



## LEGISLACIÓN CONSOLIDADA

---

Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

---

Ministerio de Industria, Energía y Turismo  
«BOE» núm. 139, de 09 de junio de 2014  
Referencia: BOE-A-2014-6084

---

**\* Capítulos I, II y III**  
**\* Instrucciones Técnicas Complementarias**  
**01, 04, 06, 07, 08, 09, 12, 13, 14 y 15**

## ÍNDICE

REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN . . . . .	12
CAPÍTULO I. Disposiciones generales . . . . .	12
Artículo 1. Objeto. . . . .	12
Artículo 2. Ámbito de aplicación. . . . .	12
Artículo 3. Tensiones nominales. Clasificación de las instalaciones. . . . .	13
Artículo 4. Frecuencia de la red eléctrica nacional. . . . .	13
Artículo 5. Compatibilidad con otras instalaciones. . . . .	14
Artículo 6. Cumplimiento de las prescripciones y excepciones. . . . .	14
Artículo 7. Reconocimiento mutuo. . . . .	14
Artículo 8. Normas de obligado cumplimiento. . . . .	15
Artículo 9. Accidentes. . . . .	15
Artículo 10. Infracciones y sanciones. . . . .	15
Artículo 11. Equipos y materiales. . . . .	15
Artículo 12. Proyecto de las instalaciones. . . . .	16
Artículo 13. Interrupción y alteración del servicio. . . . .	16
CAPÍTULO II. Disposiciones aplicables a instalaciones propiedad de entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica . . . . .	17

**BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO**  
**LEGISLACIÓN CONSOLIDADA**

---

Artículo 14. Especificaciones particulares de las instalaciones propiedad de las entidades de transporte y distribución de energía eléctrica. . . . .	17
Artículo 15. Capacidad técnica de las entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica para la ejecución y mantenimiento de instalaciones eléctricas de su propiedad. . . . .	18
Artículo 16. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones propiedad de entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica. . . . .	18
Artículo 17. Mantenimiento, verificaciones periódicas e inspecciones de las instalaciones propiedad de entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica. . . . .	18
CAPÍTULO III. Disposiciones aplicables a instalaciones que no sean propiedad de entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica. . . . .	19
Artículo 18. Empresas instaladoras para instalaciones de alta tensión. . . . .	19
Artículo 19. Explotación y mantenimiento de instalaciones privadas que forman parte de instalaciones de transporte o distribución de energía eléctrica. . . . .	19
Artículo 20. Documentación, puesta en servicio y mantenimiento de las instalaciones. . . . .	19
Artículo 21. Inspecciones periódicas de las instalaciones. . . . .	19
INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 01. TERMINOLOGÍA. . . . .	20
INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 04. TENSIONES NOMINALES. . . . .	38
INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 06. APARATOS DE MANIOBRA DE CIRCUITOS . . . . .	42
INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 07. TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES DE POTENCIA . . . . .	44
INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 08. TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN . . . . .	46
INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 09. PROTECCIONES . . . . .	48
INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 12. AISLAMIENTO . . . . .	59
INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 13. INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA. . . . .	63
INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR . . . . .	77
INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. . . . .	90

TEXTO CONSOLIDADO  
Última modificación: 18 de marzo de 2023

**REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS  
Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN**

CAPÍTULO I

**Disposiciones generales**

**Artículo 1.** *Objeto.*

Este reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías de seguridad a que han de someterse las instalaciones eléctricas de alta tensión, a fin de:

- a) Proteger las personas y la integridad y funcionalidad de los bienes que pueden resultar afectados por las mismas.
- b) Conseguir la necesaria calidad en los suministros de energía eléctrica y promover la eficiencia energética.
- c) Establecer la normalización precisa para reducir la extensa tipificación que existe en la fabricación de material eléctrico.
- d) Facilitar desde la fase de proyecto de las instalaciones su adaptación a los futuros aumentos de carga racionalmente previsibles.

**Artículo 2.** *Ámbito de aplicación.*

1. Las disposiciones de este reglamento se aplican a las instalaciones eléctricas de alta tensión, entendiéndose como tales las de corriente alterna trifásica de frecuencia de servicio inferior a 100 Hz, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea superior a 1 kV. Aquellas instalaciones en las que se prevea utilizar corriente continua, corriente alterna polifásica o monofásica, deberán ser objeto de una justificación especial por parte del proyectista, el cual deberá adaptar las prescripciones y principios básicos de este reglamento a las peculiaridades del sistema propuesto.

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 los límites de tensión y frecuencia especificados 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.

También se incluyen los circuitos auxiliares asociados a las instalaciones de alta tensión con fines de protección, medida, control, mando y señalización, independientemente de su tensión de alimentación, así como los cuadros de distribución de baja tensión que puedan ser objeto de requisitos técnicos adicionales por el hecho de estar dentro de una instalación de alta tensión.

No será de aplicación este reglamento a líneas de alta tensión, ni a cualquier otra instalación que dentro de su ámbito de aplicación se rija por una reglamentación específica que establezca las condiciones técnicas y garantías de seguridad de la instalación, salvo las instalaciones eléctricas de centrales nucleares que quedan sometidas a las prescripciones de este reglamento y además a su normativa específica.

2. El reglamento se aplicará:

- a) A las nuevas instalaciones, a sus modificaciones y a sus ampliaciones.
- b) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor que sean objeto de modificaciones, afectando las disposiciones de este reglamento exclusivamente a la parte de instalación modificada.
- c) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, en lo referente al régimen de inspecciones que se establecen en el reglamento sobre periodicidad y agentes intervinientes, si bien los criterios técnicos aplicables en dichas inspecciones serán los correspondientes a la reglamentación con la que se aprobaron.
- d) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, cuando a juicio del órgano competente de la comunidad autónoma, su estado, situación o características impliquen un riesgo grave para las personas o los bienes, o produzcan perturbaciones en el normal funcionamiento de otras instalaciones, salvo que dicho riesgo pueda subsanarse mediante la aplicación de la reglamentación con la que se autorizó la instalación original.

3. Las prescripciones de este reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias (en adelante también denominadas ITCs) son de carácter general, unas, y específico, otras. Las específicas sustituirán, modificarán o complementarán a las generales, según los casos.

4. Las prescripciones de este reglamento y sus ITCs se aplicarán sin perjuicio de las disposiciones establecidas en la normativa de prevención de riesgos laborales y en particular, en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, así como cualquier otra normativa aplicable.

### **Artículo 3.** *Tensiones nominales. Clasificación de las instalaciones.*

Las instalaciones eléctricas incluidas en este reglamento se clasificarán, atendiendo a su tensión nominal, en las categorías siguientes:

- a) Categoría especial: Las instalaciones de tensión nominal igual o superior a 220 kV y las de tensión inferior que formen parte de la Red de Transporte de acuerdo con lo establecido en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- b) Primera categoría: Las de tensión nominal inferior a 220 kV y superior a 66 kV.
- c) Segunda categoría: Las de tensión nominal igual o inferior a 66 kV y superior a 30 kV.
- d) Tercera categoría: Las de tensión nominal igual o inferior a 30 kV y superior a 1 kV.

Si en una instalación existen circuitos o elementos en los que se utilicen distintas tensiones, el conjunto de la instalación se considerará, a efectos administrativos, referido al de mayor tensión nominal.

Cuando en el proyecto de una nueva instalación se considere necesaria la adopción de una tensión nominal superior a 400 kV, la Administración pública competente establecerá la tensión que deba autorizarse.

### **Artículo 4.** *Frecuencia de la red eléctrica nacional.*

La frecuencia nominal obligatoria para las redes de transporte y distribución es de 50 Hz.

**Artículo 5.** *Compatibilidad con otras instalaciones.*

Las instalaciones de alta tensión deben estar dotadas de los elementos necesarios para que su explotación e incidencias no produzcan perturbaciones anormales en el funcionamiento de otras instalaciones.

**Artículo 6.** *Cumplimiento de las prescripciones y excepciones.*

1. Se considerará que las instalaciones realizadas de conformidad con las prescripciones de este reglamento proporcionan las condiciones de seguridad que, de acuerdo con el estado de la técnica, son exigibles, a fin de cumplir los objetivos descritos en el artículo 1, cuando se utilizan de acuerdo a las condiciones de funcionamiento previstas.

2. Las prescripciones establecidas en el presente reglamento tendrán la condición de mínimos obligatorios, en el sentido de lo indicado por el artículo 12.5 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

3. La Administración pública competente, en atención a situaciones objetivas excepcionales y a solicitud de parte interesada, podrá aceptar, mediante resolución motivada relativa al caso de que se trate, soluciones diferentes a las contenidas en el presente reglamento, cuando impliquen un nivel de seguridad equivalente.

4. A efectos estadísticos y con objeto de prever las eventuales correcciones en la reglamentación, los órganos competentes de la Administración pública remitirán anualmente al órgano competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Industria, Energía y Turismo las soluciones aceptadas basadas en la aplicación del principio de seguridad equivalente.

**Artículo 7.** *Reconocimiento mutuo.*

Sin perjuicio de lo indicado en el artículo 11, se considerarán conformes con este reglamento los productos comercializados legalmente en otro Estado miembro de la Unión Europea, en Turquía, u originarios de un Estado de la Asociación Europea de Libre Comercio signatario del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo y comercializados legalmente en él, siempre que garanticen un nivel equivalente al exigido en el presente reglamento en cuanto a su seguridad y al uso al que están destinados. La aplicación de la presente medida está sujeta al Reglamento (UE) n.º 2019/515 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de marzo de 2019, relativo al reconocimiento mutuo de mercancías comercializadas legalmente en otro Estado miembro y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.º 764/2008.

Téngase en cuenta que esta última actualización por el art. 7 del Real Decreto 145/2023, de 28 de febrero. [Ref. BOE-A-2023-7056](#), entrará en vigor el 1 de julio de 202 según se establece en su disposición final 5.

**Redacción anterior:**

**"Artículo 7. Equivalencia de requisitos.**

Sin perjuicio de lo establecido en el artículo 11 a los efectos de este reglamento, y para la comercialización de productos, sometidos a las reglamentaciones nacionales de seguridad industrial, provenientes de otros Estados, la Administración pública competente deberá reconocer la validez de los certificados y marcas de conformidad con las normas de seguridad industrial y de los protocolos de evaluación de dicha conformidad procedentes o utilizados en Estados miembros de la Unión Europea, Estados signatarios del Acuerdo del Espacio Económico Europeo, Turquía u otros Estados con los cuales existan los correspondientes acuerdos de reciprocidad, siempre que se declare por la mencionada Administración que los agentes que los realizan ofrecen garantías técnicas, profesionales y de independencia e imparcialidad equivalentes a las exigidas por la legislación española y que las disposiciones legales vigentes del Estado, que sirven de base para evaluar la conformidad, comportan unas condiciones técnicas y una garantía de seguridad equivalentes a las exigidas por las correspondientes disposiciones españolas."

**Artículo 8.** *Normas de obligado cumplimiento.*

1. Las ITCs establecen el cumplimiento obligatorio de normas UNE u otras reconocidas internacionalmente, de manera total o parcial, a fin de facilitar la adaptación al estado de la técnica en cada momento.

En la ITC-RAT 02 se recogerá el listado de todas las normas citadas en el texto de las Instrucciones, identificadas por sus títulos y numeración, incluyendo el año de edición.

En las restantes ITCs dicha referencia se realizará, por regla general, sin indicar el año de edición de las normas en cuestión.

2. Cuando una o varias normas varíen su año de edición, o se editen modificaciones posteriores a las mismas, deberán ser objeto de actualización en el listado de normas, mediante resolución del órgano directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, en la que deberá hacerse constar la fecha a partir de la cual la utilización de la antigua edición de la norma dejará de tener efectos reglamentarios.

A falta de resolución expresa, se entenderá que también cumple las condiciones reglamentarias la edición de la norma posterior a la que figure en el listado de normas, siempre que la misma no modifique criterios básicos y se limite a actualizar ensayos o incremente la seguridad intrínseca del material correspondiente.

**Artículo 9.** *Accidentes.*

Cuando se produzca un accidente o una anomalía en el funcionamiento de una instalación que ocasione víctimas, daños a terceros o situaciones de riesgo, y además de las comunicaciones previstas en la legislación laboral, el propietario de la instalación deberá redactar un informe descriptivo del accidente o anomalía, tanto para determinar sus posibles causas como a efectos estadísticos y de corrección, en su caso, de la reglamentación aplicable. En un tiempo no superior a tres meses desde el accidente o anomalía el propietario de la instalación deberá remitir a los órganos competentes del Ministerio de Industria, Energía y Turismo y de las Comunidades Autónomas, copia de todos los informes realizados.

**Artículo 10.** *Infracciones y sanciones.*

Los incumplimientos de lo dispuesto en este reglamento se sancionarán de acuerdo con lo dispuesto en el título V de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y, si procede, de lo establecido en el título X de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

**Artículo 11.** *Equipos y materiales.*

1. Los materiales, aparatos, conjuntos y subconjuntos, integrados en las instalaciones de alta tensión, a las que se refiere este reglamento, cumplirán las normas y especificaciones técnicas que les sean de aplicación y que se establezcan como de obligado cumplimiento en la ITC-RAT 02.

2. Antes de comercializar un equipo o aparato, el fabricante elaborará un expediente técnico que contendrá la documentación necesaria para demostrar el cumplimiento del producto con los requisitos establecidos en las normas y especificaciones técnicas que le sean de aplicación y que se establecen como de obligado cumplimiento en la ITC-RAT 02, así como los requisitos técnicos establecidos en su caso en las instrucciones técnicas del reglamento.

3. El fabricante deberá comercializar el equipo o aparato acompañado de una declaración de conformidad con este reglamento.

4. Si no hubiera norma o especificación aplicable en la ITC-RAT 02, o cuando la aplicación estricta de tales normas no permitiera la solución óptima a un problema, el proyectista de la instalación deberá justificar las variaciones necesarias o proponer otras normas o especificaciones cuya aplicación considere más idónea. En estos casos, el proyectista deberá obtener de forma previa a la elaboración del proyecto de la instalación la autorización de la Administración pública competente.

5. Se incluirán junto con los equipos y materiales las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso, debiendo marcarse con la información que determine la norma de

aplicación que se establece en la correspondiente ITC, con las siguientes indicaciones mínimas:

- a) Identificación del fabricante: Razón social y dirección completa del fabricante y en su caso, de su representante legal o del responsable de su comercialización.
- b) Marca y modelo, si procede.
- c) Tensión e intensidad asignada, si procede.

6. Se presumirá la conformidad de los equipos y materiales con las normas y especificaciones técnicas aplicables cuando estos dispongan de marcas o certificados de conformidad emitidos por una entidad acreditada en este ámbito.

7. La Administración pública competente verificará en sus campañas de inspección de mercado el cumplimiento de las exigencias técnicas de los materiales y equipos sujetos a este reglamento.

**Artículo 12.** *Proyecto de las instalaciones.*

1. Será obligatoria la presentación de proyecto suscrito por técnico titulado competente para la realización de toda clase de instalaciones de alta tensión, a que se refiere este reglamento.

2. La definición y contenido mínimo de los proyectos y anteproyectos, se determinará en la ITC-RAT 20, sin perjuicio de la facultad de la Administración pública competente para solicitar los datos adicionales que considere necesarios.

Cuando se trate de instalaciones, o parte de las mismas, de carácter repetitivo, propiedad de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica, o para aquellas de los clientes que vayan a ser cedidas, los proyectos tipo podrán ser aprobados y registrados por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, en caso de que se limiten a su ámbito territorial, o por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, en caso de aplicarse en más de una comunidad autónoma. Estos proyectos tipo incluirán las condiciones técnicas de carácter concreto que sean precisas para conseguir mayor homogeneidad en la seguridad y el funcionamiento de las instalaciones de alta tensión, sin hacer referencia a prescripciones administrativas o económicas. Los proyectos tipo 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.

3. El procedimiento de información pública, aprobación y registro de los proyectos tipo será igual al procedimiento de información pública, aprobación y registro de las especificaciones particulares de las empresas de transporte y distribución eléctrica, descrito en el artículo 14.

**Artículo 13.** *Interrupción y alteración del servicio.*

1. En los casos o circunstancias en los que se observe riesgo grave e inminente para las personas o cosas se deberá interrumpir el funcionamiento de las instalaciones.

2. La interrupción del funcionamiento de las instalaciones de transporte y distribución de energía eléctrica será decidida, en todo caso, por el operador del sistema y gestor de la red de transporte o por el gestor de la red de distribución, según proceda, conforme los procedimientos de operación vigentes.

Para otras instalaciones, un técnico titulado competente, empresa instaladora u Organismo de Control Habilitado, con la autorización del propietario de la instalación, podrá adoptar, en situación de emergencia, las medidas provisionales que resulten aconsejables, dando cuenta inmediatamente a la Administración pública competente, que fijará el plazo para restablecer las condiciones reglamentarias.

3. Las consecuencias derivadas de cualquier intervención de terceros en instalaciones de las que no sean titulares, siempre que afecte a los requisitos de este reglamento, sin la expresa autorización de su titular, serán responsabilidad del causante.

CAPÍTULO II

**Disposiciones aplicables a instalaciones propiedad de entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica**

**Artículo 14.** *Especificaciones particulares de las instalaciones propiedad de las entidades de transporte y distribución de energía eléctrica.*

1. Las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica podrán establecer especificaciones particulares para sus instalaciones o para aquellas de los clientes que les vayan a ser cedidas. Estas especificaciones serán únicas para todo el territorio de distribución de la empresa distribuidora y podrán definir aspectos de diseño, materiales, construcción, montaje y puesta en servicio de instalaciones eléctricas de alta tensión, señalando en ellas las condiciones técnicas de carácter concreto que sean precisas para conseguir mayor homogeneidad en la seguridad y el funcionamiento de las redes de alta tensión.

En ningún caso estas especificaciones incluirán marcas o modelos de equipos o materiales concretos que aboquen al consumidor a un único proveedor, ni prescripciones de tipo administrativo o económico que supongan para el titular de la instalación privada, cargas adicionales a las previstas en este reglamento, o en otra normativa que pueda ser de aplicación.

En todo caso, las especificaciones incluirán la posibilidad de que, ante situaciones debidamente justificadas, previa acreditación de seguridad equivalente, el titular de la instalación pueda dar soluciones alternativas a situaciones concretas en que sea imposible cumplir los requisitos de las especificaciones aprobadas por la Administración.

2. Dichas especificaciones deberán ajustarse, en cualquier caso, a los preceptos del reglamento, y previo cumplimiento del procedimiento de información pública, deberán ser aprobadas y registradas por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, en caso de que se limiten a su ámbito territorial, o por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, en caso de aplicarse en más de una comunidad autónoma.

3. Una persona técnica competente de la empresa de transporte o distribución certificará que las especificaciones particulares cumplen todas las exigencias técnicas y de seguridad reglamentariamente establecidas.

Asimismo, dichas normas deberán contar con un informe técnico de un órgano cualificado e independiente que certificará que dichas especificaciones cumplen con todos los requisitos de la reglamentación de seguridad aplicable, que no se incluyen prescripciones de tipo administrativo o económico que supongan para el titular de la instalación privada una carga adicional a lo establecido reglamentariamente, y que tampoco se incluyen sobredimensionamientos técnicamente no justificados de la instalación, salvo aquellos derivados de la utilización de las series normalizadas de materiales.

4. Las empresas de transporte o distribución que quieran proponer las especificaciones particulares, a las que hace referencia el apartado 1, y que no se limiten al ámbito territorial de una única Comunidad Autónoma, deberán remitir solicitud de aprobación al Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, acompañada de la siguiente documentación:

- a) El texto de las especificaciones para las que se solicita la aprobación.
- b) Certificado por persona técnica competente referido en el punto 3.
- c) Informe técnico emitido por un organismo cualificado, referido en el punto 3.
- d) Listado de las Comunidades Autónomas donde la empresa distribuidora lleve a cabo su actividad.

Presentada la solicitud por medios electrónicos, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo realizará el trámite de información pública de dicha especificación o proyecto y solicitará informe a la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, al órgano competente de las Comunidades Autónomas en las que la empresa de transporte o distribución desarrolle su actividad y a la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Recibidos los informes, o cumplido el plazo marcado en el artículo 80 de la 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común para su emisión, procederá a su aprobación siempre que se garantice el cumplimiento reglamentario, la uniformidad de los

requisitos en todas las zonas de implantación de la empresa de transporte o distribución y que no se adopten barreras técnicas que aboquen al consumidos a un único proveedor, publicándose la resolución correspondiente en el «Boletín Oficial del Estado».

Una vez presentadas las especificaciones ante el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, junto con los documentos mencionados, el plazo para la aprobación será de tres meses, considerándose el silencio administrativo como aprobatorio.

5. Las normas así aprobadas se publicarán en la página web del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, sin perjuicio de la publicidad que las empresas de transporte o distribución hagan de las mismas.

6. En caso de modificación o ampliación de especificaciones ya aprobadas, la empresa de transporte o distribución de energía eléctrica solicitara aprobación de la ampliación o modificación de dichas especificaciones, siguiendo el mismo procedimiento indicado anteriormente.

**Artículo 15.** *Capacidad técnica de las entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica para la ejecución y mantenimiento de instalaciones eléctricas de su propiedad.*

Las empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que realicen las actividades de construcción o mantenimiento de instalaciones eléctricas de su propiedad por medios propios, no precisan presentar la declaración responsable según lo establecido en la ITC-RAT 21, por entenderse a los efectos de este reglamento que dichas empresas de producción, transporte y distribución cuentan con la capacidad técnica acreditada suficiente para la realización de las citadas actividades. En cualquier caso, las entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica deberán cumplir en cada momento, las condiciones reglamentarias establecidas para la ejecución y mantenimiento de sus instalaciones eléctricas, incluida su puesta en funcionamiento.

En el supuesto de que las entidades de producción, transporte y distribución efectúen las citadas actividades a través de una empresa contratada, esta deberá ostentar la condición de empresa instaladora según lo establecido en la ITC-RAT 21.

**Artículo 16.** *Documentación y puesta en servicio de las instalaciones propiedad de entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.*

1. La construcción, ampliación, modificación y explotación de las instalaciones eléctricas de alta tensión propiedad de entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica se condicionará al procedimiento de autorización establecido por la legislación sectorial vigente sin perjuicio de las disposiciones autonómicas en esta materia.

2. Las empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica se responsabilizarán de la ejecución de las instalaciones de su propiedad.

3. Las instalaciones eléctricas propiedad de empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica deberán disponer de la siguiente documentación:

a) Proyecto que defina las características de la instalación, según determina la ITC-RAT 20, elaborado previamente a la ejecución.

b) Certificado final de obra, según modelo establecido por la Administración pública competente, emitido por técnico titulado competente una vez finalizadas las obras. El citado certificado y los informes de verificación surtirán los efectos previstos en el artículo 132 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre o, en su caso, se aplicará la normativa autonómica en esta materia.

**Artículo 17.** *Mantenimiento, verificaciones periódicas e inspecciones de las instalaciones propiedad de entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.*

1. Las entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica se responsabilizarán del mantenimiento y verificación periódica de las instalaciones de su propiedad y de aquellas que les sean cedidas. Si el mantenimiento o la verificación fuera realizado por empresas mandatadas, estas deberán ser empresas instaladoras habilitadas en alta tensión, según ITC-RAT 21.

2. La verificación periódica de las instalaciones se realizará, al menos cada tres años. La entidad titular conservará el acta de la verificación y la remitirá a la Administración pública competente.

3. En la ITC-RAT 23 se detalla el proceso para las verificaciones e inspecciones periódicas.

### CAPÍTULO III

#### **Disposiciones aplicables a instalaciones que no sean propiedad de entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica**

**Artículo 18.** *Empresas instaladoras para instalaciones de alta tensión.*

Las instalaciones eléctricas de alta tensión se ejecutarán por empresas instaladoras que reúnan los requisitos y condiciones establecidos en la ITC-RAT 21 y hayan presentado la correspondiente declaración responsable de inicio de actividad según lo prescrito en el apartado 5 de dicha ITC.

De acuerdo con la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, la declaración responsable habilita por tiempo indefinido a la empresa instaladora, desde el momento de su presentación ante la Administración pública competente, para el ejercicio de la actividad en todo el territorio español, sin que puedan imponerse requisitos o condiciones adicionales.

**Artículo 19.** *Explotación y mantenimiento de instalaciones privadas que forman parte de instalaciones de transporte o distribución de energía eléctrica.*

En el caso de que la instalación privada esté integrada en un conjunto que incorpore otros elementos de maniobra de la red, propiedad de entidades de transporte o distribución de energía eléctrica, se establecerá un acuerdo escrito en el que fijen las responsabilidades de explotación y mantenimiento entre los titulares de las instalaciones.

**Artículo 20.** *Documentación, puesta en servicio y mantenimiento de las instalaciones.*

1. La construcción, ampliación, modificación y explotación de las instalaciones que no sean propiedad de entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica, correspondientes a instalaciones de producción, evacuación, líneas directas y acometidas cuyo aprovechamiento afecte a más de una comunidad autónoma, así como las líneas directas conectadas a instalaciones de generación de competencia estatal y cualquier otra instalación eléctrica cuya autorización corresponda según la Ley 24/2013 del Sector eléctrico a la administración general del estado, se condicionará al procedimiento de autorización establecido por la legislación sectorial vigente, sin perjuicio de las disposiciones autonómicas en esta materia.

2. Las restantes instalaciones eléctricas de alta tensión que no sean propiedad de entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica y que no vayan a ser cedidas estarán sujetas al procedimiento de puesta en servicio descrito en la ITC-RAT 22, no siendo necesaria la autorización administrativa.

3. Las instalaciones promovidas por terceros, que posteriormente deban ser cedidas antes de su puesta en servicio, y, por tanto, vayan a formar parte de la red de transporte y distribución, deberán someterse al régimen de autorizaciones establecido por el título VII del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre. Para su puesta en servicio deberán presentar la documentación prevista en la ITC-RAT 22.

**Artículo 21.** *Inspecciones periódicas de las instalaciones.*

1. Para alcanzar los objetivos señalados en el artículo 1 de este reglamento, en relación con la seguridad, se efectuarán inspecciones periódicas de las instalaciones.

Estas inspecciones se realizarán cada tres años, pudiéndose establecer condiciones especiales en las ITCs de este reglamento. El titular de la instalación cuidará de que dichas inspecciones se efectúen en los plazos previstos.

Las inspecciones periódicas se realizarán por Organismos de Control Habilitados en este campo reglamentario, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de

diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.

2. Los organismos de control conservarán las actas de las inspecciones que realicen y entregarán una copia de las mismas al titular o, en su caso, al arrendatario de la instalación, así como a la Administración pública competente.

La Administración pública competente podrá efectuar controles para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, tales como el control por muestreo estadístico de las inspecciones realizadas por los organismos de control.

3. En la ITC-RAT 23 se detalla el proceso que deberá seguirse para las inspecciones periódicas.

## INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 01

### TERMINOLOGÍA

#### ÍNDICE

1. ALTA TENSIÓN.
2. APARAMENTA.
3. APARATO EXTRAIBLE.
4. APARATO MECÁNICO DE CONEXIÓN CON DISPARO LIBRE.
5. AUTOEXTINGUIBILIDAD.
6. AUTOSECCIONADOR.
7. CANALIZACIÓN ELÉCTRICA.
8. CENTRAL ELÉCTRICA.
9. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.
10. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO.
11. CIRCUITOS.
12. CONDUCTORES ACTIVOS.
13. CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL.
14. CONJUNTO PREFABRICADO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
15. CONMUTADOR.
16. CONTACTOS DIRECTOS.
17. CONTACTOS INDIRECTOS.
18. CORRIENTE DE CONTACTO.
19. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÁXIMA ADMISIBLE.
20. CORRIENTE DE DEFECTO O DE FALTA.
21. CORRIENTE DE DEFECTO A TIERRA.
22. CORRIENTE DE PUESTA A TIERRA.
23. CORRIENTE NOMINAL (DE UNA MÁQUINA O DE UN APARATO).
24. CORTE OMNIPOLAR.
25. DEFECTO A TIERRA (O A MASA).
26. DEFECTO FRANCO.
27. DISPOSITIVO ANTIBOMBEO.
28. ELECTRODO DE TIERRA.
29. ELEMENTOS CONDUCTORES.
30. FACTOR DE DEFECTO A TIERRA.
31. FRECUENCIA NOMINAL (DE UNA MÁQUINA O DE UN APARATO).
32. FUENTE DE ENERGÍA.
33. IMPEDANCIA.
34. INSTALACIÓN DE TIERRA.
35. INSTALACIÓN DE TIERRA GENERAL.
36. INSTALACIONES DE TIERRA INDEPENDIENTES.
37. INSTALACIONES DE TIERRAS SEPARADAS.
38. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.
39. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EXTERIOR.
40. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE INTERIOR.
41. INSTALACIÓN PRIVADA.

42. INTERRUPTOR.
43. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.
44. INTERRUPTOR DE MANIOBRA AUTOMÁTICA.
45. LÍNEA DE ENLACE CON EL ELECTRODO DE TIERRA.
46. LÍNEA DE PUESTA A TIERRA.
47. LOCAL DE PÚBLICA CONCURRENCIA.
48. MASA DE UN APARATO.
49. NIVEL DE AISLAMIENTO NOMINAL.
50. NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA.
51. NO PROPAGADOR DEL INCENDIO.
52. ORGANISMO CUALIFICADO E INDEPENDIENTE.
53. PONER O CONECTAR A MASA.
54. PONER O CONECTAR A TIERRA.
55. PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.
56. PUESTA A TIERRA DE SERVICIO.
57. PUNTO A POTENCIAL CERO.
58. PUNTO DE PUESTA A TIERRA.
59. PUNTO NEUTRO.
60. REACTANCIA.
61. RED COMPENSADA MEDIANTE BOBINA DE EXTINCIÓN.
62. RED CON NEUTRO A TIERRA.
63. RED CON NEUTRO AISLADO.
64. REENGANCHE AUTOMÁTICO.
65. RESISTENCIA GLOBAL O TOTAL A TIERRA.
66. RESISTENCIA DE TIERRA.
67. SECCIONADOR.
68. SOBRETENSIÓN.
69. SOBRETENSIÓN TEMPORAL.
70. SOBRETENSIÓN TRANSITORIA TIPO MANIOBRA.
71. SOBRETENSIÓN TRANSITORIA TIPO RAYO.
72. SUBESTACIÓN.
73. SUBESTACIÓN DE MANIOBRA.
74. SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN.
75. SUBESTACIÓN MÓVIL.
76. TENSIÓN.
77. TENSIÓN A TIERRA O CON RELACIÓN A TIERRA.
78. TENSIÓN A TIERRA TRANSFERIDA.
79. TENSIÓN DE CONTACTO.
80. TENSIÓN DE CONTACTO APLICADA.
81. TENSIÓN DE DEFECTO.
82. TENSIÓN DE PASO.
83. TENSIÓN DE PASO APLICADA.
84. TENSIÓN DE PUESTA A TIERRA.
85. TENSIÓN DE SERVICIO.
86. TENSIÓN DE SUMINISTRO.
87. TENSIÓN MÁS ELEVADA DE UNA RED TRIFÁSICA ( $U_s$ ).
88. TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL ( $U_m$ ).
89. TENSIÓN NOMINAL.
90. TENSIÓN NOMINAL DE UNA RED TRIFÁSICA.
91. TENSIÓN NOMINAL PARA EL MATERIAL.
92. TENSIÓN SOPORTADA.
93. TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO MANIOBRA O TIPO RAYO.
94. TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL.
95. TIERRA.
96. TRANSFORMADOR PARA DISTRIBUCIÓN.
97. ZONA DE PROTECCIÓN.

En esta instrucción se recogen los términos más generales utilizados en el presente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y en sus instrucciones técnica complementarias. Se han seguido, en lo posible, las definiciones que figuran para estos términos en las normas UNE.

#### *1. ALTA TENSIÓN*

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

#### *2. APARAMENTA*

Término general aplicable a los aparatos de conexión, desconexión o maniobra, y a su combinación con aparatos de mando, medida, protección y regulación asociados, así como los conjuntos de tales aparatos con las conexiones, accesorios, envolventes y soportes correspondientes.

#### *3. APARATO EXTRAIBLE*

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

#### *4. APARATO MECÁNICO DE CONEXIÓN CON DISPARO LIBRE*

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

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

#### *5. 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.

#### *6. AUTOSECCIONADOR*

Seccionador que abre un circuito automáticamente en condiciones predeterminadas, cuando dicho circuito está sin tensión.

#### *7. CANALIZACIÓN ELÉCTRICA*

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

#### *8. CENTRAL ELÉCTRICA*

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

#### *9. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN*

Instalación que comprende uno o varios transformadores, aparamenta de alta tensión y de baja tensión, conexiones y elementos auxiliares, para suministrar energía en BT a partir de una red de AT o viceversa.

#### *10. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO*

Centro de transformación fabricado dentro de una envolvente común fabricado en serie que ha sido sometido a ensayos de tipo.

El centro de transformación prefabricado incluye además la parte interna de la instalación de puesta a tierra correspondiente. Los centros de transformación prefabricados pueden estar situados a nivel del suelo y/o parcial o completamente bajo el mismo.

#### *11. CIRCUITOS*

Conjunto de materiales eléctricos (conductores, aparata, etc.) alimentados por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobreintensidades 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.

#### *12. 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.

#### *13. 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.

#### *14. CONJUNTO PREFABRICADO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN*

Equipo de serie constituyendo una sola unidad constructiva, que ha sido sometido a los ensayos correspondientes y que forma parte de un centro de transformación. Puede comprender los siguientes componentes: aparata de alta tensión, transformador, aparata de baja tensión, conexiones y elementos auxiliares.

#### *15. CONMUTADOR*

Aparato destinado a modificar las conexiones entre varios circuitos.

#### *16. CONTACTOS DIRECTOS*

Contactos de personas y animales con partes activas.

#### *17. CONTACTOS INDIRECTOS*

Contactos de personas o animales con partes que sean puestas bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento o defecto de la instalación.

#### *18. CORRIENTE DE CONTACTO*

Corriente que pasa a través del cuerpo humano o de un animal cuando está sometido a una tensión eléctrica.

#### *19. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÁXIMA ADMISIBLE*

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

#### *20. CORRIENTE DE DEFECTO O DE FALTA*

Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.

*21. 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.

*22. 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.

*23. 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.

*24. CORTE OMNIPOLAR*

Corte de todos los conductores activos de un mismo circuito.

*25. DEFECTO A TIERRA (O A MASA)*

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

*26. DEFECTO FRANCO*

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

*27. DISPOSITIVO ANTIBOMBEO*

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

*28. 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 consideraran parte de este.

*29. ELEMENTOS CONDUCTORES*

Todos aquellos elementos no previstos como conductores activos que pueden encontrarse en una instalación, edificio, aparato, etc., y que son susceptibles, en determinadas circunstancias, de transferir una tensión, por ejemplo: estructuras metálicas o de hormigón armado utilizadas en la construcción de edificios (armaduras, paneles, carpintería metálica, suelos y paredes conductoras, etc.), canalizaciones metálicas de agua, gas, calefacción, etc., y los aparatos no eléctricos conectados a ellas, si la unión constituye una conexión eléctrica.

*30. FACTOR DE DEFECTO A TIERRA*

El factor de defecto a tierra en un punto P de una 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 de tierra referida puede afectar a una o más fases en un punto cualquiera de la red.

El factor de defecto 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 factores de defecto 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 maquinas giratorias las reactancias subtransitorias, o cualquier otro procedimiento de calculo 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 factor de defecto a tierra no sobrepasa 1,4.

### *31. 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 limites de utilización de esta máquina o de este aparato.

### *32. FUENTE DE ENERGÍA*

Aparato generador o sistema suministrador de energía eléctrica.

### *33. IMPEDANCIA*

Cociente de la tensión en los bornes de un circuito entre la corriente que fluye por ellos. Esta definición sólo es aplicable a corrientes sinusoidales.

### *34. INSTALACIÓN DE TIERRA*

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

### *35. 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.

### *36. INSTALACIONES DE TIERRA INDEPENDIENTES*

Se considera independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

### *37. INSTALACIONES DE TIERRAS SEPARADAS*

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

### *38. 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.

### *39. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EXTERIOR*

Instalación eléctrica expuesta a la intemperie.

### *40. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE INTERIOR*

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

*41. INSTALACIÓN PRIVADA*

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

*42. INTERRUPTOR*

Aparato de conexión capaz de establecer, de soportar y de interrumpir las corrientes en las condiciones normales del circuito, que pueden incluir las condiciones especificadas de sobrecarga en servicio, así como de soportar durante un tiempo especificado las corrientes en las condiciones anormales especificadas del circuito, tales como las de cortocircuito.

*43. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO*

Interruptor que además es capaz de interrumpir corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito, tales como las del cortocircuito.

*44. INTERRUPTOR DE MANIOBRA AUTOMÁTICA*

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

*45. 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, a la parte de la línea de puesta a tierra comprendida entre el punto de puesta a tierra y el electrodo, siempre que el conductor este fuera del terreno o colocado aislado del mismo.

*46. LÍNEA DE PUESTA A 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.

*47. LOCAL DE PÚBLICA CONCURRENCIA*

Son locales de espectáculos y actividades recreativas y locales de reunión, trabajo y usos sanitarios, con las limitaciones siguientes.

Locales de espectáculos y actividades recreativas, cualquiera que sea su capacidad de ocupación, como por ejemplo, cines, teatros, auditorios, estadios, pabellones deportivos, plazas de toros, hipódromos, parques de atracciones y ferias fijas, salas de fiesta, discotecas, salas de juegos y de azar.

Los siguientes locales de reunión, trabajo y usos sanitarios cualquiera que sea su ocupación: templos, museos, salas de conferencias y congresos, casinos, hoteles, hostales, bares, cafeterías, restaurantes o similares, zonas comunes en agrupaciones de establecimientos comerciales, aeropuertos, estaciones de viajeros, estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, hospitales, ambulatorios y sanatorios, asilos y guarderías. Si la ocupación prevista es de más de 50 personas también se consideran locales de pública concurrencia las bibliotecas, centros de enseñanza, consultorios médicos, establecimientos comerciales, oficinas con presencia de público, residencias de estudiantes, gimnasios, salas de exposiciones, centros culturales, clubes sociales y deportivos.

*48. MASA DE UN APARATO*

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

*49. NIVEL DE AISLAMIENTO NOMINAL*

Para un aparato o material eléctrico determinado, característica definida por un conjunto de tensiones especificadas de su aislamiento.

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 aislamiento esta definido por las tensiones soportadas nominales a los impulsos tipo maniobra y rayo.

*50. 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. En el caso de los cables esta característica se comprueba mediante los ensayos correspondientes descritos en las normas de producto que resulten aplicables.

*51. NO PROPAGADOR DEL INCENDIO*

Cualidad de un material por la que no propaga el fuego a lo largo de la instalación, incluso cuando ésta consta de un gran número de cables ya que el fuego se autoextingue cuando la llama causante del incendio se retira o se apaga. En el caso de los cables esta característica se comprueba mediante los ensayos correspondientes descritos en las normas de producto que resulten aplicables.

*52. ORGANISMO CUALIFICADO E INDEPENDIENTE*

Entidad sin ánimo de lucro y con reconocida experiencia en el sector de la alta tensión, independiente y designada por la Administración pública competente para emitir un informe técnico de conformidad con el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

*53. PONER O CONECTAR A MASA*

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

*54. 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.

*55. 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.

*56. 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:

a) Directas: cuando no contiene otra resistencia que la propia de paso a tierra.

b) Indirectas: cuando se realizan a través de resistencias o impedancias adicionales.

*57. 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.

*58. 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 enlace con él.

*59. 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.

*60. REACTANCIA*

Es un dispositivo que se instala para modificar la impedancia de un circuito, con distintos objetos, por ejemplo: arranque de motores, conexión en paralelo de transformadores, regulación de corriente o regulación de tensión. Reactancia limitadora es la que se usa para limitar la corriente cuando se produce un cortocircuito.

*61. RED COMPENSADA MEDIANTE BOBINA DE EXTINCIÓN*

Red en la que uno o varios puntos neutros están puestos a tierra por reactancias que compensan aproximadamente la componente capacitiva de la corriente de falta monofásica a tierra.

Nota: En una red con neutro puesto a tierra a través de bobina de extinción, la corriente en la falta se limita de tal manera que el arco de la falta se autoextingue.

*62. RED CON NEUTRO A TIERRA*

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

*63. 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.

*64. 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.

*65. RESISTENCIA GLOBAL O TOTAL A TIERRA*

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

*66. RESISTENCIA DE TIERRA*

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

*67. SECCIONADOR*

Aparato mecánico de conexión que, por razones de seguridad, en posición abierto, asegura una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones específicas de aislamiento.

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 cortocircuito.

#### *68. SOBRETENSIÓN*

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

Nota: Véase definición de tensión más elevada de una red trifásica.

#### *69. 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 esta amortiguada, o solo lo esta débilmente.

#### *70. SOBRETENSIÓN TRANSITORIA 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.

#### *71. SOBRETENSIÓN TRANSITORIA 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 utiliza dos para los ensayos de impulso tipo rayo.

#### *72. 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.

#### *73. SUBESTACIÓN DE MANIOBRA*

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

#### *74. SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN*

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

#### *75. SUBESTACIÓN MÓVIL*

Subestación de carácter móvil cuya finalidad principal es el socorro temporal de la red de alta tensión ante contingencias o situaciones especiales de servicio, prevista para la conexión de uno o más circuitos, formada por un conjunto de aparamenta eléctrica con o sin transformador de potencia y concebida para su conexión a la red mediante un procedimiento rápido de puesta en servicio. Puede tener uno o varios niveles de tensión. Se podrá instalar conectada a una subestación existente en su interior o de forma adyacente, o bien constituyendo una subestación independiente.

*76. TENSIÓN*

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

*77. TENSIÓN A TIERRA O CON RELACIÓN A TIERRA*

Es la tensión que aparece entre un elemento conductor y la tierra,

a) En instalaciones trifásicas con neutro no unido directamente a tierra, se considerara como tensión a tierra la tensión entre fases.

b) En instalaciones trifásicas con neutro unido directamente a tierra es la tensión entre fase y neutro.

*78. 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.

*79. TENSIÓN DE CONTACTO*

Es la fracción de la tensión de puesta a tierra que puede ser puenteada por una persona entre la mano y un punto del terreno situado a un metro de separación o entre ambas manos.

*80. 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.

*81. 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.

*82. TENSIÓN DE PASO*

Es la parte de la tensión a tierra que aparece en caso de un defecto a tierra entre dos puntos del terreno separados un metro.

*83. 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.

*84. TENSIÓN DE PUESTA A TIERRA*

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

*85. TENSIÓN DE SERVICIO*

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

*86. TENSIÓN DE SUMINISTRO*

Es el valor o valores de la tensión que constan en los contactos 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 estas y demás circunstancias.

**87. TENSIÓN MÁS ELEVADA DE UNA RED TRIFÁSICA ( $U_s$ )**

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).

**88. TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL ( $U_m$ )**

La mayor tensión eficaz entre fases para la cual se define el material, en lo que se refiere al aislamiento y determinadas características que están eventualmente relacionadas con esta tensión, en las normas propuestas para cada material.

**89. 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 sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión por  $U_n$ .

**90. TENSIÓN NOMINAL DE UNA RED TRIFÁSICA**

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.

**91. TENSIÓN ASIGNADA O NOMINAL PARA EL MATERIAL**

Es la tensión asignada por el fabricante para el material.

Nota: En las normas de aparamenta la tensión nominal del material se denomina tensión asignada y coincide con la tensión más elevada del material.

**92. TENSIÓN SOPORTADA**

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

**93. TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO MANIOBRA O TIPO RAYO**

Es el valor de cresta de 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.

**94. TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL**

Es el valor eficaz 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.

**95. TIERRA**

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

*96. TRANSFORMADOR PARA DISTRIBUCIÓN*

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

*97. 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.

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 04

**TENSIONES NOMINALES**

ÍNDICE

1. TENSIONES NOMINALES NORMALIZADAS.
2. TENSIONES NOMINALES NO NORMALIZADAS.

*1. TENSIONES NOMINALES NORMALIZADAS*

Las instalaciones eléctricas incluidas en este Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión se clasificarán en las categorías siguientes, atendiendo a su tensión nominal:

- a) Categoría especial: las de tensión nominal igual o superior a 220 kV y las de tensión inferior que formen parte de la Red de Transporte de acuerdo con lo establecido en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- b) Primera categoría: las de tensión nominal inferior a 220 kV y superior a 66 kV.

- c) Segunda categoría: las de tensión nominal igual o inferior a 66 kV y superior a 30 kV.
- d) 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 de la instalación se considerará, a efectos administrativos, al valor de la mayor tensión nominal.

Cuando en el proyecto de una nueva instalación se considere necesaria la adopción de una tensión nominal superior a 400 kV, la Administración pública competente establecerá la tensión que deba autorizarse.

La tensión más elevada del material  $U_m$  de una instalación de alta tensión será igual o superior al indicado en la tabla 1.

TABLA 1

Tensiones nominales normalizadas

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED ( $U_n$ ) kV	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED ( $U_s$ ) kV	TENSIÓN MÁS ELEVADA DEL MATERIAL ( $U_m$ ) kV
3	3,6	3,6
6	7,2	7,2
10	12	12
15	17,5	17,5
20	24	24
25	30	36
30	36	36
45	52	52
66	72,5	72,5
110	123	123
132	145	145
220	245	245
400	420	420

## 2. TENSIONES NOMINALES NO NORMALIZADAS

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

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 06  
**APARATOS DE MANIOBRA DE CIRCUITOS**

ÍNDICE

1. MANIOBRA DE CIRCUITOS.
2. INTERRUPTORES E INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.
3. SECCIONADORES Y SECCIONADORES DE PUESTA A TIERRA.
4. CONDICIONES DE EMPLEO.

*1. MANIOBRA DE CIRCUITOS*

Las maniobras de interrupción y seccionamiento de circuitos, deben ser efectuadas mediante aparatos adecuados a la operación a realizar. Los aparatos empleados para realizar estas maniobras cumplirán con las normas de producto aplicables en cada caso. La intensidad máxima admisible de corta duración de los aparatos de maniobra de circuitos deberá ser adecuada para soportar la intensidad de cortocircuito máxima prevista en su punto de instalación.

*2. INTERRUPTORES E INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS*

2.1 Los interruptores, automáticos o no, podrán emplear para la extinción del arco sistemas basados en el uso de dieléctricos como aceites o líquidos aislantes equivalentes, aire comprimido, hexafluoruro de azufre, vacío, y tecnologías basadas en los principios de 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 apertura y cierre manual, en los que el movimiento de los contactos sea dependiente de la actuación del operador. El interruptor debe tener un poder de cierre y de corte independiente de la actuación 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 este 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.

2.5 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, hidráulico o combinación de los anteriores sistemas.

2.6 Con carácter general, salvo casos especiales justificados por la aplicación, los interruptores automáticos deberán satisfacer con su pleno poder de corte uno de los ciclos de reenganche normalizados en la Norma UNE-EN 62271-100.

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

2.7 Cuando los interruptores estén asociados a seccionadores de puesta a tierra deberán estar dotados de un enclavamiento seguro entre el interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

2.8 Cuando en centros de transformación se tenga que acceder a partes activas o se tengan que realizar trabajos cerca de partes en tensión, se asegurará la ausencia de tensión y la puesta a tierra de las partes activas tanto del transformador como del cuadro de BT, teniendo en cuenta la posibilidad de la aparición de tensiones de retorno por el lado de BT. A tal efecto se elaborará un procedimiento de operación que garantice la seguridad o se establecerán los enclavamientos necesarios para lograr el mismo nivel de seguridad.

En cualquier caso se podrán realizar trabajos en proximidad de tensión o en tensión cuando se cumplan los requisitos de la reglamentación aplicable.

### 3. SECCIONADORES Y SECCIONADORES DE PUESTA A TIERRA

3.1 Los seccionadores y seccionadores de puesta a tierra deberán tener las características adecuadas a la índole de su función, a la instalación y a la tensión y corriente de servicio.

3.2 Los seccionadores y seccionadores de puesta a tierra, así como sus accionamientos correspondientes en su caso, tienen que estar dispuestos de manera tal que no puedan producirse maniobras intempestivas 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 gravedad o bajo esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de cortocircuito.

3.3 En el caso de que los seccionadores y seccionadores de puesta a tierra estén equipados con servomecanismos de mando de cualquier tipo, la concepción de estos 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 asociados a seccionadores de puesta a tierra deberán estar dotados de un enclavamiento seguro entre el seccionador y el seccionador de puesta a tierra.

3.5 Los aisladores de los seccionadores 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 la corriente de fuga se dirija hacia tierra, por medio de una conexión a tierra segura o cuando el aislamiento utilizado esté protegido eficazmente contra la contaminación en servicio.

3.6 Los seccionadores de puesta a tierra que no tengan un enclavamiento que impida su cierre sobre un circuito en tensión, tendrán un poder de cierre igual o mayor que el valor de cresta de la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de instalación, o alternatively existirá un procedimiento de acuerdo con 4.7 que garantice la seguridad de la operación.

3.7 La corriente asignada mínima de los seccionadores será de 200 amperios.

### 4. CONDICIONES DE EMPLEO

4.1 Para aislar o separar máquinas, transformadores, líneas y otros circuitos, 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 de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-102.

4.2 Cuando el interruptor presente las características de aislamiento exigidas a los seccionadores y su posición de «abierto» sea visible o señalada por un medio seguro, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 62271-102, este aparato podrá hacer las funciones del 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 Los cortacircuitos fusibles que, al actuar, den lugar automáticamente a una separación de contactos visible y equiparable a las características de aislamiento y seguridad exigidas a los seccionadores, serán considerados como tales, a efectos de lo señalado o en 4.1.

4.5 Cuando en los circuitos secundarios de los transformadores existiesen dispositivos que permitan quitar previamente la carga, bastara instalar en el lado de alimentación de los primarios un aparato de corte solamente para la corriente de vacío de los transformadores, siempre que exista un enclavamiento o un procedimiento de actuación de acuerdo con el punto 4. 7, que impida la maniobra de este último aparato sin que se haya quitado previamente la carga del transformador.

4.6 En el seccionamiento sin carga de líneas aéreas y cables aislados, debe tenerse presente la posible presencia de corrientes capacitivas.

Particularmente, se tendrá en cuenta que estas corrientes, combinadas con las magnetizantes de los transformadores, pueden dar lugar a fenómenos de ferro resonancia magnética en el caso de seccionamiento unipolar.

4.7 Se recomienda el uso de enclavamientos adecuados para evitar, en las maniobras, la apertura o cierre indebidos de un seccionador o el cierre de un seccionador de puesta a tierra sin poder de cierre. Si no existe tal enclavamiento será necesario elaborar un procedimiento de operación que sea conocido por los operadores y que garantice la seguridad.

4.8 En centros de transformación privados, cuando se pueda acceder a un transformador con partes en tensión accesibles a las personas a través de una puerta o rejilla de acceso, existirá un enclavamiento mecánico con el interruptor del primario del transformador, de tal forma que para acceder al transformador el interruptor del primario tenga que estar abierto, y que no se pueda cerrar dicho interruptor mientras que la puerta permanezca abierta o la rejilla desmontada. En cualquier caso se podrán realizar trabajos en proximidad de tensión o en tensión cuando se cumplan los requisitos de la reglamentación aplicable.

#### INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 07

### TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES DE POTENCIA

#### ÍNDICE

1. GENERALIDADES.
2. GRUPOS DE CONEXIÓN.
3. REGULACIÓN.
4. ANCLAJE.
5. PÉRDIDAS Y NIVELES DE POTENCIA ACÚSTICA MÁXIMOS.
6. CABLEADO AUXILIAR.

#### 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.

Podrán emplearse transformadores monofásicos o agrupaciones de estos cuando sea aconsejable.

Los transformadores de potencia deberán de cumplir con las Normas UNE-EN 60076.

Los transformadores trifásicos en baño de aceite y los de tipo seco para distribución en baja tensión hasta 2500 kVA y tensión primaria más elevada para el material de hasta 36 kV, cumplirán con las normas aplicables correspondientes de la ITC-RAT 02.

El fabricante deberá entregar el correspondiente protocolo de ensayos realizado para cada transformador.

## 2. GRUPOS DE CONEXIÓN

Los grupos de conexión de los transformadores de potencia se fijaran de acuerdo con la norma UNE-EN 60076, debiéndose elegir el más adecuado para el punto de la red donde se instale el transformador.

El grupo de conexión de los transformadores trifásicos en baño de aceite y los de tipo seco para distribución en baja tensión hasta 2500 kVA y tensión primaria más elevada para el material de hasta 36 kV, estará de acuerdo con las normas sobre transformadores de distribución aplicables de la ITC-RAT 02.

La conexión de los autotransformadores que no cumplan la función de regulador 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.

## 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 tensión, a fin de adaptar su relación de transformación a las exigencias de la red.

## 4. ANCLAJE

Se tomarán las medidas apropiadas para evitar que los transformadores de potencia puedan moverse en las condiciones normales de explotación o por efecto de los esfuerzos electrodinámicos a los que pueda estar sometido.

## 5. PÉRDIDAS Y NIVELES DE POTENCIA ACÚSTICA MÁXIMOS

Para los transformadores trifásicos en baño de aceite para distribución en baja tensión hasta 2500 kVA, los valores de pérdidas y niveles de potencia acústica deben ser como máximo los indicados en las normas de obligado cumplimiento correspondientes que figuran en la ITC-RAT 02, pero en ningún caso podrán ser superiores a los valores de la tabla 1. Los valores establecidos de impedancia de cortocircuito a 75 °C deben ser los que se indican en la tabla 1.

TABLA 1

Pérdidas debidas a la carga  $P_k$  (W) a 75 °C, pérdidas en vacío  $P_0$  (W), nivel de potencia acústica Lw(A) e impedancia de cortocircuito a 75 °C, para transformadores de distribución de  $U_m \leq 36$  kV

Potencia asignada kVA	$U_m \leq 24$ kV				$U_m = 36$ kV.			
	$P_k$ (W) a 75 °C	$P_0$ (W)	Lw(A) dB(A)	$Z_{cc}(\%)$ , a 75 °C	$P_k$ (W) a 75 °C	$P_0$ (W)	Lw(A) dB(A)	$Z_{cc}(\%)$ , a 75 °C
50	875	110	42	4	1050	160	50	4,5.
100	1475	180	44	4	1650	270	54	4,5
160	2000	260	47	4	2150	390	57	4,5
250	2750	360	50	4	3000	550	60	4,5
315	3250	440	52	4	—	—	—	—
400	3850	520	53	4	4150	790	63	4,5
500	4600	610	54	4	—	—	—	—
630	5400	730	55	4	5500	1100	65	4,5
800	7000	800	56	6	7000	1300	66	6
1000	9000	940	58	6	8900	1450	67	6
1250	11000	1150	59	6	11500	1750	68	6
1600	14000	1450	61	6	14500	2200	69	6
2000	18000	1800	63	6	18000	2700	71	6

Potencia asignada kVA	$U_m \leq 24$ kV				$U_m = 36$ kV.			
	$P_k$ (W) a 75 °C	$P_0$ (W)	$L_w$ (A) dB(A)	$Z_{cc}$ (%), a 75 °C	$P_k$ (W) a 75 °C	$P_0$ (W)	$L_w$ (A) dB(A)	$Z_{cc}$ (%), a 75°C
2500	22000	2150	66	6	22500	3200	73	6

Nota 1: para potencias diferentes de las indicadas en la tabla, los valores de las pérdidas y de la potencia acústica deben determinarse por interpolación.

Nota 2: los valores de la tabla están sujetos a las tolerancias especificadas en la norma de la serie UNE-EN 60076, excepto los niveles de potencia acústica que corresponden a máximos admisibles.

## 6. CABLEADO AUXILIAR

Todo el cableado auxiliar instalado exteriormente al transformador o autotransformador y que forme conjunto con él, deberá ser resistente a la degradación por líquidos aislantes, a las condiciones climáticas (según UNE 211605) y no propagarán la llama (según UNE-EN 60332-1-2).

## INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 08

### TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN

#### ÍNDICE

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.
2. INSTALACIÓN.

#### 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El ámbito de aplicación de esta instrucción técnica complementaria se refiere a los transformadores de alta tensión para medida o protección, bien sean de intensidad o de tensión. Estos transformadores cumplirán con lo prescrito en las normas de la serie UNE-EN 60044 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 unificado de los puntos de medida del sistema eléctrico, aprobado por Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto.

El proyectista deberá seleccionar los transformadores de intensidad destinados a alimentar relés de protección, de forma que se garantice el funcionamiento del transformador para faltas dentro o fuera de la zona de protección. Se comprobará 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. En los casos en que no se cumpla este requisito el proyectista justificará que el error de medida del transformador no compromete la seguridad de la instalación.

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 que están colocados. En aquellos casos excepcionales en los que la corriente de cortocircuito del transformador de intensidad, elegido de acuerdo con el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, aprobado por Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, 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.

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.

En los transformadores de tensión, el fabricante deberá informar de las características de su producto en la información técnica facilitada al proyectista, y de la duración del cortocircuito soportada en bornes secundarios del transformador. Por su parte, el proyectista deberá comprobar que los tiempos de actuación de las protecciones del lado de baja son compatibles con la duración del cortocircuito que puede soportar el transformador de acuerdo con la información facilitada por el fabricante. En aquellos casos en los que los transformadores de tensión no dispongan de protección en el lado de baja tensión 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.

Se adoptarán medidas de protección para evitar daños a las personas o la instalación en caso de una eventual explosión de los transformadores. La ubicación de los transformadores de tensión o intensidad en el interior de cabinas prefabricadas se considera como una medida de protección aceptable.

## 2. INSTALACIÓN

Deberán ponerse a tierra todas las partes metálicas de los transformadores de medida y protección que no se encuentren sometidas a tensión, según lo establecido en la ITC-RAT 13.

Deberá conectarse a tierra un punto del circuito o circuitos secundarios de los transformadores de medida y protección, o separarse de los circuitos primarios mediante pantallas metálicas puestas a tierra. Esta puesta a tierra deberá hacerse directamente en las bornas secundarias, o lo más cerca posible de los terminales secundarios de los transformadores de medida y protección, excepto en aquellos casos en que la instalación aconseje otro montaje. Si la puesta a tierra es necesaria en otros puntos, debe ser imposible desconectarla involuntariamente directamente en las bornas secundarias, o lo más cerca posible de los terminales secundarios de los transformadores de medida y protección, excepto en aquellos casos en que la instalación aconseje otro montaje. Si la puesta a tierra es necesaria en otros puntos, debe ser imposible desconectarla involuntariamente.

El punto del circuito secundario puesto a tierra debe determinarse de forma que se eviten las interferencias eléctricas.

Para conductores de cobre la sección mínima de la puesta a tierra de los circuitos secundarios será de 2,5 mm<sup>2</sup> si el conductor de tierra está mecánicamente protegido y de 4 mm<sup>2</sup> si no lo está. Si el conductor es de un material distinto al cobre, la sección será la que garantice una resistencia eléctrica equivalente.

En los circuitos secundarios de los transformadores de medida se instalarán 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 y protección se hará de forma que sean fácilmente accesibles para su posible verificación o sustitución.

Cuando los aparatos de medida no se instalen cerca de los transformadores de medida, se determinará el dimensionado de los conductores que constituyen los circuitos secundarios para evitar la introducción de errores en la medida, de forma que no se sobrepase la carga de precisión de los transformadores y que en los cables de conexión a los transformadores de tensión no se produzca una caída de tensión superior al 1 por 1000 en el cableado desde el transformador al contador.

En el caso de transformadores de tensión, la relación de transformación será un número entero tal que la tensión asignada del primario, elegida dentro de las series de tensiones asignadas normalizadas, esté comprendida entre el 100 % y el 120 % de la tensión nominal del circuito de potencia primario.

En los 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 los fenómenos de ferorresonancia.

Para transformadores de intensidad de medida, su intensidad asignada se elegirá de forma que la intensidad de carga prevista en el circuito donde se instalen esté comprendida entre el 10 por ciento y el 100 por cien de la intensidad asignada si se trata de transformadores de clase S, o entre el 50 por ciento y el 100 por ciento, para el resto de clases de transformadores de medida de intensidad.

La carga en el circuito secundario dedicado a medida de los transformadores de intensidad estará entre el 25% y 100% de su potencia de precisión. La relación de transformación de los transformadores de intensidad será tal que para la potencia de diseño prevista en la instalación eléctrica, la intensidad secundaria se encuentre dentro del rango del 45 % (o del 20% para transformadores de clase 0,2S ó 0,5S) de la intensidad asignada y el 100% de la intensidad térmica permanente asignada del transformador.

Se prohíbe la instalación de aparatos de medida, bloques de prueba, etcétera, sobre los frentes de las celdas de medida en aquellos casos en los que la proximidad de elementos de alta tensión presenta 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 ITC-RAT 16 y 17.

## INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 09

### PROTECCIONES

#### ÍNDICE

1. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.
2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.
3. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECIENTAMIENTOS.
4. PROTECCIONES ESPECÍFICAS DE MÁQUINAS E INSTALACIONES.
  - 4.1 Generadores rotativos.
  - 4.2 Transformadores y autotransformadores de potencia.
  - 4.3 Salidas de línea.
  - 4.4 Baterías de condensadores.
  - 4.5 Reactancias.
  - 4.6 Motores.
  - 4.7 Generadores conectados en redes de distribución.
  - 4.8 Parques eólicos.

#### *1. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES*

Todas las instalaciones a las 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, de carácter transitorio, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia, así lo aconsejen.

Para la protección contra sobretensiones transitorias se utilizarán pararrayos, según la UNE-EN 60099-1 y UNE-EN 60099-4. Los bornes de tierra de los pararrayos y, en su caso, los cables de guarda, se unirán a la toma de tierra de acuerdo con lo establecido en la ITC-RAT 13.

En general, en redes o instalaciones de tercera categoría no conectadas a líneas aéreas no serán precisas estas protecciones cuando su nivel de aislamiento sea el de la lista 2 según la ITC-RAT 12.

## 3. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTO

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 defectos de lubricación y refrigeración.

Asimismo, será necesario disponer en los grupos turbina-generator 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 cortocircuitos o sobrecarga, protección contra sobretensiones de origen atmosférico o internas y protección de falta a tierra en el estator.

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

En instalaciones de producción de energía eléctrica que dispongan de generadores de potencia superior a los 5 MVA se instalará un sistema de protección contra incendios accionado por el relé de protección diferencial o por termostatos adecuadamente situados.

En el proyecto y montaje se estudiarán los problemas de vibraciones, siendo recomendable el uso de detectores 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.

Los generadores del sistema eléctrico se protegerán siguiendo los criterios generales de protección que les resulten de aplicación de acuerdo a la normativa sectorial.

### 4.2 Transformadores y autotransformadores de potencia.

#### 4.2.1 Transformadores AT/BT.

Los transformadores AT/BT deberán protegerse contra sobreintensidades de acuerdo con los criterios siguientes:

a) Los transformadores que dispongan de un sistema de monitorización de la evolución de las cargas en tiempo real, no necesitarán protección contra estas sobreintensidades. En los demás casos, se protegerán contra sobrecargas por medio de interruptores accionados

por relés de sobreintensidad, o dispositivos térmicos que detecten la temperatura del devanado o del medio refrigerante.

b) Todos los transformadores AT/BT estarán protegidos contra los cortocircuitos de origen externo en el lado de salida. Contra los cortocircuitos internos habrá siempre una protección adecuada en el circuito de alimentación. La protección contra cortocircuitos de transformadores de potencia superior a 1000 kVA se realizará siempre con interruptor automático.

c) Cuando los transformadores sean maniobrados frecuentemente en vacío (más de tres veces al mes), por ejemplo en instalaciones fotovoltaicas que se desconectan periódicamente, se instalarán protecciones contra las sobretensiones de maniobra que se puedan producir por la interrupción de la corriente magnetizante del propio transformador, salvo que dispongan de un sistema de monitorización o de control de las sobretensiones de maniobra que garantice la integridad del aislamiento.

#### 4.2.2 Transformadores y autotransformadores de potencia de relación de transformación de AT/AT.

Estos transformadores estarán equipados con protección contra sobreintensidades de cualquier tipo, situadas en el lado que más convenga.

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 en el transformador o igual o superior a 4 MVA en el autotransformador, estarán dotados de un relé que detecte el desprendimiento de gases en el líquido refrigerante.

Para potencias superiores 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. El relé dispondrá de un rearme manual que impida el cierre de los interruptores después de la actuación de éste, a fin de comprobar la gravedad de la avería antes de rearmar el relé.

#### 4.2.3 Elementos de protección.

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

a) De forma individual con los elementos de protección situados junto al transformador que protegen, o dentro del mismo.

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

A los efectos de los párrafos anteriores a) y b) se considera que la conexión en paralelo de varios transformadores trifásicos o la conexión de tres monofásicos para un banco trifásico, constituye un 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 c), se garantizará la protección de cualquiera de los transformadores para un cortocircuito trifásico en sus bornes de baja tensión, 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 este situado el elemento de protección será de 4 km como máximo. En el caso de que se prevean sobrecargas deberá protegerse cada transformador individualmente en BT. La potencia máxima unitaria será de 250 kVA.

#### 4.3 Salidas de líneas.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. En redes de 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> 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 o bloquearse cuando esté justificado técnicamente.

Para redes de distribución pública de 3.<sup>a</sup> categoría, las empresas eléctricas establecerán una normalización de las potencias máximas de cortocircuito en las 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 del sistema de protección no debe aislar el neutro de tierra.

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

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

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

#### 4.4 Baterías de condensadores.

Las baterías de condensadores estarán diseñadas para evitar que la avería de un elemento de lugar a su propagación a otros elementos de la batería. Además se dispondrá de un relé de desequilibrio que provocará la desconexión de la batería a través del interruptor principal. En baterías con varios escalones se analizará el desequilibrio en cada uno de los escalones de forma independiente.

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

Cada elemento condensador tendrá un sistema de descarga que reduzca la tensión entre bornes a un valor inferior o igual a 75 V desde su desconexión al cabo de 10 minutos para baterías de condensadores de tensión asignada superior a 1 kV y al cabo de 3 minutos para baterías de condensadores de tensión asignada inferior o igual a 1 kV.

#### 4.5 Reactancias y resistencias.

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:

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

Para los motores y los compensadores síncronos se protegerán contra:

- a) Pérdida de sincronismo.
- b) Pérdida de excitación.
- c) Defecto a masa del rotor.
- d) Marcha como asíncrono excesivamente larga.
- e) Sobretensión y subfrecuencia.
- f) Subpotencia y potencia inversa.

La decisión a cerca 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.

#### 4.7 Generadores conectados en redes de distribución.

Este apartado se aplicará a las instalaciones de producción de energía eléctrica que en virtud de su potencia nominal o de la tensión de la línea a la que se conecten no tengan una reglamentación específica en materia de seguridad y protección.

##### 4.7.1 Criterios generales.

Tanto en la explotación normal como en condiciones anormales tales como las de cortocircuito, los generadores de cualquier tipo, conectados a redes de distribución de alta tensión, no perturbarán el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas. Con tal fin, cada generador o agrupación de generadores estará equipado de un sistema de protecciones y de un interruptor automático en el punto de conexión con la red de distribución, que garanticen su desconexión en caso de una falta en la red o de faltas internas en la instalación.

Con objeto de mejorar la fiabilidad del sistema de protecciones, los contactos de salida de los relés de protección se conectarán directamente en el circuito de disparo del interruptor automático. Cuando dispare el interruptor automático de la central, su reconexión se efectuará tras el restablecimiento de la tensión y frecuencia de la red de distribución, con un período de retardo especificado según las características de la red de distribución a la que se conecte.

El sistema de protecciones y control se adaptará a la red de distribución a la que se conecte y estará dotado de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución, hasta un tiempo de reenganche máximo de 1 segundo. No se admitirá el funcionamiento en isla del generador para una duración superior al tiempo máximo de reenganche anterior.

En el caso excepcional en el que se evidencie que la instalación supone un riesgo inminente para las personas, o cause daños o impida el funcionamiento de equipos de terceros, la empresa distribuidora, o transportista en su caso, podrá desconectar inmediatamente la instalación, debiendo comunicar y justificar detalladamente dicha actuación excepcional al órgano de la Administración competente en materia de energía y al interesado, en un plazo máximo de veinticuatro horas.

##### 4.7.2 Protecciones.

La instalación dispondrá, en su punto de conexión a la red de distribución, de relés para detectar el funcionamiento en isla y detectar y distinguir faltas en la red de alimentación y faltas internas. Las protecciones a instalar serán, al menos:

- a) Mínima tensión, con medida de la tensión entre fases o fase tierra, según los criterios de protección de la red a la que se conecte la instalación.
- b) Máxima tensión, con medida de la tensión entre fases o fase tierra, según los criterios de protección de la red a la que se conecte la instalación.
- c) Máxima tensión homopolar.
- d) Máxima y mínima frecuencia.
- e) Sobreintensidad de fase y neutro, tanto temporizada como instantánea.
- f) Dependiendo de los criterios de protección y explotación de la red a la que se conecta la instalación, además de las protecciones anteriores se podrá requerir la instalación de una protección adicional que actúe en caso de desconexión de la red, con el fin de evitar el

funcionamiento en isla y prevenir daños en caso de reenganche fuera de sincronismo. En función de la tecnología del generador, dicha función de protección podrá ser realizada mediante sistemas basados en comunicaciones, como el teledisparo, relés en el punto de conexión o sistemas de protección anti-isla integrados en los inversores de conexión a red, acordes con los criterios de protección de la red.

En caso de un sistema de protección anti-isla integrado en un inversor, este debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas, con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales, tales como motores.

Las protecciones de máxima y mínima tensión, así como las de máxima y mínima frecuencia deben medir las magnitudes de operación de las protecciones en el lado del transformador de potencia conectado a la red de distribución.

En caso de que el funcionamiento del generador provoque una tensión en su conexión a la red, superior a los límites reglamentarios, el generador deberá desconectarse. Dicha desconexión podrá realizarse mediante un relé adicional de máxima tensión, ajustado con tiempos mayores que la protección de máxima tensión por faltas o que la protección anti-isla.

#### 4.7.3 Teledesconexión.

Todos los generadores estarán dotados de un sistema de teledesconexión compatibles con la red de distribución a la que se conectan.

La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión del generador con la red de distribución para permitir su desconexión remota.

#### 4.7.4 Reposición automática.

Sólo se permitirá el cierre del interruptor del generador mediante un sistema de reposición automática si se cumplen las siguientes condiciones:

- a) La apertura previa del interruptor automático no se ha debido a una falta interna del generador.
- b) La tensión de red se encuentra dentro de los límites de funcionamiento normal, durante un período especificado acorde con las características de la red de distribución a la que se conecte.
- c) No existe una orden enviada por los sistemas de protección y control de la red de distribución para el bloqueo en posición abierta del interruptor automático del generador.

#### 4.7.5 Generadores conectados a través de convertidores electrónicos.

Los generadores conectados a la red de alta tensión que utilicen convertidores electrónicos deberán cumplir todos los requisitos establecidos en este apartado 4.7.

Asimismo, una vez instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética. El funcionamiento del convertidor no producirá sobretensiones mayores de las indicadas en la tabla siguiente, incluso durante el transitorio de paso a un funcionamiento en isla en situaciones de baja carga.

TABLA 1

Sobretensiones máximas admisibles entre fases en función de la duración de la sobretensión

Duración, t, de la sobretensión	Valor admisible de la sobretensión (% $U_n$ )
$0 < t < 1$ ms	200
$1$ ms $\leq t < 3$ ms	140
$3$ ms $\leq t < 500$ ms	120
$t \geq 500$ ms	110

#### 4.8 Parques Eólicos.

En caso de Parques Eólicos, y teniendo presente la posible influencia de las descargas atmosféricas a que están sometidas estas instalaciones, deberán tenerse en cuenta los

riesgos derivados por este motivo, y disponerse los sistemas de protección contra sobretensiones tipo rayo.

INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 12

**AISLAMIENTO**

ÍNDICE

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

*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, deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE-EN 60071-1 y UNE-EN 60071-2, 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 AT, 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.

Se distingue:

- a) Grupo A. Tensión más elevada del material mayor de 1 kV y menor o igual de 36 kV.
- b) Grupo B. Tensión más elevada del material mayor de 36 kV y menor o igual de 245 kV.
- c) Grupo C. Tensión más elevada del material mayor de 245 kV.

Las tablas 1, 2, 3 especifican los niveles de aislamiento nominales asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada del material de los Grupos A, B y C, así como las distancias mínimas de aislamiento en aire, entre fases y entre cualquier fase a tierra.

1.1 Niveles de aislamiento nominales para materiales del Grupo A.

1.1.1 La tabla 1 especifica los niveles de aislamiento nominales asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada del material del Grupo A, así como las distancias mínimas de aislamiento en aire, entre fases y entre cualquier fase a tierra.

Además de la tensión soportada nominal 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 se especifican con el fin de verificar la capacidad del aislamiento, y en particular la de los devanados y arrollamientos 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.

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:

TABLA 1

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta)		Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)			
		Lista 1	Lista 2	Lista 1		Lista 2	
				Instalación en interior	Instalación en exterior	Instalación en interior	Instalación en exterior
3,6	10	20		60	120		
			40			60	120
7,2	20	40		60	120		
			60			90	120
12	28	60		90	150		
			75			120	150
17,5	38	75		120	160		
			95			160	160
24	50	95		160	160		
			125			220	220
			145			270	270
36	70	145		270	270		
			170			320	320

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. Este es el caso de redes extensas de cables en las que puede ser necesario el empleo de pararrayos capaces de descargar la capacidad de los cables.

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

Esto cubre los casos siguientes:

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

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

1.1.3.3 En redes e instalaciones conectadas directamente a líneas aéreas:

a) Cuando el neutro del sistema está puesto a tierra bien directamente o bien a través de una impedancia de valor pequeño comparado con el de una bobina de extinción y donde exista una adecuada protección contra las sobretensiones mediante 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 esté asegurada por pararrayos.

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

1.2 Niveles de aislamiento nominales para materiales del Grupo B.

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

La tabla 2 especifica los niveles de aislamiento nominales asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada para materiales del Grupo B.

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.

TABLA 2

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)
52	95	250	480
72,5	140	325	630
123	185	450	900
	230	550	1100
145	185	450	900
	230	550	1100
	275	650	1300
170	230	550	1100
	275	650	1300
	325	750	1500
245	325	750	1500
	360	850	1700
	395	950	1900
	460	1050	2100

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) kV (eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A IMPULSOS TIPO RAYO 1,2/50 µs kV (valor de cresta)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A Los IMPULSOS TIPO MANIOBRA Fase a tierra 250/2500 µs kV (valor de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra (mm)		TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO MANIOBRA Entre fases 250/2500 µs kV (valor de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire entre fases (mm)	
			Conductor/ estructura (mm) (*)	Punta/ estructura (mm) (*)		Conductor/ conductor (paralelos) (mm) (*)	Punta/ conductor (mm) (*)
420	1050	850	1900	2400	1360	2900	3400
	1175		2200				
	1175	950	2200	2900	1425	3100	3600
	1300		2400				
	1300	1050	2600	3400	1575	3600	4200
	1425						

(\*) Las configuraciones «punta-estructura» y «punta-conductor» son las más desfavorables que normalmente puede encontrarse; las configuraciones «conductor-estructura» y conductor-conductor (paralelos) cubren un amplio campo de configuraciones normales y resultan menos desfavorables que las anteriores.

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 técnicamente, 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 la serie de normas UN EEN 60060 sobre ensayos en alta tensión, y en las normas de la serie UNE-EN 60071 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 de tipo y los que deben considerarse como ensayos individuales.

## 3. DISTANCIAS EN EL AIRE ENTRE ELEMENTOS EN TENSIÓN Y ENTRE ESTOS 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 dependen 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 1, 2 y 3 indican el valor mínimo de la distancia, que debe respetarse en los equipos e instalaciones en que no se realicen ensayos en correspondencia con un nivel de aislamiento. Las distancias especificadas en ellas se refieren simplemente a distancias en el aire sin tener en consideración los caminos de descarga por contorno de un aislador, que habrán de haberse ensayado en laboratorio según las normas UNE-EN 60168 y UNE-EN 60507.

3.3.1 Para separar eléctricamente circuitos se utilizarán preferentemente seccionadores ensayados a la tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo o tipo maniobra para las distancias de seccionamiento (véase la norma UNE-EN 60271-1). No obstante, también puede lograrse la condición de seccionamiento sin necesidad de ningún ensayo, si las distancias entre los dos extremos seccionados de cada una de las fases se incrementan al menos en un 25 por ciento respecto de las distancias mínimas de aislamiento en el aire de las tablas 1 y 2 para los grupos de tensiones A y B, y en su caso, las distancias mínimas de aislamiento en el aire entre fases de la tabla 3 para el grupo de tensiones C.

3.3.2 Las distancias mínimas de aislamiento en el aire entre partes de una instalación que puedan separarse mediante un seccionador o distancia de seccionamiento equivalente (tanto entre conductores de una misma fase como de fases distintas) serán, al menos un 25 por ciento superiores a las distancias mínimas de aislamiento entre fases de las tablas 1, 2 y

3 de esta ITC. Si los niveles de aislamiento asignados para las dos partes de la instalación que se pueden separar son distintos se tomará la correspondiente al nivel de aislamiento mayor. Esto no aplica a las distancias dentro de un mismo equipo, que vendrán marcadas por sus normas correspondientes.

3.3.3 Los valores de las distancias indicados en las tablas 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 1000 metros. Para instalaciones situadas por encima de los 1000 metros de altitud, las distancias mínimas en el aire hasta los 3000 metros deberán aumentarse en un 1,4 por ciento por cada 100 metros o fracción por encima de los 1000 m.

**INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 13**  
**INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA**

**ÍNDICE**

1. PRESCRIPCIONES GENERALES DE SEGURIDAD.
  - 1.1 Tensiones máximas aplicables al cuerpo humano.
  - 1.2 Prescripciones en relación con el dimensionado.
2. DISEÑO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.
  - 2.1 Procedimiento.
  - 2.2 Condiciones difíciles de puesta a tierra.
3. ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA Y CONDICIONES DE MONTAJE.
  - 3.1 Líneas de puesta a tierra.
  - 3.2 Instalación de líneas de puesta a tierra.
  - 3.3 Electrodo de puesta a tierra.
  - 3.4 Dimensiones mínimas de los electrodos de puesta a tierra.
  - 3.5 Instalación de electrodos de puesta a tierra.
4. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y DE LOS ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA EN LOS CÁLCULOS.
  - 4.1 Resistividad del terreno.
  - 4.2 Resistencia de tierra del electrodo.
  - 4.3 Efecto de la humedad.
  - 4.4 Efecto de la temperatura.
5. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES DE DEFECTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO.
6. INSTRUCCIONES GENERALES DE PUESTA A TIERRA.
  - 6.1 Elementos a conectar a tierra por motivos de protección.
  - 6.2 Elementos a conectar a tierra por motivos de servicio.
  - 6.3 Instalación de tierra general.
7. DISPOSICIONES PARTICULARES DE PUESTA A TIERRA.
  - 7.1 Descargadores de sobretensiones.
  - 7.2 Seccionadores de puesta a tierra.
  - 7.3 Conjuntos protegidos por envolvente metálica.
  - 7.4 Elementos de la construcción.
  - 7.5 Elementos metálicos que salen fuera de la instalación.
  - 7.6 Vallas y cercas metálicas.
  - 7.7 Centros de transformación.

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

8.1 Mediciones de las tensiones de paso y contacto aplicadas.

8.2 Vigilancia periódica.

*1. PRESCRIPCIONES GENERALES DE SEGURIDAD*

1.1 Tensiones máximas admisibles en una instalación.

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.

Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa. La norma UNE-IEC/TS 60479-1 da indicaciones sobre los efectos de la corriente que pasa a través del cuerpo humano en función de su magnitud y duración, estableciendo una relación entre los valores admisibles de la corriente que puede circular a través del cuerpo humano y su duración.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada,  $U_{ca}$ , a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, se dan en la figura 1.

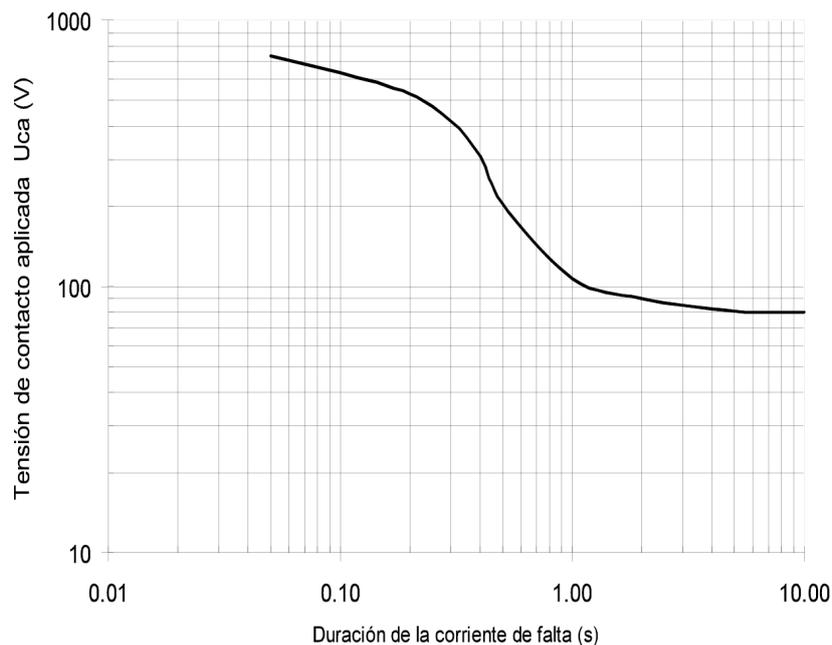


Figura 1. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada  $U_{ca}$  en función de la corriente de falta

En la tabla 1 se muestran valores de algunos de los puntos de la curva anterior:

TABLA 1

Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada  $U_{ca}$  en función de la duración de la corriente de falta  $t_F$

Duración de la corriente de falta, $t_F$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735

Duración de la corriente de falta, $t_F$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Esta curva ha sido determinada considerando las siguientes hipótesis:

- La corriente circula entre la mano y los pies.
- Únicamente se ha considerado la propia impedancia del cuerpo humano, no considerándose resistencias adicionales como la resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno, la resistencia del calzado o la presencia de empuñaduras aislantes, etc.
- La impedancia del cuerpo humano utilizada tiene un 50% de probabilidad de que su valor sea menor o igual al considerado d.
- Una probabilidad de fibrilación ventricular del 5%.

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada, ( $U_{pa} = 10 U_{ca}$ ).

Estas hipótesis establecen una óptima seguridad para las personas debido a la baja probabilidad de que simultáneamente se produzca una falta a tierra y la persona o animal esté tocando un componente conductor de la instalación.

Salvo casos excepcionales justificados, no se considerarán tiempos de duración de la corriente de falta inferiores a 0,1 segundos.

Para definir la duración de la corriente de falta aplicable, se tendrá en cuenta el funcionamiento correcto de las protecciones y los dispositivos de maniobra. En caso de instalaciones con reenganche automático rápido (no superior a 0,5 segundos), el tiempo a considerar será la suma de los tiempos parciales de mantenimiento de la corriente de defecto.

Cada defecto a tierra será desconectado automática o manualmente. Por lo tanto, las tensiones de contacto o de paso de muy larga duración, o de duración indefinida, no aparecen como una consecuencia de los defectos a tierra.

Si un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso aplicadas peligrosas. Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas.

A partir de los valores admisibles de la tensión de contacto o paso aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación,  $U_c$ ,  $U_p$ , considerando todas las resistencias adicionales que intervienen en el circuito tal y como se muestra en la siguiente figura 2:

Figura 2. Circuitos para el cálculo de las tensiones de paso y contacto admisibles en una instalación

donde:

$U_{ca}$  Tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies.

$U_{pa}$  Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies ( $U_{pa}=10 U_{ca}$ )

$Z_B$  Impedancia del cuerpo humano. Se considerará un valor de 1000  $\Omega$ .

$I_B$  Corriente que fluye a través del cuerpo;

$U_c$  Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante)

$U_p$  Tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

$R_a$  Resistencia adicional total suma de las resistencias adicionales individuales.

$R_{a1}$  Es, por ejemplo, la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se puede emplear como valor 2000  $\Omega$ . Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas, en instalaciones situadas en lugares tales como jardines, piscinas, campings y áreas recreativas.

$R_{a2}$  Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie.  $R_{a2}=3 \rho_s$ , donde  $\rho_s$  es la resistividad del suelo cerca de la superficie.

A los efectos de los cálculos para el proyecto, para determinar las máximas tensiones de contacto y paso admisible se podrán emplear las expresiones siguientes:

$$U_c = U_{ca} \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 Z_B} \right] = U_{ca} \left[ 1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \rho_s}{1000} \right] \quad (1)$$

$$U_p = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right] \quad (2)$$

que responde al siguiente planteamiento:

–  $U_{ca}$  es el valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta (figura 1 o tabla 1 de este mismo apartado).

– Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1000  $\Omega$ .

– Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 cm<sup>2</sup> de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N, lo que representa una resistencia de contacto con el suelo para cada electrodo de 3  $\rho_s$ , evaluada en función de la resistividad superficial aparente,  $\rho_s$ , del terreno.

– Según cada caso,  $R_{a1}$  es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. Para la resistencia del calzado se puede utilizar  $R_{a1} = 2000 \Omega$ .

Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubre de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right) \quad (3)$$

Siendo:

$C_s$  coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.

$h_s$  espesor de la capa superficial, en metros.

$\rho$  resistividad del terreno natural.

$\rho^*$  resistividad de la capa superficial.

Si son de prever contactos del cuerpo humano con partes metálicas no activas que puedan ponerse a distinto potencial, se aplicará la fórmula (1) de la tensión de contacto haciendo  $\rho_s=0$  y sin considerar resistencia adicionales.

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 contacto  $U'_c$ , y de paso,  $U'_p$ , 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 (1) y (2) 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 es función de la intensidad que, en caso de defecto, circula a través de la parte afectada de la instalación de tierra y del tiempo de duración del defecto. A tal efecto, el proyectista considerará que la intensidad de puesta a tierra puede ser una fracción de la intensidad de defecto a tierra calculada para la instalación.

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. Para determinar los tiempos de defecto se considerará el funcionamiento correcto de las protecciones, conforme a los tiempos de regulación seleccionados.

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

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

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

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

### *2. DISEÑO 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 párrafos 5 y 6 son inferiores a los valores máximos definidos por las ecuaciones (1) y (2).
8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, pantallas o armaduras 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 la resistividad del terreno, de la corriente de puesta a tierra o del tiempo de eliminación de la falta, no sea posible técnicamente, o resulte económicamente desproporcionado mantener los valores de las tensiones aplicadas de paso y contacto dentro de los límites fijados en los apartados anteriores, deberá recurrirse al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir los riesgos a las personas y los bienes.

Tales medidas podrán ser entre otras:

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

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

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

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

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

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

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

#### 3.1 Líneas de puesta a tierra.

Los conductores empleados en las líneas de puesta a 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:

- a) Cobre: 160 A/mm<sup>2</sup>.
- b) Aluminio: 100 A/mm<sup>2</sup>.
- c) Acero: 60 A/mm<sup>2</sup>.

Sin embargo, se establecen como mínimo secciones de 25 mm<sup>2</sup> en el caso de cobre y 50 mm<sup>2</sup> en el caso del acero y 35 mm<sup>2</sup> para aluminio. Los anteriores valores corresponden a una temperatura final aproximada de 200 °C. Puede admitirse un aumento de esta temperatura hasta 300 °C si no supone riesgo de incendio, lo que equivale a dividir por 1,2 las secciones determinadas de acuerdo con lo dicho anteriormente, respetándose los valores mínimos señalados.

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 mm<sup>2</sup>.

Cuando los tiempos de duración del defecto sean superiores a un segundo, se calcularán y justificará 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 puesta a tierra.

Los conductores de las líneas de puesta a 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 puesta a 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 picas, varillas, conductores, 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 y otros perfiles, que podrán estar formados por elementos empalmables.
- b) Varillas, barras o conductores 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:

1.º Los redondos de cobre o acero recubierto de cobre, no serán de un diámetro inferior a 14 mm. Los de acero sin recubrir no tendrán un diámetro inferior a 20 mm.

2.º Los tubos no serán de un diámetro inferior a 30 mm ni de un espesor de pared inferior a 3 mm.

3.º Los perfiles de acero no serán de un espesor inferior a 5 mm ni de una sección transversal inferior a 350 mm<sup>2</sup>.

b) Los electrodos enterrados, sean de varilla, conductor desnudo o pletina, deberán tener una sección mínima de 50 mm<sup>2</sup> los de cobre, y 100 mm<sup>2</sup> los de acero. El espesor mínimo de las pletinas y el diámetro mínimo de los alambres de los conductores 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 los 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 de puesta a tierra.

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 DE PUESTA A TIERRA 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 1500 A no será obligatorio 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 2 siguiente, en las que se dan unos valores orientativos. Para intensidades de cortocircuito a tierra superiores a 1000 A, si el proyectista utiliza en sus cálculos resistividades del terreno inferiores a 200  $\Omega$ .m deberá justificar dicho valor mediante un estudio que incluya mediciones de la resistividad.

TABLA 2

<b>Naturaleza del terreno</b>	<b>Resistividad en ohmios.m.</b>
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
Basalto 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 puede calcular por las fórmulas contenidas en la tabla 3 que sigue, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:

TABLA 3

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Placa enterrada profunda -	$R = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P}$
Placa enterrada superficial -	$R = 1,6 \cdot \frac{\rho}{P}$
Pica vertical -	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente -	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra -	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

siendo:

R = resistencia de tierra del electrodo en  $\Omega$ .

$\rho$  = resistividad del terreno de  $\Omega \cdot m$ .

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

### 5. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES 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 corrientes máximas en los distintos niveles de tensiones existentes en la instalación y tomará el valor más desfavorable.

Para el cálculo de las corrientes 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, el valor de la intensidad de la corriente de puesta a tierra ( $I_E$ ) que provoca la elevación del potencial de la instalación a tierra.

La corriente que se considera para el cálculo de la tensión aplicada de contacto o paso será la corriente de puesta a tierra  $I_E$ , que depende de la corriente de defecto a tierra ( $I_F$ ) y de un factor de reducción r. En la figura 2 se muestra el esquema eléctrico equivalente de una instalación eléctrica para determinar las corrientes de puesta a tierra,  $I_E$  y de defecto a tierra  $I_F$ .

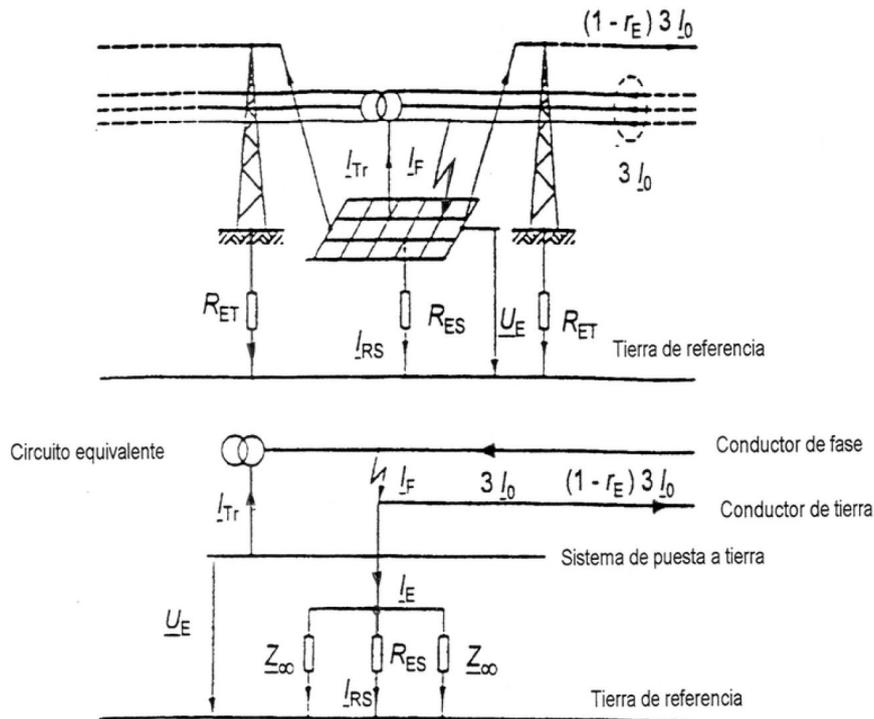


Figura 2. Ejemplo de corrientes de puesta a tierra en una instalación de alta tensión

Donde:

$3 I_0$  tres veces la corriente homopolar de la línea.

$I_{Tr}$  corriente a través del neutro del transformador.

$I_F$  corriente de defecto a tierra.

$I_E$  corriente de puesta a tierra, que no se puede medir directamente.

$I_{RS}$  corriente de puesta a tierra por el electrodo de la subestación.

$r$  factor de reducción.

$R_{ES}$  resistencia de puesta a tierra del electrodo de la subestación.

$R_{ET}$  resistencia de puesta a tierra de la torre.

$Z_{\infty}$  impedancia entre el cable de tierra y tierra (se considera prácticamente infinita).

$Z_E$  impedancia a tierra.

$U_E$  tensión de puesta a tierra

$n$  número de líneas que parten de la subestación.

Se tienen según la figura 2 las siguientes relaciones:

$$I_F = 3 I_0 + I_{Tr}$$

$$I_E = r (I_F - I_{Tr}) = r \cdot 3 I_0$$

$$U_E = I_E \cdot Z_E$$

Si se supone que la impedancia entre el cable de tierra y la tierra de referencia es igual para todas las torres (en el ejemplo de la figura 2 existen dos líneas y por tanto  $n = 2$ ), se tendría que:

$$Z_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{ES}} + \frac{n}{Z_{\infty}}}$$

## 6. INSTRUCCIONES GENERALES DE PUESTA A TIERRA

### 6.1 Elementos a conectar a tierra por motivos 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 7.5.).
- g) Las armaduras metálicas 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 puesta a tierra de las líneas aéreas.
- k) Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- l) Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

6.2 Elementos a conectar a tierra por motivos 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 o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.
- d) Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas. (Ver apartado 7.1.).

### 6.3 Instalación de tierra general.

Los elementos destinados a conectarse a tierra indicados en los apartados 6.1 y 6.2 se conectarán a una instalación de tierra general.

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 en los casos siguientes:

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

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

Para la puesta a tierra de las masas de utilización de las instalaciones de baja tensión se seguirán los criterios establecidos en la ITC-BT-18 del Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Para facilitar la medida y revisión de la instalación de puesta a tierra se instalarán cajas de registro para cada instalación de puesta a tierra.

### 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 instalación 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 dispondrán de 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 25 mm<sup>2</sup>, 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 formen 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 indicaciones siguientes.

En los edificios de estructura metálica, ésta y los demás elementos metálicos, tales como puertas, ventanas, escaleras, barandillas, tapas y registros, etc., deberán ser conectados a tierra. En los edificios destinados a instalaciones de tercera categoría construidos con materiales tales como hormigón armado o en masa, ladrillo o mampostería, las puertas, ventanas, escaleras, tapas y registros podrán no conectarse al circuito de tierra y dejarse aisladas del mismo, siempre que en el diseño de la instalación se adopten las medidas necesarias para evitar la puesta a tensión de estos elementos por causa de un defecto o avería. En los centros de transformación prefabricados según la norma UNE-EN 62271-202 estas medidas serán garantizadas por el fabricante.

En centros de transformación subterráneos, dada la dificultad que presenta la separación eléctrica entre la escalera y su tapa de acceso, es necesario disponer ambos elementos en las mismas condiciones de puesta a tierra, bien aislados de la instalación de tierra general, o bien conectados a dicha instalación.

En cualquier caso, en los edificios de hormigón armado las armaduras deberán ser puestas a tierra.

#### 7.5 Elementos metálicos que salen fuera de la instalación.

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

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

#### 7.6 Vallas y cercas metálicas.

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

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 o 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 de baja tensión.

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 y la puesta a tierra de los transformadores de medida ubicados en cuadros de baja tensión para distribución, pueden conectarse a una tierra separada de la general del centro, que se denominará tierra de los neutros de baja tensión. El resto de elementos tales como los pararrayos, permanecerán conectados a la tierra general de la instalación.

##### 7.7.2 Aislamiento entre las instalaciones de puesta a tierra.

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

a) Las instalaciones de puesta a tierra deberán aislarse entre sí para la diferencia de tensiones que pueda aparecer entre ambas.

b) La línea de puesta a tierra que une los elementos conectados a la tierra separada y su punto de puesta a tierra han de quedar aislados dentro de la zona de influencia de la tierra general. Dicha conexión se realizará estableciendo los aislamientos necesarios.

c) Las instalaciones de baja tensión de los centros de transformación poseerán, con respecto a tierra, un aislamiento correspondiente a la tensión señalada en el párrafo 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 puesta a 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 párrafo a). En este caso, dichos elementos conductores se conectarán a la puesta a tierra del neutro, teniendo entonces especial cuidado con las tensiones de contacto que puedan aparecer.

d) Las líneas de salida de baja tensión deberán aislarse dentro de la zona de influencia de la tierra general del centro teniendo en cuenta las tensiones señaladas en el párrafo 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 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 podrán conectar la puesta a tierra general y la de los neutros de baja tensión en los casos siguientes:

- a) Cuando la alimentación en alta tensión forma parte de una red de cables subterráneos con envolventes conductoras, de suficiente conductividad.
- 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 puesta a tierra dichas envolventes, incluso sin la adición de otros electrodos de puesta a 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 cm<sup>2</sup> cada uno y deberán ejercer sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N cada uno.

Los equipos de medición deberán tener la opción de medir tensiones de paso y contacto aplicadas, tanto para el caso de que la persona esté calzada o descalza, mediante la inserción de las resistencias correspondientes en el circuito en cada caso.

Se emplearán fuentes de alimentación de potencia adecuada para simular el defecto, de forma que se evite 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 la intensidad inyectada no será inferior a 50 A para centrales y subestaciones y 5 A para centros de transformación. Se admitirán, no obstante, medidores de tensiones de paso y contacto que inyecten una corriente inferior, siempre que se demuestre mediante ensayos comparativos que disponen de filtros o sistemas especiales capaces de eliminar las tensiones de perturbación con el fin de lograr medidas con una fiabilidad y exactitud equivalente a la que se obtendría con una inyección de corriente elevada. En cualquier caso la incertidumbre asociada a las medidas será inferior al 20 por ciento.

Los cálculos para determinar las tensiones posibles máximas se harán suponiendo que existe proporcionalidad entre la corriente inyectada por el electrodo durante la medición, y la corriente drenada a tierra por el electrodo en caso de defecto.

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 comprobadas en el momento de su establecimiento y revisadas por empresas instaladoras o por empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica en caso de que se trate de instalaciones de su titularidad, al menos, una vez cada tres años a fin de comprobar el estado de las mismas. Esta verificación consistirá en una inspección visual y en la medida de la resistencia de puesta a tierra.

En aquellos casos en los que cambie sustancialmente la resistividad superficial del terreno, disminuyendo su valor, por ejemplo por ajardinamiento de la instalación, será necesario repetir las medidas de las tensiones de paso y contacto

**INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 14**  
**INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR**

**ÍNDICE**

1. GENERALIDADES.
2. ÁMBITO DE APLICACIÓN.
3. CONDICIONES GENERALES PARA LOS LOCALES Y EDIFICIOS.
  - 3.1 Condiciones de acceso y paso.
  - 3.2 Conducciones y almacenamiento de agua.
  - 3.3 Conducciones y almacenamiento de otros fluidos.
  - 3.4 Alcantarillado.
  - 3.5 Canalizaciones eléctricas.
  - 3.6 Equipos de Comunicaciones.
4. CONDICIONES GENERALES PARA LAS INSTALACIONES.
  - 4.1 Cuadros y pupitres de control.
  - 4.2 Celdas de alta tensión.
  - 4.3 Condiciones particulares para centros de transformación.
    - 4.3.1 Centros de transformación con maniobra desde el exterior.
    - 4.3.2 Centros de transformación prefabricados y conjuntos prefabricados para centros de transformación.
    - 4.3.3 Cuadros de distribución para BT en centros de transformación de distribución pública.
  - 4.4 Ventilación.
  - 4.5 Paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabique de construcción.
  - 4.6 Señalizaciones e instrucciones.
  - 4.7 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
  - 4.8 Limitación del nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión.
5. OTRAS PRESCRIPCIONES.
  - 5.1 Sistemas contra incendios.
  - 5.2 Alumbrados especiales de emergencia.
  - 5.3 Elementos y dispositivos para maniobra.
  - 5.4 Instrucciones y elementos para prestación de primeros auxilios.
  - 5.5 Almacenamiento de materiales.
6. PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCIÓN.
  - 6.1 Pasillos de servicio.
  - 6.2 Zonas de protección contra contactos accidentales.
  - 6.3 Zonas de protección para instalaciones eléctricas en el interior de edificios industriales.
  - 6.4 Distancias para garantizar la evacuación de gases en caso de defectos internos.

7. INSTALACIONES MÓVILES DE ALTA TENSIÓN.
8. DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN.

### 1. GENERALIDADES

Esta instrucción tiene como objeto establecer los requisitos que deben cumplir las instalaciones de alta tensión previstas para funcionar en el interior de un edificio o recinto que las proteja contra la intemperie.

### 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta ITC es aplicable a las instalaciones eléctricas de alta tensión situadas en:

- a) Edificios o envolventes prefabricadas o de obra civil, construidos para alojar las instalaciones eléctricas, que se maniobran desde su interior y que son independientes de cualquier local o edificio destinado a otros usos, aunque puedan tener paredes colindantes con ellos.
- b) Edificios o envolventes prefabricadas o de obra civil, construidos para alojar las instalaciones eléctricas, que se maniobran desde su exterior y que son independientes de cualquier local o edificio destinado a otros usos, aunque puedan tener paredes colindantes con ellos. Estos edificios o envolventes estarán destinados a alojar centros de transformación completos, sólo el transformador de distribución con o sin su cuadro de baja tensión o únicamente la aparatada de alta tensión.
- c) Locales o recintos previstos para alojar en su interior estas instalaciones, situados en el interior de edificios destinados a otros usos.
- d) Subestaciones móviles protegidas contra la intemperie por su propia envolvente o por el edificio en la que se ubican.

### 3. CONDICIONES GENERALES PARA LOS LOCALES Y EDIFICIOS

#### 3.1 Condiciones de acceso y paso.

3.1.1 Los edificios o locales destinados a alojar en su interior instalaciones de alta tensión deberán disponerse de forma que queden cerrados para impedir el acceso de las personas ajenas al servicio.

3.1.2 El local destinado a albergar la instalación eléctrica, salvo que sea un centro de transformación de maniobra exterior, tendrá entradas diferentes para personal y equipos. Estas entradas serán independientes de las de acceso a otros locales. Cuando existan puertas destinadas al paso de equipos o piezas de grandes dimensiones, la puerta para la entrada y salida de personal podrá ser un postigo que forme parte de aquella.

3.1.3 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 o para permitir su maniobra, serán en general abatibles y abrirán siempre hacia el exterior del recinto. Las puertas tendrán un sistema de retención de forma que puedan quedar abiertas mientras exista en el interior personal de servicio. Cuando estas puertas abran sobre caminos públicos, deberán poder abatirse sobre el muro exterior de fachadas.

En las instalaciones en que se deba trabajar con las puertas cerradas, estas deben disponer de un sistema que permita franquearlas fácilmente desde el interior y que dificulte el acceso desde el exterior al personal ajeno al servicio.

3.1.4 Las puertas o salidas de los recintos donde existan instalaciones de alta tensión se dispondrán 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 y 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.

3.1.5 El acceso a los locales subterráneos se realizará por medio de una escalera de peldaños normales con pasamanos. En casos justificados, 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. Para acceder al interior de centros de transformación subterráneos se utilizarán escaleras de peldaños normales con pasamanos, no obstante para el caso de centros de transformación subterráneos con maniobra exterior se podrán utilizar escaleras verticales fijas.

3.1.6 Todos los lugares de paso tales como salas, pasillos, escaleras, rampas, salidas, etc., deben ser de dimensiones y trazado adecuados y correctamente señalizados. Deben estar dispuestos de forma que su tránsito sea cómodo, 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.

3.1.7 En las proximidades de elementos con tensión o de máquinas en movimiento no protegidas se prohíbe el uso de pavimentos deslizantes.

3.1.8 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.

3.1.9 Cuando en la instalación de alta tensión se trabaje con las puertas de acceso abiertas se tomarán medidas preventivas que impidan el acceso inadvertido a las personas ajenas al servicio. Cuando los accesos existentes en el pavimento, destinados a escaleras, pozos o similares estén abiertos, deberán disponerse protecciones perimetrales señalizadas para evitar accidentes.

3.1.10 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.

### 3.2 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. La distancia mínima se justificará en el proyecto. 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.

Quedan exentas de cumplir estos requisitos las instalaciones necesarias para los sistemas de extinción de incendio de la propia instalación eléctrica.

Queda prohibida la instalación de conducciones de agua, calefacción, vapor, en el interior del recinto de los centros de transformación de tercera categoría, aunque dichas tuberías estuvieran encerradas en cajoneras o falsos techos.

### 3.3 Conducciones y almacenamiento de otros fluidos.

3.3.1 Las conducciones de fluidos combustibles, tóxicos, o corrosivos, cuyas posibles averías puedan originar escapes que, por sus características, puedan dar lugar a la formación de atmósferas con riesgo de incendio o explosión, tóxicas o corrosivas, 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.

3.3.2 El almacenamiento de fluidos combustibles, tóxicos o corrosivos, se situará en recintos habilitados a tal efecto que deberán cumplir las disposiciones vigentes que puedan afectarles. Estos recintos estarán separados de los equipos eléctricos a los que se refiere este reglamento.

### 3.4 Alcantarillado.

La red general de alcantarillado cuya proyección interfiera con las instalaciones eléctricas deberá estar situada en un plano inferior al de las instalaciones eléctricas subterráneas. 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.

### 3.5 Canalizaciones eléctricas.

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

### 3.6 Equipos de comunicaciones.

Los equipos de comunicaciones y auxiliares, que estén ubicados dentro de la instalación para dar servicio a la propia red o a terceros, cumplirán los requisitos que le sean aplicables.

## 4. CONDICIONES GENERALES PARA LAS INSTALACIONES

### 4.1 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 ITC-RAT 10.

### 4.2 Celdas de alta tensión.

4.2.1 Cuando se utilicen celdas prefabricadas, estas cumplirán con los requisitos establecidos en la ITC 16,17 o 18, que les sea aplicable en función de la tensión de servicio y naturaleza de la envolvente.

4.2.2 Cuando en instalaciones de alta tensión, se utilicen dos o más equipos ubicados en celdas de tipo abierto que contengan aceite u otro dieléctrico inflamable con capacidad superior a 50 litros, se establecerán tabiques de separación entre equipos adyacentes que contengan fluido inflamable, a fin de cortar en lo posible los efectos de la propagación de una explosión y la proyección de líquido inflamable a otros equipos. Para los tabiques de separación entre transformadores de potencia se aplicará lo establecido en el apartado 5.1.d.

4.2.3 Estos tabiques de separación deberán ser de un material con una clase de reacción al fuego A1, según la clasificación europea de los productos para la construcción, y mecánicamente resistentes. Cuando tengan que servir de apoyo a los aparatos presentarán la debida solidez.

4.2.4 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 con una clase de reacción al fuego A1, según la clasificación europea de los productos para la construcción, y mecánicamente resistentes con objeto de proteger al operario, contra los efectos de una posible proyección de líquido o explosión en el momento de la maniobra.

### 4.3 Condiciones particulares para centros de transformación.

#### 4.3.1 Centros de transformación con maniobra desde el exterior.

4.3.1.1 Durante las operaciones de mantenimiento deberá existir una zona libre que se delimitará y señalizará de forma que se evite el acceso a personas ajenas a la instalación, y sus dimensiones deberán ser como mínimo las indicadas en el apartado 6.1 para pasillos de servicio.

#### 4.3.2 Conjuntos prefabricados para centros de transformación y centros de transformación prefabricados.

4.3.2.1 Los conjuntos prefabricados para centros de transformación cumplirán la norma UNE-EN 50532. Podrán instalarse en el interior de un edificio o recinto destinado a centros de transformación, o podrán suministrarse con una envolvente formando un centro de transformación prefabricado.

4.3.2.2 Los centros de transformación prefabricados cumplirán con la norma UNE-EN62271-202. En centros de transformación subterráneos instalados en ubicaciones donde se puedan estacionar o circular vehículos la cubierta deberá soportar como mínimo una carga de 50 kN en una superficie de 600 cm<sup>2</sup>.

4.3.2.3 Los componentes de un conjunto prefabricado para un centro de transformación, cumplirán el ensayo de calentamiento de sus correspondientes normas funcionando simultáneamente a sus intensidades asignadas.

4.3.2.4 Tanto en los conjuntos prefabricados para centros de transformación como en los centros de transformación prefabricados 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.

El fabricante deberá informar de las características de su producto en los catálogos e información técnica facilitada a los proyectistas y/o usuarios finales en cuanto a la intensidad de cortocircuito soportada y su duración en caso de arco interno.

Por su parte el proyectista o propietario de la instalación deberá comprobar que las potencias de cortocircuito en el lugar de la instalación y los tiempos de actuación de las protecciones son compatibles con las intensidades de defecto interno y duración que pueden soportar los equipos de acuerdo con la información facilitada por el fabricante.

4.3.2.5 Para que un conjunto prefabricado pueda ser montado en el exterior deberá haber superado previamente los ensayos de protección contra la intemperie que se indican en la norma UNE-EN 62271-1.

4.3.2.6 En los conjuntos prefabricados independientemente de su ubicación, el calentamiento máximo admisible de las partes accesibles en las zonas de maniobra respecto a la temperatura ambiente será de 40 K.

4.3.2.7 En los centros de transformación prefabricados las envolventes que tengan partes accesibles a personas ajenas al servicio, alcanzarán como máximo un calentamiento de 30 K, respecto a la temperatura ambiente.

4.3.3 Cuadros de distribución para BT en centros de transformación de distribución pública.

4.3.3.1 Los cuadros deberán cumplir los requisitos funcionales y los ensayos especificados en la norma UNE-EN 60439-5, salvo lo indicado en los apartados siguientes.

4.3.3.2 Los cuadros de distribución para BT en los centros de transformación de distribución pública dispondrán como mínimo de un embarrado de dimensiones y espesores adecuados con la apartamentada de maniobra y protección necesaria. Cuando esta protección esté constituida por bases tripolares verticales cerradas seccionables de corte unipolar con fusibles no será necesario utilizar un seccionamiento general. Las bases tripolares verticales cerradas deberán cumplir asimismo las especificaciones y ensayos recogidos en las normas UNE-EN 60947-1 y UNE-EN 60947-3.

4.3.3.3 Los cuadros tendrán como mínimo un grado de protección de IP 2X según UNE 20324 y de IK 08 según UNE-EN 50102.

4.3.3.4 Los cuadros deberán incorporar una toma de puesta a tierra para el neutro y, cuando dispongan de envolvente metálica, deberán incorporar además otra toma para la puesta a tierra de la envolvente.

4.3.3.5 El nivel de aislamiento de los cuadros de BT será el necesario para soportar la diferencia de tensiones que puede aparecer en caso de defecto entre la tierra general del centro y la del neutro del transformador, y será como mínimo de 10 kV (valor eficaz) a tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial y de 20 kV (valor de cresta) a la tensión soportada a impulsos tipo rayo.

4.3.3.6 Los cuadros dispondrán de una placa de características en la que se indicará de forma indeleble las características establecidas en la norma UNE-EN 60439-5.

#### 4.4 Ventilación.

4.4.1 Para conseguir una buena ventilación en las instalaciones con el fin de evitar calentamientos excesivos, se dispondrán entradas y salidas de aire adecuadas, 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.

En centros de transformación la ventilación podrá ser directa al exterior, o cuando lo permita la reglamentación específica que afecte a la compartimentación, indirecta a través de un local con ventilación al exterior.

4.4.2 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 de lluvia.

4.4.3 En los centros de transformación situados en edificios de otros usos el conducto de ventilación tendrá su boca de salida de forma que el aire expulsado no moleste a los demás usuarios del edificio

Los conductos de ventilación deberán respetar los sectores de incendio del edificio, que establecen según el tipo de edificio en esta ITC-RAT 14 y en el Código Técnico de la edificación.

4.4.4 En el diseño de los edificios se estudiará la forma de evitar que escapes de gas SF<sub>6</sub>, que es más pesado que el aire, pueda acumularse en zonas bajas. Se evitará que el gas escapado pueda salir a los alcantarillados de servicio público.

En los locales con instalaciones aisladas por SF<sub>6</sub> y situados por encima del suelo generalmente es suficiente una ventilación natural que pase a través del local. Para el diseño de la ventilación natural, aproximadamente la mitad de las aberturas de ventilación, vistas en un plano de sección, deben estar situadas cerca del suelo. En caso de que las aberturas no puedan disponerse cerca del suelo será necesaria una ventilación forzada.

Los locales con instalaciones aisladas con SF<sub>6</sub> y situadas por debajo del suelo deben tener ventilación forzada si la cantidad de gas que pueda acumularse puede llegar a poner en riesgo la salud y seguridad de las personas. La ventilación forzada puede omitirse siempre que el volumen del gas del compartimento de gas más grande no exceda, a presión atmosférica, el 10 por ciento del volumen de la habitación. A efectos del cálculo del volumen total de gas SF<sub>6</sub> a la temperatura y presión normales, debe tenerse en cuenta el volumen de gas de las botellas de SF<sub>6</sub> en caso de que estén conectadas permanentemente para la recarga automática del compartimento.

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

4.5.1 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.

4.5.2 Las conexiones de alta tensión a través de muros o tabiques en el interior de edificios únicamente 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.

4.5.3 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.

4.6 Señalizaciones e instrucciones.

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 hallan aparatos de alta tensión, estarán provistas de la señal normalizada de riesgo eléctrico.

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 unifilares, e instrucciones generales de servicio.

f) Las señales, placas y advertencias deben estar hechas de material duradero e insensible a la corrosión e impresas con caracteres indelebles.

4.7 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.

En el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, especialmente cuando dichas instalaciones de Alta Tensión se encuentren ubicadas en el interior de edificios de otros usos.

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando éstas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético. Dichas comprobaciones se harán constar en el proyecto técnico previsto en la ITC-RAT 20. Podrán utilizarse los cálculos y comprobaciones recogidos en un proyecto tipo, siempre que la instalación proyectada se ajuste a las condiciones técnicas de cálculo previstas en el proyecto tipo.

Cuando los centros de transformación se encuentran ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se deberán observar las siguientes condiciones de diseño:

a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán preferentemente la disposición en triángulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.

b) La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.

c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.

d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.

e) En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptarán medidas adicionales para minimizar dichos valores.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

4.8 Limitación del nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión.

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Cuando el recinto donde se ubica la instalación de alta tensión se encuentre dentro de edificios de viviendas y no se pueda demostrar el cumplimiento de los límites mediante cálculos, se adoptarán medidas adicionales para cumplir dichos niveles.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá realizar, por control estadístico o a petición de parte interesada, inspecciones con sus propios medios o delegar dichas mediciones en organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas de ruido.

## 5. OTRAS PRESCRIPCIONES

### 5.1 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:

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

Para los edificios contemplados en el párrafo a) del apartado 2 de esta Instrucción, destinados a albergar instalaciones de categoría especial, 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> categoría, se aplicarán las disposiciones reguladoras de la protección contra el incendio en los establecimientos industriales, y para los del párrafo c) las del Código Técnico de la Edificación, 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 general se adoptarán las medidas siguientes:

- a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores.

Si se utilizan aparatos o transformadores que contengan más de 50 litros de dieléctrico líquido, se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total de líquido dieléctrico del aparato ó transformador. En dicho depósito o cubeta se dispondrán cortafuegos tales como: lechos de guijarros, sifones en el caso de instalaciones con colector único, etc. Cuando se utilicen pozos centralizados, se dimensionarán para recoger la totalidad del líquido dieléctrico del equipo con mayor capacidad.

Cuando se utilicen dieléctricos líquidos con punto de combustión igual o superior a 300 °C será suficiente con 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 mínima 89B, 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. En caso de instalaciones ubicadas en edificios destinados a otros usos la eficacia será como mínimo 21A-113B.

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 mínima 89B, 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 cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300 °C y potencia instalada de cada

transformador mayor de 1000 kVA en cualquiera o mayor de 4000 kVA en el conjunto de transformadores, deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones. Asimismo en aquellas instalaciones con otros equipos cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300 °C y con volumen de aceite en cada equipo mayor de 600 litros o mayor de 2400 litros en el conjunto de aparatos también deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones. Se dispondrá de un sistema de alarma que prevenga al personal de la actuación del sistema contra incendios, provisto de un tiempo de retardo suficiente para poder evacuar el recinto.

Si la instalación de alta tensión está integrada en un edificio de uso de pública concurrencia y tiene acceso desde el interior del edificio dichas potencias se reducirán a 630 kVA y 2520 kVA y los volúmenes a 400 litros y 1600 litros respectivamente. La actuación de estos sistemas fijos de extinción de incendios será solamente obligatoria en los compartimentos en los que existan aparatos con dieléctrico inflamable o combustible.

Si los transformadores o equipos utilizan un dieléctrico de punto de combustión igual o superior a 300 °C 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.

c) Resistencia al fuego de la envolvente.

Las instalaciones eléctricas ubicadas en el interior de locales o recintos situados en el interior de edificios destinados a otros usos constituirán un sector de incendios independiente.

d) Pantallas y sectores de incendios.

En todas las instalaciones, cuando se instalen juntos varios transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceite al averiarse otro próximo, se instalará una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.

El proyecto de diseño de las instalaciones de interior de categoría especial, 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> categoría ubicadas en el interior de un casco urbano definirá los sectores de incendios necesarios para limitar la propagación del incendio. La sectorización definida en el proyecto tendrá como mínimo los siguientes sectores de incendio independientes:

- 1) Para cada transformador de potencia.
- 2) Para todas las celdas del mismo nivel de tensión.
- 3) Para la galería de cables en su punto de acceso a la subestación. El foso de cables situado debajo de la sala de celdas podrá ser el mismo sector de incendios que la sala de celdas.
- 4) Para la sala de equipos (condensadores, baterías de acumuladores y servicios auxiliares, etc.).

La resistencia al fuego de cada sector será al menos de 90 minutos, excepto para los sectores de transformadores y galerías de cables que será al menos de 120 minutos.

En el caso de modificaciones de instalaciones existentes se tratará de cumplir estos requisitos en la medida de lo posible teniendo en cuenta las limitaciones físicas y de espacio de la instalación existente.

5.2 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 emergencia de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

5.3 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.

#### 5.4 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.

#### 5.5 Almacenamiento de materiales.

Los locales o recintos que albergan la instalación eléctrica no podrán usarse como lugar de almacenamiento de materiales. Los materiales de reposición necesarios se dispondrán en un recinto o local habilitado a tal fin.

### 6. PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCIÓN

#### 6.1 Pasillos de servicio.

6.1.1 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:

- a) Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a un solo lado 1,0 m.
- b) Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a ambos lados 1,2 m.
- c) Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a un solo lado 0,8 m.
- d) Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a ambos lados 1,0 m.

En cualquier otro caso, la anchura de los pasillos de maniobra no será inferior a 1,0 m, y la de los pasillos de inspección a 0,8 m.

Los anteriores valores deberán ser totalmente libres, es decir, medidos entre las partes salientes que pudieran existir, tales como mando amovibles de aparatos, barandillas, etc. El ancho libre del pasillo será al menos de 0,5 m cuando las partes móviles o las puertas abiertas de los equipos, interfieran en la ruta hacia la salida.

6.1.2 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 250 + d. El valor de la distancia «d» es la distancia mínima de aislamiento fase-tierra para instalaciones de interior, expresada en cm, según la tabla siguiente:

TABLA 1

Tensión nominal de la instalación kV ( $U_r$ )	≤ 20	30	45	66	110	132	220	400
«d» en centímetros	22	32	48	63	110	130	210	340

6.1.3 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.

6.1.4 En cualquier caso, estos pasillos deberán estar libres de todo obstáculo hasta una altura de 230 cm.

A estos efectos no se considerarán pasillos los sótanos de cables o servicio. Cuando se trate de sótanos de cables la altura mínima de los mismos deberá ser tal que se respete la curvatura máxima admisible de los cables, y permita labores de instalación y mantenimiento.

#### 6.2 Zonas de protección contra contactos accidentales.

Este apartado es aplicable a celdas abiertas no prefabricadas.

6.2.1 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 (véase figura 1 y 2).

1.º De los elementos en tensión a pantallas o tabiques macizos de material no conductor:

$$A=d$$

2.º De los elementos en tensión a pantallas o tabiques macizos de material conductor:

$$B=d+3$$

3.º De los elementos en tensión a pantallas de enrejados:

$$C = d + 10$$

4.º De los elementos en tensión a barreras (barandillas, listones, cadenas, etc.):

$$E = d + 20, \text{ con un mínimo de } 125 \text{ cm}$$

siendo «d» el valor indicado en la tabla 1 del apartado 6.1.2 de esta Instrucción.

6.2.2 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 6.2.1. El borde inferior deberá estar a una altura máxima sobre el suelo de 40 cm. En el caso de utilizarse el enrejado este proporcionará un grado de protección mínimo de IP1X según la norma UNE 20324.

b) Las barreras de listones, barandillas o cadenas, deberán colocarse de forma que su borde superior esté a una altura «X» mínima sobre el suelo de 100 cm. Además, deberá disponerse más de un listón o barandilla para que la altura del mayor hueco libre por debajo del listón superior no supere el 30% de «X» con un máximo de 40 cm. (véase figura 1 y 2).

6.2.3 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 6.2.1 y 6.2.2 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.

6.2.4 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 la figuras 1 y 2, 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. según 6.2.1	Y cm. según 6.2.1	R cm. según 6.2.1	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
≥100				

Tipo de protección	X cm. según 6.2.1	Y cm. según 6.2.1	R cm. según 6.2.1	zona protección.
Pantallas o tabiques macizos. CONDUCTORES	≥200	B	–	ABCD Fig. 1
	<200	B	C	ABCEFD Fig. 2
	≥180	E	–	ABCD Fig. 1
	<180	E	–	ABCD Fig. 1
Enrejados	≥180	C	–	ABCD Fig. 1
	<180	E	–	ABCD Fig. 1.
Barreras	≥100	E	–	ABCD Fig. 1.

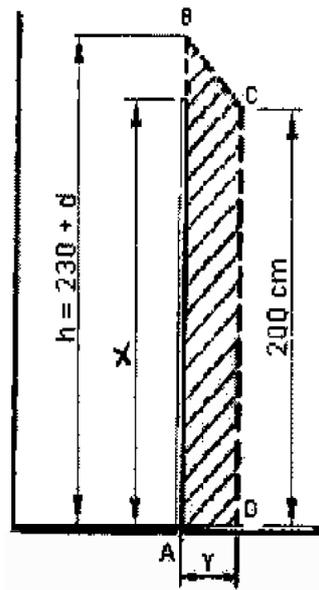


Fig. 1

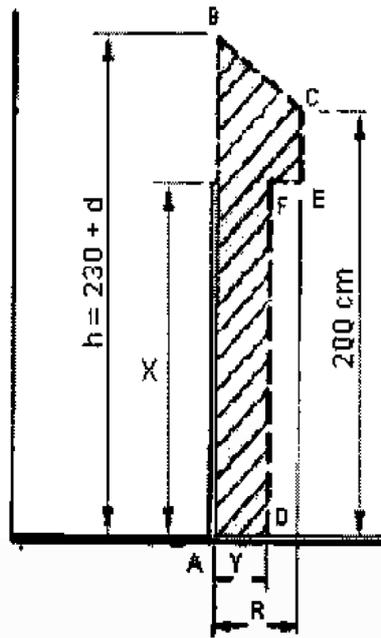


Fig. 2

6.3 Zonas de protección para instalaciones eléctricas en el interior de edificios industriales.

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 41 (UNE 20 324) e IK 10 (UNE-EN 50102) y que no contengan aparatos o transformadores 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 puentes-grúas monocarriles, y otros aparatos de mantenimiento.
- 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.

6.4 Distancias para garantizar la evacuación de gases en caso de defectos internos.

Para garantizar la seguridad de los operadores, y cuando proceda del público en general, en casos de defectos internos en alta tensión, se respetarán las condiciones de instalación establecidas por el fabricante en su manual de instrucciones, como por ejemplo, las distancias mínimas entre las celdas y las paredes traseras y laterales.

## 7. INSTALACIONES MÓVILES DE ALTA TENSIÓN

Para subestaciones móviles, y en general para instalaciones móviles de alta tensión previstas para su conexión a la red, se podrán permitir excepciones a los requisitos establecidos en los apartados 3.1 sobre condiciones de acceso y paso, 3.5 sobre canalizaciones eléctricas, 5.1 sobre sistemas contra incendios, y 6 sobre pasillos y zonas de protección, siempre que el correspondiente diseño justificado por el proyectista o fabricante adopte las medidas apropiadas que permitan garantizar la seguridad de la instalación.

## 8. DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

En las instalaciones de alta tensión se guardarán a disposición del personal técnico, en la propia instalación, la instrucción es de operación y el libro de instrucciones de control y mantenimiento. No será necesario conservar la documentación en la propia instalación si se

dispone de un procedimiento interno que fije estructura de la documentación y el lugar donde se conserva, utilizando por ejemplo sistemas de almacenamiento informático con acceso remoto que garanticen que está fácilmente disponible para el personal técnico encargado de la instalación.

**INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-RAT 15**

**INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR**

**ÍNDICE**

1. GENERALIDADES.
2. DISPOSICIÓN DE LAS INSTALACIONES.
3. CONDICIONES GENERALES.
  - 3.1 Vallado.
  - 3.2 Clases de instalaciones.
  - 3.3 Terreno.
  - 3.4 Condiciones atmosféricas.
  - 3.5 Protecciones contra la corrosión.
  - 3.6 Conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles.
  - 3.7 Conducciones y almacenamiento de agua.
  - 3.8 Alcantarillado.
  - 3.9 Canalizaciones.
  - 3.10 Protección contra sobretensiones transitorias.
  - 3.11 Centros de transformación en el interior de los parques de alta tensión.
  - 3.12 Cuadros y pupitres de control.
  - 3.13 Cuadros de distribución para BT en centros de transformación de distribución pública.
  - 3.14 Interruptores de aceite o de otros líquidos inflamables maniobrados localmente.
  - 3.15 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
  - 3.16 Limitación del nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión.
4. PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCIÓN.
  - 4.1 Pasillos de servicio.
  - 4.2 Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación.
  - 4.3 Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación.
5. INSTALACIONES SOBRE APOYO O AL PIE DEL APOYO.
  - 5.1 Apoyos.
  - 5.2 Disposiciones generales y condiciones de instalación.
6. OTRAS PRESCRIPCIONES.
  - 6.1 Sistemas contra incendios.
  - 6.2 Alumbrado de socorro.
  - 6.3 Elementos y dispositivos para maniobras.
  - 6.4 Instrucciones y elementos para prestación de primeros auxilios.
  - 6.5 Proximidad de líneas aéreas a subestaciones.
    - 6.5.1 Líneas aéreas de entrada o salida a la subestación.
    - 6.5.2 Otras líneas aéreas en proximidad de una subestación.
7. SUBESTACIONES MÓVILES.
8. DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN.

### 1. GENERALIDADES

Esta instrucción tiene como objeto establecer los requisitos que deben cumplir las instalaciones de alta tensión previstas para funcionar en intemperie.

### 2. DISPOSICIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones eléctricas de exterior podrán ir dispuestas:

- a) En parques convenientemente vallados en su totalidad.
- b) En centros de transformación sobre apoyos, en terrenos sin vallar, en los que el transformador se ubica sobre el apoyo.
- c) En centros de transformación a pie de apoyo. En este caso la aparamenta de maniobra y protección se ubica en el apoyo y el transformador al pie del apoyo en el interior de una envolvente. La instalación bajo envolvente, prefabricada o no, cumplirá con lo dispuesto en la ITC-RAT 14. Dicha envolvente impedirá el acceso a las partes con tensión y elementos de protección y maniobra, evitando que éstas, sean accesibles desde el exterior.
- d) En subestaciones móviles.

### 3. CONDICIONES GENERALES

#### 3.1 Vallado.

Todo el recinto de los parques destinados a instalaciones señaladas en el párrafo a) del apartado 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. La construcción del vallado debe ser adecuada para disuadir de su escalada.

#### 3.2 Clases de instalaciones.

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

Las instalaciones de exterior podrán incluir transformadores de potencia protegidos parcialmente por paredes o techo, siempre que estas protecciones no lleguen a constituir una envolvente.

#### 3.3 Terreno.

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

Deberán tomarse precauciones para evitar encharcamientos de agua en la superficie del terreno, dando una pendiente al suelo o estableciendo un sistema de drenaje adecuado, cuando sea necesario. Igualmente se deberán tomar disposiciones de drenaje en el caso de emplear canales y conductos de cables, tanto de potencia como de mando, señalización, control, comunicaciones u otros.

#### 3.4 Condiciones atmosféricas.

3.4.1 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, contaminación, etc., sobre el equipo y demás elementos que componen la instalación.

3.4.2 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 señalan el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y las normas aplicables incluidas en la ITC-RAT 02.

### 3.5 Protección 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.

### 3.6 Conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles.

3.6.1 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.

3.6.2 El almacenamiento de fluidos combustibles se situará en lugares específicamente habilitados a tal efecto, fuera del paso habitual de personal, y se tendrán en cuenta los requisitos exigidos en los Reglamentos que les afecten.

3.6.3 En el almacenamiento y manipulación de fluidos combustibles se preverán las medidas necesarias para minimizar el impacto ambiental de derrames o fugas accidentales.

### 3.7 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.

Quedan exentos del cumplimiento de estos requisitos las instalaciones necesarias para el sistema de extinción de incendios de la propia instalación eléctrica.

### 3.8 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 tipo de filtración.

### 3.9 Canalizaciones.

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

### 3.10 Protección contra sobretensiones transitorias.

En general, las instalaciones de 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> y categoría especial situadas en el 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 por ejemplo conductores de tierra situados por encima de las instalaciones, o pararrayos atmosféricos debidamente distribuidos en función de sus características.

Se utilizarán pararrayos para la protección contra sobretensiones de transformadores, reactancias y aparatos similares, o en su defecto se realizará un estudio de coordinación de aislamiento para determinar la ubicación de los pararrayos en la instalación. En función del estudio de coordinación de aislamiento se utilizarán también estos dispositivos en las entradas de líneas. Los pararrayos cumplirán con la normativa aplicable según la ITC-RAT 02.

### 3.11 Centros de Transformación en el interior de los parques de alta tensión.

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

a) Que los puntos alimentados tengan una red de tierra de protección común con la del parque de alta tensión, de forma que se consiga equipotencialidad entre las tierras.

b) Que la alimentación se realice a través de transformadores de aislamiento, en cuyo caso el secundario de estos transformadores no tendrá conexión alguna con tierra o estará conectado a la tierra de la instalación receptora.

#### 3.12 Cuadros y pupitres de control.

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

Se podrán instalar armarios de protección y control a la intemperie, próximos a la apartamenta a la que están asociados, siempre que incorporen las medidas adecuadas de protección contra los efectos atmosféricos.

#### 3.13 Cuadros de distribución para BT en centros de transformación de distribución pública.

Los cuadros deberán cumplir los requisitos establecidos en la ITC-RAT 14, excepto en el grado de protección mínimo que será IP 34D según UNE 20324.

Cuando el cuadro se instale a una altura inferior a 2,5 m y resulte accesible a personal no autorizado el índice de protección contra impactos será IK 10 según UNE-EN 50102.

#### 3.14 Interruptores de aceite o de otros líquidos inflamables maniobrados localmente.

Los interruptores de aceite o de otros líquidos dieléctricos inflamables, sean o no automáticos, cuya maniobra se efectúe localmente y que no estén instalados sobre apoyos, dispondrán de envolventes o tabiques de material incombustible con una clase de reacción al fuego A1, según la clasificación europea de los productos para la construcción 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.

#### 3.15 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.

En el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones cuando dichas instalaciones de Alta Tensión se encuentren próximas a edificios de otros usos.

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando éstas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético. Dichas comprobaciones se harán constar en el proyecto técnico previsto en la ITC-RAT 20.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

#### 3.16 Limitación del nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión.

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá realizar, por control estadístico o a petición de parte interesada, inspecciones con sus propios medios o delegar dichas mediciones en organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas de ruido.

#### 4. PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCIÓN

##### 4.1 Pasillos de servicio.

4.1.1 Para la anchura de los pasillos de servicio es válido lo dicho en el apartado 6.1.1 de la ITC-RAT 14.

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

$$H = 250 + d$$

Siendo «d» la distancia expresada en centímetros de las tablas 1, 2 y 3 de la ITC-RAT-12, dadas en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo adoptada por la instalación.

De la tabla 3 de dicha ITC-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, por acumulación de nieve o por otros factores que pudieran reducir la distancia de seguridad, tomando como referencia lo indicado el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de alta tensión.

4.1.3 En las zonas donde se prevea el paso de aparatos o máquinas deberá mantenerse una distancia mínima entre los elementos en tensión y el punto más alto de aquellos no inferior a

$$T = d + 10$$

con un mínimo de 50 cm. Se señalará la altura máxima permitida para el paso de los aparatos o máquinas.

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

4.1.5 En las zonas accesibles, la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo el borde superior de la base metálica de los aisladores estará situado a la altura mínima sobre el suelo de 230 cm (ver figuras 2, 3 y 4). 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 4.2 (ver figuras 1 y 5) .

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

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

1.º De los elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm de altura mínima:

$$B = d + 3$$

2.º De los elementos en tensión a enrejados de 180 cm de altura mínima:

$$C = d + 10$$

3.º 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:

$$E = d + 30, \text{ con un mínimo de } 125 \text{ cm}$$

4.º Para barreras no rígidas y enrejados los valores de las distancias de seguridad en el aire deben incrementarse para tener en cuenta cualquier posible desplazamiento de la barrera o enrejado siendo «d» el mismo valor definido en el apartado 4.1.2 de esta instrucción.

La cuadrícula del enrejado, cuando la hubiere, será como máximo de 50 × 50 mm.

Para la aplicación de estos valores se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado 6.2.2 de la ITC-RAT 14.

4.2.2 Teniendo en cuenta estas distancias mínimas así como la altura libre en las zonas accesibles señaladas en el apartado 4.1.5, la zona total de protección que deberá respetarse entre los sistemas de protección y los elementos en tensión se representará rayada en la figura 1, aplicándose la distancia de la Tabla 1.

TABLA 1

Tipo de protección	X	Y
	(cm)	(cm)
Tabiques macizos	≥ 180	B = d+3
Enrejados	≥ 180	C = d+10
Barreras, tabiques macizos o enrejados	< 180 ≥ 100	E = d+30 (min. 125)

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

4.3.1 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:

1.º De los elementos en tensión al cierre cuando éste es una pared maciza de altura  $k < 250 + d$  (cm).

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

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

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

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

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

La cuadrícula del enrejado será como máximo de 50 × 50 mm.

4.3.2 Si la altura sobre el suelo a la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo el borde superior de la base metálica de los aisladores, es inferior a 230 cm, no podrán establecerse pasillos de servicio, a no ser que se disponga de una protección situada entre los aparatos y el cierre exterior de la instalación, de modo que se cumpla simultáneamente lo indicado en el apartado 4.2 (fig. 5).

4.3.3 Teniendo en cuenta éstas 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:

a) L es la altura mínima que deben tener los conductores sobre el suelo, de acuerdo con el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

b) X e Y según fig. 1 y aclaraciones del apartado 4.2.2. Ver también tabla 1.

c) Z es la anchura de pasillo de acuerdo con el apartado 6.1.1 de la ITC-RAT 14.

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

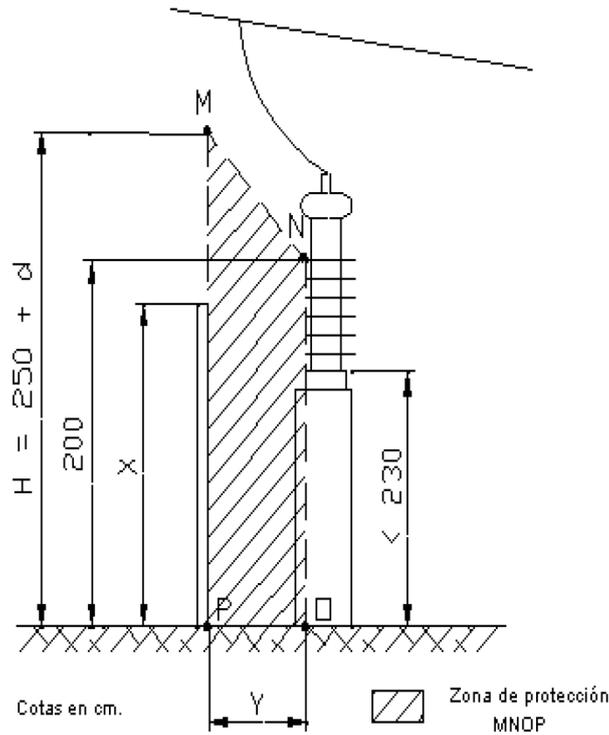


Fig. 1

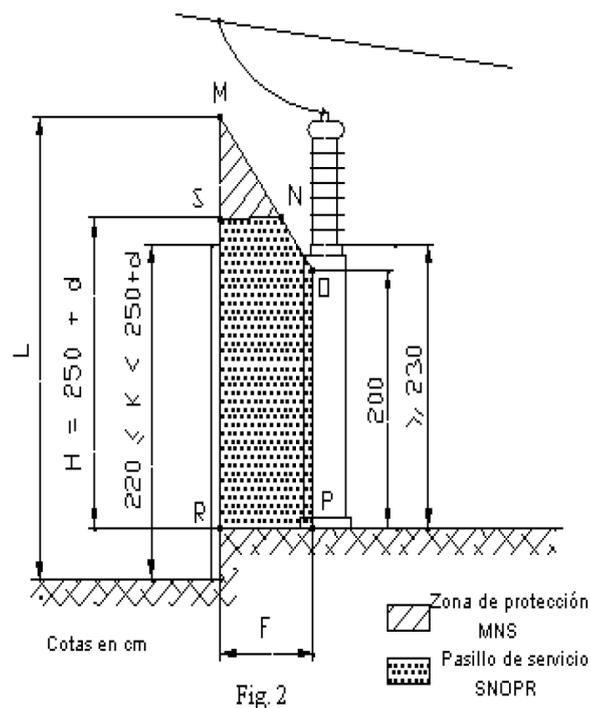
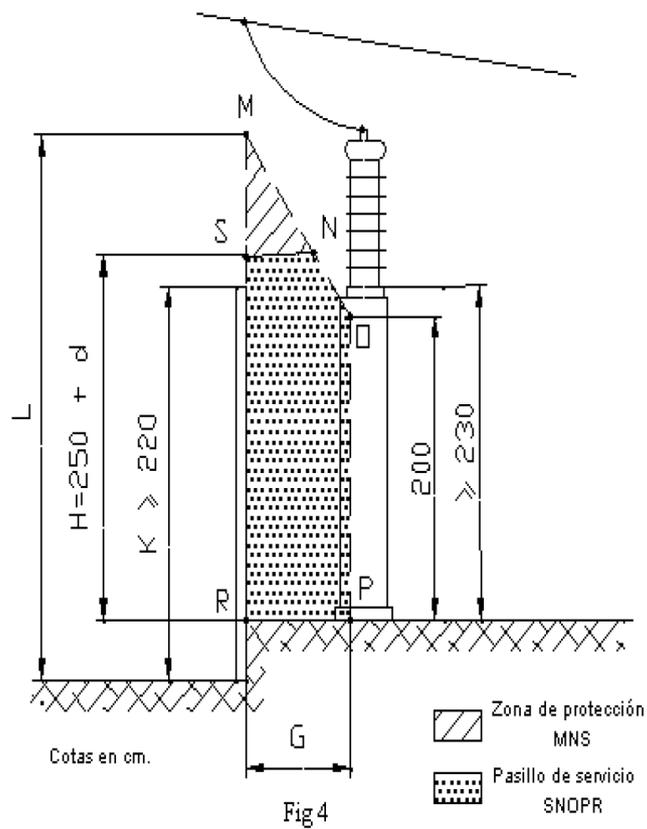
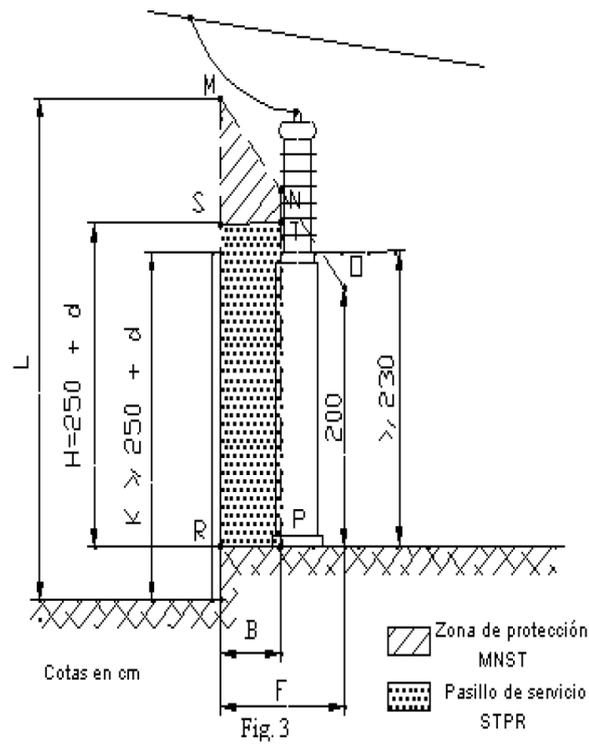
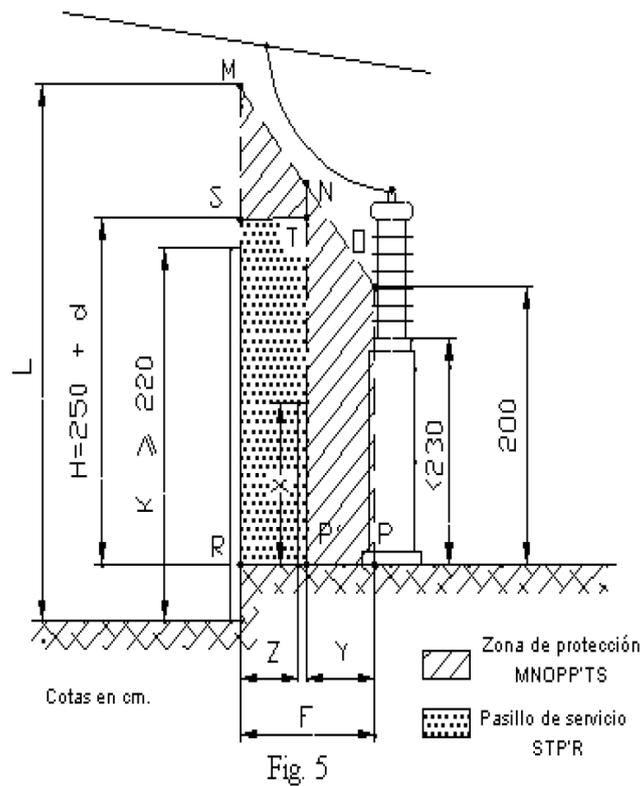


Fig. 2





Z=Ver apartado 5.1.1 MIE-RAT 14

## 5. INSTALACIONES SOBRE APOYO O AL PIE DEL APOYO

### 5.1 Apoyos.

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

Se evitará 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 sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

### 5.2 Disposiciones generales y condiciones de instalación.

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

Se dispondrán en lugares visibles de los apoyos, carteles indicadores de peligro y se tomarán las medidas oportunas para dificultar su escalamiento en aquellos lugares que se consideren frecuentados.

5.2.2 Las puestas a tierra de todos los elementos de la instalación se ajustarán lo que establece en la ITC-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.

5.2.3 Los dispositivos para la maniobra en la alimentación de los centros de transformación, deben disponerse de tal manera que puedan ser maniobrados sin peligro.

Estos dispositivos de seccionamiento se situarán, bien en el propio apoyo del transformador, o bien en un apoyo anterior, en cuyo caso deberán ser visibles desde el centro de transformación. Se admitirá también su instalación en un apoyo anterior, aun cuando no sean visibles desde el centro de transformación, siempre que en el accionamiento

del seccionador 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 por 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.

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

5.2.5 Cuando el elemento de maniobra del centro de transformación esté instalado sobre apoyo, el centro de transformación a pie de apoyo no estará separado más de 25 m del apoyo.

5.2.6 El transformador estará protegido contra sobretensiones mediante un pararrayos situado lo más cerca posible al mismo. Cuando el transformador esté alimentado a través de un cable aislado desde un entronque de una línea aérea a subterránea, su protección contra sobretensiones se podrá efectuar mediante un pararrayos situado en el entronque, siempre que la distancia entre el pararrayos y el transformador no sea excesiva para garantizar la protección del transformador frente a sobretensiones atmosféricas y se garantice la coordinación de aislamiento según la norma UNE-EN 60071-2.

## 6. OTRAS PRESCRIPCIONES

### 6.1 Sistemas contra incendios.

1. Se deberán adoptar las medidas de protección pasiva y activa 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:

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

2. 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, según proceda:

- 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) En el caso de instalarse juntos varios transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceite u otros materiales al averiarse otro próximo, se instalará una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.
- d) La construcción de fosas colectoras del líquido aislante.

Las instalaciones deberán disponer de cubas o fosas colectoras. Cuando la instalación disponga de un único transformador la fosa colectora debe tener capacidad para almacenar la totalidad del fluido y si hubiera más de un transformador la fosa debe estar diseñada para recibir, al menos, la totalidad del fluido del transformador más grande. No obstante, cuando el transformador contenga líquido aislante, pero su potencia sea menor o igual de 250 kVA, la fosa podrá suprimirse. Asimismo, también podrá suprimirse cuando se utilice líquido aislante biodegradable que no puede derramarse a cauces superficiales o subterráneos o a canalizaciones de abastecimiento de aguas o de evacuación de aguas residuales.

Para los transformadores de distribución ubicados en el interior de una envolvente al pie de un apoyo les será de aplicación lo indicado en la ITC-RAT 14.

e) Instalación de dispositivos de extinción apropiados, cuando las consecuencias del incendio puedan preverse como particularmente graves, tales como la proximidad de los transformadores a inmuebles habitados.

En las instalaciones dotadas de sistemas de extinción de tipo fijo, automático o manual, deberá existir un plano detallado de dicho sistema, así como instrucciones de funcionamiento. Los extintores, si existen, estarán situados de forma racional, según las dimensiones y disposición del recinto que alberga la instalación y sus accesos.

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.

#### 6.2 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 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.

#### 6.3 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.

#### 6.4 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 deban prestarse a los accidentados por contactos con elementos en tensión.

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

#### 6.5 Proximidad de líneas aéreas a subestaciones.

##### 6.5.1 Líneas aéreas de entrada o salida a la subestación.

Las líneas aéreas de entrada o salida a una subestación de exterior no sobrevolarán el parque eléctrico, de forma que se garantice que en caso de rotura de un conductor de la línea no se alcanzan partes en tensión de la subestación.

##### 6.5.2 Otras líneas aéreas en proximidad de una subestación.

Por motivos de seguridad no se permite la construcción de subestaciones de exterior bajo la franja del terreno definida por la servidumbre de vuelo de una línea aérea de alta tensión ajena a la subestación, incrementada a cada lado en la altura de los apoyos de la línea más 10 m. Por el mismo motivo, tampoco se permite la construcción de líneas eléctricas de alta tensión ajenas a la subestación pero próximas a ella, si la franja de terreno definida anteriormente para la línea interfiere en el perímetro de la subestación.

### 7. SUBESTACIONES MÓVILES

Para subestaciones móviles, se podrán permitir excepciones a los requisitos establecidos en los apartados 3.3 sobre condiciones del terreno, 3.9 sobre canalizaciones eléctricas, 3.10 sobre protección contra sobretensiones transitorias, 4 sobre pasillos y zonas de protección y 6.1 sobre sistemas contra incendios, siempre que el correspondiente diseño justificado por el proyectista o fabricante adopte las medidas apropiadas que permitan garantizar la seguridad de la instalación.

### 8. DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

En las instalaciones de alta tensión se guardarán a disposición del personal técnico, en la propia instalación, la instrucción de operación y el libro de instrucciones de control y

mantenimiento No será necesario conservar la documentación en la propia instalación si se dispone de un procedimiento interno que fije estructura de la documentación y el lugar donde se conserva, utilizando por ejemplo sistemas de almacenamiento informático con acceso remoto que garanticen que está fácilmente disponible para el personal técnico encargado de la instalación.