en el normal funcionamiento de otras instalaciones.

Las revisiones periódicas de todas las instalaciones existentes se llevarán a efecto en el plazo y en la forma establecidos por el presente Reglamento e Instrucciones Técnicas Complementarias.

No obstante lo dispuesto en el primer párrafo de esta disposición, por razones de seguridad podrá establecerse en las Instrucciones Técnicas Complementarias del presente Reglamento la necesaria readaptación de instalaciones ya existentes a las prescripciones de la Instrucción Técnica Complementaria de que se trate.

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.

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.

DISPOSICIÓN 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.

Madrid, 6 de julio de 1984

Publicada en el BOE número 183, de 1 de agosto de 1984

**INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS
(MIE-RAT)
DEL REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS
Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN CENTRALES
ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE
TRANSFORMACIÓN**

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 TENSIÓN

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

APARATO EXTRAÍBLE

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

APARATO MECÁNICO DE CONEXIÓN CON DISPARO LIBRE

Aparato mecánico y 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 aun que 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 predeterminadas, cuando dicho circuito está sin tensión.

CANALIZACIÓN O CONDUCCIÓN

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

CENTRAL ELÉCTRICA

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 TRANSFORMACIÓN

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

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO

Instalación diseñada y construida en fábrica y de serie que comprende transformador, aparata de alta tensión, interconexiones (cables, barras, etc.), y en su caso aparata de baja tensión y equipo auxiliar en una envolvente, para suministrar energía en baja tensión desde un sistema de alta tensión. Si la envolvente es metálica y los elementos componentes no son funcionalmente independientes, el centro se denomina «Centro de Transformación Integrado».

CIRCUITO

Conjunto de materiales eléctricos (conductores, aparata, etc.) alimentados por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobretensiones 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 un instalación trifásica es el cociente U_{pf}/U_p siendo U_{pf} 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_{pf} 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, o cualquier otro procedimiento de cálculo de suficiente garantía.

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.

CONEXIÓN 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 CORTOCIRCUITO MÁXIMA ADMISIBLE

Valor de la corriente de cortocircuito que puede soportar un elemento de la red durante una corta duración especificada.

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 solo 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.

CORRIENTE NOMINAL (DE UNA MÁQUINA O DE UN APARATO)

Corriente que figura en las especificaciones de una máquina o de un aparato, a partir de la cual se determinan las condiciones de calentamiento o de funcionamiento de esta máquina o de este aparato.

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 más puntos con distintos potencial.

DISPOSITIVO ANTIBOMBEO

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.

FRECUENCIA NOMINAL (DE UNA MÁQUINA O DE UN APARATO)

Frecuencia que figura en las especificaciones del aparato, de la que se deducen las condiciones de prueba y las frecuencias límites de utilización de esta máquina o de este aparato.

INSTALACIÓN DE TIERRA

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

INSTALACIÓN 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.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

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

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EXTERIOR

Instalación eléctrica expuesta a la intemperie.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE INTERIOR

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

INSTALACIÓN PRIVADA

Es la instalación estimada, 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 AUTOMÁTICO

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

INTERRUPTOR DE APERTURA AUTOMÁTICA

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

LÍNEA DE ENLACE CON EL ELECTRODO DE TIERRA

Cuando existiera punto de puesta a tierra, se denomina línea de enlace con el electrodo de tierra 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.

LÍNEA 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

- a) 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.
- b) 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 PROPAGACIÓN 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 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 PROTECCIÓN

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 existencia 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 EXTINCIÓN

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 AUTOMÁTICO

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 satisface 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.

SOBRETENSIÓN

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

SOBRETENSIÓN 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 débilmente.

SOBRETENSIÓN 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.

SOBRETENSIÓN 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.

SUBESTACIÓN

Conjunto situado en un mismo lugar, de la aparamenta 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 Transformación.

SUBESTACIÓN DE MANIOBRA

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

SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

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.

TENSIÓN

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

TENSIÓN A TIERRA O CON RELACIÓN 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.

TENSIÓN 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.

TENSIÓN DE CONTACTO

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

TENSIÓN 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 1000 ohmios.

TENSIÓN 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.

TENSIÓN DE PASO

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

TENSIÓN DE PASO APLICADA

Es la parte de la tensión de paso que resulta directamente aplicada entre los pies de un hombre, teniendo en cuenta todas las resistencias que intervienen en el circuito y estimándose la del cuerpo humano en 1000 ohmios.

TENSIÓN DE PUESTA A TIERRA

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

TENSIÓN DE SERVICIO

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

TENSIÓN 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.

TENSIÓN MÁS ELEVADA DE UNA RED TRIFÁSICA

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 las variaciones temporales de tensión debidas a condiciones anormales de la red (por ejemplo, averías o desconexiones bruscas de cargas importantes).

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (U_m)

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 otras características relacionadas con esta tensión en las normas propuestas para cada material.

TENSIÓN 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 U_n .

TENSIÓN NOMINAL DE UNA RED TRIFÁSICA

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.

TENSIÓN NOMINAL PARA EL MATERIAL

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

TENSIÓN SOPORTADA

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

TENSIÓN 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.

TENSIÓN 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.

TENSIÓN 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 DISTRIBUCIÓN

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

ZONA DE PROTECCIÓN

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

ITC MIE-RAT 02	NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO Y DISPOSICIONES ACLARATORIAS
---------------------------	---

1. NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

1. En la aplicación del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por el Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, y de acuerdo con lo establecido en el artículo 12 b) de la Ley 21/1992, de Industria, se podrán declarar de obligado cumplimiento total o parcialmente, normas UNE, editadas por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), normas europeas (EN) o Documentos de Armonización (HD), ambos 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 Órganos competentes de las Comunidades Autónomas.

b) Por acuerdos internacionales.

c) 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 la Dirección General responsable.

2. 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, si se considera necesario. En caso de posibles discrepancias entre los requisitos establecidos por las normas de la citada lista y las prescripciones recogidas por el resto de las Instrucciones Técnicas Complementarias, prevalecerá lo especificado en las citadas Instrucciones Técnicas del Reglamento. Asimismo, en caso de que las normas incluidas en el texto de las Instrucciones Técnicas Complementarias correspondiesen a ediciones anteriores, o hubieran sufrido variaciones en su numeración, estructura, o por otros motivos, no coincidieran con las relacionadas en el anexo de la MIE-RAT 02, también prevalecerán estas últimas. Se incluye una tabla de correspondencia de normas anuladas y sustituidas por nuevas.

3. Periódicamente, el Ministerio de Industria y Energía pondrá al día la citada lista de normas UNE.

4. En el caso de productos provenientes de los Estados miembros de la Unión Europea o del Espacio Económico Europeo (EEE), se admitirán igualmente las correspondientes normas nacionales de esos Estados, siempre que las mismas garanticen niveles de exigencia equivalentes a los requisitos recogidos por las normas relacionadas en dicha lista.

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 Órdenes 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 MIE-RAT 02

RELACIÓN DE NORMAS UNE QUE SE DECLARAN DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

Generales:

UNE 21308-1:1994	Ensayos en alta tensión. Parte 1: Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
UNE-EN 60060-2:1997	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60060-2 ER:1999	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60060-2/A11:1999	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60071-1:1997	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-2:1999	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE 21405-1:1995	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE 21405-4:1995	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 4: Símbolos de magnitudes relativas a máquinas eléctricas rotativas.
UNE-EN 60617-2:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general.
UNE-EN 60617-3:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión.
UNE-EN 60617-6:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica.
UNE-EN 60617-7:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparatos y dispositivos de control y protección.
UNE-EN 60617-8:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización.

Aisladores y pasatapas:

UNE-EN 60168:1997	Aisladores de apoyo para interior y exterior de cerámica o vidrio para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60168/A1:1999	Aisladores de apoyo para interior y exterior de cerámica o vidrio para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE 21110-2:1996	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE 21110-2 ER:1997	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60137:1997	Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1 kV.
UNE-EN 60507:1995	Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

Aparamenta:

- UNE-EN 60694:1998 Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de A.T.
UNE-EN 60694 COR:1999 Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de A.T.

Seccionadores:

- UNE-EN 60129:1996 Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 60129/A1:1996 Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 60129/A2:1997 Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 61129:1996 Seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. Establecimiento y corte de corrientes inducidas.
UNE-EN 61129/A1:1996 Seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. Establecimiento y corte de corrientes inducidas.

Interruptores, contactores e interruptores automáticos:

- UNE-EN 60265-1:1999 Interruptores de A.T. Parte 1: Interruptores de A.T. para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
UNE-EN 60265-2:1994 Interruptores de A.T. Parte 2: Interruptores de A.T. para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 60265-2/A1:1997 Interruptores de A.T. Parte 2: Interruptores de A.T. para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 60265-2/A2:1999 Interruptores de A.T. Parte 2: Interruptores de A.T. para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE 20149:1980 Contactores de corriente alterna para A.T.
UNE 21081:1994 Interruptores automáticos de corriente alterna para A.T.
UNE 21081/3M:1999 Interruptores automáticos de corriente alterna para A.T.

Aparamenta bajo envolvente metálica:

- UNE-EN 60298:1998 Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 Kv.
UNE-EN 60298 COR:2000 Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
EN 60298/A11:1999
(PNE-EN 60298/A11:2000) Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 60517:1998 Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas iguales o superiores a 72,5 kV.
EN 60517/A11:1999
(PNE-EN 60517/A11:2000) Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas iguales o superiores a 72,5 kV.
UNE 20324:1993 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

- UNE-EN 50102:1995 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/A1:1999 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

Transformadores de potencia:

- UNE-EN 60076-1:1998 Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60076-1/A11:2000 Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60076-2:1998 Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento.
- UNE 20101-3:1987 Transformadores de potencia. Niveles de aislamiento y ensayos dieléctricos.
- UNE 20101-3/1M:1996 Transformadores de potencia. Niveles de aislamiento y ensayos dieléctricos.
- UNE 20101-3-1:1990 Transformadores de potencia. Niveles de aislamiento y ensayos dieléctricos. Distancias de aislamiento en el aire.
- UNE 20101-5:1982 Transformadores de potencia. Aptitud para soportar cortocircuitos.
- UNE 20101-5/1M:1996 Transformadores de potencia. Aptitud para soportar cortocircuitos.
- UNE 20178:1986 Transformadores de potencia tipo seco.
- UNE 20178/1C:1989 Transformadores de potencia tipo seco.
- UNE 20178/2M:1994 Transformadores de potencia tipo seco.
- UNE 20178/3M:1996 Transformadores de potencia tipo seco.
- UNE 20178/4M:1996 Transformadores de potencia tipo seco.
- UNE 21428-1:1996 Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE 21428-1-1:1996 Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Sección 1: Requisitos generales para transformadores multitensión en alta tensión.
- UNE 21428-1-2:1996 Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Sección 2: Requisitos generales para transformadores bitensión en baja tensión.
- UNE 21428-1-2 ER:1999 Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Sección 2: Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.
- UNE 21428-2-1:1996 Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2: Transformadores de distribución con cajas de cables en alta y/o baja tensión. Sección 1: Requisitos generales.

UNE 21428-2-2: 2000	Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2: Transformadores de distribución con cajas de cables en Alta Tensión y/o Baja Tensión. Sección 2: Cajas de cables tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma 21428-2-1.
UNE 21428-2-3:1998	Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2: Transformadores de distribución con cajas de cables en alta y/o baja tensión. Sección 3: Cajas de cables tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma 21428-2-1.
UNE 21428-4:1996	Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 kVA a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 4: Determinación de la potencia asignada de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales.
UNE 21538-1:1996	Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en baja tensión de 100 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE 21538-3:1997	Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en baja tensión de 100 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de las características de potencia de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales.

Centros de transformación prefabricados:

UNE-EN 61330:1997	Centros de Transformación Prefabricados
-------------------	---

Transformadores de medida y protección:

UNE 21088-1:1995 (*)	Transformadores de medida y protección. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE 21088-1/ER:1995 (*)	Transformadores de medida y protección. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE 21088-1/1m:1997 (*)	Transformadores de medida y protección. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-1:2000	Transformadores de medida.
UNE 21088-2:1995 (*)	Transformadores de medida y protección. Parte 2: Transformadores de tensión.
UNE 21088-2/ER:1995 (*)	Transformadores de medida y protección. Parte 2: Transformadores de tensión
UNE 21088-2/1M:1997 (*)	Transformadores de medida y protección. Parte 2: Transformadores de tensión

3/4 3/4 3/4 3/4 3/4 3/4

(*) Solo aplicable para transformadores de tensión capacitivos. Los transformadores de tensión inductivos deben cumplir la norma UNE-EN 60044-2: 1999.

- UNE-EN 60044-2:1999 Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
- UNE 21088-3:1983 Transformadores de medida y protección. Transformadores combinados.
- UNE 21587:1996 Transformadores de medida. Transformadores de tensión trifásicos para niveles de tensión con U_m hasta 52 kV.

Pararrayos:

- UNE-EN 60099-1:1996 Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-4:1995 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-4/ER:1996 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
- UNE-EN 60099-4/A1:1999 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

Lista de normas anuladas y sustituidas por nuevas

Normas anuladas	Normas que las sustituyen
UNE 20004-1	UNE 21405-1 UNE 21405-2
UNE 20004-2 UNE 20004-3 UNE 20004-6	UNE-EN 60617-2 UNE-EN 60617-3 UNE-EN 60617-6 UNE-EN 60617-7
UNE 20099	UNE-EN 60298
UNE 20100	UNE-EN 60129
UNE 20101-1	UNE-EN 60076-1
UNE 20101-2	UNE-EN 60076-2
UNE 20101-4	UNE-EN 60076-1
UNE 20104	UNE-EN 60265-1
UNE 20138	UNE 21428-1
UNE 20138-2	UNE 21428-1-2
UNE 20141	UNE-EN 60517
UNE 21062-1	UNE-EN 60071-1
UNE 21062-2	UNE-EN 60071-2
UNE 21087	UNE-EN 60099-1
UNE 21088-1 UNE 21088-1 ER UNE 21088/1M	UNE-EN 60044-1
UNE 21088-2 (*) UNE 21088-2 ER (*) UNE 21088-2/1M (*)	UNE-EN 60044-2
UNE 21110-1	UNE-EN 60168
UNE 21308-2	UNE 21308-1
UNE 21308-3	UNE-EN 60060-2
UNE 21308-4	UNE-EN 60060-2

(*) Anuladas para los transformadores de tensión inductivos por la UNE-EN 60044-2: 1999. Para los transformadores de tensión capacitivos está vigente.

ITC MIE-RAT 03	HOMOLOGACIÓN DE MATERIALES Y APARATOS PARA INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN
---------------------------	---

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.

ITC MIE-RAT 04	TENSIONES NOMINALES
---------------------------	----------------------------

1. TENSIONES NOMINALES NORMALIZADAS

Las tensiones nominales normalizadas se indican en el cuadro siguiente:

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

(*) 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.

1. CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN CONSIDERADOS COMO DE ALTA TENSIÓN

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. SEPARACIÓN 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 las cosas.

3. CONDUCTORES ELÉCTRICOS

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.

4. CONEXIONES

Las conexiones de los conductores a los aparatos, así como los 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 naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, 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 metálico 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:

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

Siendo:

I= Intensidad permanente de corto circuito 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 cm^3 .

\ddot{a} = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores en daN/cm^2 .

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, roedores y otras).
- Radios de curvatura admisible por los conductores.
- Intensidades de cortocircuito.
- Corrientes de corrosión cuando exista envolvente 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 rasillas encima del cable, a modo de protección mecánica.

Cuando 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 discurran 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 obligatoria la indicación del máximo gálibo admisible.

Cuando 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, alambrones 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 grados 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.

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 AUTOMÁTICOS

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, autosoplado, 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 s - 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 manto 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 Los aisladores de los seccionadores y de los seccionadores de puesta a tierra estarán dispuestos de tal forma que ninguna corriente de fuga peligrosa circule entre bornes de un lado y cualquiera de los bornes del otro lado del seccionador. Esta prescripción de seguridad se considerará satisfecha cuando esté previsto que toda corriente de fuga se dirija hacia tierra, por medio de una conexión de tierra segura, o cuando el aislamiento utilizado esté protegido eficazmente contra la polución en servicio.

3.6 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 disponga 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 cortacircuitos 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.

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 potencias 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 CONEXIÓN

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. REGULACIÓN

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 aceite u otros materiales al averiarse otro muy próximo, se procurará instalar una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.

1. CARACTERÍSTICAS 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 redes 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.

Asimismo se tendrán en cuenta las sobretensiones que tengan que soportar, tanto por maniobra como por la puesta a tierra accidental de una fase, en especial en los sistemas de neutro aislado o por otras de origen atmosférico.

No obstante, en las instalaciones de tercera categoría, en aquellos casos excepcionales en los que la intensidad térmica del transformador de intensidad, elegido de acuerdo con el Reglamento de Verificaciones Eléctricas dentro de las series normales de fabricación, no alcance el valor límite de la intensidad de cortocircuito prevista para la instalación, el proyectista deberá justificar dicha circunstancia e incluir en el proyecto las medidas de protección necesarias para evitar daños a las personas o al resto de la instalación.

2. INSTALACIÓN

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.

Cuando 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 ferresonancia.

Se prohíbe la instalación de contadores, máxímetros, relojes, bloques de prueba, etcétera, sobre los frentes de las celdas de medida donde la proximidad de elementos sometidos a alta tensión (MIE-RAT 12), presentan riesgos de accidentes para el personal encargado de las operaciones de verificación, cambio de horario y lectura.

Esto no se aplicará a los conjuntos de aparamenta previstos en las MIE-RAT 16 y 17.

1. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

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 cortacircuitos 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. PROTECCIÓN 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 autoválvulas de resistencia variable. Los bornes de tierra de estas autoválvulas 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:

- a) En los sistemas con neutro a tierra con intensidades de defecto I_d en A, tales que con la resistencia a tierra R_M en \bar{U} de las masas, se cumpla que $I_d \cdot R_M \geq 5000v$.
- b) 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.
- c) En zonas expuestas a frecuentes descargas atmosféricas clasificadas en el plano nº 1 con índice de frecuencia de tormentas "muy elevado" o "elevado".

3. PROTECCIÓN 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 ESPECÍFICAS DE MÁQUINAS 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 estátor.

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 asíncronos 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:

- a) 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 sobreintensidades, bien por medio de dispositivos térmicos que detecten la temperatura del devanado o las del medio refrigerante.
- b) 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 francos 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 sobrecargas 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 sobrecargas de alguna de las siguientes maneras:

- a) De forma individual con los elementos de protección situados junto al transformador que protegen.
- b) 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 esta línea o derivación alimente un solo 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 solo transformador.

- c) 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 en B. T.

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 sobreintensidades 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 redes 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 cote.

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 desconexión, 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 sobreintensidades, las sobretensiones y los defectos a tierra, cuyos redes 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 y compensadores síncronos y asíncronos:

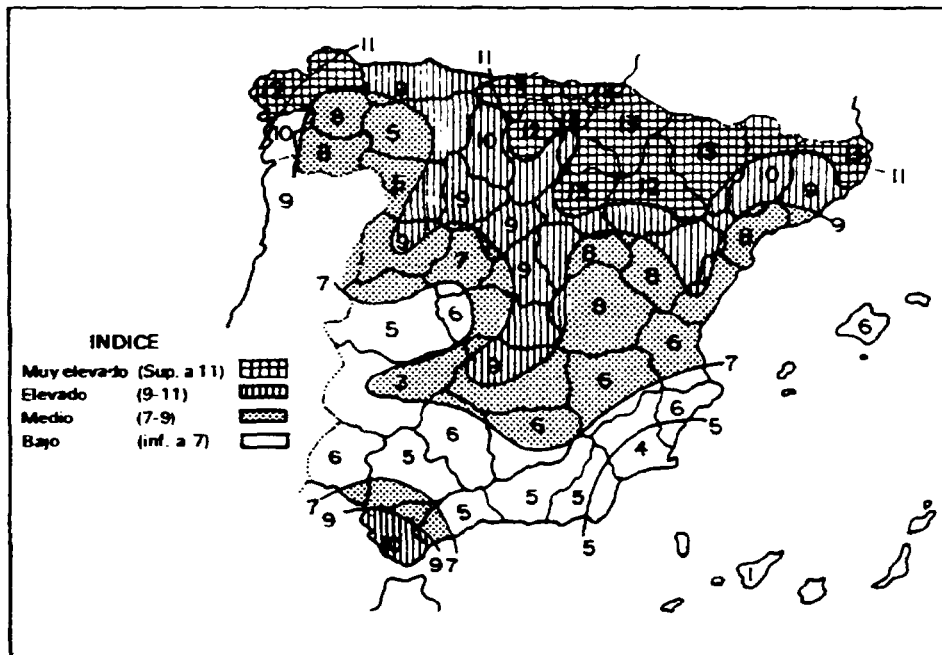
- Cortocircuito. En el cable de alimentación y entre espiras.
- Sobrecargas excesivas (mediante detección de la sobreintensidad, o por sonda de temperatura, o por imagen térmica).
- Rotor bloqueado en funcionamiento.
- Arranque excesivamente largo.
- Mínima tensión.
- Desequilibrio o inversión de fases.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

Para los motores y compensadores 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.
- Sobreintensión 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.

MAPA DE FRECUENCIAS DE TORMENTAS



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

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

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 incluidos 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. SEÑALIZACIÓN

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 bornas 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 2000 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 tendrán un acabado que no produzca brillos.

6. MONTAJE

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

Cuando 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.

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. ELECCIÓN DE LAS BATERÍAS 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

dascarga rápida cuando las puntas sean importantes en relación con el citado consumo permanente.

4. INSTALACIÓN

En los proyectos y posteriores realizaciones de instalaciones de baterías de acumuladores, han de tenerse en 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 externas 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 y 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 electrólito 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 redes, 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 esté 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 materiales aislantes no higroscópicos, 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 027 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Se prohíbe expresamente el uso de cualquier tipo de toma de corriente.

Las protecciones eléctricas a las que se refiere el apartado 5 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.

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

4.2.2 Baterías alcalinas o ácidas en vasos cerrados

Las baterías de acumuladores alcalinas o ácidos 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.

5. PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE LA BATERÍA 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 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.

ITC MIE-RAT 12	 AISLAMIENTO
---------------------------	---------------------

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 aislamientos 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

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL. (Um)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO.		TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL DE CORTA DURACIÓN A FRECUENCIA INDUSTRIAL.
kV eficaces	Lista 1	Lista 2	kV eficaces
	kV cresta		
3,6	20	40	10
7,2	40	60	20
12	60	75	28
17,5	75	95	38
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 listas 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 En redes e instalaciones no conectadas a líneas aéreas:

- 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. Éste 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 μF 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 μF 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 esté puesto a tierra a través de una bobina de extinción y la protección adecuada contra las sobretensiones este 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

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL DE CORTA DURACIÓN A FRECUENCIA INDUSTRIAL
kV eficaces	kV cresta	kV eficaces
52	250	95
72,5	325	140
123	450	185
145	550	230
170	650	275
245	750	325
	850	360
	950	395
	1050	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 coexistir 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 este grupo de tensiones, la elección del material a instalar es función primordial 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

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO MANIOBRA	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO
kV eficaces	kV cresta	kV cresta
		850
300	750	950
	850	1050
362	950	1175
420	1050	1300
525	1175	1425
	1300	1550
	1425	1800
765	1550	1950
		2100
		2400

Esta tabla da 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.

1.3.2 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.

2. 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 COORDINACIÓN 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 Electrotecnia Internacional).

3. DISTANCIAS EN EL AIRE ENTRE ELEMENTOS EN TENSIÓN Y ENTRE ÉSTOS Y ESTRUCTURAS METÁLICAS PUESTAS A TIERRA

3.1 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 depende de las configuraciones de las partes activas y de las estructuras próximas.

3.2 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.

3.3 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 el laboratorio según norma UNE 21.110.

3.3.1 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 en las partes en tensión y de las partes puestas a tierra.

Tabla 4

TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta)	DISTANCIA MÍNIMA 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

TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta)	DISTANCIA MÍNIMA 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

3.3.2 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 MÍNIMA FASE- TIERRA EN EL AIRE (cm)	
TENSIÓN SOPOR- TADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO MANIOBRA	TENSIÓN SOPOR- TADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO	CONDUCTOR ESTRUCTURA	PUNTA ESTRUCTURA
650	850	150	170
750	850	160	190
750	950	170	190
850	950	180	240
850	1050	190	240
950	1050-1175	220	290
1050	1175-1300-1425	160	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

3.3.3 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 al aire entre conductores paralelos y entre punta y conductor.

Tabla 7

TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO MANIOBRA FASE-TIERRA. (kV cresta)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO MANIOBRA ENTRE FASES (kV cresta)	DISTANCIA 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	560	680
1300	2250	630	770
1425	2400	710	880
1550	2550	790	1000

3.3.4 Los valores de las distancias indicadas 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.

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 cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, éstas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto (durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella) que resulten de la aplicación de las fórmulas que se recogen a continuación.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar se determina en función del tiempo de duración del defecto, según la fórmula siguiente:

$$(1) V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

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 del cálculo de proyecto se podrán emplear, para la estimación de las mismas, las expresiones siguientes:

(2) Tensión de paso:
$$V_p = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{6\tilde{n}_s}{1000}\right) \text{ (V)}$$

(3) Tensión de contacto:

$$V_c = \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{1,5\tilde{n}_s}{1000} \right) \text{ (V)}$$

que responden a un planteamiento simplificado del circuito, al despreciar la resistencia de la piel y del calzado, y que se han determinado suponiendo que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000 ohmios, y asimilando cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 centímetros cuadrados de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N, lo que representa una resistencia de contacto con el suelo evaluada en función de la resistividad superficial \tilde{n}_s del terreno de $3\tilde{n}_s$.

Si son de prever contactos del cuerpo humano con partes metálicas no activas que puedan ponerse a distinto potencial, se aplicará la fórmula (3) de la tensión de contacto haciendo $\tilde{n}_s = 0$.

El proyectista de la instalación de tierra deberá comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo sancionado por la práctica que los valores de las tensiones de paso, V_p , y de contacto, V_c , que calcule para la instalación proyectada en función de la geometría de la misma, de la corriente de puesta a tierra que considere y de la resistividad correspondiente al terreno, no superen en las condiciones más desfavorables las calculadas por las fórmulas (2) y (3) 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.

El dimensionado de la instalación de tierra en 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 puesta 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. Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en los puntos 5 y 6 son inferiores a los valores máximos definidos por las ecuaciones (2) y (3).
8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, railes, 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, tal como se indica en el apartado 8.1 y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

2.2 Condiciones difíciles de puesta a tierra

Cuando por los valores de 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 justificaciones:

- 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 mm^2 en el caso de cobre, y 50 mm^2 en el caso del acero.

Los anteriores valores corresponden a una temperatura final de 200 grados centígrados. Puede admitirse un aumento de esta temperatura hasta 300 grados centígrados 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.

Cuando 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 milímetros cuadrados.

Cuando 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.

Podrán 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.

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 milímetros. Los de acero sin recubrir no tendrán un diámetro inferior a 20 milímetros.

- Los tubos no serán de un diámetro inferior a 30 milímetros ni de un espesor de pared inferior a 3 milímetros.
 - Los perfiles de acero no serán de un espesor inferior a 5 milímetros ni de una sección inferior a 350 milímetros cuadrados.
- b) Los conductores enterrados, sean de varilla, cable o plétina, deberán tener una sección mínima de 50 mm² los de cobre, y 100 mm² los de acero. El espesor mínimo de las pléttinas 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 tercera 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 arcillosa	50 a	500
Arena silíceas	200 a	3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a	500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a	3000
Calizas blandas	100 a	300
Calizas compactas	1000 a	5000
Calizas agrietadas	500 a	1000
Pizarras	50 a	300
Rocas de mica y cuarzo		800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a	10000
Granitos y gres muy alterados	100 a	600
Hormigón	2000 a	3000
Balasto o grava	3000 a	5000

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	$R = 0,8 \frac{r}{P}$
Placa enterrada superficial	$R = 1,6 \frac{r}{P}$
Pica vertical	$R = \frac{r}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2r}{L}$
Malla de tierra	$R = \frac{r}{4r} + \frac{r}{L}$

siendo:

R = resistencia de tierra del electrodo en ohmios

ρ = resistividad del terreno en ohmios . metro

P = 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 que 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 cero grados centígrados 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. DETERMINACIÓN DE LAS INTENSIDADES DE DEFECTO PARA EL CÁLCULO 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 por 100 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 (Ic) 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 siguiente:

TABLA 3

INTENSIDADES DE DEFECTO PARA EL CÁLCULO

TIPO DE CONEXIÓN DEL NEUTRO	CORRIENTE UTILIZABLE PARA EL CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO
Aislado	$K \cdot I_c$
A través de impedancia	IE
Rígido a } $U_n < 100 \text{ kV}$	IE
tierra } $U_n \geq 100 \text{ kV}$	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.

Salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, se pondrán a tierra los siguientes elementos:

- a) Los chasis 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 cercas metálicas (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 tierra 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.

6.3 Interconexión de las instalaciones de tierra

Las puestas a tierra de protección y de servicio de una instalación, deberán interconectarse, 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 corriente 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 diferente 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 peligroso para otras instalaciones o aparatos igualmente puestos a tierra.

Los conductores empleados para la 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 apartamentada. La sección mínima de dicha línea de tierra será de 35 mm^2 , 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 al 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 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., así como las armaduras en edificios de hormigón armado, deberán ser puestas a tierra cuando pudieran ser accesibles y ponerse en 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 railes 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:

- a) Pueden ser incluidas dentro de la instalación de tierra general y ser conectadas a ellas.
- b) Pueden situarse distantes de la instalación de tierra general y conectarse a una instalación de tierra separada e independiente.
- c) 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:

- a) Las instalaciones de tierra deberán aislarse entre sí para la diferencia de tensiones que pueda aparecer entre ambas.
- b) 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.
- c) 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, carcasas de aparatos, etc., se conectarán a la tierra general del centro, uniéndose a la tierra separada solamente los neutros de baja tensión.

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, carcasas 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 contactos que puedan aparecer.

- d) 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:

- a) Cuando la alimentación en alta tensión forma parte de una red de cables subterráneos con envolventes conductoras, de suficiente conductibilidad.
- b) 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 más 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 emplearán fuentes de alimentación de potencia adecuada para simular el defecto, de forma que la corriente inyectada sea suficientemente alta, a fin de evitar que las medidas queden falseadas como consecuencia de corrientes vagabundas o parásitas circulantes por el terreno.

Consecuentemente, y a menos que se emplee un método de ensayo que elimine el efecto de dichas corrientes parásitas, por ejemplo, método de inversión de la polaridad, se procurará que la intensidad inyectada sea del orden del 1 por 100 de la corriente para la cual ha sido dimensionada la instalación y en cualquier caso no inferior a 50 A para centrales y subestaciones y 5 A para centros de transformación.

Los cálculos se harán suponiendo que existe proporcionalidad para determinar las tensiones posibles máximas.

Para instalaciones de tercera categoría que respondan a configuraciones tipo, como es el caso de la mayoría de los centros de transformación, el Órgano territorial competente podrá admitir que se omita la realización de las anteriores mediciones, sustituyéndolas por la correspondiente a la resistencia de puesta a tierra, si se ha establecido la correlación, sancionada por la práctica, en situaciones análogas, entre tensiones de paso y contacto y resistencia de puesta a tierra.

8.2 Vigilancia periódica

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

1. SITUACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones eléctricas de interior podrán estar situadas en:

- a) Edificios destinados a alojar en su interior estas instalaciones e independientemente de cualquier local o edificio destinado a otros usos.

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) 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 Inaccessibilidad

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, 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 dificulten el acceso desde el exterior.

2.2 Pasos y accesos

2.2.1 Todos los lugares de paso tales como salas, pasillos, escaleras, rampas, salidas, etc., deben ser de dimensiones y trazado adecuados y correctamente señalizados 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 deslizantes.

2.2.3 Los recintos donde existan instalaciones de alta tensión dispondrán de puerta o 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 pates u otros sistemas similares, siempre que su instalación sea de tipo fijo.

En los centros de transformación sin personal permanente para su servicio de maniobra no será necesario disponer de más de una puerta de salida

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 aquélla.

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 atarjea 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.

Queda prohibida la instalación de conducciones de agua, calefacción, vapor y de cualquier otro servicio ajeno a la instalación eléctrica en el interior del recinto de los centros de transformación de tercera categoría.

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, transformadores o centros de transformación integrados, que contengan aceite u otro dieléctrico inflamable con capacidad superior a 50 litros 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 resistente. Cuando tengan que servir de apoyo a los aparatos presentarán la debida solidez.

3.2.3 Los interruptores de aceite o de otros dieléctricos inflamables, sean o no automáticos, cuya maniobra se efectúe localmente, dispondrán de envolventes o tabiques de material incombustible (clase MO según la norma UNE 23 727) y mecánicamente resistente, con objeto de proteger al operario, contra los efectos de una posible proyección de líquido o explosión en el momento de la maniobra. En los centros de transformación integrados con interruptores incorporados, la envolvente podrá ser la del propio centro de transformación integrado, siempre que satisfaga los requisitos indicados.

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 dispositivos de parada automática 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 Paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques de construcción

3.4.1 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.

3.4.2 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.

3.4.3 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.

3.5 Señalización

Toda instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan 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 gálibos 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 unifiliares, e instrucciones generales de servicio.

4. OTRAS PRESCRIPCIONES

4.1 Sistemas contra incendios

Para la determinación de las protecciones contra incendios a que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor, se tendrá en cuenta:

- 1.º La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- 2.º La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- 3.º La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.
- 4.º La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y de sus cubiertas.
- 5.º La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

Con carácter general se aplicarán:

Para los edificios contemplados en el apartado a) del punto 1.º de esta Instrucción, las disposiciones reguladoras de la protección contra el incendio en los establecimientos industriales, y para los del apartado b) 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.

Cuando se utilicen dieléctricos líquidos con temperaturas de combustión superiores a 300 °C, se dispondrá un sistema de recogida de posibles derrames, que impida su salida al exterior.

b) Sistemas de extinción

b.1) Extintores móviles.

Se colocará como mínimo un extintor de eficacia 89 B en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo, de acuerdo con los niveles que se establecen en b.2). Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

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 89 B, 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 inflamable o combustible de punto de inflamación inferior a 300 °C con un volumen unitario superior a 600 litros o que en conjunto sobrepasen los 2.400 litros deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones, tal como de halón o CO₂. Si se trata de instalaciones en edificios de pública concurrencia con acceso desde el interior de los mismos, se reducirán estos volúmenes a 400 litros y 1.600 litros, respectivamente.

Si los transformadores o aparatos utilizan un dieléctrico de temperatura de inflamación o combustión igual o superior a 300 °C (aceite de silicona, aislamiento seco a base de resinas, etc.) podrán omitirse las anteriores disposiciones, pero deberán instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

Las instalaciones fijas de extinción de incendios podrán estar integradas en el conjunto general de protección del edificio. Deberá existir un plano detallado de dicho sistema, así como instrucción de funcionamiento, pruebas y mantenimiento.

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 (MI 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 PROTECCIÓN

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 solo 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 solo 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 en KV \leq	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 próximo del aparato en traslado, no inferior a «d», con un mínimo de 40 centímetros.

5.1.4 En cualquier caso, los pasillos deberán 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.):

$$E = d + 20, \text{ con un mínimo de } 80 \text{ cm.}$$

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 por 100 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 según 5.2.1	R cm	Zona Protección
Pantallas o tabiques macizos	No CONDUCTORES	≥ 200	A	—	ABCD Fig. 1
		< 200	A	C	ABCEFD Fig. 2
		≥ 180			
		< 180	E	—	ABCD Fig. 1
	CONDUCTORES	≥ 200	B	—	ABCD Fig. 1
		< 200	B	C	ABCEFD Fig. 2
		≥ 180			
		< 180	E	—	ABCD Fig. 1
Enrejados	≥ 180	C	—	ABCD Fig. 1	
	< 180	E	—	ABCD Fig. 1	
	> 100				
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. DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

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.

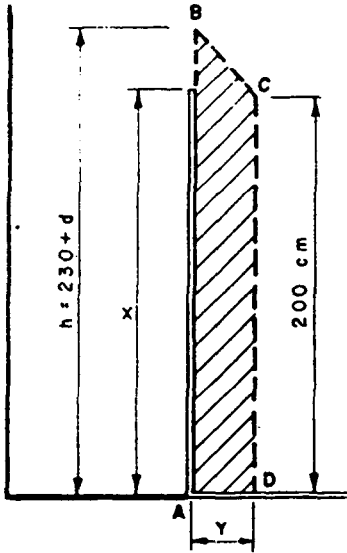


Fig. 1

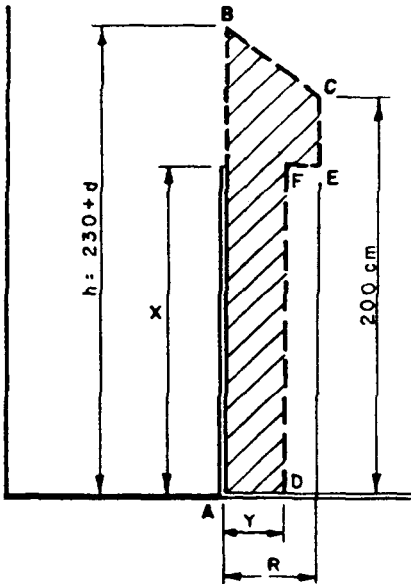


Fig. 2

1. DISPOSICIÓN 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 tercera categoría.
- c) En zonas sin vallar, cuando se trate de instalaciones de tercera categoría bajo envolventes de hormigón, de materiales aislantes, o de cubierta metálica, destinadas a centros de transformación, seccionamiento, medida o similares.

Dicha envolvente impedirá el acceso a las partes con tensión y/o elementos de protección y maniobra, evitando que éstas, sean accesibles desde el exterior.

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 "K" de 2,20 metros como mínimo, medida desde el exterior, provista de señales de advertencia de peligro por alta tensión en cada una de sus orientaciones, 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 utilizar 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, como por las vibraciones que en algunos elementos pudieran producirse, así como por la dificultad de sus maniobras. Los esfuerzos correspondientes se calcularán tomando como base lo que a estos efectos señala el Reglamento Técnico 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 ambas en una misma atarjea 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 algunas 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.

2.13 Interruptores de aceite o de otros líquidos inflamables maniobrados localmente.

Los interruptores de aceite o de otros dieléctricos inflamables, sean o no automáticos, cuya maniobra se efectúe localmente y que no estén instalados sobre postes, dispondrán de envolventes o tabiques de material incombustible (clase MO según la norma UNE 23 727) y mecánicamente resistente, con objeto de proteger al operario y al público en general, contra los efectos de una posible proyección de líquido o explosión en el momento de la maniobra.

En los centros de transformación integrados con interruptores incorporados, la envolvente podrá ser la del propio centro, siempre que satisfaga los requisitos indicados.

3. PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCIÓN

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 encuentren 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 4 y 6 de la MIE-RAT 12, dadas en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo adoptada por la instalación.

De la tabla 6 de dicha MIE-RAT 12 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 aquéllos 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 representa 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.

$$F = d + 100 \text{ (fig. 2)}$$

- De los elementos en tensión al cierre cuando éste es una pared maciza de altura $k \geq 250+d$ cm.

$$B = b + 3 \text{ (fig. 3)}$$

- De los elementos en tensión al cierre cuando éste es un enrejado de cualquier altura $k \geq 220$ cm.

$$G = d + 150 \text{ (fig. 4)}$$

3.3.2 Si la altura sobre el suelo de la línea de contacto del aislamiento 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 aclaraciones 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 adecuada 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 interior 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 dificultar su escalamiento en aquellos lugares que se consideren frecuentados

4.2.2 Las puestas a tierra de todos los elementos de la instalación se ajustarán a lo que se establece en la Instrucción RAT 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, aun 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 de 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 plano 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 sólo 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 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 urgencias, camilla, mantas ignífugas, u otros, e instrucciones para su uso.

6. DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

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 una norma interna que fije la forma y estructura que debe tener la documentación y el lugar donde debe conservarse a disposición del personal técnico.

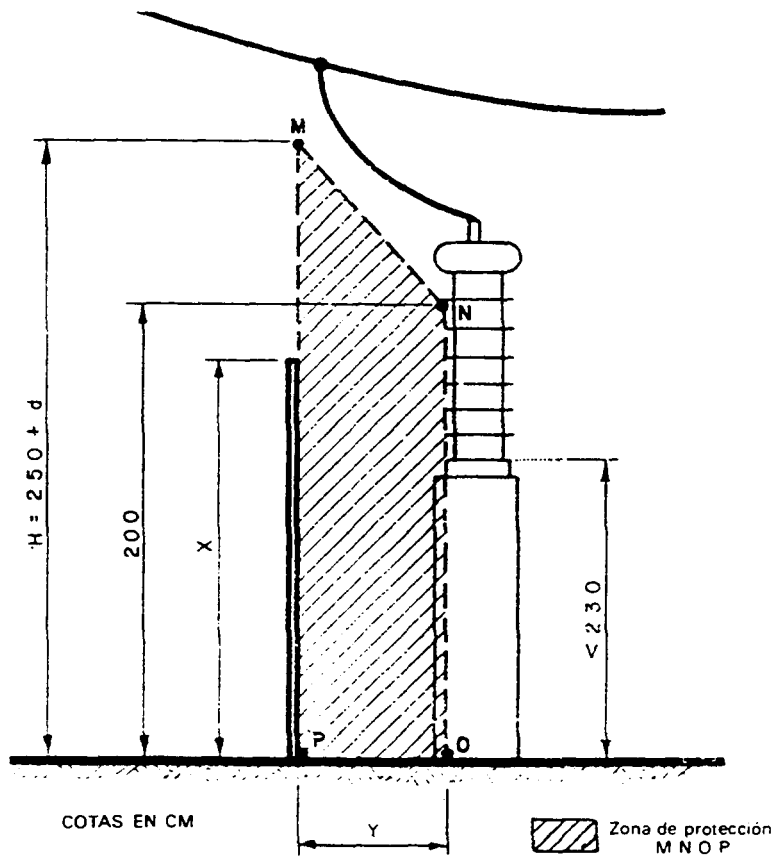


Fig. 1

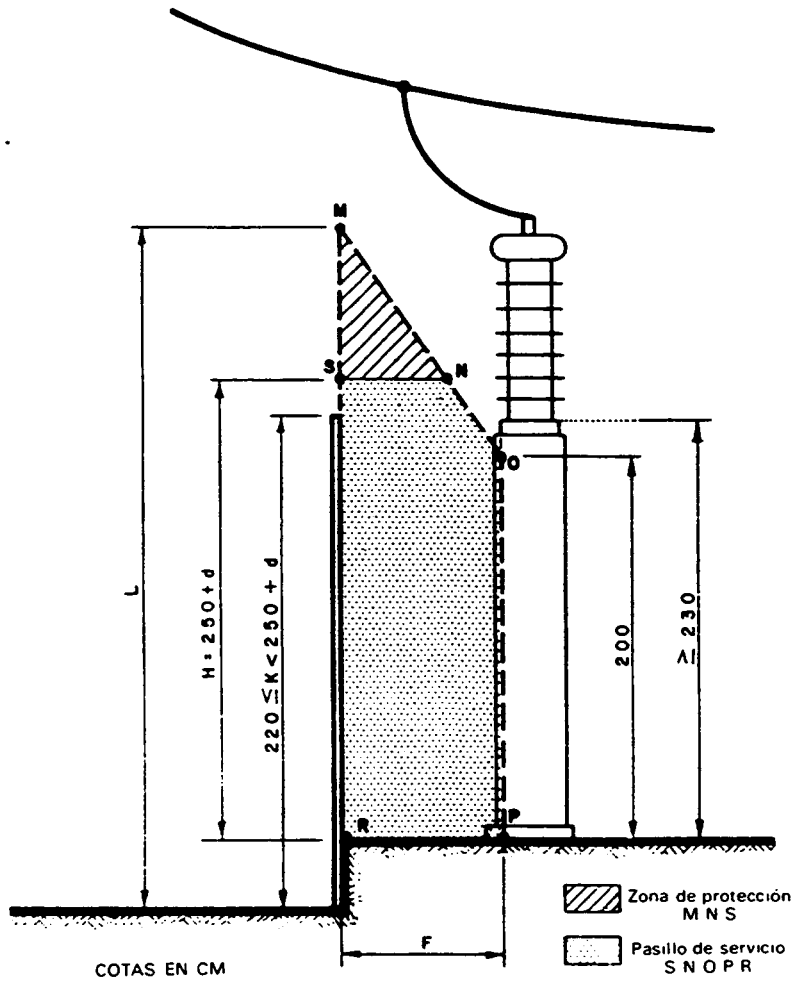


Fig. 2

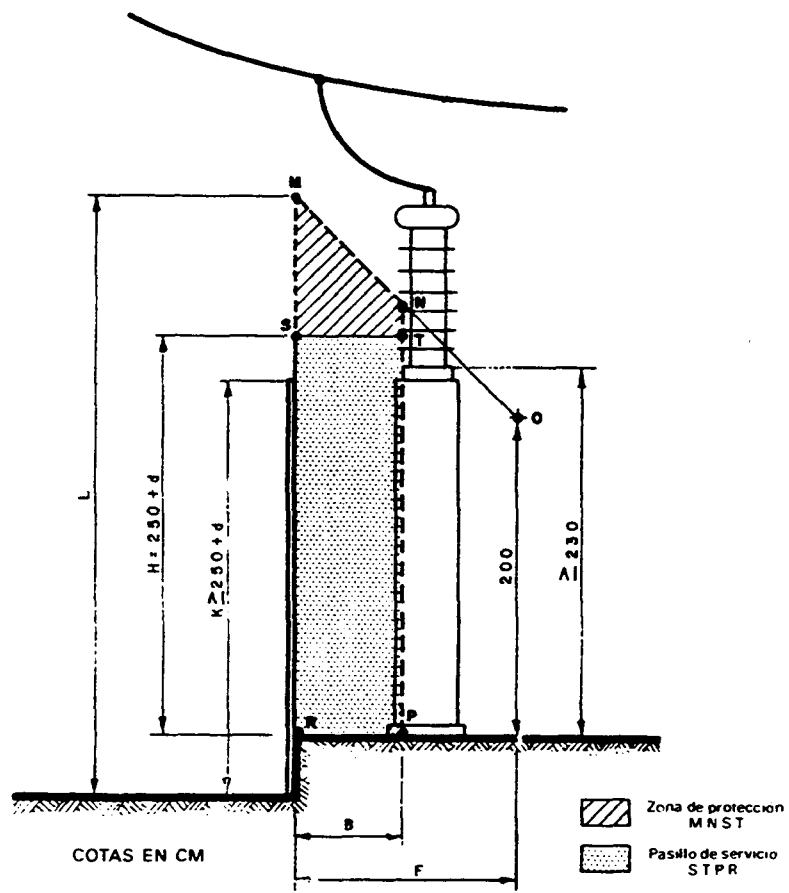


Fig. 3

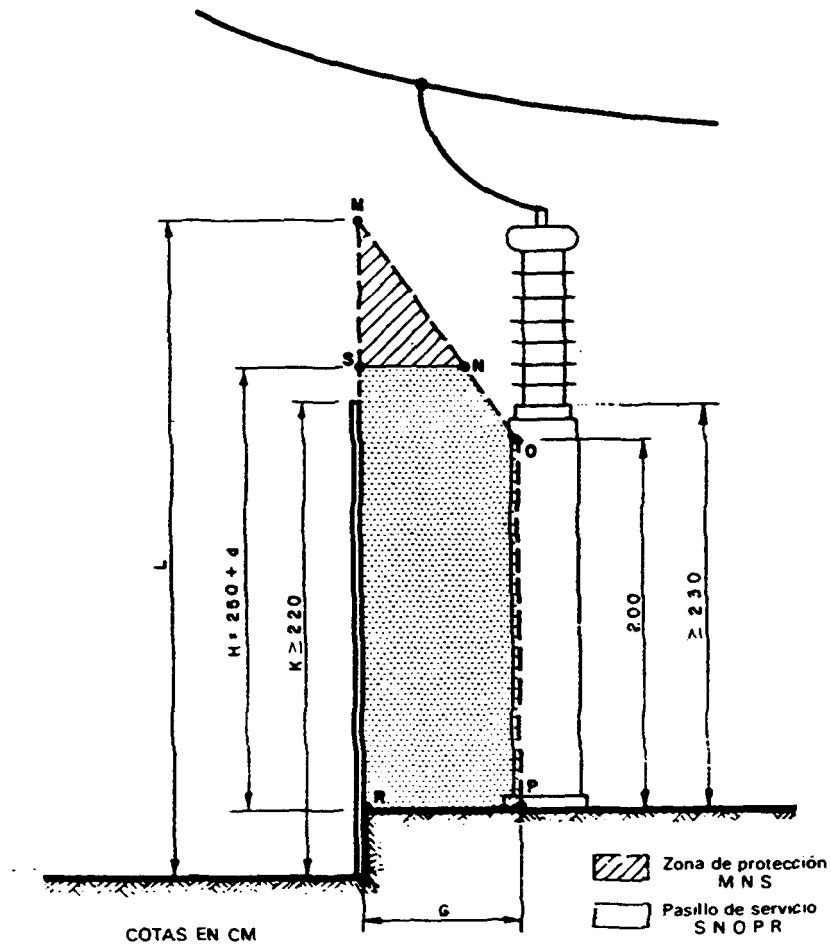


Fig. 4

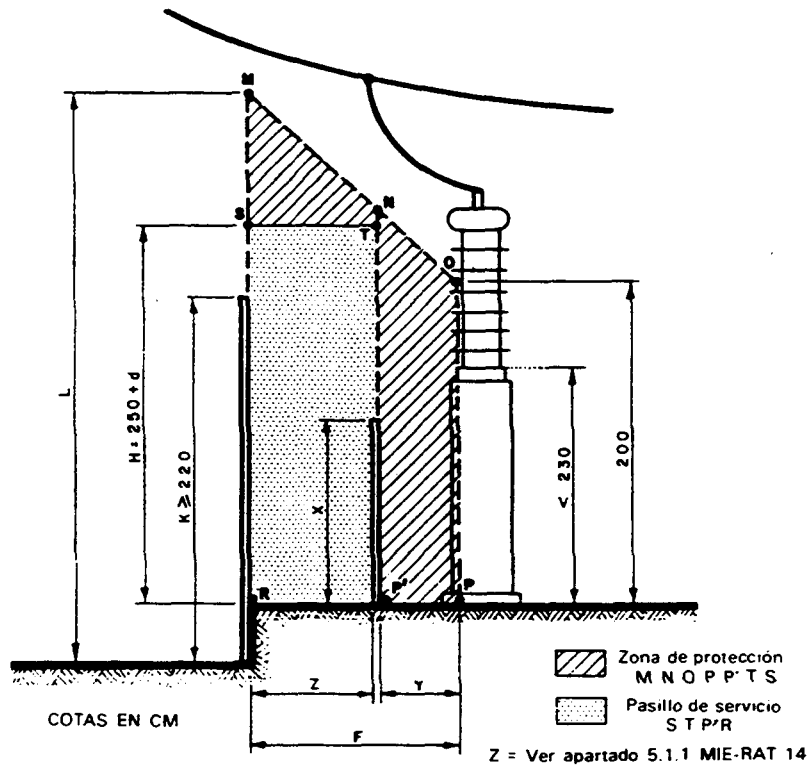


Fig. 5

1. GENERALIDADES

1.1 Aparamenta, 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 y formados por tales aparatos con las conexiones, los accesorios, las envolventes y los soportes correspondientes.

1.2 Conjuntos prefabricados de aparamenta, bajo envoltente metálica, son aquéllos 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 que especificado en las citada norma y en esta Instrucción.

1.3 Los conjuntos bajo envoltente 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 MIE-RAT 12, punto 3.

1.4 Los centros de transformación integrados cumplirán la norma UNE-EN 61 330 excepto el ensayo de calentamiento. El ensayo de calentamiento se realizará conforme a lo indicado en la norma UNE-EN 60 076-2 añadiendo a la potencia de pérdida asignada al transformador la potencia disipada en el circuito principal cuando circula por él su intensidad asignada. En tales condiciones, los calentamientos de los componentes no superan los valores fijados por las normas aplicables especificadas en la MIE-RAT 02. Asimismo, el calentamiento máximo admisible de la envoltente respecto de la temperatura ambiente será de 40° C para los centros integrados de interior y 30° C para los de exterior.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

2.1 Se aplicará esta Instrucción a los conjuntos prefabricados de aparamenta, montados bajo envoltente 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 aparamenta bajo envoltente metálica, podrán utilizarse:

- a) Con otros conjuntos bajo envoltente 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.
- c) Conjuntamente con el transformador dentro de la misma envoltente, formando parte del centro de transformación integrado.

3. CONDICIONES DE SERVICIO

3.1 Las condiciones normales de servicio, se ajustarán a las específicas en la norma UNE 20.099.

3.2 Cada cabina o celda separable llevará en lugar visible 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 máximas de servicio de las barras generales y de los circuitos.
- e) Frecuencia nominal.
- f) Año de fabricación.
- g) Intensidad máxima de cortocircuito soportable.
- h) Nivel de aislamiento nominal.

Cada una de las características estará determinada de acuerdo con lo especificado en la norma UNE 20-099.

Si las cabinas o celdas están integradas en un conjunto, bastará con colocar una sola placa para todo el conjunto.

3.3 Para que un conjunto prefabricado de aparenta, 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.

3.5 Para los centros de transformación integrados se preverán los elementos de seguridad suficientes que eviten la explosión de la envolvente en caso de defecto interno y se elegirán las direcciones de escape en su caso de los fluidos (gases, líquidos, etc.) para evitar posibles daños a las personas.

1. GENERALIDADES

Se considerarán conjuntos prefabricados los compuestos 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 APLICACIÓN

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

Los centros de transformación prefabricados con envolvente no metálica cuyos requisitos no están desarrollados en esta MIE-RAT deberán cumplir con la norma UNE-EN 61 330.

3. ENVOLVENTE

Toda la aparamenta 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. CONCEPCIÓN Y CONSTRUCCIÓN

La aparamenta 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 Envolverte 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 apartamentada bajo envolvente aislante además de los ensayos y verificaciones individuales y de tipo, indicadas para la apartamentada 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 apartamentada, 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:

- a) Nombre del fabricante o marca de identificación.
- b) Número de serie o designación de tipo, que permita obtener toda la información necesaria del fabricante.
- c) Tensión nominal.
- d) Intensidades nominales máximas de servicio de las barras generales y de los circuitos.
- e) Intensidad máxima de cortocircuito soportable.
- f) Frecuencia nominal.
- g) Nivel de aislamiento nominal.

h) Año de fabricación.

Si las cabinas o celdas están integradas en un conjunto, bastará con colocar una sola placa para todo el conjunto.

ITC MIE-RAT 18	INSTALACIONES BAJO ENVOLVENTE METÁLICA AISLADAS CON HEXAFLORURO DE AZUFRE (SF₆)
---------------------------	---

1. GENERALIDADES

Las instalaciones a que se refiere esta ITC quedan exentas de la aplicación del Reglamento de Aparatos a Presión. Se establece como norma de obligado cumplimiento para las instalaciones de tensiones superiores a 72,5 kV la norma UNE 20-141.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

2.1 Se aplicará esta Instrucción a las instalaciones bajo envoltente metálica aisladas con SF₆ en las que las barras, interruptores automáticos, seccionadores, transformadores de medida, etc., estén contenidos en recipientes o envoltente 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 este tipo de instalaciones deberán estar dentro de las admisibles en la MIE-RAT 13 y, en los casos necesarios, se colocarán conexiones equipotenciales entre envolventes.

5. CONDICIONES DE SERVICIO

5.1 Se preverán los elementos de seguridad suficientes para evitar la explosión de la envoltente 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, en los casos precisos.

5.3 Se preverán sistemas de alarma por pérdida de la presión interior del gas.

En instalaciones de 3.^a categoría, cuando el diseño de las celdas o conjuntos esté contrastado mediante los correspondientes ensayos, de forma que el fabricante pueda garantizar que las pérdidas de gas no influyen en su vida útil, siendo ésta superior a treinta años, no será preciso instalar el citado sistema de alarma. No obstante, deberán disponer de algún medio indicador de la presión del gas, cuando el valor de la presión absoluta mínima de funcionamiento sea superior a 1,2 bares. Para las celdas o conjuntos en los que la presión absoluta mínima de funcionamiento del gas sea igual o inferior a 1,2 bares se dispondrá de indicador de presión o de medios alternativos para poder comprobar la rigidez dieléctrica del gas aislante.

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.

En instalaciones de 3.^a categoría, donde las celdas o conjuntos presentan volúmenes muy reducidos de gas, no será necesario aplicar las disposiciones anteriores.

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.

1. DISPOSICIÓN DE LA INSTALACIÓN

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 del 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 compartido 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 Órgano 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 7º 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 quedarán inscritas en los registros que a tal efecto se establezcan por los Órganos competentes de las Comunidades Autónomas, en caso de que se limiten a su ámbito territorial, o por el Ministerio de Industria y Energía, a propuesta del centro directivo competente en materia de Seguridad Industrial, en caso de aplicarse en más de una Comunidad Autónoma.

Un técnico competente de la empresa distribuidora, certificará el cumplimiento de estas normas particulares con las exigencias de seguridad reglamentarias establecidas. Asimismo, el organismo competente de la administración pública exigirá para el registro de las normas particulares un informe técnico emitido por un organismo cualificado e independiente.

4. DATOS QUE FACILITARÁN LAS COMPAÑÍAS SUMINISTRADORAS

Las compañías suministradora 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 que dependan del funcionamiento de la red.

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 que 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 unificar 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 EJECUCIÓN

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.

2.2.3 Presupuesto

El documento Presupuesto deberá constar de:

- Mediciones.
- Presupuestos parciales de los elementos y equipos de la instalación que va a realizarse, y
- Presupuesto general, resumen del conjunto de los presupuestos parciales.

2.2.4 El documento Planos deberá incluir:

- a) Plano de situación incluyendo los accesos al lugar de la instalación.
- b) Esquema unifilar de la instalación, con indicación de las características principales de los elementos fundamentales que la integran.
- c) Plano o planos generales en planta y alzado suficientemente amplios, a escalas convenientes y con indicación de las cotas esenciales, poniendo de manifiesto el emplazamiento y la disposición de las máquinas, aparatos y conexiones principales.

3. PROYECTOS DE AMPLIACIONES Y MODIFICACIONES

A los efectos de lo especificado en la disposición transitoria del Reglamento a que se refiere esta Instrucción, se consideran como ampliaciones no importantes, entre otras, aquellas que cumplan alguna de las siguientes circunstancias:

- a) La ampliación no provoca obras o instalaciones nuevas, ni tendidos o sustitución de cables o conductores, bastando sustituir fusibles, aparataje o relés.
- b) La ampliación exige colocar fusibles, aparataje o relés en espacios, celdas, o cabinas vacías previstas y preparadas en su día para realizar la ampliación.
- c) La ampliación consiste en sustituir un transformador en un centro de transformación por otro de un tamaño inmediato superior según las escalas normales en el mercado y no sea preciso modificar barras, conductores ni otros elementos y en el proyecto original estuviera prevista la ampliación.
- d) La modificación afecta solamente a los circuitos de medida, mando, señalización o protección, o a los aparatos correspondientes.
- e) La modificación afecta solamente a los servicios auxiliares de la instalación de alta.

No se considera modificación la sustitución de aparatos o elementos por otros de características técnicas similares.

Para la realización de ampliaciones y modificaciones no importantes de instalaciones construidas de acuerdo con este Reglamento, no se precisará autorización administrativa ni presentación de proyecto.

Sin embargo, cuando dichas ampliaciones o modificaciones impliquen algún cambio en las características básicas de la instalación o afecten al Registro Industrial, deberán comunicarse las mismas al Órgano competente de la Administración.

Cuando se trate de la ampliación o modificación importante de una instalación ya debidamente legalizada y en servicio, se deberá presentar a la administración un proyecto de ampliación o modificación que recoja los conceptos que se indican en el punto 2, y en el que se justifique la necesidad de la ampliación o modificación en cuestión.

RESOLUCIÓN de 9 de marzo de 1995, de la Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial, por la que se reconoce la certificación de conformidad a normas que otorga el derecho de uso de la marca AENOR «N» de producto certificado, como garantía de cumplimiento de las exigencias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, en lo relativo a los transformadores trifásicos para distribución en baja tensión, de 25 a 2.500 KVA, 50 Hz.

Considerando que el artículo 13 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, relaciona los medios por los que, sin perjuicio del control por la Administración Pública, se probará el cumplimiento de las exigencias reglamentarias en materia de seguridad industrial, entre los cuales figuran las certificaciones o actas de los organismos de control;

Considerando que el 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, dispone en su artículo 8 que, para garantía del adecuado nivel de calidad de los elementos componentes de las instalaciones eléctricas de más de 1 KV, sometidas a dicho Reglamento, toda entidad u organización que tenga establecida una marca o distintivo de calidad para materiales, elementos o equipos utilizados en estas instalaciones, podrán solicitar del Ministerio de Industria y Energía un reconocimiento, de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de las Actuaciones del Ministerio de Industria y Energía en el Campo de la Normalización y Homologación, aprobado por Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre;

Considerando que la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 02 del citado Reglamento, tal como fue modificada por Orden de 16 de mayo de 1994, declaró de obligado cumplimiento, entre otras, la norma UNE 20.138-90 2R + Erratum 91, «Transformadores trifásicos para distribución en baja tensión de 25 a 2.500 KVA, 50 Hz», junto con la norma UNE 20.138-85(2) «Transformadores trifásicos para distribución en baja tensión de 25 a 2.500 KVA, 50 Hz. Transformadores bitensión en baja tensión»;

Considerando que la certificación de conformidad que otorga el derecho de uso de la marca AENOR «N» de producto certificado, en base a la citada norma UNE 20.138, ha sido suficientemente desarrollada por el Comité Técnico de Certificación AEN/CTC-027, de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), entidad reconocida por Orden de 26 de febrero de 1986, para desarrollar tareas de normalización y certificación, al amparo de lo dispuesto en el Real Decreto 1614/1985, de 1 de agosto, por el que se ordenan las actividades de normalización y certificación, y autorizada por Resolución de la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnología, de fecha 18 de enero de 1989, para asumir las funciones de certificación en el ámbito de los transformadores eléctricos;

Vista la solicitud y documentación presentada por dicha entidad con fecha 20 de enero de 1995;

Previa consulta de la Comisión Asesora en materia de seguridad eléctrica, en su reunión de 16 de diciembre de 1994,

Esta Dirección General ha resuelto:

Reconocer como garantía de cumplimiento reglamentario en el ámbito del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, la certificación por la que se concede el derecho al uso de la marca AENOR «N» de producto certificado, concedida por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), en base a las normas UNE 20.138-90 2R + Erratum 91 y UNE 20.138-85(2), que fue declarada de obligado cumplimiento por la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 02 del citado Reglamento, para los transformadores trifásicos para distribución en baja tensión de 25 a 2.500 KVA, 50 Hz.

La presente Resolución tendrá efectos a partir del día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Madrid 9 de marzo de 1995

Publicada en el BOE número 74, de 28 de marzo de 1995