

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4-41: Técnicas de ensayo y de medida
Ensayos de inmunidad radiada de banda ancha

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico
CTN-UNE 208 *Compatibilidad electromagnética*, cuya
secretaría desempeña UNE.

EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN IEC 61000-4-41

UNE-EN IEC 61000-4-41

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4-41: Técnicas de ensayo y de medida
Ensayos de inmunidad radiada de banda ancha

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-41: Testing and measurement techniques. Broadband radiated immunity tests.

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4-41: Techniques d'essai et de mesure. Essais d'immunité aux rayonnements à large bande.

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN IEC 61000-4-41:2025, que a su vez adopta la Norma Internacional IEC 61000-4-41:2024.

EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN IEC 61000-4-41

Las observaciones a este documento han de dirigirse a:

Asociación Española de Normalización

Génova, 6
28004 MADRID-España
Tel.: 915 294 900
info@une.org
www.une.org

© UNE 2025

Prohibida la reproducción sin el consentimiento de UNE.

Todos los derechos de propiedad intelectual de la presente norma son titularidad de UNE.

Índice

Prólogo europeo	7
Declaración.....	7
Prólogo	8
Introducción.....	10
1 Objeto y campo de aplicación.....	12
2 Normas para consulta	12
3 Términos, definiciones y abreviaturas.....	12
3.1 Términos y definiciones.....	12
3.2 Abreviaturas.....	14
4 Generalidades.....	15
5 Niveles de ensayo y señal de ensayo.....	15
5.1 Niveles de ensayo	15
5.2 Señal de ensayo	16
5.3 Rango de frecuencia y ancho de banda de la señal de ensayo.....	19
5.4 Máscara espectral.....	19
5.5 Escalonamiento de frecuencia	21
5.6 Selección del nivel	21
6 Equipo de ensayo y procedimiento de ajuste de nivel	22
6.1 Instrumentación de ensayo	22
6.2 Descripción de la instalación de ensayo	23
6.3 UFA y validación de la forma del espectro	23
6.3.1 Generalidades.....	23
6.3.2 Comprobación de saturación y validación del espectro.....	23
7 Configuración de ensayo	25
8 Procedimiento de ensayo	25
8.1 Tamaño de los pasos y ancho de banda de la señal de ensayo.....	25
8.2 Señal de ensayo y ajuste del nivel	25
9 Evaluación de los resultados del ensayo.....	26
10 Informe de ensayo.....	26
Anexo A (Informativo) Información sobre la generación de señales de ensayo	28
A.1 Generalidades.....	28
A.2 Generación de ruido real.....	28
A.3 Secuencia de ruido pseudoaleatoria	29
Anexo B (Informativo) Antenas generadoras de campo	33
Anexo C (Informativo) Señales 4G y 5G	34
C.1 Resumen de la tecnología de interfaz de radio de 4G y 5G.....	34
C.1.1 Generalidades.....	34
C.1.2 Descripción general de la componente RIT: E-UTRA/LTE	34
C.1.3 Descripción general de la componente RIT: NR.....	37

C.2	Simulación de la señal 5G	37
C.3	Aplicación de una señal de modelo de ensayo.....	40
Anexo D (Informativo) Directrices para la selección de niveles de ensayo		43
D.1	Generalidades.....	43
D.2	Niveles de ensayo para fines generales.....	44
D.3	Niveles de ensayo relacionados con la protección contra emisiones de radiofrecuencia de las comunicaciones 4G/5G	44
D.4	Directrices para obtener un nivel de ensayo a partir de una distribución de campo	48
Anexo E (Informativo) Incertidumbre de medición debida a la instrumentación de ensayo.....		51
Anexo F (Informativo) Caracterización de la señal de ensayo.....		52
F.1	Generalidades.....	52
F.2	Generación de la señal de ensayo.....	52
F.3	Definición del factor de cresta	52
F.4	Determinación del factor de cresta.....	53
F.4.1	Determinación matemática para el uso de un generador de formas de onda arbitrarias	53
F.4.2	Función de distribución acumulativa complementaria (CCDF)	53
F.5	Saturación del amplificador	54
F.6	Métodos de medición	55
F.6.1	Generalidades.....	55
F.6.2	Método del analizador de espectro.....	56
F.6.3	Medición en el dominio del tiempo con un osciloscopio rápido	56
F.6.4	Método del medidor de potencia.....	58
F.7	Comparación de los resultados de la medición del factor de cresta.....	58
Bibliografía		59
Anexo ZA (Normativo) Otras normas internacionales citadas en esta norma con las referencias de las normas europeas correspondientes.....		60
Figura 1 – Ejemplo de la envolvente de una señal de ensayo de un ancho de 100 MHz en el dominio de frecuencia.....		17
Figura 2 – Ejemplo de la envolvente de una señal de ensayo de un ancho de 100 MHz en el dominio del tiempo		18
Figura 3 – Señal de ensayo modulada por impulsos, con un periodo de 10 ms y un ciclo de trabajo del 50 %.....		18
Figura 4 – Máscara espectral de la señal de ensayo de banda ancha a la salida del amplificador de potencia		20
Figura A.1 – Principio de generación de ruido real.....		28
Figura A.2 – Ejemplo de una señal de ruido real de banda ancha limitada de 100 MHz a una frecuencia central de 1 GHz.....		29
Figura A.3 – Principio de generación de señales de banda ancha con banda limitada con un generador de formas de onda arbitrarias.....		29
Figura A.4 – Ejemplo de espectro de señal de una señal de ruido pseudoaleatorio de banda limitada (medida con un ancho de banda de 120 kHz)		31
Figura A.5 – Extracto de la señal de ruido pseudoaleatorio de banda limitada en el dominio del tiempo (medida con un osciloscopio)		31

Figura A.6 – Extracto del espectro de señal de una señal de ruido pseudoaleatorio de banda limitada (medida con un ancho de banda de 10 Hz, normalizada a un ancho de banda de 1 Hz)	32
Figura C.1 – Estructura de tiempo/frecuencia de enlace ascendente/descendente para FDD y TDD	35
Figura C.2 – Asimetrías de enlace ascendente-descendente soportadas por la RIT E-UTRA/LTE (TDD).....	36
Figura C.3 – Ejemplo de un espectro OFDM.....	38
Figura C.4 – Ejemplos de un espectro de la señal de ensayo en el dominio de la frecuencia	39
Figura C.5 – Ejemplos de espectro de la señal de ensayo en el dominio del tiempo.....	40
Figura C.6 – Ejemplo de una forma de onda de potencia equivalente y espectro para NR-FR1-TM1.1	42
Figura C.7 – Ejemplo de medición de la potencia de canal para NR-FR1-TM1.1.....	42
Figura D.1 – Ejemplo de medición de la potencia de canal sobre un espectro 5G	50
Figura F.1 – CCDF de una señal de ruido gaussiano blanco de banda limitada.....	54
Figura F.2 – CCDF de una señal de ruido gaussiano blanco de banda limitada a la salida del amplificador para diferentes niveles del generador de señal	55
Figura F.3 – Diagrama de configuración de ensayo para ensayos de inmunidad radiada	56
Figura F.4 – Oscilograma de una señal de ruido gaussiano de un ancho de 20 MHz con una frecuencia central de 700 MHz en el generador de señales	57
 Tabla 1 – Niveles de ensayo	 16
Tabla 2 – Modulación de impulsos de la señal de ensayo	17
Tabla 3 – Rangos de frecuencia y ancho de banda de la señal de ensayo	19
Tabla 4 – Requisitos de la señal de ensayo	20
Tabla C.1 – Ejemplos de la señal del modelo de ensayo	41
Tabla D.1 – Ejemplos de niveles de ensayo, distancias de protección asociadas – Teléfonos móviles y portátiles con comunicaciones 4G/5G	46
Tabla D.2 – Ejemplos de niveles de ensayo, distancias de protección asociadas – Estaciones base de comunicaciones 4G/5G.....	47
Tabla F.1 – Medición de factores de cresta con diferentes métodos.....	58

Prólogo europeo

El texto del documento 77B/892/FDIS, futura edición 1 de la Norma IEC 61000-4-41, preparado por el Subcomité SC 77B, *Fenómenos de alta frecuencia*, del Comité Técnico TC 77, *Compatibilidad electromagnética*, de IEC, fue sometido a voto paralelo IEC-CENELEC y fue aprobado por CENELEC como Norma EN IEC 61000-4-41:2025.

Se fijaron las siguientes fechas:

- | | | |
|---|-------|------------|
| - Fecha límite en la que la norma europea debe adoptarse a nivel nacional por publicación de una norma nacional idéntica o por ratificación | (dop) | 2026-01-31 |
| - Fecha límite en la que deben retirarse las normas nacionales divergentes con esta norma | (dow) | 2028-01-31 |

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CENELEC no es responsable de la identificación de dichos derechos de patente.

Cualquier comentario o pregunta sobre este documento debería dirigirse al organismo nacional de normalización del usuario. En la página web de CENELEC se puede encontrar un listado completo de estos organismos.

Declaración

El texto de la Norma IEC 61000-4-41:2024 fue aprobado por CENELEC como norma europea sin ninguna modificación.



Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4-41: Técnicas de ensayo y de medida
Ensayos de inmunidad radiada de banda ancha

Prólogo

- 1) IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) es una organización mundial para la normalización, que comprende todos los comités electrotécnicos nacionales (Comités Nacionales de IEC). El objetivo de IEC es promover la cooperación internacional sobre todas las cuestiones relativas a la normalización en los campos eléctrico y electrónico. Para este fin y también para otras actividades, IEC publica Normas Internacionales, Especificaciones Técnicas, Informes Técnicos, Especificaciones Disponibles al Público (PAS) y Guías (de aquí en adelante "Publicaciones IEC"). Su elaboración se confía a los comités técnicos; cualquier Comité Nacional de IEC que esté interesado en el tema objeto de la norma puede participar en su elaboración. Organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con IEC también participan en la elaboración. IEC colabora estrechamente con la Organización Internacional de Normalización (ISO), de acuerdo con las condiciones determinadas por acuerdo entre ambas.
- 2) Las decisiones formales o acuerdos de IEC sobre materias técnicas expresan, en la medida de lo posible, un consenso internacional de opinión sobre los temas relativos a cada comité técnico en los que existe representación de todos los Comités Nacionales interesados.
- 3) Los documentos producidos tienen la forma de recomendaciones para uso internacional y se aceptan en este sentido por los Comités Nacionales mientras se hacen todos los esfuerzos razonables para asegurar que el contenido técnico de las publicaciones IEC es preciso, IEC no puede ser responsable de la manera en que se usan o de cualquier mal interpretación por parte del usuario.
- 4) Con el fin de promover la unificación internacional, los Comités Nacionales de IEC se comprometen a aplicar de forma transparente las Publicaciones IEC, en la medida de lo posible en sus publicaciones nacionales y regionales. Cualquier divergencia entre la Publicación IEC y la correspondiente publicación nacional o regional debe indicarse de forma clara en esta última.
- 5) IEC no proporciona certificados de conformidad. Los organismos de certificación independientes proporcionan servicios de evaluación de la conformidad y, en ciertas áreas, acceso a las marcas de conformidad de IEC. IEC no se hace responsable de los servicios realizados por organismos de certificación independientes.
- 6) Todos los usuarios deberían asegurarse de que tienen la última edición de esta publicación.
- 7) No se debe adjudicar responsabilidad a IEC o sus directores, empleados, auxiliares o agentes, incluyendo expertos individuales y miembros de sus comités técnicos y comités nacionales de IEC por cualquier daño personal, daño a la propiedad u otro daño de cualquier naturaleza, directo o indirecto, o por costes (incluyendo costes legales) y gastos derivados de la publicación, uso o confianza de esta publicación IEC o cualquier otra publicación IEC.
- 8) Se debe prestar atención a las normas para consulta citadas en esta publicación. La utilización de las publicaciones referenciadas es indispensable para la correcta aplicación de esta publicación.
- 9) Se debe prestar atención a la posibilidad de que algunos de los elementos de esta Publicación IEC puedan ser objeto de derechos de patente. No se podrá hacer responsable a IEC de identificar alguno o todos esos derechos de patente.

La Norma IEC 61000-4-41 ha sido elaborada por el subcomité 77B: Fenómenos de alta frecuencia, del comité técnico 77 de IEC: Compatibilidad electromagnética.

Constituye la Parte 4-41 de la Norma IEC 61000. Tiene la categoría de norma básica de CEM de acuerdo con la Guía IEC 107.

El texto de esta norma se basa en los documentos siguientes:

Proyecto	Informe de voto
77B/892/FDIS	77B/895/RVD

El informe de voto indicado en la tabla anterior ofrece toda la información sobre la votación para la aprobación de esta norma.

Esta norma ha sido elaborada de acuerdo con las Directivas ISO/IEC, Parte 2 y desarrollada de acuerdo con las Directivas ISO/IEC, Parte 1 y las Directivas ISO/IEC, Suplemento IEC, disponible en www.iec.ch/members_experts/refdocs. Los principales tipos de documentos desarrollados por IEC se describen con mayor detalle en www.iec.ch/standardsdev/publications.

En la página web de IEC puede encontrarse una lista de todas las partes de la serie de Normas IEC 61000, publicadas bajo el título general *Compatibilidad electromagnética (CEM)*.

El comité ha decidido que el contenido de esta norma (la norma base y sus modificaciones) permanezca vigente hasta la fecha de mantenimiento indicada en la página web de IEC "<http://webstore.iec.ch>" en los datos relativos a la norma específica. En esa fecha, la norma será

- confirmada;
- anulada; o
- reemplazada por una edición revisada.



LOS DERECHOS DE REPRODUCCIÓN DE ESTA PUBLICACIÓN ESTÁN PROTEGIDOS

Copyright © IEC, Ginebra, Suiza

Reservados todos los derechos de reproducción. A menos que se especifique de otra manera, ninguna parte de esta publicación se puede reproducir ni utilizar de cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o microfilm, sin el permiso por escrito de IEC o del Comité Nacional miembro de IEC en el país del solicitante.

Cualquier pregunta sobre los derechos de reproducción de IEC o sobre la forma de obtener derechos adicionales sobre esta publicación, deberá remitirse a la siguiente dirección de IEC o del Comité Nacional Español miembro de IEC.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

Introducción

La Norma IEC 61000 se publica en partes separadas de acuerdo con la siguiente estructura:

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 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: Varios

Cada parte se subdivide a su vez en varias partes, publicadas como normas internacionales, especificaciones técnicas o informes técnicos, algunas de ellas ya se han publicado como secciones. Otras se publicarán con el número de la parte seguido de un guion y de un segundo número identificando la subdivisión (ejemplo: IEC 61000-6-1).

Esta parte es una norma que establece los requisitos de inmunidad y los procedimientos de ensayo relacionados con las perturbaciones radiadas generadas por señales de banda ancha.

Las señales de comunicación digital modernas operan en múltiples frecuencias, como la multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), y utilizan anchos de banda que van desde decenas de MHz hasta cientos de MHz, empleando la tecnología de transmisión dentro de la banda por duplexación por división de tiempo (TDD) o, por duplexación por división de frecuencia (FDD) o ambas. Estas señales de banda ancha pueden causar una degradación del rendimiento o el mal funcionamiento de otros equipos, o ambos. En esta norma, la perturbación no es un barrido de frecuencia de una señal de banda estrecha, sino una señal de banda ancha con múltiples frecuencias coexistentes que se escalona a través del rango de frecuencia deseado.

Son ejemplos de señales de banda ancha las señales LTE y las señales de comunicación móvil 5G.

1 Objeto y campo de aplicación

Esta parte de la Norma IEC 61000 se refiere a las perturbaciones radiadas de banda ancha generadas, por ejemplo, por dispositivos o servicios de comunicación, transmisores, fuentes electromagnéticas industriales o cualquier otro dispositivo capaz de generar dicha señal.

El objetivo de esta norma es establecer una referencia común para evaluar la inmunidad de los equipos eléctricos y electrónicos sometidos a campos electromagnéticos radiados de banda ancha.

Esta norma especifica los ensayos en rangos de frecuencia superiores a 80 MHz, limitados únicamente por las capacidades de la instrumentación de ensayo disponible comercialmente.

2 Normas para consulta

Los documentos indicados a continuación, en su totalidad o en parte, son normas para consulta indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluida cualquier modificación de ésta).

IEC 61000-4-3:2020, *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-3: Técnicas de ensayo y de medida. Ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos, radiados y de radiofrecuencia.*