

Ahorro de energía y mejora de la
calidad de energía corrigiendo el
factor de potencia total

Factor de potencia total.

$$PF_{TOTAL} = \frac{P_{total}}{S_{total}} = \left(\frac{P_1}{V_1 I_1} \right) \sqrt{\frac{1}{1 + \left(\frac{THD_I}{100} \right)^2}}$$

Armónicos en la red eléctrica y su tratamiento.

Armónicos en la red y su tratamiento

1. Conceptos teóricos

2. Pérdidas por armónicos

3. Filtrado activo

Armónicos en la red eléctrica y su tratamiento.

- Definiciones básicas:

Series de Fourier.

$$y(t) = Y_0 + \sum_{n=1}^{\infty} Y_n \sqrt{2} \text{sen}(n\omega t - \varphi_n)$$

Armónicos en la red eléctrica y su tratamiento.

Valor eficaz de una
señal deformada

$$Y_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T y^2(t) dt}$$

Valor eficaz de una
señal deformada en
términos de sus
componentes
armónicas

$$Y_{RMS} = \sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} Y_n^2}$$

[Representación gráfica](#)

Armónicos en la red eléctrica y su tratamiento.

Índices de distorsión:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1}$$

[Representación gráfica](#)

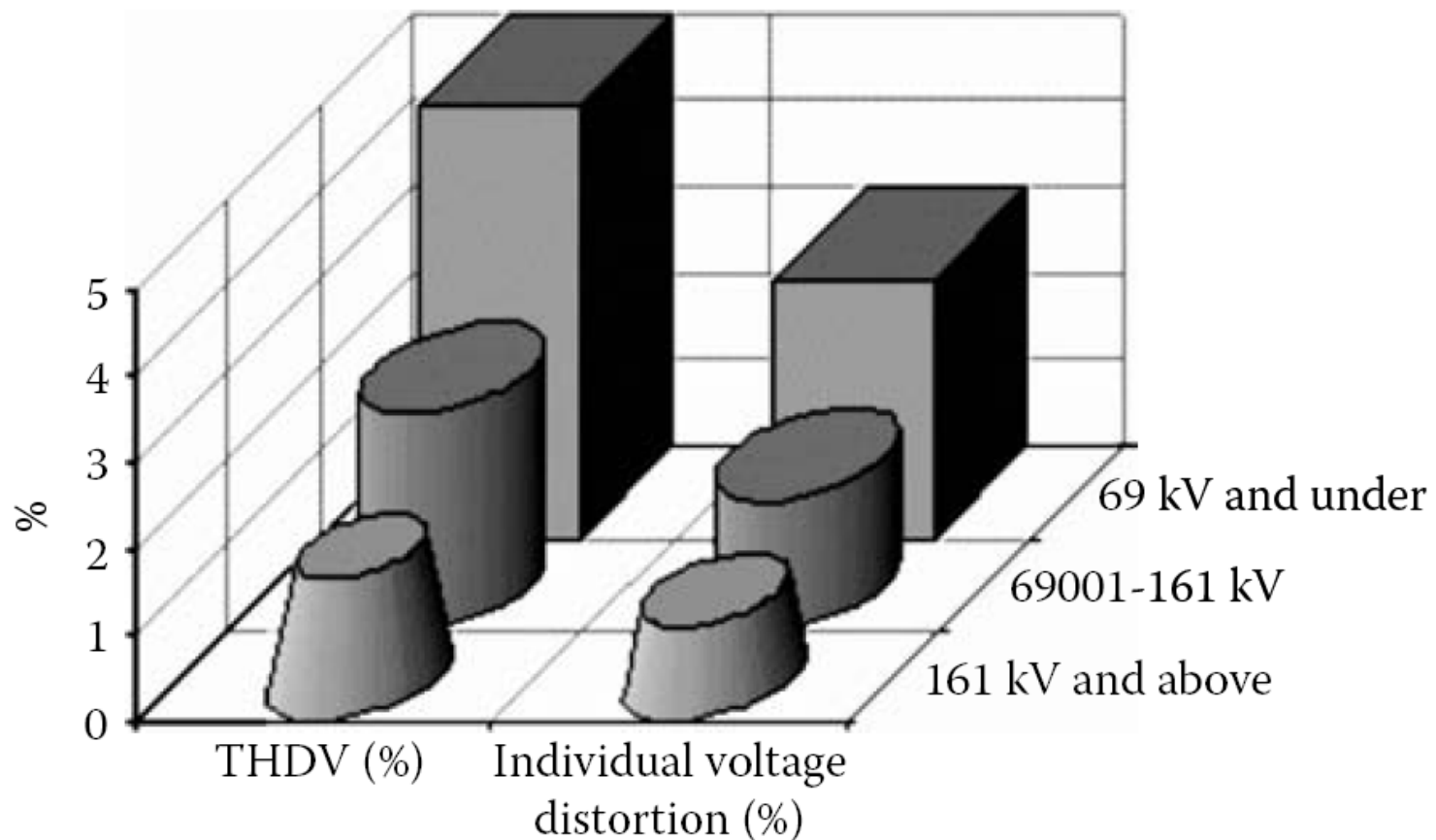
Armónicos en la red eléctrica y su tratamiento.

Índices de distorsión:

$$TDD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_L}$$

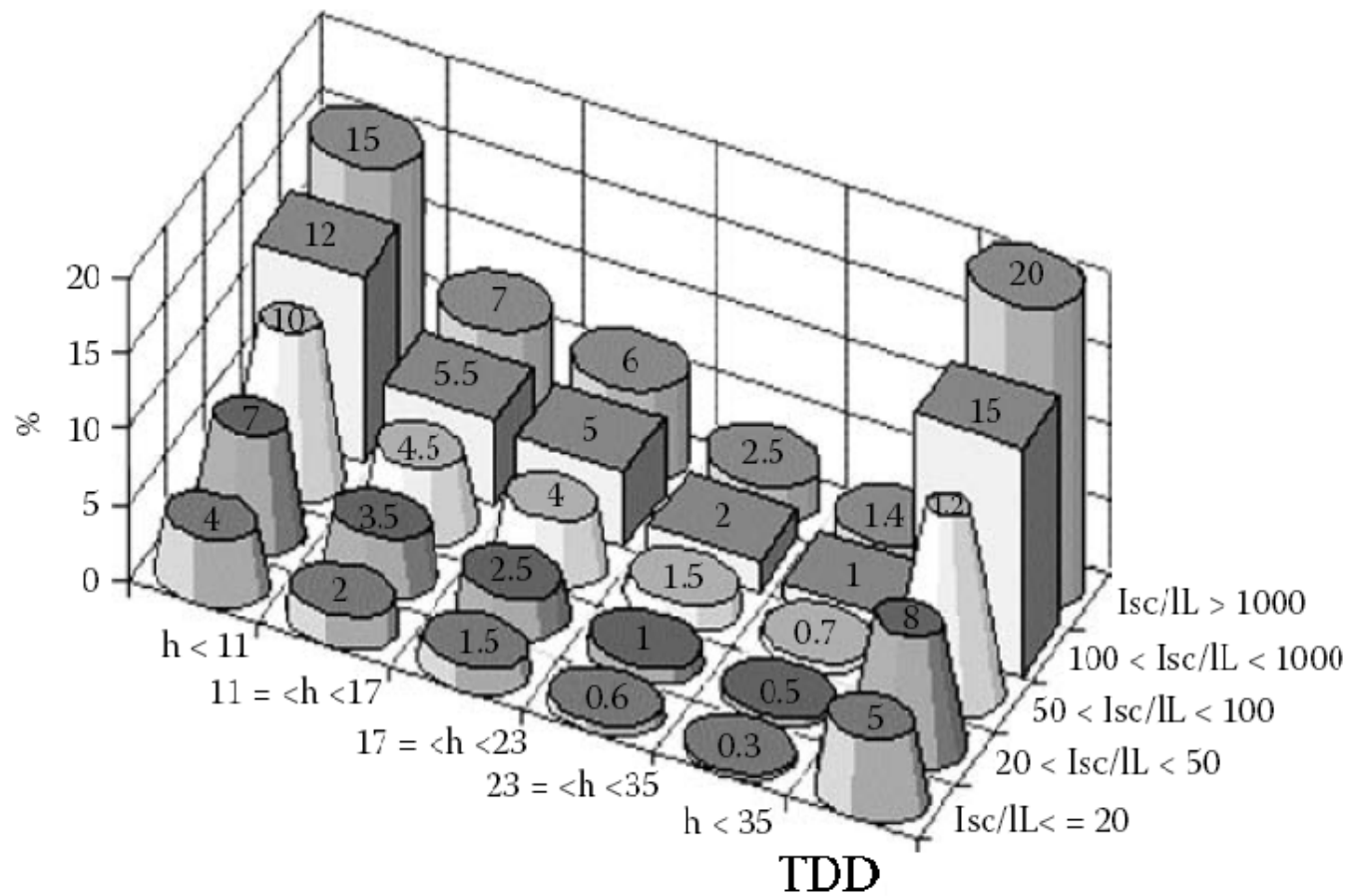
Armónicos en la red eléctrica y su tratamiento.

Límites admisibles en tensión según IEEE 519-92:



Armónicos en la red eléctrica y su tratamiento.

Límites admisibles en corriente según IEEE 519-92:



Armónicos en la red y su tratamiento

1. Conceptos teóricos

2. Pérdidas por armónicos

3. Filtrado activo

Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

$$I_{RMS} = \sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} I_n^2}$$

Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

$$I_{RMS} = \sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} I_n^2}$$

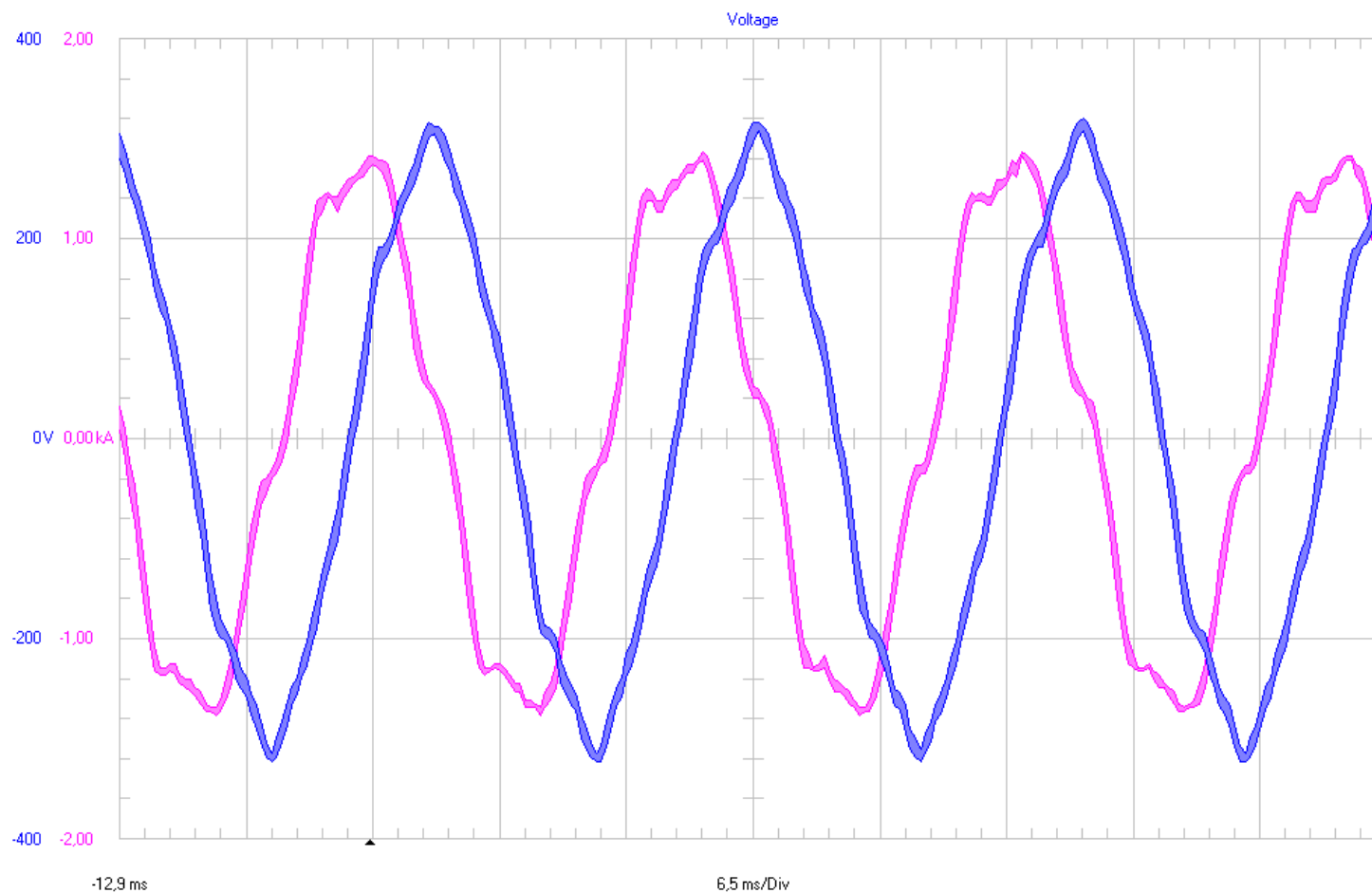
$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + \sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}$$

Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

Pérdidas resistivas un caso real:

$$I_{RMS} = 1039A$$

$$THD = 10,8\%$$



Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

Pérdidas resistivas un caso real:

$$THD = 10,8\%$$

$$I_{RMS} = 1039A$$

Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

Pérdidas resistivas un caso real:

$$THD = 10,8\%$$

$$I_{RMS} = 1039A$$

$$I_H = \frac{I_{RMS}}{\sqrt{\frac{1}{THD^2} + 1}}$$

Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

Pérdidas resistivas un caso real:

$$THD = 10,8\%$$

$$I_{RMS} = 1039A$$

$$I_H = \frac{I_{RMS}}{\sqrt{\frac{1}{THD^2} + 1}}$$

$$I_H = \frac{1039A}{\sqrt{\frac{1}{0,108^2} + 1}} = 112A_{RMS}$$

Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

Pérdidas resistivas un caso real:

$$THD = 10,8\%$$

$$I_{RMS} = 1039A$$

$$I_H = \frac{I_{RMS}}{\sqrt{\frac{1}{THD^2} + 1}}$$

$$I_H = \frac{1039A}{\sqrt{\frac{1}{0,108^2} + 1}} = 112A_{RMS}$$

$$P_H = I_H^2 R = 112A^2 \times 2\Omega \approx 25kW$$

Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

Pérdidas resistivas un caso real:

$$THD = 10,8\%$$

$$I_{RMS} = 1039A$$

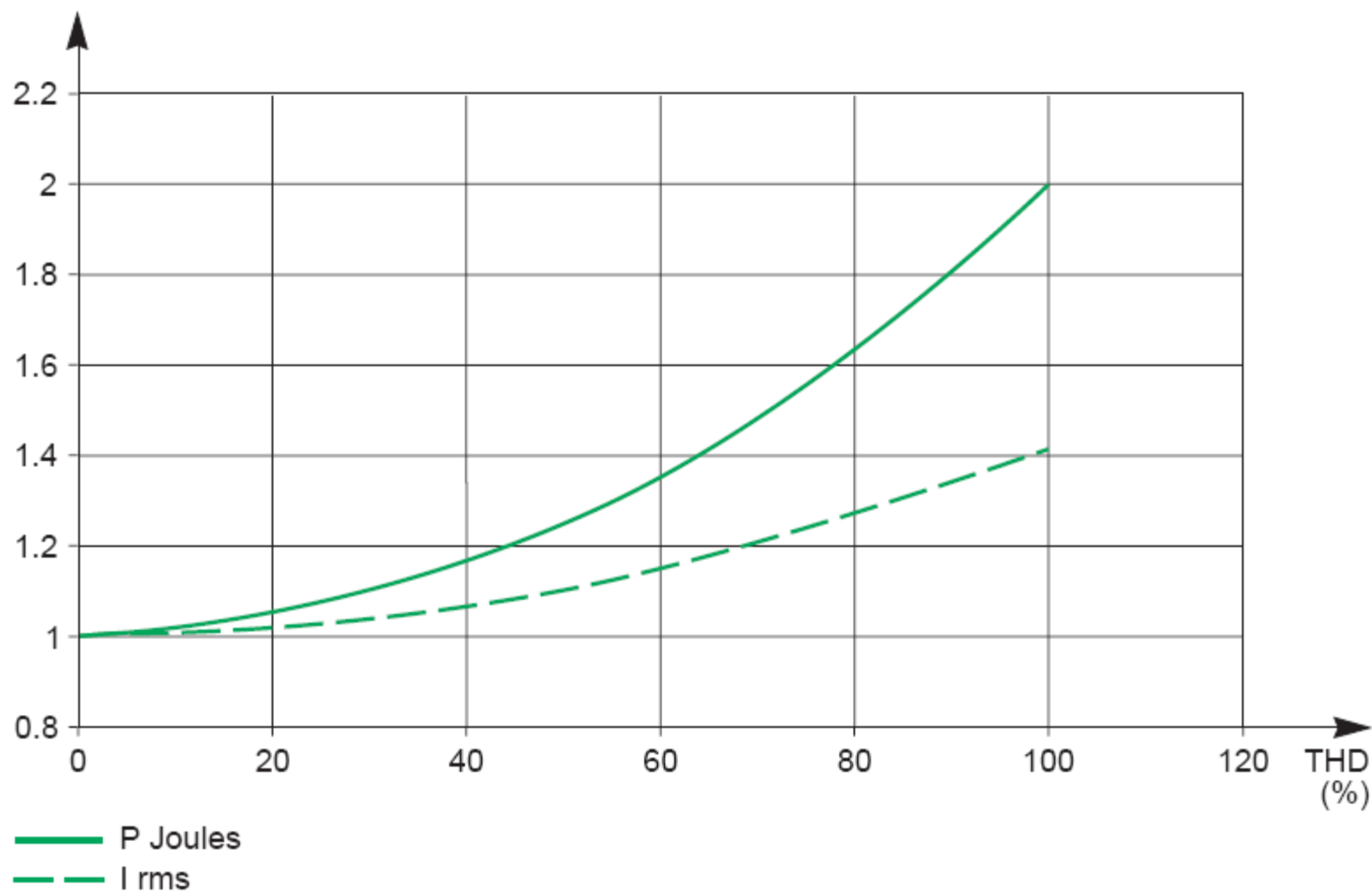
$$I_H = \frac{I_{RMS}}{\sqrt{\frac{1}{THD^2} + 1}}$$

$$I_H = \frac{1039A}{\sqrt{\frac{1}{0,108^2} + 1}} = 112A_{RMS}$$

$$P_H = I_H^2 R = 112A^2 \times 2\Omega \approx 25kW$$

$$E_{AÑO} = 25kW \times 24H \times 365 = 219.000kWH$$

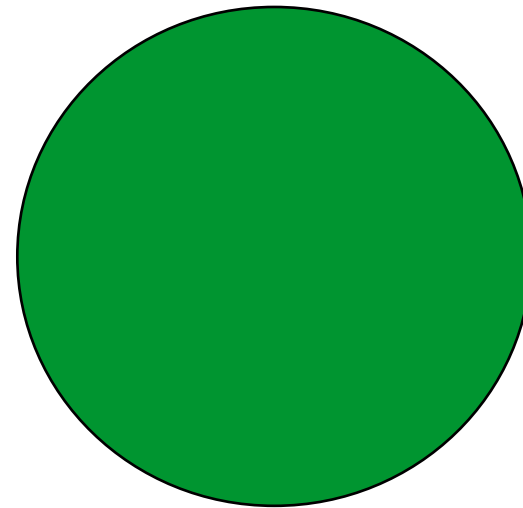
Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:



Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

Pérdidas por efecto piel:

$$f \ll \Rightarrow A$$

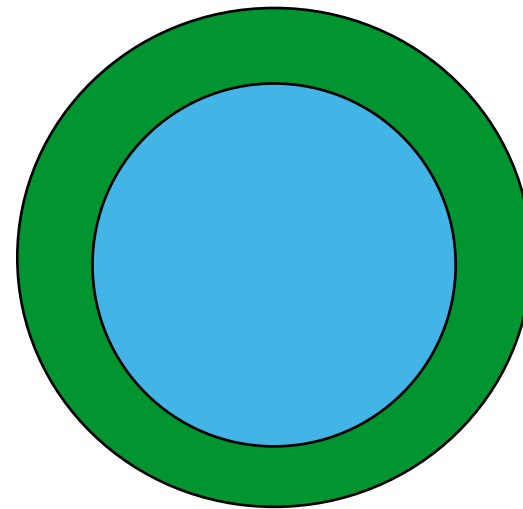


Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

Pérdidas por efecto piel:

$$f \ll \Rightarrow A$$

$$f \gg \Rightarrow A$$

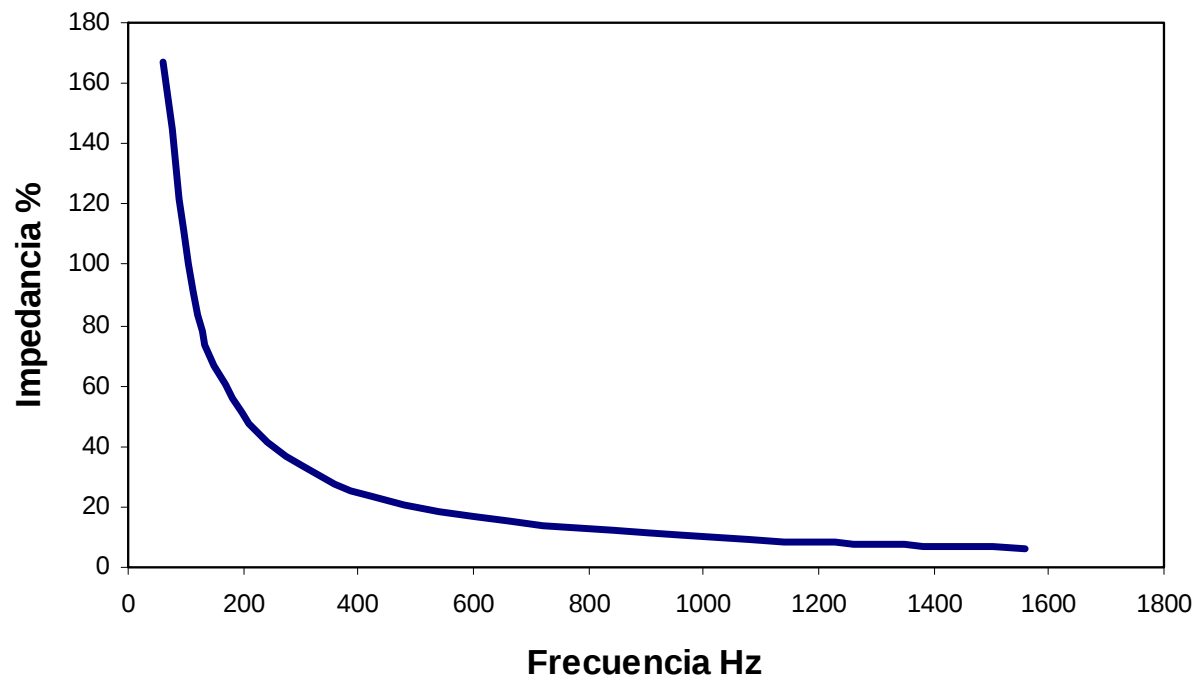


La resistencia del conductor aumenta

Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

Conducción de condensadores y capacidades parásitas:

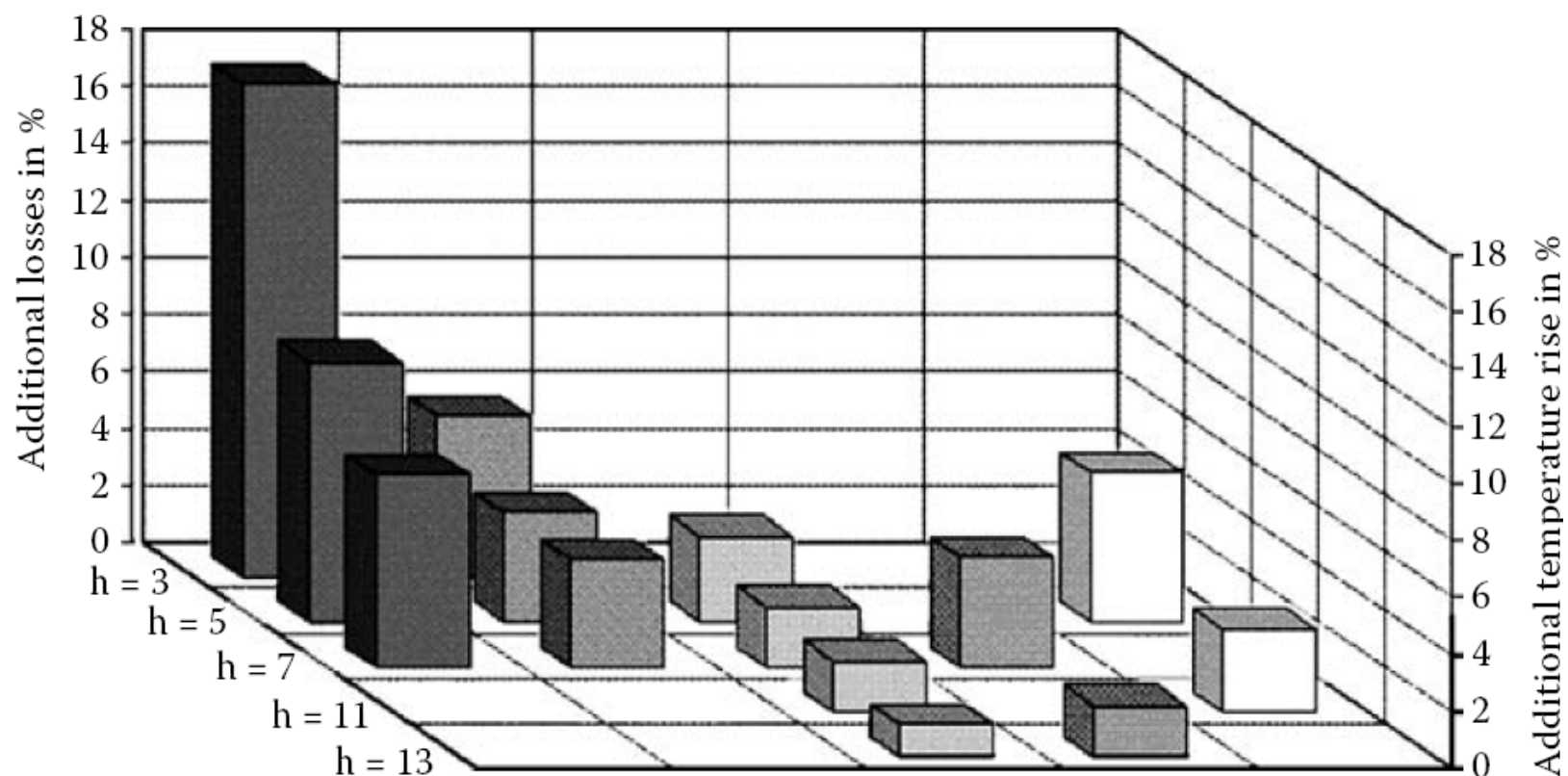
Impedancia Capacitiva



$$Z_C = \frac{1}{j\omega C}$$

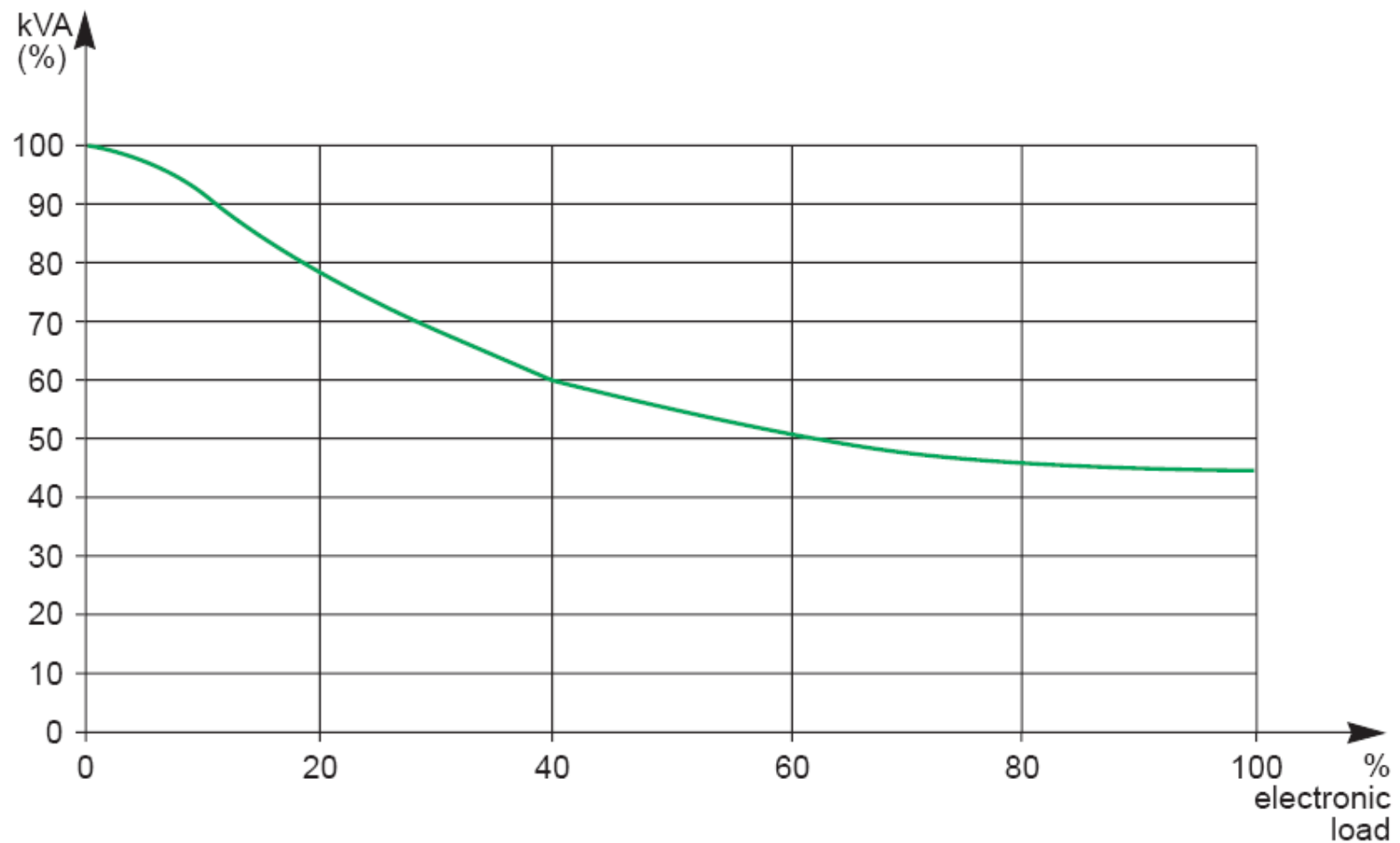
Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

Pérdidas en máquinas rotativas:



Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

Pérdidas en transformadores:



Pérdidas en el sistema eléctrico por armónicos:

- Otros inconvenientes en el sistema:

Disparos fantasmas de protecciones.
Malfuncionamiento de equipos electrónicos.
Calentamiento de generadores.
Reducción de la vida útil de equipos.
Sobrecarga de neutro (tercer armónico).
Debilitamiento de aislamientos.

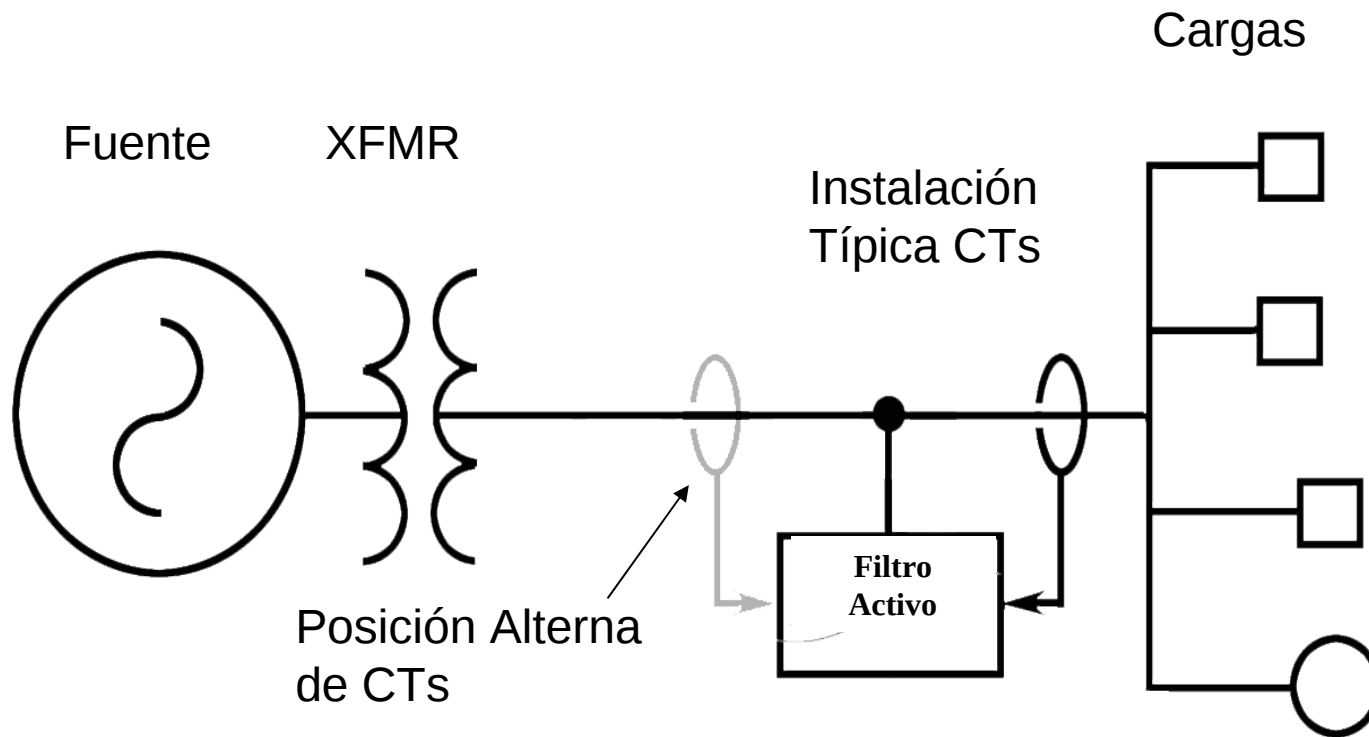
Armónicos en la red y su tratamiento

1. Conceptos teóricos

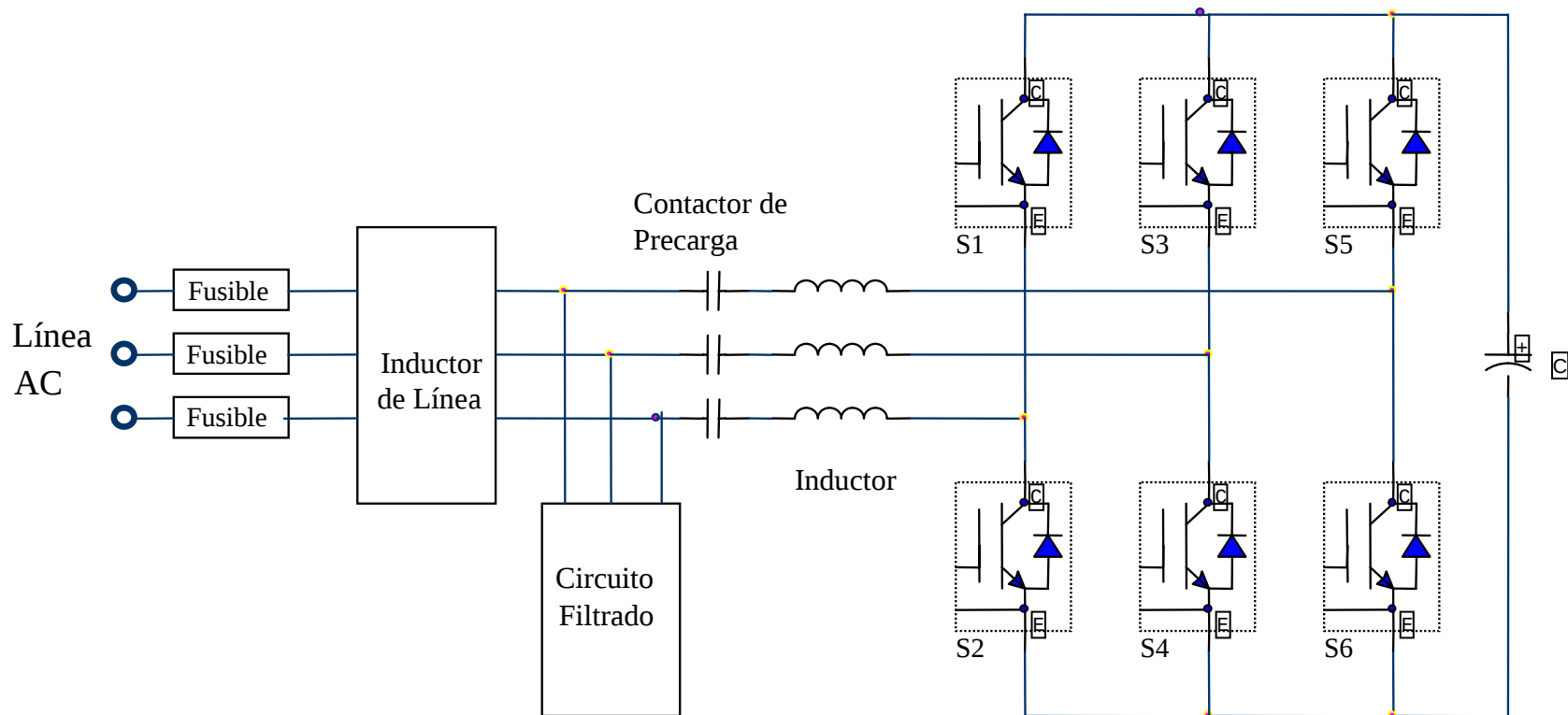
2. Pérdidas por armónicos

3. Filtrado activo

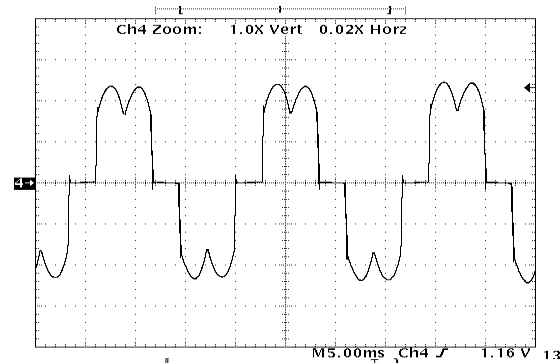
Filtrado activo de armónicos:



Filtrado activo de armónicos:

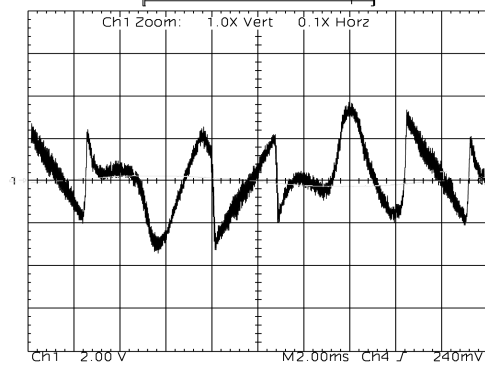


Filtrado activo de armónicos:



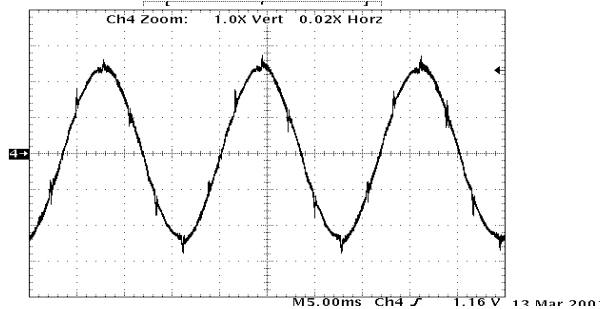
**Forma de Onda
Carga**

+



**Forma de Onda
Salida Corriente
Accusine**

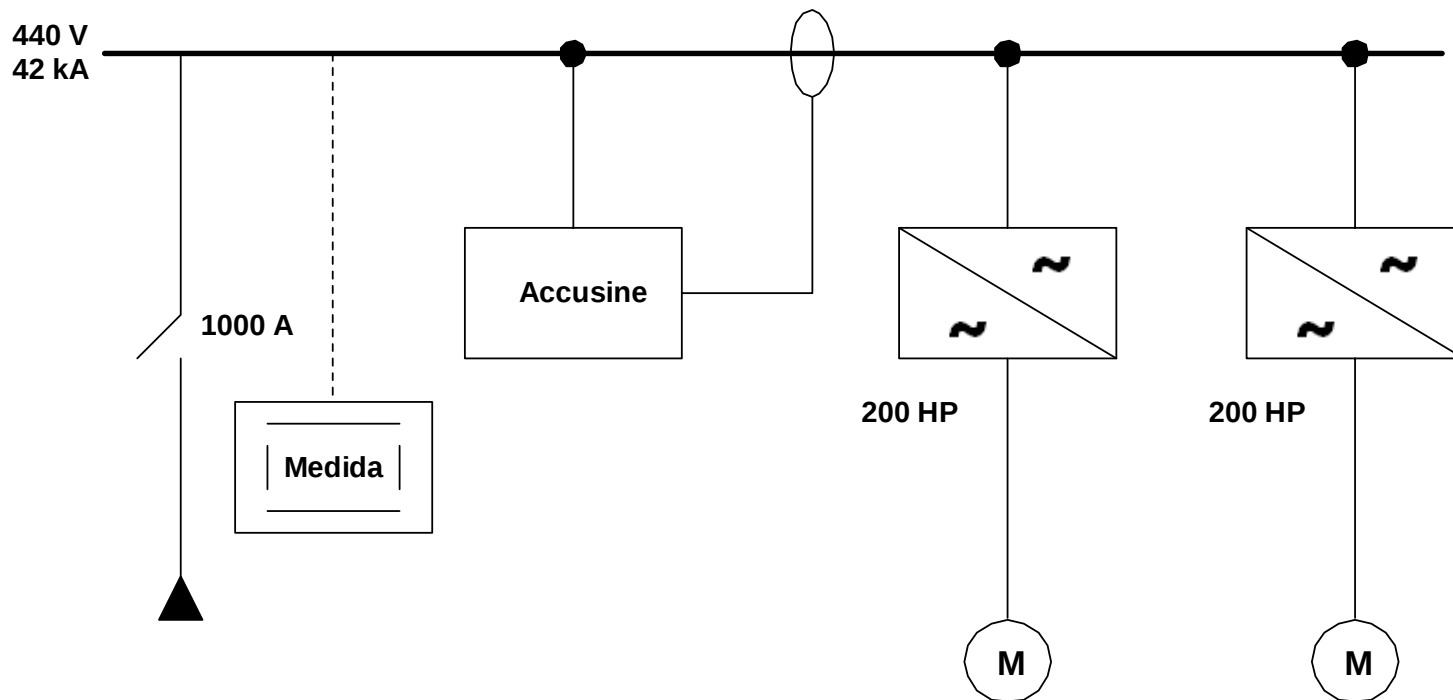
=



**Forma de Onda
de la Fuente**

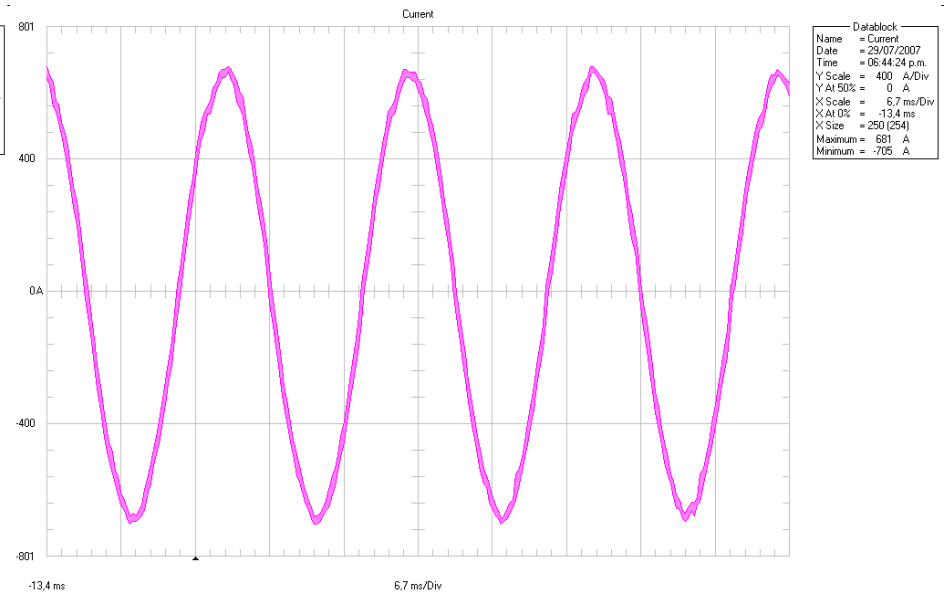
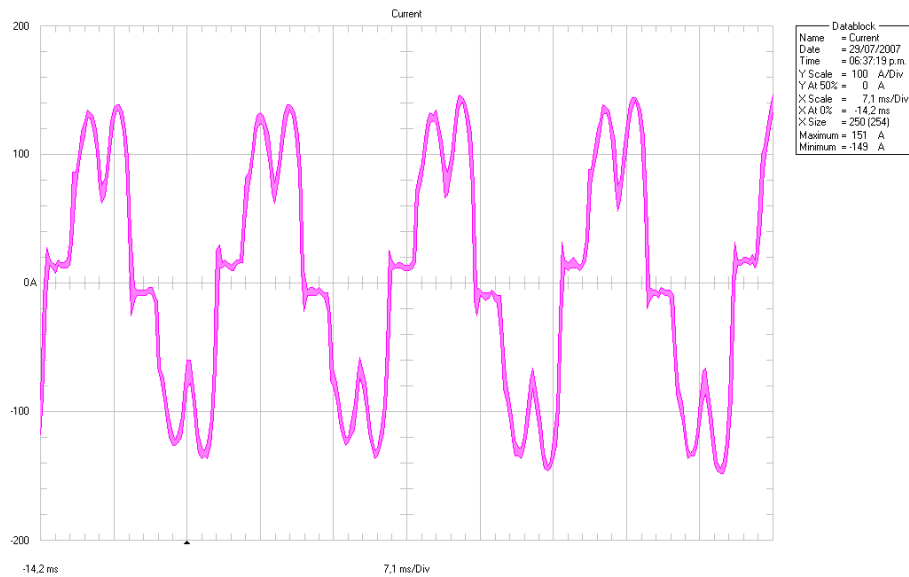
Filtrado activo de armónicos:

Un caso de éxito:



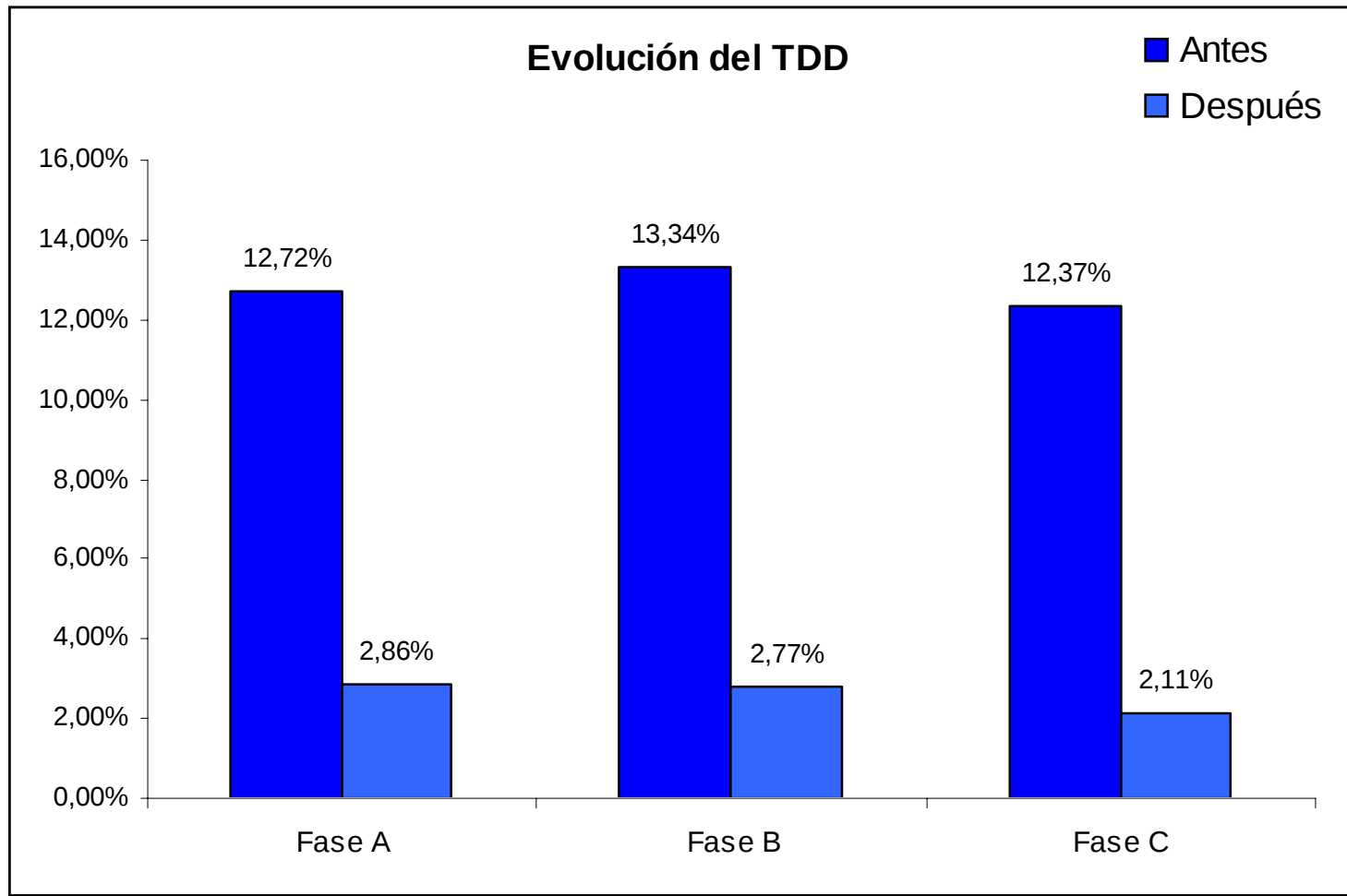
Filtrado activo de armónicos:

Un caso de éxito:



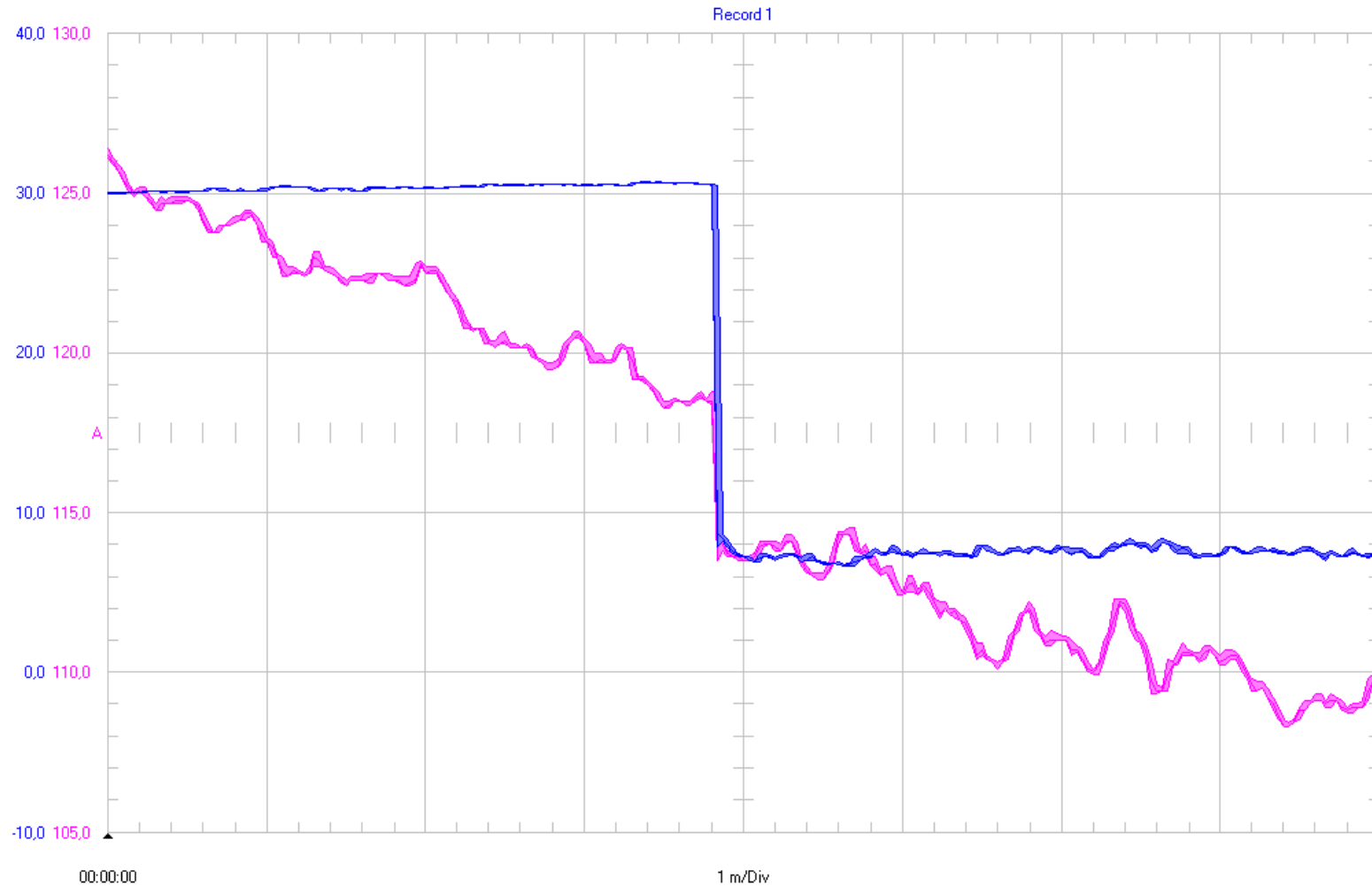
Filtrado activo de armónicos:

Un caso de éxito:



Filtrado activo de armónicos:

Un caso de éxito:



Make the most of your energy

carlos.salcedo@co.schneider-electric.com

