

Normativa referente a armónicos

Normativa y recomendaciones

A continuación se citan, a título orientativo, las distintas normativas y recomendaciones existentes sobre los niveles de distorsión permitidos hasta la fecha.

La electricidad se considera un producto y especialmente en Europa con la directiva del 25 de julio de 1985. La norma EN 50160 define sus características principales en el punto de entrega de la energía al cliente de una red pública de BT y en concreto en cuanto a los valores de las tensiones armónicas. Se trata del nivel o grado de compatibilidad en términos de compatibilidad electromagnética (figura 1).

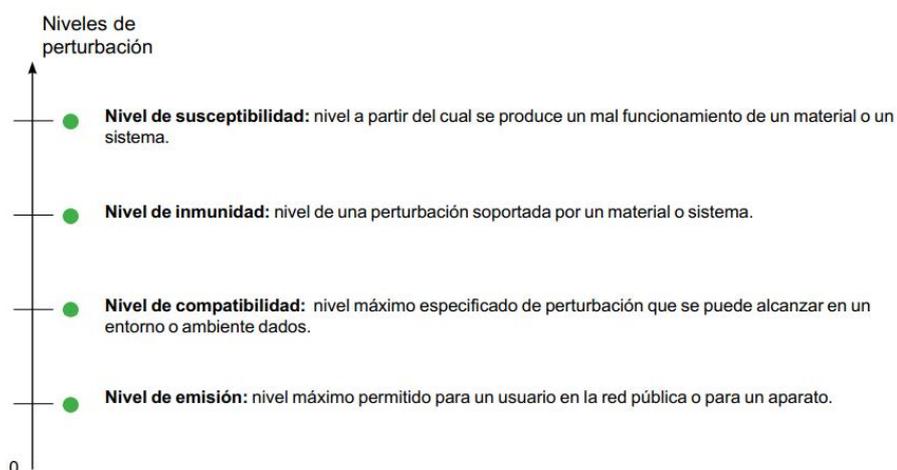


Fig. 1: Diversos niveles de perturbación para la coexistencia de equipos perturbadores (no lineales) y cargas sensibles

Además de esta norma europea, la norma CEI 61000 define los niveles máximos de los diversos órdenes de armónicos

- **Para las redes públicas BT:** CEI 61000-2-2 y las recomendaciones CIGRE (Conferencia Internacional de Grandes Redes Eléctricas).
- **Para las instalaciones industriales BT y MT:** CEI 61000-2-4. A título ilustrativo, la tabla extraída de esta norma indica los niveles de compatibilidad armónica en tres tipos de situaciones diferentes (clases) (figura 4). Para evitar alcanzar estos niveles, hay que **fixar los límites a las perturbaciones emitidas (niveles de emisión)** para cada uno de los aparatos o bien para un conjunto de elementos respecto a su punto de conexión a la red eléctrica.

En baja tensión y para los aparatos que absorben una corriente inferior a 16 A, está la norma CEI 61000-3-2 y, para los aparatos que absorben una corriente superior a 16 A, la CEI 61000-3-4.

Para garantizar un buen funcionamiento de los aparatos, es necesario que éstos puedan soportar niveles de perturbación superiores a los niveles de compatibilidad indicados en la figura 4 en el caso de que estos niveles puedan sobrepasarse, lo que se admite de modo transitorio; es su nivel de inmunidad.

Norma UNE-EN 61642:

- Título de la norma
Redes industriales de corriente alterna afectadas por armónicos.
Empleo de filtros y condensadores a instalar en paralelo.

- **Campo de aplicación**
Esta norma da las indicaciones para la utilización de filtros pasivos de armónicos de corriente alterna y de condensadores a instalar en paralelo destinados a la limitación de armónicos y a la corrección del factor de potencia en las instalaciones industriales de baja y alta tensión. Las disposiciones propuestas en esta norma son aplicables a los armónicos cuyo orden sea mayor que 1 e inferior o igual a 25.
- **Objeto**
Identificar los problemas y dar recomendaciones para las aplicaciones generales de los condensadores y de los filtros de armónicos de corriente alterna en redes de energía de corriente alterna afectadas por la presencia de tensiones y corrientes armónicas.

Norma UNE-EN 50160:

- **Título de la norma**
Características de la tensión suministrada para las redes públicas de distribución.
- **Campo de aplicación**
Esta norma describe las principales características de la tensión suministrada en el punto de conexión del cliente por una red de distribución pública de BT y MT en condiciones normales de explotación.
- **Objeto**
Definir los valores que caracterizan la tensión, en particular la forma de onda.
- **Valores límite**
En condiciones normales de explotación, el 95% de los valores de distorsión individual de tensión medidos durante un período de una semana, calculados sobre medidas efectuadas cada 10 minutos, no deben exceder de los valores indicados en la tabla de la Fig. 2.

Armónicos impares no múltiplos de 3		Armónicos impares múltiplos de 3		Armónicos pares	
Rango	Uh (%)	Rango (h)	Uh (%)	Rango (h)	Uh (%)
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,5	6...24	0,5
13	3	21	0,5		
17	2				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,2				
THD (V) < 8%					

Fig. 2: Valores límite de distorsión armónica individual en tensión.

Norma UNE-EN 61000-2-2:

- **Título de la norma**
Compatibilidad electromagnética, entorno, niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia y la transmisión de señales en las redes públicas de alimentación en BT.
- **Campo de aplicación**
Perturbaciones producidas hasta 10 kHz.
Por tanto, trata de los armónicos pero también de otros tipos de perturbaciones tales como: fluctuaciones de tensión, caídas de tensión, microcortes, desequilibrios, etc.

Se aplica a las redes alternas de distribución a 50 o 60 Hz de tensión máxima, 420 V en monofásico y 690 V en trifásico.

- Objeto

Precisar los niveles de compatibilidad que hay que respetar en las redes públicas de BT, por lo que:

- Los armónicos generados por cualquier aparato no deben perturbar la red por encima de los valores especificados
- Cada aparato debe poder funcionar normalmente en presencia de perturbaciones iguales a los niveles especificados

- Valores límite

Los niveles de armónicos en tensión elegidos para las redes públicas de distribución se indican en la tabla de la Fig. 3.

La tasa total de distorsión armónica en tensión tiene un valor de THD (V) < 8%. Por lo tanto, todos los aparatos deberán poder soportar este valor y, al mismo tiempo, será el máximo valor que todos los receptores podrán contaminar.

Armónicos impares no múltiplos de 3		Armónicos impares múltiplos de 3		Armónicos pares	
Rango	Uh (%)	Rango (h)	Uh (%)	Rango (h)	Uh (%)
> 5	6	> 3	5	> 2	2
7	5	> 9	1,5	> 4	1
11	3,5	> 15	0,3	> 6	0,5
13	3	> 21	0,2	> 8	0,5
17	2	> 21	0,2	> 10	0,5
> 19	1,5			> 12	0,2
> 23	1,5			> 12	0,2
25	1,2				
> 25	0,2 + 0,5225/h				
THD (V) < 8%					

Fig. 3: Valores límite de niveles de compatibilidad.

La importancia de los armónicos de tensión queda definida de la siguiente manera:

- Si THDu > 8%: Contaminación importante por lo que es probable que el funcionamiento sea defectuoso; se hace necesario el análisis y el uso de un dispositivo de atenuación
- Si 5% < THDu < 8%: Contaminación significativa, por lo que podrá existir algún funcionamiento defectuoso
- Si THDu < 5%: Se considera una situación normal

La importancia de los armónicos de corriente queda definida de la siguiente manera:

- Si THDi > 50%: Contaminación importante por lo que es probable que el funcionamiento sea defectuoso; se hace necesario el análisis y el uso de un dispositivo de atenuación
- Si 10% < THDi < 50%: Contaminación significativa, por lo que podrá existir algún funcionamiento defectuoso
- Si THDi < 10%: Situación normal

La importancia de los espectros de frecuencia será:

- Los armónicos de rango 3 superiores al 50% recorrerán el cable de neutro y crearán fuertes calentamientos
- Los armónicos de rango 5, 7 y más, superiores al 40%, perturbarán las baterías de condensadores y los receptores sensibles

Norma UNE-EN 61000-2-4:

- Título de la norma
Compatibilidad electromagnética, entorno, niveles de compatibilidad en las instalaciones industriales de potencia, BT o MT, a 50 o 60 Hz.
- Campo de aplicación
Esta norma se aplica a las redes industriales de potencia de baja o media tensión, a 50 o 60 Hz.
- Objeto
Determinar los distintos niveles de compatibilidad para distintas clases de entorno electromagnético:
 - Clase 1: Redes protegidas que tienen niveles de compatibilidad más bajos que los de las redes públicas
 - Clase 2: Entorno industrial en general. Los niveles de compatibilidad son los mismos que en las Redes públicas
 - Clase 3: Entorno industrial severo
- Valores límite
En la tabla de la Fig. 4 se indican los niveles máximos de armónicos en tensión para los armónicos de rango impar no múltiplos de 3 para las distintas clases.

Rango	Clase 1 Uh (%)	Clase 2 Uh (%)	Clase 3 Uh (%)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
19	1,5	1,5	4
23	1,5	1,5	3,5
25	1,5	1,5	3,5
> 25	$0,2 + 12,5/h$	$0,2 + 12,5/h$	$5 \times \sqrt{1/h}$

Fig. 4: Valores límite para las distintas clases.

Norma UNE-EN 61000-3-2:

- Título de la norma
Compatibilidad electromagnética, límites de emisión de corriente armónica (para aparatos de $I_n \leq 16$ A por fase).
- Campo de aplicación
Norma aplicable a los aparatos eléctricos, destinados a ser conectados en redes de 50 o 60 Hz de tensión máxima, igual a 240 V en monofásico y 415 en trifásico.
- Objeto
Definir los límites de emisión de corriente armónica con el fin de asegurar que los niveles de perturbaciones armónicas no exceden los niveles de compatibilidad definidos en la norma IEC 61000-2-2.
- Valores límite
Los aparatos se clasifican de la manera siguiente:
 - Clase A: aparato trifásico equilibrado y cualquier otro aparato distinto de los indicados en una de las otras clases

En la tabla de la Fig. 5 se indican los valores máximos de emisión para los aparatos clase A.

- Clase B: Herramientas portátiles
- Clase C: Aparatos de iluminación
- Clase D: Aparatos de una potencia < 600 W y una corriente de entrada con forma de onda “especial”, como los receptores de TV

Los límites para los equipos de potencia >1 kW de uso profesional están en estudio.

Armónicos impares		Armónicos pares	
Rango	Ih (%)	Rango (h)	Ih (%)
3	2,3	2	1,08
5	1,14	4	0,43
7	0,77	6	0,3
11	0,4	8 < h < 40	0,23 x 8/h
13	0,21		
15 < h < 39	0,15 x 15/h		

Fig. 5: Valores límite de máxima distorsión armónica individual en intensidad admisibles por cada aparato clase A.

Norma UNE-EN 61000-3-4:

- Título de la norma
Compatibilidad electromagnética, límites de emisión de corrientes armónicas en las redes de BT para aparatos con una corriente asignada superior a 16 A.
- Campo de aplicación
Esta norma será aplicable a los aparatos eléctricos destinados a ser conectados en redes de 50 o 60 Hz de tensión máxima, igual a 240 V en monofásico y 415 en trifásico y cuya intensidad nominal sea mayor de 16 A.
- Objeto
Proporcionar recomendaciones para la conexión de equipos generadores de armónicos.
Ya que este documento se encuentra actualmente en discusión, se resumirán las generalidades sobre el objeto del mismo, basado en considerar 3 categorías para los distintos aparatos:
 - Categoría 1: Aparatos poco contaminantes que pueden ser conectados a la red pública sin restricción. Se indicarán los límites de Ih/I1 que, como máximo, deberán emitir
 - Categoría 2: Los aparatos que superen los límites indicados en la categoría 1 se podrán conectar a la red, si la relación entre la potencia del equipo y la potencia de cortocircuito en el punto de conexión no excede de cierto valor. En función de esta relación, se imponen unos límites de porcentaje de armónicos
 - Categoría 3: Si se exceden los límites de la categoría 2, deberán utilizarse medios de reducción de armónicos, o bien llegar a un acuerdo particular con el distribuidor de energía