

Nuevos niveles de compatibilidad

IEC 61000-2-4 y 61000-2-2

José María Romero Gordon
Innovación E-distribución (ENEL)

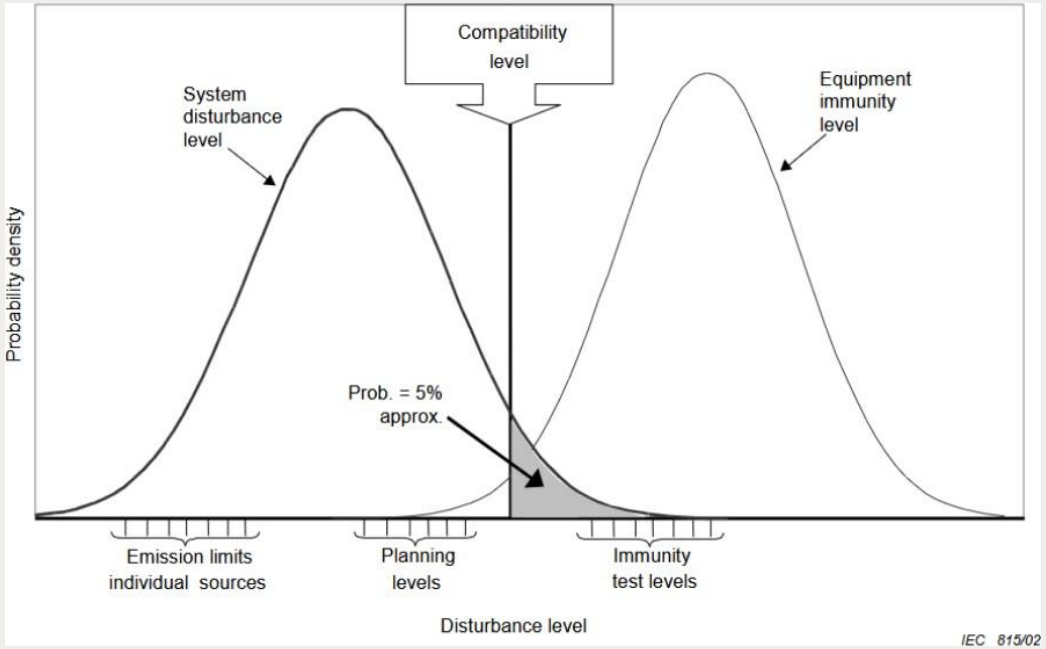
cigre
For power system expertise

e-distribución

Introducción

Normas IEC de compatibilidad

- La serie **IEC 61000-2-X** define los niveles de compatibilidad (CL) a nivel internacional para perturbaciones conducidas.
  - IEC 61000-2-2 se aplica en redes públicas de distribución eléctrica.
  - IEC 61000-2-4 se aplica en entornos industriales.
  - Ambas se llevan en IEC SC77A WG8.
- No se van a tratar las perturbaciones radiadas, solo las conducidas.
  - La presentación se limitará a las frecuencias por debajo de los 150 kHz.
- Los niveles de compatibilidad marcan la referencia entre los de inmunidad y emisión.
  - La justificación técnica es que corresponden con el nivel esperado de una magnitud el 95% del tiempo.
- Necesidad de modificación de los niveles de compatibilidad (CL).
  - El despliegue masivo de electrónica de potencia es el que ha obligado a su actualización.



Entornos industriales

IEC 61000-2-4

- Hilo temporal.
  - IEC 61000-2-4:2002 es la primera edición.
  - IEC 61000-2-4:2024 es la última edición renovada.
- Ámbito de aplicación.
  - BT y MT.
  - IPC (Internal Point of Coupling).
  - Siempre detrás de un transformador de separación con la red pública.
- Necesidad de modificación.
  - El despliegue masivo de inversores solares, con frecuencias de conmutación de varios kHz, implica la existencia de filtros con resonancias entre 1 y 2 kHz.
  - Esta resonancia amplifica los armónicos, siendo críticos en los pares y triples, con niveles de compatibilidad demasiado bajos.

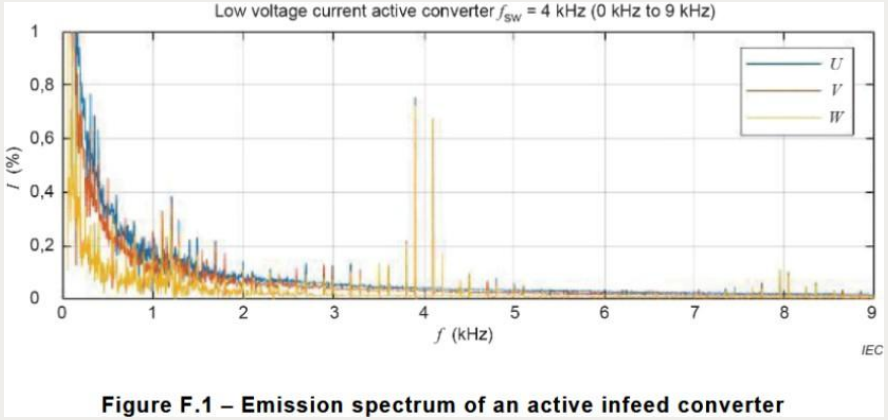
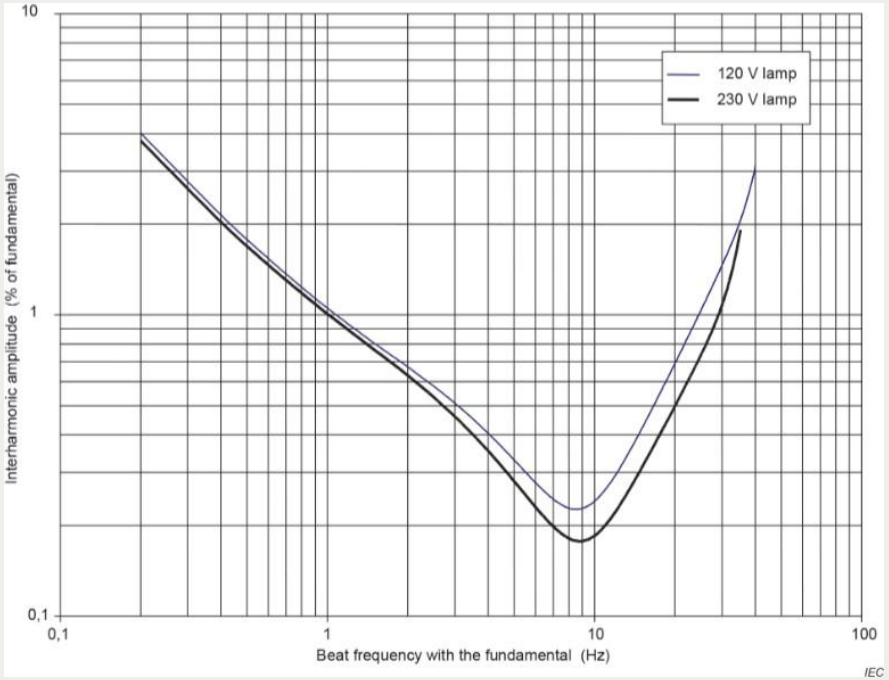


Figure F.1 – Emission spectrum of an active infeed converter

Principales modificaciones

IEC 61000-2-4

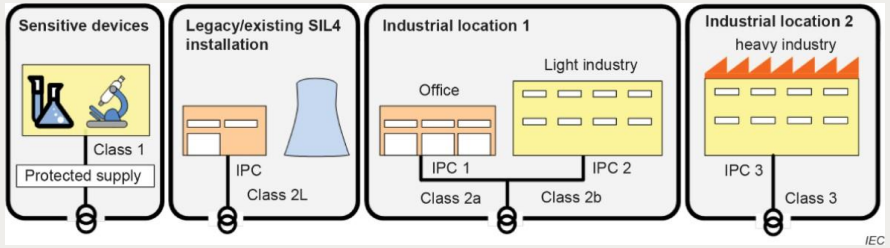
- Clases de entornos.
  - La clase 2 se divide en 2L, 2a y 2b.
- Armónicos.
  - Se pasa a limitar hasta el 40º, no el 50º.
  - Se incrementan determinados armónicos (pares y triples).
  - Se define una nueva tasa de distorsión global PWHD.
  - Se incluye la banda de 2-150 kHz.
- No cambia.
  - Tensiones → ±10% (todo el tiempo), [+10%, -15%] clase 3 y t<60s.
  - Huecos e interrupciones → nada.
  - Desequilibrio → 2%, 3% clase 3.
  - Frecuencia → ±1%, ±2% redes aisladas.
  - Interarmónicos → sólo h<0.2, curva de flicker y frecuencia de batido.

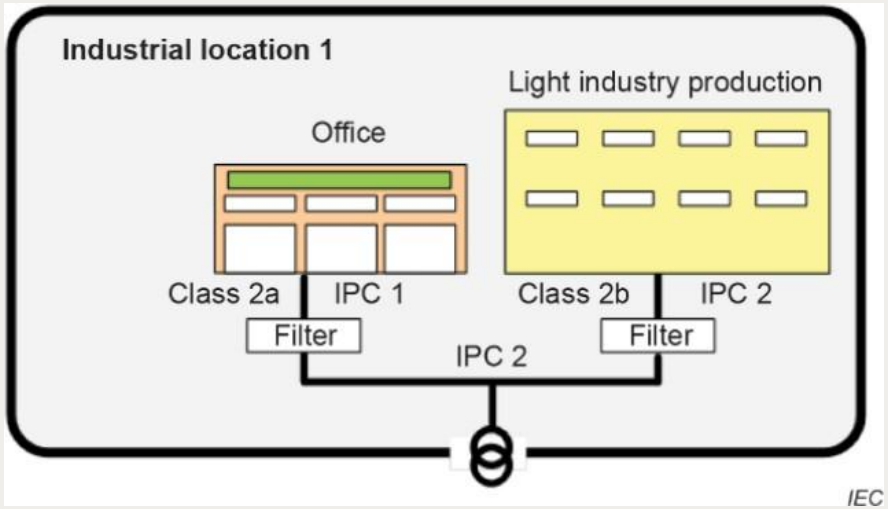


Nuevas clases de entornos

IEC 61000-2-4

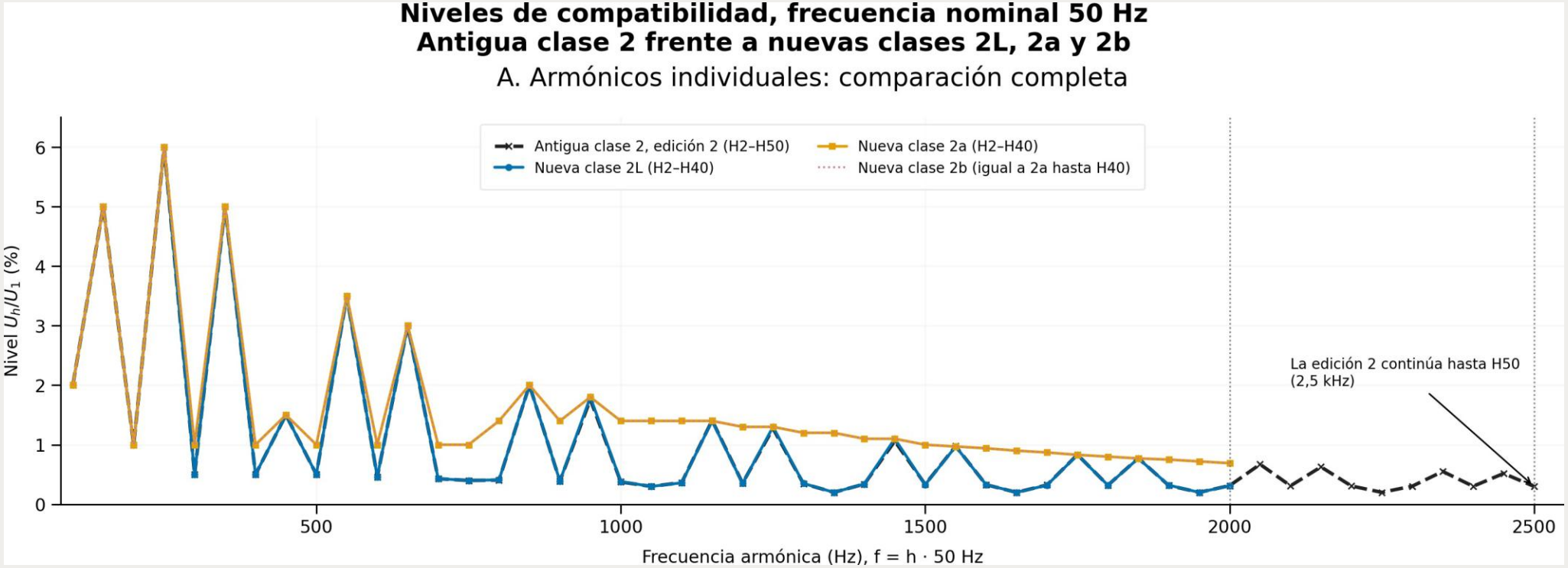
- Clases anteriores.
  - Clase 1: mejor que las redes públicas (entornos protegidos).
  - Clase 2: similar a redes públicas.
  - Clase 3: peor que las redes públicas (entornos severos).
- Nuevas clases — la Clase 2 se divide en:
  - **CL 2L**, para no tener que recertificar (p. ej. instalaciones nucleares).
    - Similar a la CL 2 anterior hasta H40
    - De H40 a 150 kHz, similar a CL 2a.
  - **CL 2a**, típicamente oficinas, sin conexión en paralelo de electrónica de potencia.
    - Algunos armónicos incrementados respecto a CL 2.
  - **CL 2b**, típicamente industria ligera y comercial, con conexión en paralelo desde el mismo transformador.
    - Igual que CL 2a hasta H40.
    - Mayores niveles en 2-150 kHz.
- Clases mantenidas:
  - **CL 1**, se mantienen prácticamente los armónicos hasta H40.
    - 2-150 kHz como CL 2a.
  - **CL 3**, mayores niveles hasta H40 y en 2-150 kHz.





Clases 2 – 2L – 2a – 2b: síntesis (armónicos, 50 Hz)

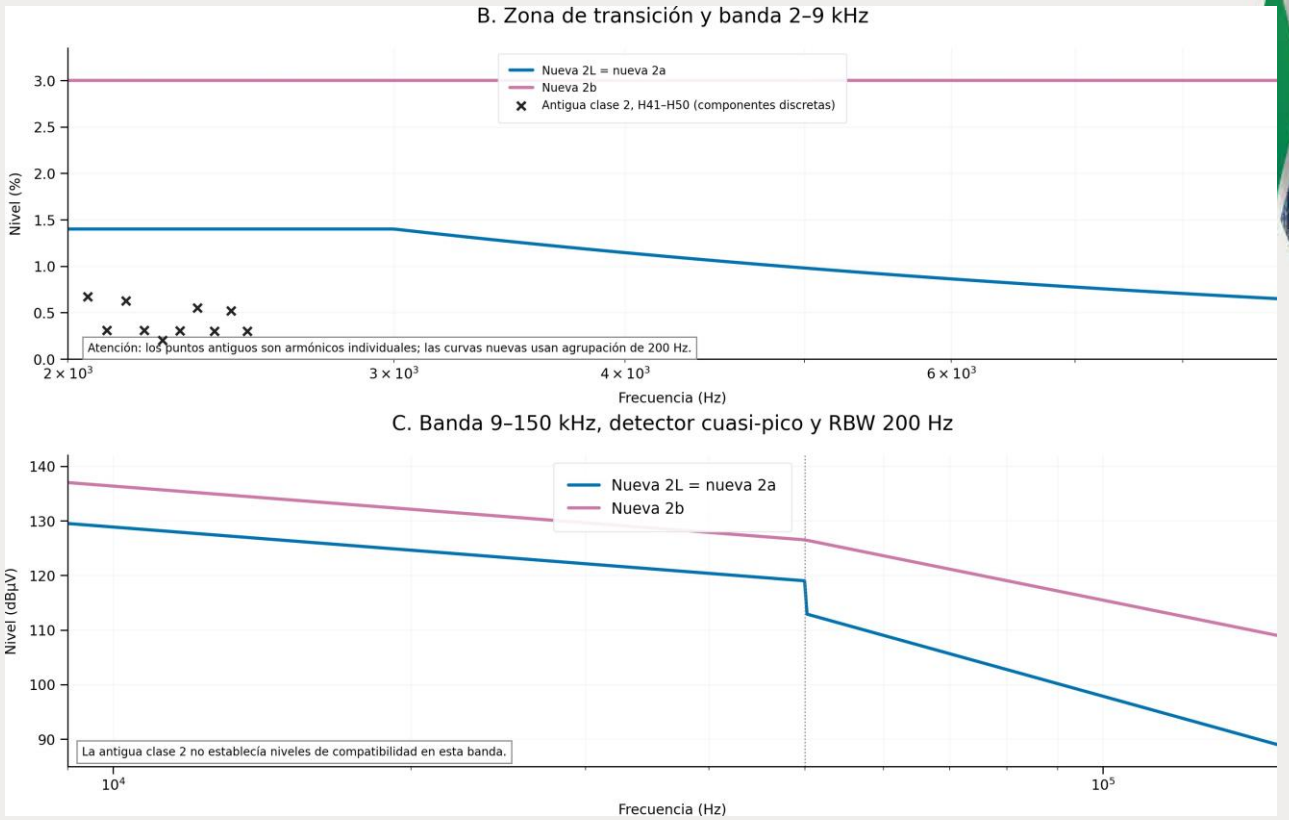
IEC 61000-2-4



Niveles de compatibilidad (Un/U1, %). La edición 2002 continuaba, con niveles decrecientes, hasta H50 (2,5 kHz); las nuevas clases limitan el análisis armónico a H40.

Clases 2 – 2L – 2a – 2b: síntesis (2-150 kHz)

IEC 61000-2-4



Zona de transición 2-9 kHz (distorsión en modo diferencial, 200 Hz) y banda 9-150 kHz (detector cuasi-pico, RBW 200 Hz).
La antigua clase 2 (edición 2002) no establecía niveles de compatibilidad en estas bandas, sólo armónicos individuales entre H40 y H50.

Nueva magnitud PWHD

IEC 61000-2-4

- Mantenimiento del nivel global de perturbaciones.
  - El aumento de las emisiones solo se produce en una banda limitada en torno a la resonancia del filtro de línea.
  - La Tabla 3 mantiene sin cambios el valor de THD e introduce una nueva magnitud, el PWHD.

partial weighted harmonic distortion
PWHD
ratio of the weighted sum of the squared harmonic components from order 14 to order 40, to the RMS value of the nominal component n

$$PWHD = \sqrt{\sum_{h=14}^{40} h \cdot \left(\frac{Q_h}{Q_n}\right)^2} \quad (2)$$

where:

Q_n is the nominal value of the quantity (e.g. voltage)

h is the harmonic order

Q_h is the RMS value of the quantity harmonic component of order h

Table 3 – Compatibility levels for total voltage harmonic distortion

	Class 1	Class 2L, class 2a, class 2b	Class 3
Total harmonic distortion (THD)	5 %	8 %	10 %
Partial weighted harmonic distortion (PWHD)	19,4 %	19,4 %	43,6 %
NOTE The PWHD compatibility levels were calculated from the individual harmonic voltage components from H14 to H40 defined for all classes defined in IEC 61000-2-4.			

Nota: los niveles de PWHD se calcularon a partir de las componentes armónicas individuales de H14 a H40 definidas para todas las clases de la IEC 61000-2-4.

Compatibilidad en redes públicas

IEC 61000-2-2

- Hilo temporal.
  - IEC 61000-2-2:2002 es la primera edición.
  - A1:2017 y A2:2018.
  - Ahora mismo (2026) hay un borrador en discusión — a la espera de fecha de CD oficial y de publicación.
- Ámbito de aplicación.
  - BT.
  - PCC (Point of Common Coupling).
- Necesidad de modificación — las mismas razones que en IEC 61000-2-4:
  - El despliegue masivo de inversores solares, con frecuencias de conmutación de varios kHz, implica la existencia de filtros con resonancias entre 1 y 2 kHz.
  - Esta resonancia amplifica los armónicos, siendo críticos en los pares y triples, con niveles de compatibilidad demasiado bajos.

Principales modificaciones

IEC 61000-2-2

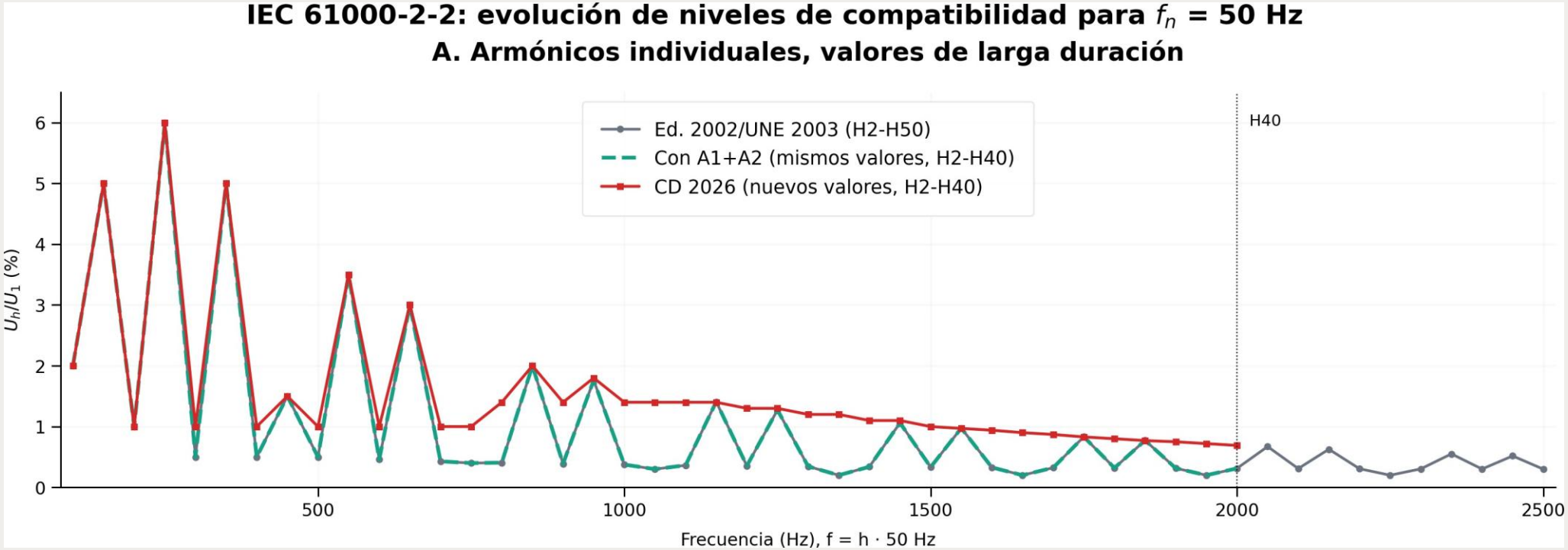


- Armónicos.
  - Se incrementan determinados armónicos (pares y triples).
    - Se usan los valores de la **CL 2a** de la IEC 61000-2-4:2024.
    - Se define una nueva tasa de distorsión global **PWHD**.
- Nuevos anexos informativos.
- No cambia.
  - Flicker.
  - Banda 2-150 kHz.
  - Fluctuaciones de tensión, huecos e interrupciones.
  - Desequilibrio → 2%, 3% cuando hay conexiones de grandes cargas monofásicas.
  - Frecuencia → ±1%.
  - Interarmónicos → sólo h<0.2, curva de flicker y frecuencia de batido.

cigre
For power system expertise

Incrementos en armónicos — síntesis (50 Hz)

IEC 61000-2-2



Niveles de compatibilidad (Un/U1, %). El borrador CD 2026 incrementa los valores ya introducidos por las enmiendas A1:2017 y A2:2018, alineándose con la CL 2a de IEC 61000-2-4:2024

Bandas 2-150 kHz

IEC 61000-2-2

- Distorsión en modo diferencial, banda de 200 Hz (2-9 kHz) y detector cuasi-pico, RBW 200 Hz (9-150 kHz).
  - A1 2017 (9-30 kHz) y A2 2018 (30-150 kHz) coinciden con el borrador CD 2026.

