

Junio 2002

TÍTULO

Compatibilidad electromagnética (CEM)

Parte 6: Normas genéricas

Sección 5: Inmunidad para los entornos de centrales eléctricas y subestaciones

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 6-5: Generic standards. Immunity for power station and substation environments.

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 6-5: Normes génériques. Immunité pour les environnements de centrales électriques et de postes.

CORRESPONDENCIA

Este informe es equivalente al Informe Técnico CEI 61000-6-5:2001.

OBSERVACIONES

ANTECEDENTES

Este informe ha sido elaborado por el comité técnico AEN/CTN 208 *Compatibilidad Electromagnética* cuya Secretaría desempeña UNESA.

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	4
Capítulos	
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	6
2 NORMAS PARA CONSULTA	6
3 GENERALIDADES	7
4 DEFINICIONES	8
5 ENTORNO ELECTROMAGNÉTICO	10
6 REQUISITOS DE INMUNIDAD Y ENSAYOS DE TIPO	10
7 CONDICIONES DURANTE LOS ENSAYOS	11
8 CRITERIOS DE FUNCIONAMIENTO	12
9 DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD.....	12
ANEXO A (Informativo) INFORMACIÓN SOBRE LOS FENÓMENOS ELECTROMAGNÉTICOS, FUENTES Y CAUSAS TÍPICAS	22
ANEXO B (Informativo) VISIÓN GENERAL DEL EFECTO DE LOS FENÓMENOS ELECTROMAGNÉTICOS SOBRE LAS FUNCIONES DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS.....	23
BIBLIOGRAFÍA.....	28
Figura 1 – Accesos del equipo	8
Figura 2 – Ejemplos de accesos de alimentación.....	9
Figura 3 – Ejemplo de central eléctrica y de subestación: selección de especificaciones para equipos y conexiones afines	13
Figura 4 – Ejemplo de subestación aérea (AIS): selección de especificaciones para equipos y conexiones afines	14
Tabla 1 – Especificaciones de inmunidad – Acceso por la envolvente.....	15
Tabla 2 – Especificaciones de inmunidad – Acceso de señal	16
Tabla 3 – Especificaciones de inmunidad – Entradas y salidas de alimentación en c.a. de baja tensión.....	17
Tabla 4 – Especificaciones de inmunidad – Entradas y salidas de alimentación en c.c. de baja tensión.....	18
Tabla 5 – Especificaciones de inmunidad – Acceso de puesta a tierra funcional	19
Tabla 6 – Caracterización de los fenómenos electromagnéticos	20
Tabla 7 – Criterios de funcionamiento de las funciones más importantes (en orden decreciente de nivel crítico)	21

INTRODUCCIÓN

La Norma CEI 61000 fue publicada en forma de varias partes separadas, cuya estructura es la siguiente:

Parte 1: Generalidades

Consideraciones generales (introducción, principios fundamentales)
Definiciones, terminología

Parte 2: Entorno

Descripción del entorno
Clasificación del entorno
Niveles de compatibilidad

Parte 3: Límites

Límites de emisión
Límites de inmunidad (en la medida en que estos límites no están bajo la responsabilidad de los comités de producto)

Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida

Técnicas de medida
Técnicas de ensayo

Parte 5: Guía de instalación y atenuación

Guías de instalación
Métodos y dispositivos de atenuación

Parte 6: Normas genéricas

Parte 9: Varios

Cada parte está a su vez subdividida en varias secciones, publicadas bien como normas internacionales, bien como especificaciones técnicas o como informes técnicos, algunas habiendo sido publicadas como secciones. Otras se publicarán con el número de la parte, seguido de un guión y de un segundo número que identifique la subdivisión (ejemplo: 61000-6-1).

Estas normas, especificaciones técnicas e informes técnicos serán publicados en orden cronológico y numeradas en consecuencia.

Esta especificación técnica trata de la compatibilidad electromagnética (CEM) de equipos utilizados por las compañías eléctricas para la producción, el transporte y la distribución de electricidad, así como de sistemas de telecomunicación asociados. Tiene la finalidad de ayudar a las compañías eléctricas en la adquisición de equipos electrónicos y de sistemas.

Han sido publicadas varias normas CEM de productos por los comités de estudio que tratan sobre los diferentes campos de aplicación que interesan a las compañías eléctricas: apartamentas (TC 17), control de los sistemas eléctricos de potencia y comunicaciones asociados (TC 57), medida y control de procesos industriales – cuestiones relativas a los sistemas (SC 65A), relés de medida y dispositivos de protección (TC 95), etc. Los requisitos especificados en estas normas de productos representan solamente una parte del entorno electromagnético típico de centrales eléctricas y subestaciones.

Asimismo, la norma genérica de inmunidad para entornos industriales preparada por CEI y CENELEC se considera insuficiente por las compañías eléctricas para cubrir los fenómenos electromagnéticos propios en las instalaciones eléctricas y para dar criterios de aceptación detallados aplicables en ensayos de equipos.

En el pasado, las diferentes compañías eléctricas han preparado sus propias especificaciones. Desgraciadamente, estas especificaciones no son homogéneas; en consecuencia, los fabricantes de equipos pueden ser obligados a aplicar diferentes ensayos o niveles de ensayo, lo que entraña un aumento del coste de los equipos.

Apoyándose en un requerimiento común de varias compañías eléctricas, UNIPEDA puso en marcha en 1994 un grupo de trabajo dentro del comité de normalización, con la tarea de definir los requisitos CEM comunes, aplicables a los equipos de control y de automatización utilizados en centrales eléctricas y subestaciones.

Esta actividad ha conducido a la publicación en 1995 de la guía UNIPEDA “Automation and Control apparatus for generating stations and substations – Electromagnetic compatibility – Immunity requirements” que llevan el número de referencia 23005Ren9523.

Esta especificación técnica está basada en la guía UNIPEDA, y puede considerarse como **un suplemento a las Normas Genéricas de Inmunidad**, que contiene ensayos adicionales y criterios de aceptación adaptados a las condiciones de entorno especiales existentes en centrales eléctricas y subestaciones. Se debería considerar esta especificación técnica como un documento básico para la preparación o la revisión de cualquier norma CEM que se relacionen con los productos específicos utilizados por las compañías eléctricas, en las centrales y subestaciones.

La revisión de esta especificación técnica será realizada a los tres años de su publicación a lo más tardar, con la posibilidad de una prolongación adicional de tres años o su conversión en norma internacional o su retirada.

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 6: Normas genéricas
Sección 5: Inmunidad para entornos de centrales eléctricas y subestaciones

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta especificación técnica establece los requisitos en materia de inmunidad para equipos destinados a ser utilizados por las compañías eléctricas para la producción, el transporte y la distribución de electricidad, así como por los sistemas de telecomunicación asociados

Los emplazamientos cubiertos son las centrales eléctricas y las subestaciones en las que se instalan los equipos utilizados por las compañías eléctricas.

Se dan requisitos de inmunidad para la escala de frecuencias comprendida entre 0 Hz y 400 GHz, pero solamente para fenómenos electromagnéticos para los que se dan procedimientos, equipos y dispositivos de ensayos detallados en las normas básicas CEI existentes.

Estos requisitos de inmunidad son los adecuados para responder a los fines particulares que se relacionan con las funciones y tareas adjudicadas a los equipos y sistemas para los que se requiere un funcionamiento fiable en condiciones electromagnéticas reales; a este respecto, esta especificación técnica establece criterios de actuación para los diferentes requisitos funcionales.

Se dan requisitos diferentes para los equipos, según deban instalarse en las centrales eléctricas o en las subestaciones. En algunos casos particulares, puede ocurrir que los niveles de las perturbaciones electromagnéticas sobrepasen los niveles especificados en esta especificación técnica; en estas situaciones se deberían adoptar medidas de atenuación especiales.

Los equipos de alta tensión y de gran potencia que no llevan electrónica (sistema primario), no forman parte del campo de aplicación de esta especificación técnica.

Esta especificación técnica no da ningún requisito en materia de seguridad para los equipos, tal como la protección contra las descargas eléctricas, la coordinación de aislamiento y los ensayos de resistencia dieléctrica asociados. No obstante, estos ensayos se consideran como condiciones previas a los ensayos de inmunidad.

Los requisitos en materia de emisión no forman parte del objeto y campo de aplicación de esta especificación técnica y están cubiertos por las normas de productos o de familias de productos aplicables (por ejemplo las Normas CEI 60439-1, CEI 60870-2-1. etc.). Se aplica la Norma genérica CEI 61000-6-4 cuando no existe ninguna norma específica de producto o de familia de productos.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación, la edición indicada estaba en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación. Los miembros de CEI y de ISO poseen el registro de las normas internacionales en vigor en cada momento.

CEI 60050(161) – *Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética.*

CEI 61000-4-1– *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-1: Técnicas de ensayo y de medida. Visión de conjunto de la serie CEI 61000-4.*

CEI 61000-4-2 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 2: Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas.*

CEI 61000-4-3 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 3: Ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia.*

CEI 61000-4-4 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 4: Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas.*

CEI 61000-4-5 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 5: Ensayos de inmunidad a las ondas de choque.*

CEI 61000-4-6 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 6: Inmunidad a las perturbaciones conducidas, inducidas por los campos de radiofrecuencia.*

CEI 61000-4-8 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 8: Ensayo de inmunidad a los campos magnéticos a frecuencia industrial.*

CEI 61000-4-11 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 11: Ensayos de inmunidad a los huecos de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión.*

CEI 61000-4-12 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 12: Ensayos de inmunidad a las ondas oscilatorias.*

CEI 61000-4-16 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 16: Ensayos de inmunidad a las perturbaciones conducidas en modo común en el rango de frecuencias de 0 Hz a 150 kHz.*

CEI 61000-4-17 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 17: Ensayos de inmunidad a la ondulación residual en la entrada de alimentación en corriente continua.*

CEI 61000-4-29 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 29: Ensayos de inmunidad a los huecos de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión en los accesos de alimentación en corriente continua.*

CEI 61000-6-4 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 6: Normas genéricas. Sección 4: Norma de emisión en entornos industriales.*

CISPR 24 – *Equipos de tecnología de la información. Características de inmunidad. Límites y métodos de medida.*

3 GENERALIDADES

Los equipos de las compañías eléctricas se instalan e implantan en las centrales eléctricas y las subestaciones de acuerdo con las reglas dadas por los fabricantes. Es esencial que estos equipos funcionen de acuerdo con las características especificadas cuando se exponen a la variedad de fenómenos electromagnéticos, conducidos y radiados, típicos de estas instalaciones.

En la serie de Normas CEI 61000-2 y en la Norma CEI 61000-4-1 se da un resumen de estos fenómenos electromagnéticos. En el anexo A se dan informaciones adicionales sobre las fuentes y causas de las perturbaciones electromagnéticas. En la bibliografía pueden encontrarse los valores típicos de los fenómenos electromagnéticos observados en las centrales eléctricas y subestaciones de alta tensión.

Las especificaciones de inmunidad se dan sobre un criterio entre accesos y se seleccionan según el emplazamiento, con niveles propios basados en la experiencia de un funcionamiento fiable de los equipos concernientes.

El capítulo 9 da una guía en materia de documentos de conformidad, destinada a facilitar la presentación de los resultados de ensayo por los fabricantes y su aceptación por las compañías eléctricas.

4 DEFINICIONES

Las definiciones que se refieren a CEM y a los fenómenos electromagnéticos aplicables pueden encontrarse en la Norma CEI 60050(161) así como en otras publicaciones CEI.

Para los fines de esta especificación técnica, se aplican las definiciones siguientes:

4.1 aparato, equipo: Producto final que tiene una función intrínseca destinada al usuario final.

NOTA – El término “aparato” se define como el que cubre todos los aparatos y equipos eléctricos y electrónicos que contienen componentes eléctricos y/o electrónicos.

4.2 sistema: Conjunto de aparatos combinados para cumplir una tarea específica como unidad funcional única.

4.3 instalación: Varios equipos o sistemas combinados puestos conjuntamente en un lugar dado para cumplir una tarea específica.

4.4 acceso: Interfaz particular del equipo especificado con el entorno electromagnético externo (véase la figura 1).

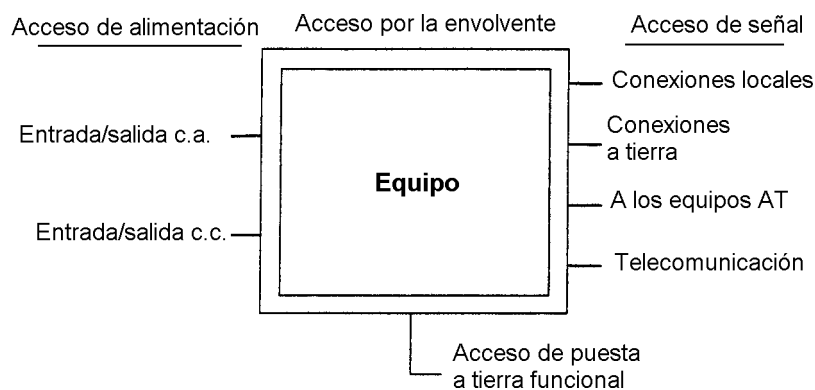


Fig. 1 – Accesos del equipo

4.5 acceso por la envolvente: Límite físico del equipo a través del cual los campos electromagnéticos pueden radiar o penetrar afectándolo.

4.6 acceso por cable: Acceso por el que un conductor o un cable se conecta a un equipo (alimentación, señal o puesta a tierra funcional).

4.6.1 acceso de alimentación: Acceso para la alimentación suministrada o proveniente de un equipo.

4.6.1.1 entrada de alimentación, e al

- para los equipos reunidos en un armario: el acceso de alimentación del armario se considera como el acceso de alimentación de todas las partes reunidas;
- para las unidades periféricas reunidas en un armario: las unidades periféricas del equipo pueden ser alimentadas por el equipo o por una fuente externa.

4.6.1.2 salida de alimentación, s al: Salida del equipo, por ejemplo, los convertidores de potencia.

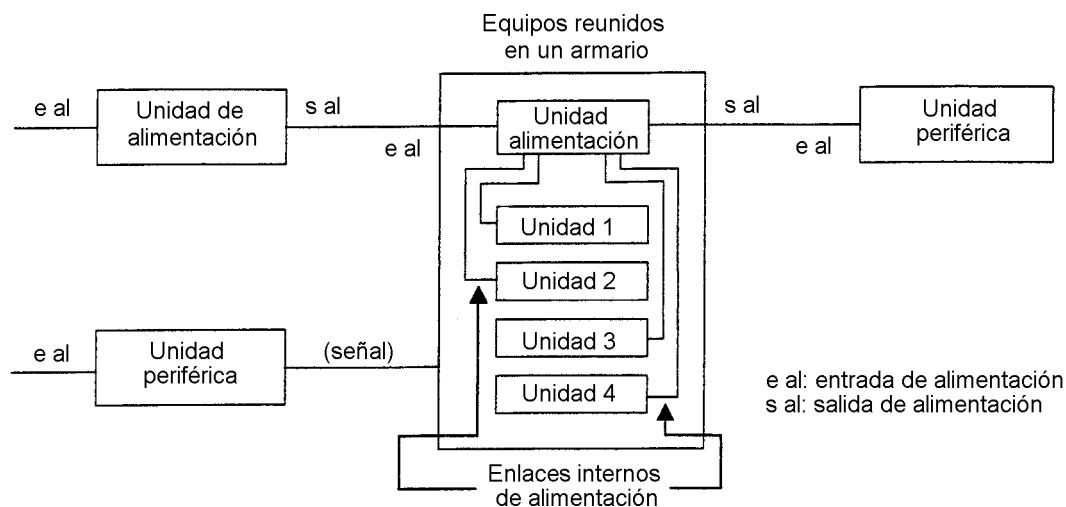


Fig. 2 – Ejemplos de accesos de alimentación

4.6.2 acceso de señal: Acceso que sirve de conexión local, conexión en campo, conexión con equipos AT y/o con equipos de telecomunicaciones

4.6.2.1 conexiones locales: Relativo a los cables que evolucionan en un entorno electromagnético poco severo y que, según las especificaciones funcionales y de instalación, cumplen una de las condiciones siguientes:

- no están conectados directamente a los equipos del proceso;
- son de longitudes relativamente cortas; por ejemplo, hasta algunas decenas de metros;
- relativo a las comunicaciones en el interior de un mismo edificio.

Ejemplos de esta categoría:

- las conexiones del pupitre de control a las unidades situadas en la sala de instrumentación;
- los cables de interconexión entre equipos situados en la sala o el edificio de control.

4.6.2.2 conexiones en campo: Relativo a los cables que están destinados a ser conectados a los equipos de proceso de la central y situados en la misma red de tierra.

Ejemplos de esta categoría:

- las interconexiones entre la sala de control o la sala de instrumentación y la sala de máquinas en una central eléctrica o la caseta de relés en una estación AT;
- las conexiones a los equipos de servicios auxiliares de baja tensión;
- las interconexiones en el interior de la caseta de relés o del edificio de telecomunicación de subestaciones AT, en las que no se ha tomado ninguna medida de atenuación especial (por ejemplo, de apantallamiento);
- los bus en campo

NOTA – Los accesos por cable de la instrumentación de proceso que son autoalimentados por los conductores de señales (por ejemplo, 4-20 mA) se consideran como accesos de señal.

4.6.2.3 conexiones a los equipos AT: Relativo a las interconexiones entre los equipos de control/mando y los equipos AT tales como interruptores, transformadores de corriente, transformadores de tensión, sistemas de corrientes portadoras.

4.6.2.4 conexiones para telecomunicación: Relativo a los cables de comunicación que alcanzan el límite de la red de tierra de la central y para la interconexión a una red de telecomunicación o a un equipo alejado, sin separación galvánica especial

4.6.3 acceso de puesta a tierra funcional: Acceso a cables diferentes de los de acceso de señal o de alimentación, destinados a ser conectados a tierra con otro fin que el de la seguridad eléctrica.

5 ENTORNO ELECTROMAGNÉTICO

Los emplazamientos típicos cubiertos por esta especificación técnica son las centrales eléctricas, y las subestaciones de media tensión (MT) y de alta tensión (AT) (subestación aérea (AIS) o subestación de interior, aislada en gas (GIS)).

Para los fines de las especificaciones dadas en esta especificación técnica, el término “AT” se utiliza para designar la muy alta tensión y la alta tensión igual o superior a 36,5 kV. Puede convenirse un límite diferente entre MT y AT entre la compañía eléctrica y el fabricante.

Además de las centrales eléctricas mencionadas, las compañías eléctricas pueden instalar equipos en centros de control, repetidores de radio o en puntos de distribución de baja tensión en áreas industriales, comerciales o residenciales. Estos emplazamientos están cubiertos por otras normas genéricas o de productos.

En algunos casos, las compañías eléctricas toman medidas de atenuación especiales (por ejemplo, la utilización de un cableado especial, el apantallamiento de algunas zonas, etc.) con el objeto de crear un entorno “protegido” y de reducir los requisitos de inmunidad en consecuencia. Esto le permite utilizar equipos que no respondan a las especificaciones de esta especificación técnica.

En las centrales eléctricas y las subestaciones, se utilizan cables apantallados y no apantallados para la conexión de los equipos. En el caso de cables apantallados, los blindajes son puestos a tierra localmente de acuerdo con las reglas relacionadas con el tipo de señal implicada, por ejemplo, señal de bajo nivel, control, etc. (véase la bibliografía).

6 REQUISITOS DE INMUNIDAD Y ENSAYOS DE TIPO

Los requisitos de inmunidad y los ensayos de tipo especificados a continuación se basan en el entorno electromagnético real y tienen en cuenta los fenómenos electromagnéticos relacionados en el anexo A. Se dan sobre la base entre accesos conforme a las tablas 1 a 5.

Los requisitos para los equipos de las centrales eléctricas y subestaciones se basan en las figuras 3 y 4.

Los requisitos para los accesos por la envolvente, la alimentación y la puesta a tierra funcional se establecen según el emplazamiento correspondiente. Se supone que la alimentación es común a todos los equipos instalados, sin medidas particulares de CEM.

Los requisitos para los accesos de señal se establecen según el tipo de conexiones.

En las figuras y tablas siguientes, se identifican los diferentes emplazamientos por una letra mayúscula en un cuadrado, mientras que los tipos de conexiones se identifican por una letra minúscula en un círculo.

Emplazamientos:

G : centrales eléctricas y subestaciones MT;

H : subestaciones AT;

P : zonas “protegidas”, si existen.

Conexiones de señal

- Ⓛ : conexiones locales;
- ⓕ : conexiones en campo;
- ⓗ : conexiones a equipos AT;
- Ⓣ : telecomunicación;
- Ⓟ : conexiones dentro de una zona “protegida”, si existen.

Los ensayos se realizarán de una manera muy definida y reproducible tal como se menciona en las normas básicas relevantes a las que se hace referencia en las tablas 1 a 5. El contenido de estas normas básicas no se repite aquí; sin embargo, se dan informaciones adicionales para la aplicación práctica de estos ensayos en esta especificación.

Los ensayos deben realizarse como ensayos de tipo y ejecutados uno a la vez, como si se tratase de un ensayo único.

Los requisitos de inmunidad se relacionan con los fenómenos electromagnéticos conducidos y radiados, en bajas y altas frecuencias. Puede tratarse de fenómenos permanentes, transitorios simples o repetitivos, frecuentes u ocasionales, tal como se menciona en la tabla 6.

El equipo instalado en una zona “protegida”, sin interconexiones directas con otras zonas, no necesita la conformidad con los requisitos de inmunidad de esta especificación técnica sino con los de las normas genéricas o de productos relevantes.

7 CONDICIONES DURANTE LOS ENSAYOS

Los equipos sometidos a ensayo (ESE) se deben probar en su modo de funcionamiento más sensible, coherente con las aplicaciones normales. La configuración de la muestra de ensayo debe ser de forma que se alcance la sensibilidad máxima, de una manera coherente con las aplicaciones típicas y prácticas de la instalación.

Si no es posible probar todas las funciones del equipo, debe seleccionarse el modo de funcionamiento más crítico.

De acuerdo con las normas básicas, pueden someterse simultáneamente varios accesos a la tensión de ensayo.

Si el equipo forma parte de un sistema o puede conectarse a un equipo auxiliar, debe ensayarse cuando se conecta a la configuración mínima representativa del equipo auxiliar que permita probar los accesos.

Si el equipo tiene un gran número de accesos semejantes, deben seleccionarse en número suficiente para simular las condiciones de funcionamiento reales y para asegurar que están cubiertos todos los diferentes tipos de conexiones.

En el caso de que un fabricante especifique en el manual del usuario que deben utilizarse medidas o dispositivos de protección, los ensayos deben realizarse con estas medidas o dispositivos de protección in situ.

En particular, cuando la especificación del producto requiera cables apantallados para los accesos asignados a las conexiones locales, el ensayo debe realizarse con los blindajes conectados a los equipos siguiendo las especificaciones del fabricante.

Estas reglas se aplican igualmente a los accesos de señales débiles asignados a las conexiones locales o a las conexiones por enlace de datos (por ejemplo, los bus en campo) que, siguiendo las especificaciones del producto, requieran cables apantallados.

Salvo especificación en contra de la norma básica, los ensayos deben realizarse en una condición típica de temperatura, humedad y de presión seleccionadas en las gamas de funcionamiento específicas del producto y a la tensión nominal de alimentación.

En los casos particulares y justificados en que no es posible realizar ensayos de tipo en un laboratorio debido a las dimensiones físicas del equipo o del sistema implicado, pueden ser útiles investigaciones CEM *in situ*. Las investigaciones se deberían realizar con procedimientos apropiados de manera que no afecte la fiabilidad del equipo.

8 CRITERIOS DE FUNCIONAMIENTO

Los criterios de funcionamiento están íntimamente ligados a la naturaleza de los fenómenos electromagnéticos (tipo y frecuencia) tales como los mencionados en la tabla 6 así como a las funciones representativas aplicables al equipo correspondiente.

Los criterios de funcionamiento se dan en la tabla 7.

Si un sistema realiza varias funciones, se aplica el criterio de funcionamiento que se corresponde con cada función. En caso de funciones concurrentes (por ejemplo, la supervisión y la monitorización), se aplica el criterio de actuación que se corresponde con la función más crítica, siguiendo el orden decreciente de nivel crítico tomado de la tabla 7.

En el anexo B se da una vista de conjunto que recoge el efecto de los fenómenos electromagnéticos sobre las funciones de los equipos y sistemas.

9 DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD

El fabricante puede hacer uso de un informe de ensayo para demostrar la conformidad del producto con las especificaciones de esta especificación técnica.

Los resultados deben hacer referencia a los ensayos realizados en un equipo que tenga la configuración necesaria para cumplir con los requisitos funcionales.

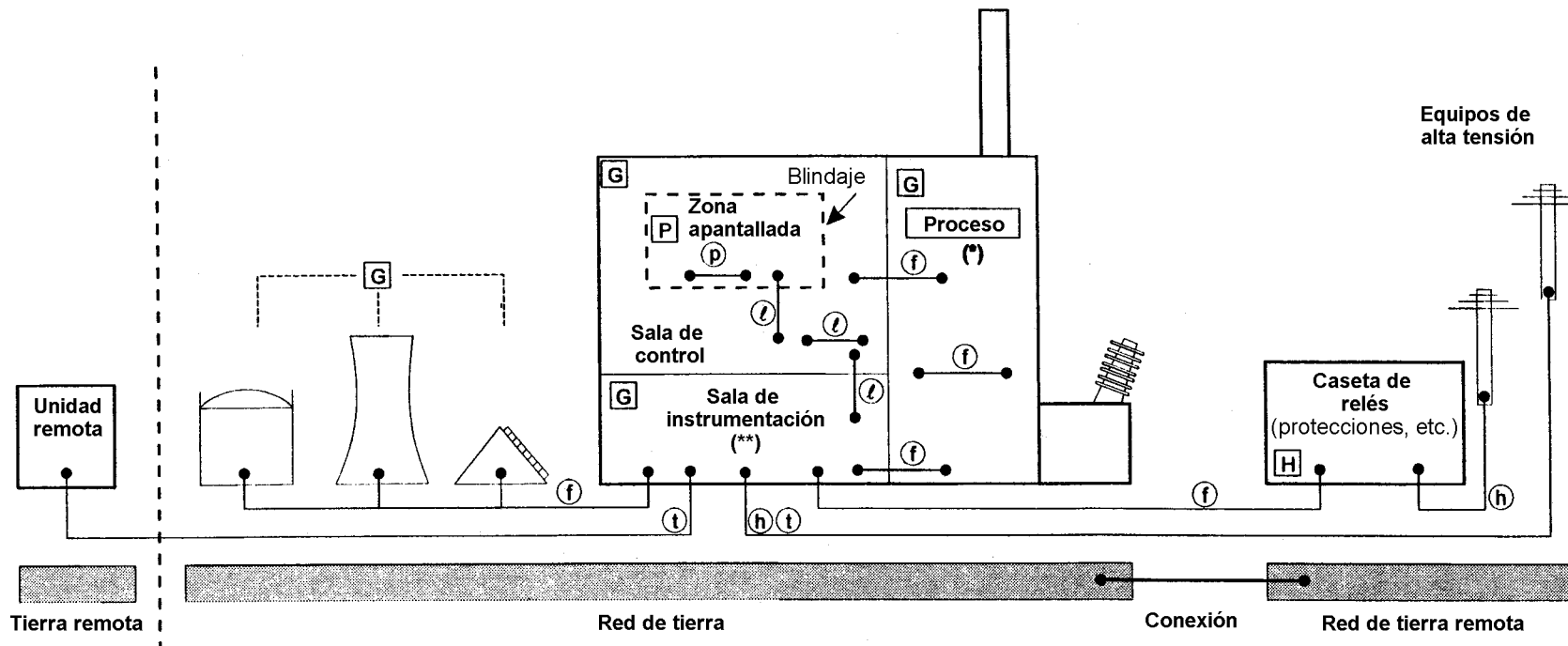
Se acepta que los ensayos de conformidad sean realizados en una muestra representativa que incluya todos los tipos de subconjuntos, módulos (equipo y programa), etc., aptos para cumplir con todas las funciones operacionales del equipo final.

El equipo o la muestra representativa debe estar claramente identificada por el modelo, año de fabricación y número de serie.

La configuración y el modo de funcionamiento durante los ensayos deben ser anotados con precisión en el informe del ensayo.

El informe del ensayo debe demostrar sin ambigüedad que los procedimientos de ensayo utilizados corresponden a los dados en las normas básicas que se corresponden con cada fenómeno particular.

En estas condiciones, se consideran válidos los resultados del ensayo dados por el fabricante del equipo.



* Caldera, alternador, turbina, apartamento, subestación MT, etc.

** Equipos de control, relés eléctricos, relés transductores, etc.

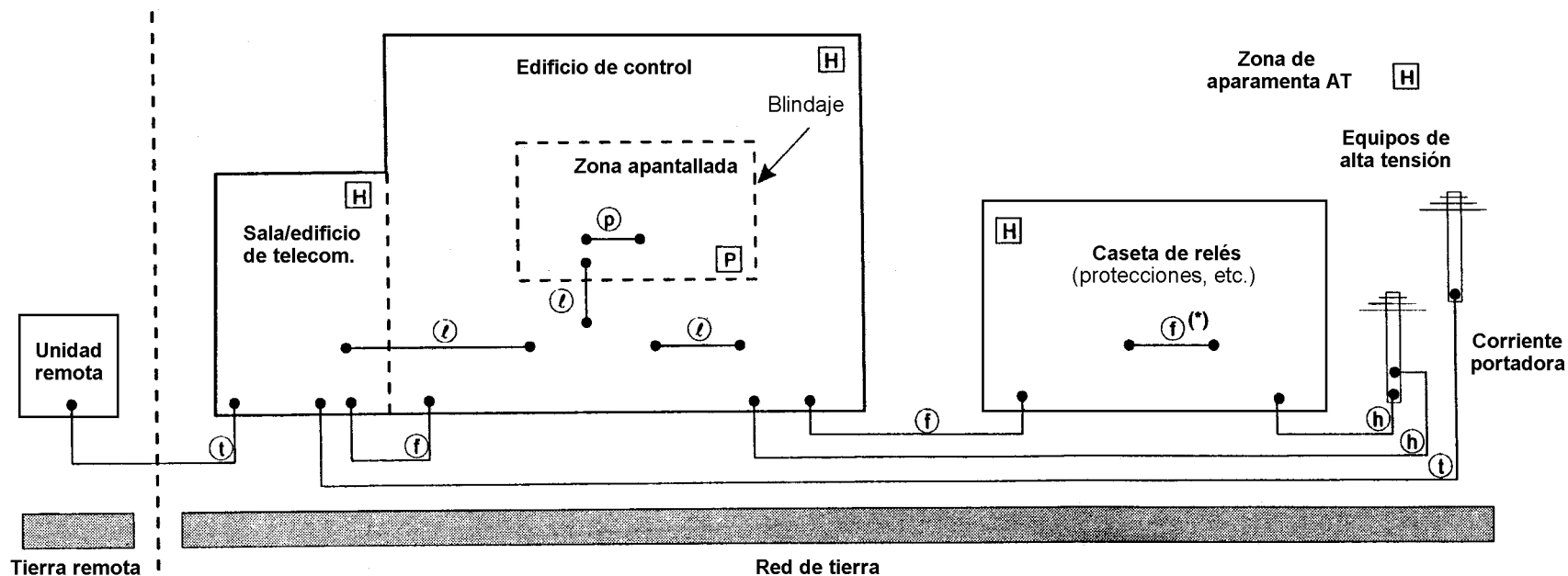
Tipos de emplazamientos para los accesos por la envolvente, la alimentación y la puesta a tierra funcional

- G** Emplazamiento normal en una central eléctrica y una subestación MT – por ejemplo la sala de control, la sala de instrumentación, y la zona de proceso.
- H** Emplazamiento normal en una subestación AT – por ejemplo, el edificio de control, la caseta de relés y la zona de apartamento.
- P** Emplazamiento protegido, si existe – por ejemplo, una zona blindada en la sala de control

Tipos de conexiones para el acceso de señal

- l** Local – por ejemplo, las conexiones dentro de la sala de control o de la sala de instrumentación
- f** De campo – por ejemplo, conexiones entre el proceso y la sala de control o la sala de instrumentación.
- h** En los equipos AT – por ejemplo, las conexiones a los interruptores, transformadores de tensión/corriente, etc.
- t** Telecomunicación – por ejemplo, las conexiones por corrientes portadoras o hacia unidades remotas.
- p** Protegida, si existen – por ejemplo, las conexiones en el interior de una sala apantallada.

Fig. 3 – Ejemplo de central eléctrica y de subestación: selección de especificaciones para equipos y conexiones afines



* Allí donde se adoptan medidas especiales de atenuación (por ejemplo del apantallamiento), se aplica \textcircled{f}

Tipos de emplazamientos para los accesos por la envolvente, de alimentación y la puesta a tierra funcional

- \textcircled{H} Emplazamiento normal en una subestación AT – por ejemplo, el edificio de control, caseta de relés y la zona de apartamentada AT
- \textcircled{P} Emplazamiento protegido, si existe – por ejemplo, una zona apantallada en el edificio de control.

Tipos de conexiones en el acceso de señal

- \textcircled{l} Local – por ejemplo, las conexiones en el interior del edificio de control.
- \textcircled{f} De campo – por ejemplo, las conexiones en la zona de apartamentada AT y en la caseta de relés.
- \textcircled{h} En los equipos AT– por ejemplo, las conexiones a interruptores, transformadores de tensión/corriente, etc.
- \textcircled{t} Telecomunicación – por ejemplo, las conexiones por corrientes portadoras o hacia las unidades remotas.
- \textcircled{p} Protegida, llegado el caso – por ejemplo, las conexiones en el interior de una sala apantallada.

NOTA – En subestaciones aisladas de gas (GIS), los armarios de protección, de control local y la apartamentada AT pueden situarse conjuntamente en el interior del edificio de control o separados en diferentes áreas.

Fig. 4 – Ejemplo de subestación aérea (AIS): selección de especificaciones para equipos y conexiones afines

Tabla 1
Especificaciones de inmunidad – Acceso por la envolvente

Ensayo	Fenómenos de entorno	Norma básica CEI	Equipo instalado en ^a				Observaciones
			Centrales eléctricas y subestaciones MT		Subestaciones AT		
			Nivel	Valor de ensayo	Nivel	Valor de ensayo	
1.1	Campo magnético de la frecuencia de red	CEI 61000-4-8	2	3 A/m permanente	2	3 A/m permanente	Aplicable solamente a las pantallas de tubos catódicos, según el capítulo B.2 de la Norma CISPR 24
			5	100 A/m permanente 1 000 A/m durante 1 s	5	100 A/m permanente 1 000 A/m durante 1 s	Aplicable solamente a los equipos que contienen dispositivos sensibles a los campos magnéticos, por ej. celdas Hall, captadores de campo magnético
1.2	Campo electromagnético radiado a las frecuencias radioeléctricas 80 MHz – 3 000 MHz ^b	CEI 61000-4-3	3	10 V/m ^c	3	10 V/m ^c	Este nivel permite normalmente el uso de un emisor portátil a una distancia de 1 m a 2 m del equipo instalado (véanse detalles en la norma básica)
1.3	Descarga electrostática	CEI 61000-4-2	3	6 kV contacto 8 kV en el aire	3	6 kV contacto ^d 8 kV en el aire	–

^a **G H** : véanse las figuras 3 y 4. Un equipo instalado en una “zona protegida” **P** está sujeto a las especificaciones de las normas genéricas o de productos relevantes.

^b Por encima de 1 GHz, el ensayo debe efectuarse en la escala de frecuencias especificada por la norma básica.

^c Deben darse requisitos más rigurosos para adecuarse al entorno de un emplazamiento crítico (por ejemplo, cerca de estaciones radioemisoras).

^d Pueden utilizarse valores de ensayo más altos para el equipo instalado en un entorno electrostático severo, por ejemplo, en el exterior de un edificio.

Tabla 2
Especificaciones de inmunidad – Acceso de señal

Ensayo	Fenómenos de entorno	Norma básica CEI	Conexiones ^a								Observaciones
			Locales Ⓛ		En campo ⓕ		A los equipos AT ⓗ		Telecomunicación Ⓣ		
			Nivel	Valor de ensayo	Nivel	Valor de ensayo	Nivel	Valor de ensayo	Nivel	Valor de ensayo	
2.1	Tensión a la frecuencia de red	CEI 61000-4-16	–	–	4	30 V permanente 300 V durante 1 s	4	30 V permanente 300 V durante 1 s	4	30 V permanente 300 V durante 1 s	–
2.2	Onda de choque 1,2/50 μs fase/tierra, fase/fase	CEI 61000-4-5	2 1	1 kV 0,5 kV	3 2	2 kV 1 kV	4 3	4 kV 2 kV	4 3	4 kV ^b 2 kV ^b	Para fases simétricas y bus de datos de corta distancia, véase la tabla A.1 de la Norma CEI 61000-4-5
2.3	Ondas oscilatorias amortiguadas, modo común, modo diferencial	CEI 61000-4-12	–	–	2	1 kV 0,5 kV	3	2,5 kV 1 kV	3	2,5 kV ^c 1 kV	Este ensayo se realiza a 1 MHz (están en estudio frecuencias más altas para cubrir las GIS)
2.4	Transitorios eléctricos rápidos en ráfagas	CEI 61000-4-4	3	1 kV	4	2 kV	x	4 kV	x	4 kV	Para 4 kV, la tasa de repetición es de 2,5 kHz
2.5	Perturbaciones conducidas, inducidas por campos radioeléctricos	CEI 61000-4-6	3	10 V	3	10 V	3	10 V	3	10 V	10 V = 140 dB(μV)

^a Ⓛ ⓕ ⓗ Ⓣ : véanse las figuras 3 y 4. Las conexiones en una “zona protegida” **P** se someten a las especificaciones de las normas genéricas o de producto relevantes.

^b Para la onda de choque, se recomienda la forma de onda 10/700 μs para ensayar los accesos de señal que deben conectarse a la red de telecomunicación o a un equipo remoto.

^c Aplicable solamente a las conexiones por corrientes portadoras.

Tabla 3
Especificaciones de inmunidad – Entradas y salidas de alimentación en c.a. de baja tensión

Ensayo	Fenómenos de entorno	Norma básica CEI	Equipo instalado en ^{a b}				Observaciones
			Centrales eléctricas y subestaciones MT		Subestaciones AT		
			Nivel	Valor de ensayo	Nivel	Valor de ensayo	
3.1	Huecos de tensión	CEI 61000-4-11	–	ΔU 30% durante 1 período ΔU 60% durante 50 períodos ^c		No aplicable a los accesos de salida de alimentación en c.a.	
3.2	Interrupciones breves de tensión		–	ΔU 100% durante 5 períodos ΔU 100% durante 50 períodos ^c			
3.3	Onda de choque 1,2/50 μ s, fase/tierra, fase/fase	CEI 61000-4-5	3 2	2 kV 1 kV	4 3	4 kV 2 kV	–
3.4	Transitorios eléctricos rápidos en ráfagas	CEI 61000-4-4	3	2 kV	4	4 kV	–
3.5	Ondas oscilatorias amortiguadas, modo común, modo diferencial	CEI 61000-4-12	2	1 kV 0,5 kV	3	2,5 kV 1 kV	Este ensayo se realiza a 1 MHz (están en estudio frecuencias más altas para cubrir las GIS)
3.6	Perturbaciones conducidas, inducidas por campos radioeléctricos	CEI 61000-4-6	3	10 V	3	10 V	10 V = 140 dB(μ V)

^a **G H** : véanse las figuras 3 y 4. Un equipo instalado en una “zona protegida” **P** está sujeto a las especificaciones de las normas genéricas o de productos relevantes.

^b Para un equipo cuya corriente de entrada es >16 A, se deberían limitar los ensayos al acceso de alimentación de las unidades/módulos electrónicos, etc.

^c Aplicable solamente a los accesos de alimentación directamente conectados a la red de alimentación pública de baja tensión.

Tabla 4
Especificaciones de inmunidad – Entradas y salidas de alimentación en c.c. de baja tensión

Ensayo	Fenómenos de entorno	Norma básica CEI	Equipo instalado en ^{a,b}				Observaciones
			Centrales eléctricas y subestaciones MT		Subestaciones AT		
			Nivel	Valor de ensayo	Nivel	Valor de ensayo	
4.1	Huecos de tensión	CEI 61000-4-29	–	ΔU 30% durante 0,1 s y ΔU 60% durante 0,1 s		No aplicable a los accesos de salida de alimentación en c.c.	
4.2	Interrupciones breves de tensión		–	ΔU 100% durante 0,05 s			
4.3	Ondulación residual en la alimentación de potencia en c.c.	CEI 61000-4-17	3	10% U_n			
4.4	Tensión a la frecuencia de red	CEI 61000-4-16	3	10 V permanente 100 V durante 1 s	4	30 V permanente 300 V durante 1 s	–
4.5	Onda de choque 1,2/50 μ s, fase/tierra, fase/fase	CEI 61000-4-5	3 2	2 kV 1 kV	3 2	2 kV 1 kV	–
4.6	Transitorios eléctricos rápidos en ráfagas	CEI 61000-4-4	3	2 kV	4	4 V	–
4.7	Ondas oscilatorias amortiguadas, modo común, modo diferencial	CEI 61000-4-12	2	1 kV 0,5 kV	3	2,5 kV 1 kV	Este ensayo se realiza a 1 MHz (están en estudio frecuencias más altas para cubrir las GIS)
4.8	Perturbaciones conducidas, inducidas por los campos radioeléctricos	CEI 61000-4-6	3	10 V	3	10 V	10 V = 140 dB(μ V)
^a G H : véanse las figuras 3 y 4. Un equipo instalado en una “zona protegida” P está sujeto a las especificaciones de las normas genéricas o de productos relevantes.							
^b Para un equipo cuya corriente de entrada es >16 A, se deberían limitar los ensayos al acceso de alimentación de los conjuntos/módulos electrónicos, etc.							

Tabla 5
Especificaciones de inmunidad – Acceso de puesta a tierra funcional

Ensayo	Fenómenos de entorno	Norma básica CEI	Equipo instalado en ^a				Observaciones
			Centrales eléctricas y subestaciones MT		Subestaciones AT		
			Nivel	Valor de ensayo	Nivel	Valor de ensayo	
5.1	Transitorios eléctricos rápidos en ráfagas (pinza capacitiva) ^b	CEI 61000-4-4	3	2 kV	4	4 kV	Aplicable a las conexiones de tierra funcionales asignadas, separadas de la conexión de tierra de seguridad 10 V = 140 dB(μV)
5.2	Perturbaciones conducidas, inducidas por los campos radioeléctricos	CEI 61000-4-6	3	10 V	3	10 V	

^a **G** **H** : véanse las figuras 3 y 4. Un equipo instalado en una “zona protegida” **P** está sujeto a las especificaciones de las normas genéricas o de productos relevantes.

^b Aplicable solamente a los accesos conectados a cables cuya longitud total, siguiendo los requisitos del fabricante, puede sobrepasar los 3 m.

Tabla 6
Caracterización de los fenómenos electromagnéticos

Fenómenos permanentes	Fenómenos transitorios frecuentes	Fenómenos transitorios ocasionales
Variaciones lentas de la tensión: – alimentación en c.a. – alimentación en c.c. ^a	Huecos de tensión (duración $\leq 0,02$ s): – alimentación en c.a. – alimentación en c.c.	Huecos de tensión (duración $> 0,02$ s): – alimentación en c.a. – alimentación en c.c.
Armónicos, interarmónicos ^a	Fluctuaciones de tensión	Interrupciones de tensión – alimentación en c.a. – alimentación en c.c.
Tensiones de señalización ^a	Transitorio eléctrico rápido en ráfaga	
Ondulación residual en la alimentación de potencia en c.c.	Onda oscilatoria amortiguada	Variación de la frecuencia de red ^{a b}
Tensión a la frecuencia de red	Campo magnético oscilatorio amortiguado	Onda de choque
Perturbaciones conducidas en el rango de c.c. a 150 kHz ^a	Descarga electrostática	Tensión de corta duración a la frecuencia de red
Perturbaciones conducidas, inducidas por los campos radioeléctricos		Campos magnéticos de breve duración, a la frecuencia de red
Campo magnético a la frecuencia de red		
Campo electromagnético radiado a la frecuencia radioeléctrica		
^a No cubre los requisitos de inmunidad especiales en esta especificación técnica. ^b En caso de redes en isla (por ejemplo, no conectado a una red pública), el carácter del fenómeno cambia de "ocasional" a "frecuente".		

Tabla 7
Criterios de funcionamiento de las funciones más importantes (en orden decreciente de nivel crítico)

Funciones ^a	Requisitos funcionales en función de los fenómenos electromagnéticos				
	Fenómenos permanentes	Fenómenos transitorios frecuentes	Fenómenos transitorios ocasionales		
Protección y teleprotección ^b	Funcionamiento normal dentro de los límites de la especificación				
Proceso en línea y regulación					
Medida (de energía)					
Mando y control (conducido)				Pequeño retraso ^d	
Supervisión				Pérdida temporal, restablecimiento automático ^e	
Interfaz hombre-máquina				Parada y puesta a cero ^f	
Alarmas				Pequeño retraso ^g , falsa indicación temporal	
Transmisión de datos y telecomunicación ^c				Sin pérdida, posible degradación de la tasa de error en los elementos binarios ^h	Pérdida temporal ^h
Adquisición de datos y almacenamiento				Degradación temporal ^{e i}	
Medición				Degradación temporal, restablecimiento automático ^j	
Proceso fuera de línea				Degradación temporal ⁱ	Pérdida temporal y puesta a cero ⁱ
Monitorización pasiva				Pérdida temporal	Pérdida temporal
Autodiagnóstico				Pérdida temporal, restablecimiento automático ^k	

^a Para la aplicación de los criterios de funcionamiento a los equipos con funciones múltiples, así como de las funciones concurrentes (por ejemplo, la supervisión y la monitorización), se aplica el funcionamiento que se corresponde con la función más crítica.

^b Para la teleprotección que utiliza las corrientes portadoras, el “funcionamiento normal” en maniobras de seccionadores AT puede necesitar un procedimiento de validación adecuado.

^c Utilizado en sistemas de control y de automatización como función auxiliar de otras funciones, por ejemplo, para realizar la coordinación.

^d Se acepta un retraso cuya duración sea insignificante comparado con la constante de tiempo del proceso controlado.

^e Se acepta la pérdida temporal de adquisición de datos y una desviación cronológica de eventos pero debe mantenerse correcta la secuencia de los eventos.

^f Se permite el restablecimiento manual por el operario.

^g En función del grado de urgencia (no del proceso).

^h La degradación temporal de la tasa de errores en los elementos binarios puede afectar a la eficacia de las comunicaciones. Es obligatorio el restablecimiento automático después de cualquier parada de la comunicación.

ⁱ Sin efecto sobre los datos almacenados o la exactitud del proceso.

^j Sin afectar a la precisión de la medición de la indicación analógica o digital.

^k Dentro del ciclo de diagnóstico del sistema.

ANEXO A (Informativo)

INFORMACIÓN SOBRE LOS FENÓMENOS ELECTROMAGNÉTICOS, FUENTES Y CAUSAS TÍPICAS

Ejemplos de fenómenos electromagnéticos (véase la Norma CEI 61000-4-1)		Fuentes y causas
Baja frecuencia	Armónicos	Las cargas con características tensión/corriente no lineales: rectificadores, cicloconvertidores, motores de inducción, máquinas de soldar, etc.
	Interarmónicos	
	Señales de tensión	Señales de tensión en la red de alimentación de baja tensión
	Fluctuaciones de tensión	Variaciones y conexión/desconexión de cargas, cambio de tensión por escalones
	Huecos de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión en c.a.	Faltas y maniobras en la red de alimentación en c.a.
	Variación de la frecuencia de red	Condiciones de faltas raras, que producen la pérdida de un importante bloque de carga o de producción, que tienen como consecuencia una variación de frecuencia fuera de los límites aceptables
	Huecos de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión en c.c.	Faltas de alimentación y maniobra, recarga insuficiente de la batería
	Ondulación residual en la alimentación en c.c.	Rectificación de la c.a., recarga de batería
	Perturbaciones conducidas en el rango de c.c. a 150 kHz (que incluye la frecuencia de red)	Inducción por la electrónica industrial, corriente de fuga de filtros, corriente de falta de frecuencia de red, etc.
Transitorios conducidos, alta frecuencia	Onda de choque de tensión 100/1 300 μ s	Fusión de fusibles
	Onda de choque tensión-corriente 1,2/50 μ s – 8/20 μ s	Falta en la red de alimentación, rayo
	Onda de choque 10/700 μ s	Efecto del rayo sobre las líneas de telecomunicación
	Ondas oscilatorias: onda sinusoidal amortiguada	Fenómenos de maniobras, efecto indirecto del rayo
	Transitorios eléctricos rápidos en ráfagas	Maniobras de cargas reactivas, rebotes de contactos de relés, maniobras en SF ₆
	Ondas oscilatorias: onda oscilatoria amortiguada	Maniobras de seccionadores AT
	Perturbaciones conducidas, inducidas por campos radioeléctricos	Radiación por emisores de radiofrecuencia
DES	Descarga electrostática	Descarga de electricidad estática por el operador, equipos móviles, etc.
Campos magnéticos	Campo magnético a la frecuencia de red	Corriente en los circuitos de alimentación, circuitos de tierra y de red
	Campo magnético de impulsos	Corriente de rayo en conductores de tierra y de red
	Campo magnético oscilatorio amortiguado	Maniobras de seccionadores MT y AT
Campos EM	Campo electromagnético radiado a frecuencias radioeléctricas	Radiación por emisores de radiofrecuencia

ANEXO B (Informativo)

**VISIÓN GENERAL DEL EFECTO DE LOS FENÓMENOS ELECTROMAGNÉTICOS
SOBRE LAS FUNCIONES DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS**

Los efectos y consecuencias de las diferentes clases de fenómenos electromagnéticos sobre los sistemas electrónicos instalados en las centrales eléctricas y subestaciones están en relación directa con las diferentes clases de funciones ejecutadas por un sistema de control dado y con el proceso implicado.

Para evaluar mejor estos efectos y consecuencias, es útil identificar las “funciones principales” de los equipos y sistemas instalados en las centrales eléctricas.

Las funciones siguientes se consideran de especial importancia para los sistemas y equipos electrónicos:

- protección y teleprotección;
- proceso en línea y regulación;
- medida (de energía);
- mando y control (conducido);
- supervisión;
- interfaz hombre-máquina;
- alarma;
- transmisión de datos y telecomunicación;
- adquisición de datos y almacenamiento;
- medición;
- proceso fuera de línea;
- monitorización pasiva;
- autodiagnóstico.

En los equipos y sistemas se presentan generalmente combinaciones de las diferentes funciones.

Según los tipos de fenómenos electromagnéticos (conducidos y radiados, de baja y alta frecuencia) y el acceso considerado del equipo, puede limitarse el efecto (interferencia) a una sola función o a un número imprevisible de ellas.

El efecto total de los fenómenos electromagnéticos sobre los equipos y sistemas electrónicos y las consecuencias que se derivan en el proceso pueden, en consecuencia, ser descritos como un conjunto de posibles influencias sobre las diferentes funciones implicadas.

A continuación se da una breve descripción de las diferentes funciones, así como su posible degradación debida a los fenómenos electromagnéticos.

Para cada función, se dan consideraciones sobre la importancia de las degradaciones, referido a las consecuencias para el proceso, teniendo en cuenta los fenómenos electromagnéticos presentes en las instalaciones de las compañías eléctricas.

a) Protección y teleprotección

La protección es de una importancia especial para las redes eléctricas, incluso para la seguridad y la fiabilidad de las centrales eléctricas y subestaciones AT.

La protección incluye la detección de las condiciones anormales y la toma de acciones correctivas adecuadas.

La precisión y la rapidez de los dispositivos de protección electrónicos no deben incrementar la degradación del funcionamiento debido a los fenómenos electromagnéticos, tales como:

- la ausencia de la función de protección, con la consecuencia de condiciones críticas, que incluye daños en los componentes de la red;
- un retraso del funcionamiento de la protección, con la consecuencia de un exceso de tensiones en los componentes de la red;
- un mal funcionamiento, que entraña la no-disponibilidad del proceso o un funcionamiento discontinuo, según el tipo de instalación eléctrica;
- una pérdida del registro de secuencias operacionales, acompañada de una indisponibilidad de las funciones de análisis y localización de falta.

Cualquier degradación de una función de protección es inaceptable; en consecuencia, es esencial el requisito de una inmunidad total frente a los fenómenos electromagnéticos, con un margen adecuado, para obtener la CEM de los sistemas de protección.

b) Proceso en línea y regulación

Los sistemas de regulación y de proceso en línea dan las condiciones de funcionamiento del proceso tales como se definen por el sistema de control/telecontrol o por los operadores. El funcionamiento óptimo del proceso se alcanza gracias a estas funciones teniendo en cuenta los parámetros básicos del proceso.

Puede producirse una degradación de la regulación y del proceso en línea como consecuencia de una falta de inmunidad del equipo y de las interfaces de entrada/salida correspondientes o de la instrumentación del proceso correspondiente. Una de las consecuencias posibles es una tensión inútil o daños al proceso así como una degradación del funcionamiento.

Es especialmente importante, la inmunidad a los fenómenos electromagnéticos de los sistemas de regulación y de proceso en línea, que incluyen los fenómenos transitorios ocasionales.

c) Medida (de energía)

La función de medida de la energía eléctrica generada que pasa por una central eléctrica, incluso la de suministro del carburante, puede ser de una importancia especial por los aspectos contractuales que pueda implicar.

Esto se aplica a los contadores tradicionales utilizados para la medición de la energía eléctrica así como a equipos semejantes basados en una tecnología avanzada, que pueden ser programados y almacenar datos. Esta función debe ser muy fiable, y en consecuencia, es obligatoria la inmunidad a los fenómenos permanentes y transitorios.

d) Mando y control

Las funciones de mando y control son importantes para cualquier condición de explotación de las centrales eléctricas, incluyendo la explotación parcial o la puesta fuera de servicio temporal.

El equipamiento eléctrico se controla por equipos/sistemas asignados que tienen diferentes niveles de complejidad. Estos se conectan según el fin a otros sistemas, de manera que proporciona un control completamente automatizado o un control manual accionado por el operador. La coordinación de todas las acciones de mando y control se asegura por el establecimiento de un orden de prioridad.

Una fiabilidad insuficiente de las funciones de mando y control debida a una falta de inmunidad puede conducir a:

- un mal funcionamiento del equipo eléctrico, que implica la seguridad;
- un mal procedimiento o secuencia de maniobra, con posible daño o exceso de tensiones del equipo controlado;
- una indisponibilidad del equipo en el proceso y después del proceso mismo o de una parte de él.

Las unidades de mando y control deben funcionar correctamente en las condiciones de entorno medioambientales reales, por ejemplo fenómenos permanentes o fenómenos transitorios frecuentes.

Es inaceptable un fenómeno intempestivo de la aparataje de conexión controlada a distancia.

Pueden aceptarse los fenómenos electromagnéticos ocasionales, que tienen sólo una influencia menor en el sistema de control. Por ejemplo: un retraso en la ejecución de una orden puede ser despreciable comparado con la constante de tiempo del proceso controlado, de manera que no sea afectada la función principal.

e) Supervisión

Los sistemas de supervisión recogen los datos del proceso y de los sistemas que se corresponden con los fines del análisis, los fines del programa de mantenimiento y para la evaluación del proceso. Habitualmente, no intervienen en el proceso mismo.

La degradación del funcionamiento o la no-disponibilidad temporal de los sistemas de supervisión causa la pérdida de informaciones sobre el proceso y un desplazamiento cronológico de los eventos. Estos efectos pueden ser aceptados ocasionalmente, por ejemplo, en el caso de fenómenos transitorios raros que afectan a la adquisición de mediciones cíclicas.

La puesta en secuencia correcta de la adquisición de datos de eventos debe sin embargo, estar siempre garantizada.

f) Interfaz hombre-máquina

La función de interfaz hombre-máquina permite actuar directamente sobre el proceso a partir de los pupitres del operador o manejar las informaciones desde la instalación. Los sistemas de control y de regulación actúan sobre el proceso, pero el mando manual de los equipos del proceso tiene una prioridad más alta.

Esta función puede activarse por el operador utilizando esta interfaz; las órdenes de prioridad alta del proceso en curso están disponibles generalmente y se dan por el operador con la ayuda de dispositivos asignados.

La inmunidad absoluta de esta función a los fenómenos transitorios ocasionales puede, en consecuencia, considerarse no obligatoria, permitiendo por la presencia del operador un restablecimiento manual.

g) Alarma

La función alarma engloba todas las indicaciones locales o de distancia que puedan dar informaciones sobre cualquier clase de degradación, temporal o no, de las condiciones funcionales de los equipos y de los sistemas.

Las alarmas pueden ser más o menos urgentes, según si se requiere o no una intervención inmediata o en función de las posibilidades que el sistema tiene de poder funcionar de una manera satisfactoria (por ejemplo, gracias a la redundancia).

En caso de restablecimiento automático después de una degradación temporal, las alarmas pueden desaparecer; cuando, según la especificación del producto, se crea automáticamente una lista cronológica (traza) de las alarmas, la función alarma puede no ser afectada por los fenómenos electromagnéticos.

h) Transmisión de datos y telecomunicación

Las funciones de transmisión de datos y de telecomunicación son funciones auxiliares de otras funciones. Permiten la adquisición de datos y el control remoto de los sistemas instalados en una central eléctrica. Las funciones de control del proceso se controlan por sistemas locales. Las comunicaciones verbales no se toman aquí en consideración.

A través de la transmisión de datos y de telecomunicaciones, el sistema de teleconducción puede coordinar las condiciones de funcionamiento de diferentes instalaciones eléctricas, que aumenta así la eficacia de la red eléctrica.

La interferencia en la transmisión de datos y en telecomunicaciones tienen como efecto retardar la transferencia de las órdenes de mando y control, que afecta a la eficacia del sistema de telecontrol.

Según el medio de telecomunicación utilizado, los fenómenos electromagnéticos pueden afectar al soporte de comunicación o los equipos terminales, produciendo un aumento de la tasa de error en los elementos binarios. Sólo puede obtenerse la inmunidad completa a los fenómenos electromagnéticos por el empleo de soportes de comunicación especiales, tales como fibras ópticas.

La pérdida temporal de la función de telecomunicación puede tolerarse ocasionalmente, a condición de que el enlace se restablezca automáticamente en un plazo aceptable. No obstante, es inaceptable la recepción de datos corrompidos.

i) Adquisición de datos y almacenamiento

La adquisición de datos y el almacenamiento de los parámetros importantes de una central eléctrica permiten, por tratamiento de datos, un análisis fuera de línea, la comparación con las condiciones de referencia, los cálculos, etc. Estas funciones se asignan a un equipo instalado en campo y son complementarias a la de supervisión.

Un diseño adecuado de los sistemas de interfaz de adquisición de datos, que incluya filtros, equipos y/o programas, proporciona a la función de adquisición de datos el nivel requerido de inmunidad a las interferencias electromagnéticas.

Se acepta algunas veces una desviación temporal de la precisión de los datos analógicos o una cronología incorrecta de los datos digitales, ocasionados por fenómenos transitorios, debido a la posibilidad de identificar los efectos por una validación de datos.

No está permitida ninguna corrupción de datos almacenados localmente.

j) Medición

La medición de algunos parámetros importantes del proceso da directamente los valores y las tendencias. Esta función se asegura por el uso de instrumentos analógicos o digitales. Estos instrumentos se localizan, por ejemplo, en un panel de control, un panel de lectura o cerca de los equipos eléctricos.

Se acepta una desviación temporal de las indicaciones analógicas o digitales causada por una perturbación transitoria. No se permite ninguna degradación debida a fenómenos permanentes.

k) Proceso fuera de línea

La función de proceso fuera de línea permite la simulación del proceso, la planificación de la producción, el estudio de modelos, el análisis de las condiciones críticas, etc. Esta función implica la utilización de datos que provienen directamente del proceso o almacenamiento de datos. No interfiere nunca con el proceso mismo en línea.

Se acepta en principio una degradación temporal de esta función debida a fenómenos transitorios, a condición de que no se produzca ninguna corrupción de datos almacenados o de la precisión del proceso.

l) Monitorización pasiva

El proceso se representa en paneles, que muestran todas las regulaciones y condiciones de funcionamiento de la instalación. Se utilizan equipos adecuados a las tecnologías de la información que utilizan pantallas catódicas u otros dispositivos para representar el proceso y sus parámetros con diferentes niveles de detalle.

Se acepta una degradación temporal de esta función (por ejemplo, de la calidad de la imagen), a condición de que sea restablecida la coherencia entre la monitorización y los parámetros del proceso.

Puede ser aceptado también la pérdida temporal de la indicación del panel con retorno en un tiempo dado, por ejemplo, después de algunos segundos, que permiten la intervención de los operadores. Un ejemplo de este tipo de interferencia podría ser el centelleo de la imagen en una indicación por pantalla catódica causado por un campo magnético temporal a la frecuencia de la red.

m) Autodiagnósis

La capacidad de autodiagnósis va aumentando en los sistemas electrónicos complejos, y viene a ser especialmente importante para la fiabilidad del sistema mismo.

Los ciclos de autodiagnósis tienen habitualmente una prioridad básica en la secuencia de tareas.

La pérdida temporal de la función de autodiagnósis puede ser considerada generalmente como aceptable, si se restablece automáticamente dentro del ciclo de funcionamiento normal del sistema y si entraña solamente un retraso en la señalización de una alarma de fallo del sistema. Tal pérdida de funcionalidad no debería producir más falsas alarmas que podrían necesitar una intervención humana en una instalación remota desprovista de personal.

BIBLIOGRAFÍA

Las publicaciones siguientes se consideran de particular interés para esta especificación técnica.

Las publicaciones [1] a [4] tratan sobre guías de instalación, entornos electromagnéticos y técnicas de atenuación empleadas.

Las publicaciones [5] a [16] son normas genéricas o de productos aplicables a productos específicos utilizados en las centrales eléctricas y subestaciones.

- [1] CEI 61000-5-1:1996 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 5: Guías de instalación y de atenuación. Sección 1: Consideraciones generales. Publicación básica de CEM*
- [2] CEI 61000-5-2:1997 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 5: Guías de instalación y de atenuación. Sección 2: Puesta a tierra y cableado*
- [3] CEI 61000-2 (todas las partes y secciones) – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 2: Entorno.*
- [4] Guía CIGRE nº, 124:1997 – *Guía sobre CEM en centrales y subestaciones.*
- [5] CEI 60255-6:1998 – *Relés eléctricos. Parte 6: Relés de medida y equipos de protección.*
- [6] CEI 60255-11:1979 – *Relés eléctricos. Parte 11: Interrupciones y componente alterna de magnitudes de la alimentación auxiliar en corriente continua para relés de medida.*
- [7] CEI 60255-22-1:1998 – *Relés eléctricos. Parte 22: Ensayos de perturbaciones eléctricas para relés de medida y equipos de protección. Sección 1: Ensayos a la onda oscilatoria amortiguada de 1 MHz.*
- [8] CEI 60255-22-2:1996 – *Relés eléctricos. Parte 22: Ensayos de perturbaciones eléctricas para relés de medida y equipos de protección. Sección 2: Ensayos de descargas electrostáticas.*
- [9] CEI 60255-22-3:2000 – *Relés eléctricos. Parte 22: Ensayos de perturbaciones eléctricas para relés de medida y equipos de protección. Sección 3: Ensayos de perturbaciones de campos electromagnéticos radiados.*
- [10] CEI 60255-22-4:1992 – *Relés eléctricos. Parte 22: Ensayos de perturbaciones eléctricas para relés de medida y equipos de protección. Sección 4: Ensayo de perturbaciones transitorias rápidas.*
- [11] CEI 60439-1:1999 – *Conjuntos de aparamenta en baja tensión. Parte 1: Requisitos para los conjuntos de serie y conjuntos derivados de serie.*
- [12] CEI 60694:1996 – *Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión.*
- [13] CEI 60870-2-1:1995 – *Equipos y sistemas de telecontrol. Parte 2: Condiciones de funcionamiento. Sección 1: Alimentación y compatibilidad electromagnética.*
- [14] CEI 61000-6-2:1999 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 6-2: Normas genéricas. Norma genérica de inmunidad en entornos industriales.*
- [15] CEI 61326-1:2000 – *Material eléctrico para medida, control y uso en laboratorio. Requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM).*
- [16] CEI 61812-1:1996 – *Relés de tiempo especificado para aplicaciones industriales. Parte 1: Requisitos y ensayos.*

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD DE VIGO