

Diciembre 2000

TÍTULO

Compatibilidad electromagnética (CEM)

Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida

Sección 28: Ensayos de inmunidad a la variación de la frecuencia de alimentación

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-28: Testing and measurement techniques. Variation of power frequency, immunity test.

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4-28: Techniques d'essai et de mesure. Essai d'immunité à la variation de la fréquence d'alimentation.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61000-4-28 de marzo 2000, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 61000-4-28:1999.

OBSERVACIONES

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 208 *Compatibilidad Electromagnética* cuya Secretaría desempeña UNESA.

ICS 33.100.20

Versión en español

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida
Sección 28: Ensayos de inmunidad a la variación de la frecuencia de alimentación
(CEI 61000-4-28:1999)

Electromagnetic compatibility (EMC).
Part 4-28: Testing and measurement techniques. Variation of power frequency, immunity test.
(IEC 61000-4-28:1999)

Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4-28: Techniques d'essai et de mesure. Essai d'immunité à la variation de la fréquence d'alimentation.
(CEI 61000-4-28:1999)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).
Teil 4-28: Prüf- und Messverfahren. Prüfung der Störfestigkeit gegen Schwankungen der energietechnischen Frequenz (Netzfrequenz).
(IEC 61000-4-28:1999)

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 2000-01-01. Los miembros de CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CENELEC, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CENELEC en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CENELEC son los comités electrotécnicos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CENELEC
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 35 B-1050 Bruxelles

© 2000 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CENELEC.

ANTECEDENTES

El texto del documento 77A/287/FDIS, futura edición 1 de la Norma CEI 61000-4-28, preparado por el SC 77A, "Fenómenos de baja frecuencia", del TC 77, "Compatibilidad electromagnética" de CEI, fue sometido al voto paralelo CEI-CENELEC y fue aprobado por CENELEC como EN 61000-4-28 el 2000-01-01.

Se fijaron las siguientes fechas:

- Fecha límite en la que la norma EN debe ser adoptada a nivel nacional por publicación de una norma nacional idéntica o por ratificación (dop) 2000-10-01
- Fecha límite de retirada de las normas nacionales divergentes (dow) 2003-01-01

Los anexos designados como "normativos" forman parte del cuerpo de la norma.

Los anexos designados como "informativos" se dan sólo para información.

En esta norma el anexo ZA es normativo y los anexos A y B son informativos.

El anexo ZA ha sido añadido por CENELEC.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional CEI 61000-4-28:1999 fue aprobado por CENELEC como norma europea sin ninguna modificación.

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	6
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	7
2 NORMAS PARA CONSULTA	7
3 GENERALIDADES	7
4 DEFINICIONES	8
5 NIVELES DE ENSAYO.....	8
6 EQUIPO DE ENSAYO	9
6.1 Generadores de ensayo: características y funcionamiento.....	9
6.2 Verificación de las características	9
7 INSTALACIÓN DEL ENSAYO	9
8 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	10
8.1 Condiciones de referencia en el laboratorio	10
8.2 Ejecución del ensayo.....	10
9 RESULTADOS E INFORME DE ENSAYO	10
ANEXO A (Informativo) FUENTES Y EFECTOS DE LAS VARIACIONES DE LA FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN	13
ANEXO B (Informativo) CLASES DE ENTORNOS ELECTROMAGNÉTICOS	14
Fig. 1 – Secuencia de variaciones de frecuencia	11
Fig. 2 – Ejemplo de duración transitoria t_p.....	12
Fig. 3 – Esquema de la instrumentación del ensayo con un amplificador de potencia	12

INTRODUCCIÓN

Esta norma es parte de la serie CEI 61000, estructurada como sigue:

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 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: Guías de instalación y de atenuación

Guías de instalación

Métodos y dispositivos de atenuación

Parte 6: Normas genéricas

Parte 9: Misceláneo

Cada parte está a su vez subdividida en varias partes que serán publicadas como normas internacionales, como especificaciones técnicas o como informes técnicos, algunas de las cuales han sido ya publicadas como secciones. Otras serán publicadas con el número de la parte seguido de un guión y de un segundo número identificando la subdivisión.

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida
Sección 28: Ensayos de inmunidad a la variación de la frecuencia de alimentación

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la CEI 61000 es una publicación básica de CEM (compatibilidad electromagnética). Trata sobre los ensayos de inmunidad para equipos eléctricos y/o electrónicos en su entorno electromagnético. Sólo se consideran fenómenos conducidos, incluyendo ensayos de inmunidad para equipos conectados a redes públicas e industriales.

El objeto de esta sección es establecer una referencia para evaluar la inmunidad de equipos eléctricos y electrónicos cuando son sometidos a variaciones de la frecuencia de alimentación.

Esta norma se aplica a equipos eléctricos y/o electrónicos conectados a una red de distribución de 50 Hz o 60 Hz, con una corriente asignada limitada a 16 A por fase.

No se aplica a equipos eléctricos y/o electrónicos conectados a redes de distribución de corriente alterna a 400 Hz. Los ensayos concernientes a estas redes serán cubiertos en otras normas CEI.

En general, los equipos eléctricos y electrónicos no son susceptibles a variaciones pequeñas de la frecuencia de alimentación. Conviene que los ensayos según esta norma se limiten a los productos que se estime sean susceptibles a las variaciones de frecuencia a causa de su diseño, entorno o a consecuencia de un fallo.

Los niveles de ensayos de inmunidad requeridos para un entorno electromagnético específico, así como los criterios de funcionamiento, están indicados en la norma de producto, de familia de productos o en las normas genéricas según sea aplicable.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación las ediciones indicadas estaban 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 60068-1 – *Ensayos ambientales. Parte 1: Generalidades y guía.*

CEI 61000-2-4 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 2: Entorno. Sección 4: Niveles de compatibilidad en las instalaciones industriales para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia.*

3 GENERALIDADES

El propósito de estos ensayos es estudiar los efectos de las variaciones de frecuencia de alimentación sobre los equipos que puedan ser sensibles a estas perturbaciones. Los efectos en general son instantáneos.

Los equipos eléctricos y electrónicos pueden ser afectados por las variaciones de frecuencia de alimentación.

La frecuencia de la corriente alterna que provenga de redes públicas está ligada directamente a la velocidad de rotación de los generadores, así como la alimentación alterna que provenga de un alternador separado de la red pública. La frecuencia depende en todo instante del equilibrio dinámico entre las cargas y la capacidad de las centrales eléctricas. Como consecuencia, si cambia este equilibrio dinámico, ocurrirán pequeños cambios en la frecuencia. El tamaño y duración de estos cambios dependen de las características de variación de las cargas y la respuesta de la central eléctrica a estas variaciones. Si la alimentación proviene de un convertidor independiente, la frecuencia puede estar definida por el circuito de control, y por lo tanto es fija.

La frecuencia de las redes públicas es, en condiciones normales, definida por el distribuidor generalmente en términos de un valor nominal (50 Hz o 60 Hz) con una pequeña anchura de banda en la cual están limitadas las variaciones de frecuencia. De todos modos, para los sistemas sin interconexión (pequeñas redes aisladas como islas), las variaciones de frecuencia pueden ser mayores, y como consecuencia más importantes.

Las variaciones de frecuencia pueden afectar a

- sistemas de control referidos al tiempo (errores de medida, pérdida de sincronización etc.);
- equipos incluyendo filtros pasivos (pérdida de sintonía).

4 DEFINICIONES

En el ámbito de esta parte de la Norma CEI 61000, se aplican las definiciones y términos siguientes, así como las definiciones de la Norma CEI 60050(161).

4.1 inmunidad: Aptitud de un dispositivo, equipo o sistema para funcionar sin degradación en presencia de una perturbación electromagnética [VEI 161-01-20].

4.2 mal funcionamiento: Fin de la posibilidad de un equipo de ejecutar las funciones previstas, o ejecución de funciones no intencionadas por el equipo.

5 NIVELES DE ENSAYO

El ensayo se realiza a la tensión nominal de la red.

El equipo sometido a ensayo (ESE) está inicialmente en funcionamiento a una frecuencia de la red f_1 , y después es sometido a una secuencia de variaciones de frecuencia de acuerdo con la figura 1.

$\Delta f/f_1$ Se define como un porcentaje de la frecuencia nominal f_1 .

Los valores utilizados para los ensayos están especificados en la tabla 1.

Tabla 1
Niveles de ensayo para las variaciones de frecuencia

Niveles de ensayo	Variación de frecuencia ($\Delta f/f_1$)	Duración transitoria t_p
Nivel 1	Ningún ensayo requerido	Ningún ensayo requerido
Nivel 2	$\pm 3\%$	10 s
Nivel 3	+4% -6%	10 s
Nivel 4	$\pm 15\%$	1 s
Nivel X	Abierto	Abierto

Durante la duración transitoria, t_p , (véase la figura 2), el cambio máximo de frecuencia por ciclo debe ser inferior al 0,5% de f_1 .

Los niveles 1 y 2 están especificados para los equipos que correspondan, respectivamente, a las clases 1 y 2 de la Norma CEI 61000-2-4 (véase el anexo B).

Los niveles 3 y 4 están especificados para los equipos cuyo mal funcionamiento es crítico para una aplicación específica. Esos dos niveles de ensayo cubren las variaciones de frecuencia durante el 100% de la semana.

El nivel 3 está especificado para redes interconectadas y el nivel 4 está especificado para redes no interconectadas.

X es un nivel de ensayo abierto. Todos los niveles pueden ser propuestos por un comité de producto, pero el valor no debe ser menor de nivel 2 para equipos conectados a redes públicas.

NOTA – Es conveniente sin embargo que los límites de frecuencia de funcionamiento inferior y superior definidos por el fabricante del producto no sean sobrepasados.

6 EQUIPO DE ENSAYO

6.1 Generadores de ensayo: características y funcionamiento

El generador debe estar preparado para prevenir la emisión de perturbaciones importantes que puedan influenciar el resultado del ensayo si son inyectadas en la red de alimentación.

Tabla 2
Características del generador

Precisión de la tensión de salida	$\pm 2\%$
Potencia de salida de la corriente y la tensión	El generador debe ser capaz de proporcionar una tensión y una corriente suficientes según el tipo de ESE
Precisión de fase para cada una de las fases	2° (0,5% de 360°)
Precisión de la frecuencia	0,3% de f_1 (50 Hz o 60 Hz)
Intervalo de variación de frecuencia	$f_1 \pm 20\%$
Precisión de la duración del ensayo	$\pm 10\%$

6.2 Verificación de las características

Dada la amplia gama de ESEs, es posible emplear generadores de ensayos con distintas potencias de salida, en función de los ensayos a efectuar.

El usuario debe verificar que el generador de ensayo cumpla con las especificaciones de las características y funcionamiento indicadas en la tabla 2 para el ensayo de un ESE en particular.

El funcionamiento del generador de ensayo puede ser verificado con una carga resistiva igual a la impedancia del ESE.

7 INSTALACIÓN DEL ENSAYO

La figura 3 representa la configuración de ensayo utilizada para la simulación de la alimentación.

Se emplean amplificadores de potencia y generadores de forma de onda.

Los ensayos efectuados en los ESEs trifásicos se efectúan por medio de generadores con sincronización entre cada fase.

8 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Antes de comenzar el ensayo de un determinado equipo, es necesario preparar un programa de ensayo.

Se recomienda que el programa de ensayo integre los elementos siguientes:

- la designación de tipo del ESE;
- información acerca de las conexiones posibles (clavijas, bornes, etc.), así como los cables y periféricos correspondientes;
- los bornes de alimentación del equipo a ensayar;
- los modos de funcionamiento representativos del ESE para el ensayo;
- los criterios de funcionamiento utilizados y definidos en las especificaciones técnicas;
- la descripción de la instalación del ensayo.

Si las fuentes reales de señal necesarias para el funcionamiento del ESE no están disponibles, pueden ser simuladas.

Para cada ensayo, se debe registrar cualquier degradación del funcionamiento. Es conveniente que el equipo de control sea capaz de mostrar el estado del modo de funcionamiento del ESE durante y después de los ensayos. Después del ensayo, se debe efectuar una verificación funcional representativa.

8.1 Condiciones de referencia en el laboratorio

Los ensayos deben ser ejecutados dentro de las condiciones climáticas normalizadas de acuerdo con la Norma CEI 60068-1.

Temperatura: 15 °C a 35 °C.

Humedad relativa: 25% a 75%.

Presión barométrica: 86 kPa a 106 kPa.

NOTA – Cualquier otro valor puede venir dado en las especificaciones del producto.

El ESE debe funcionar en sus condiciones climáticas previstas.

8.2 Ejecución del ensayo

El ESE debe ensayarse utilizando el nivel de ensayo adecuado. Cada ensayo debe ser efectuado tres veces según la figura 2. Se debe ensayar cada modo de funcionamiento representativo.

Para un sistema trifásico, las tres fases deben ser ensayadas simultáneamente. La variación de la frecuencia se aplica simultáneamente a las tres fases.

9 RESULTADOS E INFORME DE ENSAYO

Este capítulo proporciona una guía para la evaluación de los resultados de los ensayos y para el informe de ensayo relativo a esta parte de la serie CEI 61000.

La variedad y diversidad de equipos y sistemas a ensayar hacen difícil establecer los efectos de este ensayo en los equipos y los sistemas.

Los resultados de los ensayos deben ser clasificados de la manera siguiente, sobre la base de las condiciones de funcionamiento y las especificaciones funcionales del ESE, salvo en el caso de especificaciones diferentes dadas por el comité de producto, o por las especificaciones de producto:

- a) funcionamiento normal dentro de los límites fijados por las especificaciones;
- b) degradación temporal o pérdida de funcionamiento o de comportamiento que es autorecuperable;
- c) degradación temporal o pérdida de funcionamiento o de comportamiento que necesite la intervención de un operador o la reiniciación del sistema;
- d) degradación o pérdida de funcionamiento no recuperable debido a daños del equipo (componentes) o del software, o a una pérdida de datos.

La aplicación de los ensayos definidos en esta parte de la serie CEI 61000 no debe hacer que el equipo se torne peligroso o inseguro.

En el caso de ensayos de aceptación, el programa de ensayos y la interpretación de los resultados deben ser descritos en la norma específica del producto.

Como norma general, el resultado del ensayo es positivo si el equipo muestra su inmunidad durante el periodo de aplicación del ensayo, y si al final de los ensayos, cumple los requisitos funcionales establecidos en las especificaciones técnicas.

Las especificaciones técnicas pueden definir efectos sobre el ESE que puedan ser considerados insignificantes y, por tanto, aceptables.

Para estas condiciones, se debe verificar que el equipo es capaz de recuperar sus capacidades operativas por si mismo al final de la aplicación del ensayo; el intervalo de tiempo durante el cual el equipo pierde sus capacidades funcionales completas debe ser registrado. Estas verificaciones son obligatorias para la evaluación definitiva de los resultados de los ensayos.

El informe de ensayo debe incluir las condiciones de ensayo y los resultados de ensayo.

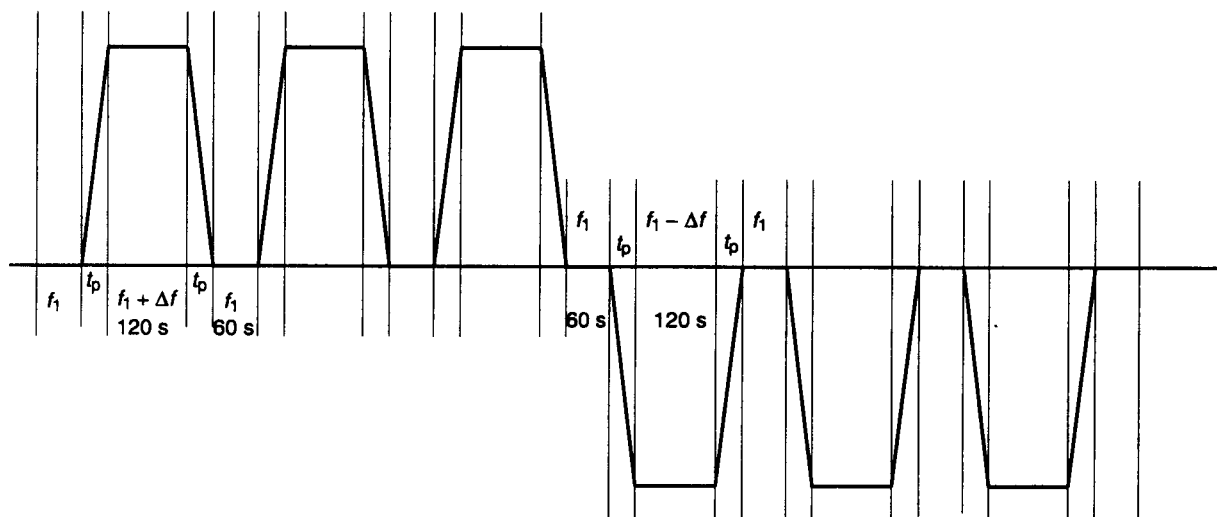


Fig. 1 – Secuencia de variaciones de frecuencia

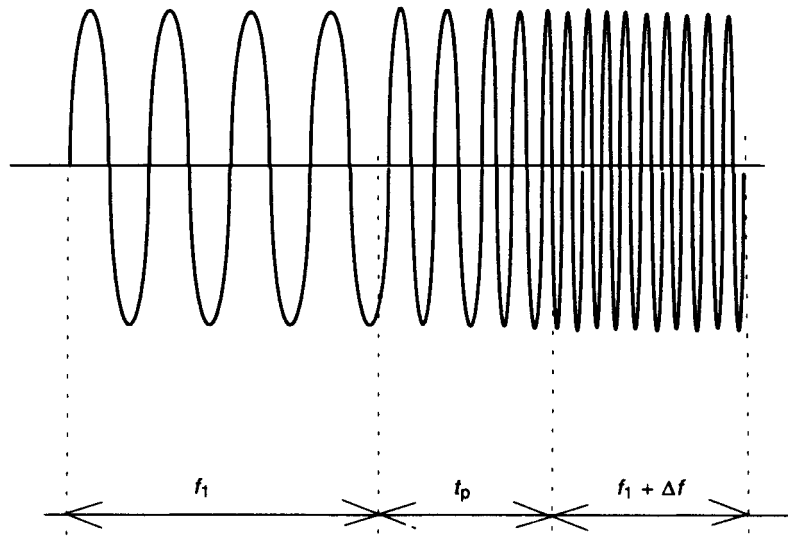


Fig. 2 – Ejemplo de duración transitoria t_p

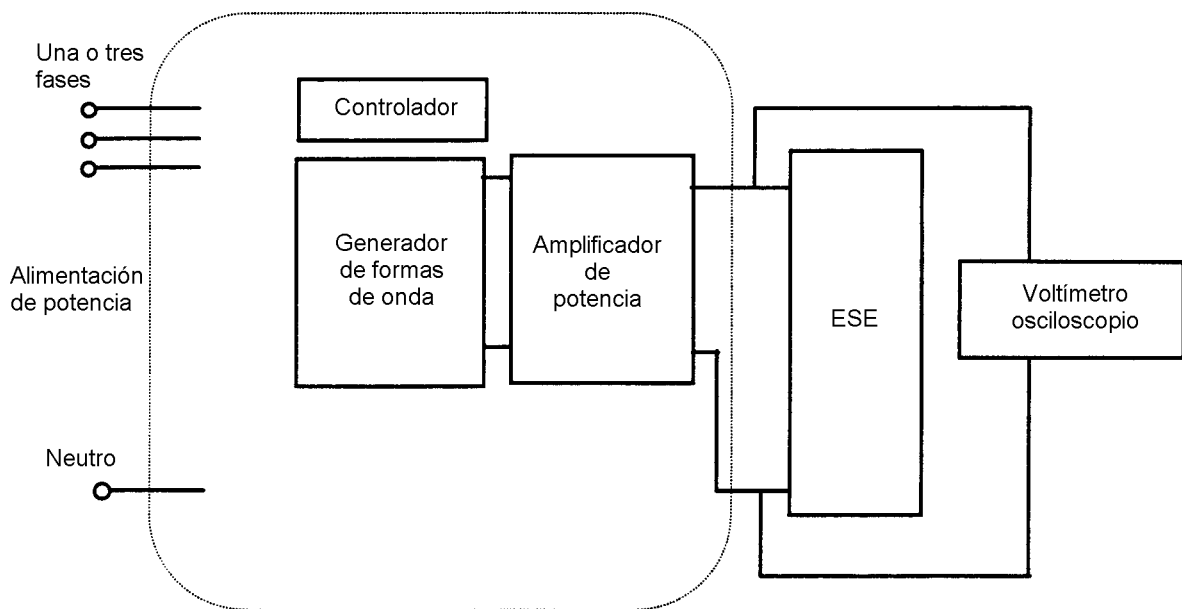


Fig. 3 – Esquema de la instrumentación del ensayo con un amplificador de potencia

ANEXO A (Informativo)

FUENTES Y EFECTOS DE LAS VARIACIONES DE LA FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN

A.1 Fuentes

En las redes públicas de distribución, existe normalmente un exceso de capacidad disponible con relación a la demanda de carga que permite mantener las variaciones de frecuencia dentro del ancho de banda declarado. De todos modos, se pueden producir condiciones de fallo raras en las que, por ejemplo, un grupo importante de cargas o de generadores sea desconectado, lo que provoca una variación de la frecuencia fuera de la banda de tolerancia normal. En tales casos, algunas de las cargas o generadores son desconectados automática o manualmente para restablecer el equilibrio en lo posible.

Las cargas giratorias cuya velocidad no está controlada normalmente consumen menos potencia a frecuencias más bajas, de modo que la pérdida de generación puede ser compensada hasta cierto punto mediante una demanda menor.

A.2 Efectos

Dentro de las tolerancias normales encontradas, el principal efecto de una variación de la frecuencia de alimentación es sobre la velocidad de las máquinas rotativas. Así, los relojes eléctricos conectados adelantarán o retrasarán y otros motores proporcionarán más o menos potencia, dependiendo el cambio de la relación par/velocidad de la carga. Las variaciones de frecuencia de alimentación pueden dar lugar a una modificación del ajuste de los filtros de armónicos.

Todos los equipos electrónicos que utilizan la frecuencia de alimentación como referencia de tiempos serán igualmente afectados.

ANEXO B (Informativo)**CLASES DE ENTORNOS ELECTROMAGNÉTICOS**

Las siguientes clases de entorno electromagnético han sido resumidas a partir de la Norma CEI 61000-2-4.

Clase 1

Esta clase se aplica a las redes protegidas y tiene niveles de compatibilidad inferiores a los de las redes públicas. Está relacionada con la utilización de equipos muy sensibles a las perturbaciones de la alimentación, como por ejemplo los instrumentos de laboratorios tecnológicos, ciertos automatismos y dispositivos de protección, algunos ordenadores, etc.

NOTA – Los entornos de la clase 1 contienen generalmente equipos que necesitan protecciones tales como fuentes de alimentación ininterrumpibles (UPS), filtros o supresores de sobretensión.

Clase 2

Esta clase se aplica a los puntos de conexión común (PCC para las redes de usuarios) y a los puntos de conexión interna (PCI) dentro de las instalaciones industriales en general. Los niveles de compatibilidad de esta clase son idénticos a los de las redes públicas; de ese modo, los componentes diseñados para su aplicación en redes públicas pueden ser utilizados en esta clase de entorno industrial.

Clase 3

Esta clase se aplica únicamente a PCI en entorno industrial. Tiene niveles de compatibilidad superiores a los de la clase 2 para ciertos fenómenos de perturbación. Por ejemplo, esta clase debería ser considerada cuando se cumpla alguna de estas condiciones:

- la mayor parte de la carga es alimentada a través de convertidores;
- hay máquinas de soldadura presentes;
- motores grandes se arrancan frecuentemente;
- las cargas varían rápidamente.

NOTA 1 – La alimentación de las cargas fuertemente perturbadoras, como hornos de arco y grandes convertidores que son alimentados generalmente por un juego de barras separado, frecuentemente tienen niveles de perturbación en exceso de la clase 3 (entorno severo). En tales situaciones especiales, los niveles de compatibilidad deberán ser acordados.

NOTA 2 – La clase aplicable para nuevas instalaciones industriales y extensiones de las existentes deben relacionarse con el tipo de equipo y proceso en consideración.

ANEXO ZA (Normativo)

OTRAS NORMAS INTERNACIONALES CON LAS REFERENCIAS DE LAS NORMAS EUROPEAS CORRESPONDIENTES

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras normas por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las normas citadas con fecha, sólo se aplican a esta norma europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa norma (incluyendo sus modificaciones)

NOTA – Cuando una norma internacional haya sido modificada por modificaciones comunes CENELEC, indicando (mod), se aplica la EN/HD correspondiente.

Norma Internacional	Fecha	Título	EN/HD	Fecha	Norma UNE correspondiente¹⁾
CEI 60050(161)	1990	Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI) Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética.	-	-	UNE 21302-161:1992
CEI 60068-1	1988	Ensayos ambientales. Parte 1: Generalidades y guía	EN 60068-1 ²⁾	1994	UNE-EN 60068-1:1997
CEI 61000-2-4 + correc. agosto	1994 1994	Compatibilidad Electromagnética (CEM). Parte 2: Entorno. Sección 4: Niveles de compatibilidad en las instalaciones industriales para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia	EN 61000-2-4	1994	UNE-EN 61000-2-4:1997

1) Esta columna se ha introducido en el anexo original de la norma europea únicamente con carácter informativo a nivel nacional.

2) EN 60068-1:1998 incluye el corrigendum de octubre 1998 y A1:1992 a CEI 60068-1.

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