

# FILTRO DE ARMÓNICOS

8 de abril de 2025

## Resumen

En este documento se ha realizado un análisis completo de un sistema eléctrico con presencia de armónicos. A partir de los datos proporcionados, se calculó la corriente fundamental ( $I_1 \approx 160\text{ A}$ ) y el THD de corriente ( $\text{THD}_i \approx 32,8\%$ ), evidenciando una distorsión significativa debido a los armónicos de orden 3 y 9. Además, se comparó el coseno de phi ( $\cos \phi = 0,853$ ) con el factor de potencia ( $FP = 0,811$ ), observándose que el FP es menor debido al efecto de los armónicos, los cuales incrementan la corriente eficaz total. Finalmente, se generó una representación gráfica de la señal de corriente, mostrando la distorsión causada por los armónicos. Estos resultados destacan la importancia de implementar medidas de mitigación de armónicos para mejorar la calidad de la energía y el factor de potencia del sistema.

**Palabras clave:** Potencia activa, Potencia reactiva, Potencia aparente, Corriente fundamental, Armónicos de corriente, THD (Distorsión Armónica Total), Factor de potencia, Coseno de phi ( $\cos \phi$ ), Calidad de la energía, Distorsión armónica, Mitigación de armónicos, Análisis de circuitos, Sistemas eléctricos, Corriente eficaz, Frecuencia fundamental, Armónicos de orden 3 y 9

## Índice

Índice	1
Índice de figuras	1
1 Datos iniciales	2
2 Cálculo de la corriente fundamental ( $I_1$ )	2
2.1 Paso 1: Cálculo de la potencia aparente ( $S$ )	2
2.2 Paso 2: Cálculo de la corriente aparente ( $I$ )	2
2.3 Paso 3: Corriente fundamental ( $I_1$ )	2
3 Cálculo del THD de corriente	2
3.1 Paso 1: Cálculo de las corrientes armónicas	2
3.2 Paso 2: Cálculo del THD de corriente	3
4 Cálculo y comparación del coseno de phi ( $\cos \phi$ ) y el factor de potencia (FP)	3
4.1 Cálculo del coseno de phi ( $\cos \phi$ )	3
4.2 Cálculo del factor de potencia (FP)	3
4.2.1 Paso 1: Cálculo de la corriente eficaz total ( $I_{ef}$ )	3
4.2.2 Paso 2: Cálculo del factor de potencia (FP)	3
4.3 Comparación y análisis	4
5 Dimensionado del filtro activo necesario.	4
5.1 Datos proporcionados	4
5.2 Cálculo de la corriente armónica total a compensar	4
5.3 Selección del filtro activo	4
5.4 Modelo recomendado	4
5.5 Consideraciones adicionales	4
5.6 Recomendación final	4

<b>6</b>	<b>Modelo de filtro activo de la “Serie AFQm” de la casa Circutor, para una instalación trifásica con neutro, si se considera que la fase analizada es la que ene un mayor THDi y una mayor corriente fundamental, y los valores considerados, son los más desfavorables alcanzados de forma habitual para el periodo analizado.</b>	<b>5</b>
6.1	Datos de la fase analizada . . . . .	5
6.2	Cálculo de la corriente armónica total a compensar . . . . .	5
6.3	Margen de seguridad . . . . .	5
6.4	Selección del modelo de la Serie AFQm . . . . .	5
6.5	Recomendación final . . . . .	5
<b>7</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>5</b>

## Índice de figuras

1	Señal de corriente con armónicos . . . . .	3
---	--	---

## 1. Datos iniciales

Los datos proporcionados son los siguientes:

- Tensión ( $U$ ): 230 V
- Potencia activa ( $P$ ): 31,40 kW
- Potencia reactiva ( $Q$ ): 19,19 kVAr
- Armónicos de corriente:
  - $f_3 = 20\%$
  - $f_5 = 0\%$
  - $f_7 = 0\%$
  - $f_9 = 26\%$

## 2. Cálculo de la corriente fundamental ( $I_1$ )

La corriente fundamental se calcula a partir de la potencia aparente ( $S$ ) y la tensión ( $U$ ).

### 2.1. Paso 1: Cálculo de la potencia aparente ( $S$ )

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(31,40)^2 + (19,19)^2} = \sqrt{985,96 + 368,2561} = \sqrt{1354,2161} \approx 36,80 \text{ kVA}$$

### 2.2. Paso 2: Cálculo de la corriente aparente ( $I$ )

$$I = \frac{S}{U} = \frac{36,80 \times 10^3}{230} \approx 160 \text{ A}$$

### 2.3. Paso 3: Corriente fundamental ( $I_1$ )

La corriente fundamental es aproximadamente igual a la corriente aparente:

$$I_1 \approx 160 \text{ A}$$

## 3. Cálculo del THD de corriente

El THD de corriente se calcula como:

$$\text{THD}_i = \frac{\sqrt{I_3^2 + I_5^2 + I_7^2 + I_9^2}}{I_1} \times 100\%$$

### 3.1. Paso 1: Cálculo de las corrientes armónicas

$$I_3 = I_1 \times \frac{f_3}{100} = 160 \times 0,20 = 32 \text{ A}$$

$$I_5 = I_1 \times \frac{f_5}{100} = 160 \times 0 = 0 \text{ A}$$

$$I_7 = I_1 \times \frac{f_7}{100} = 160 \times 0 = 0 \text{ A}$$

$$I_9 = I_1 \times \frac{f_9}{100} = 160 \times 0,26 = 41,6 \text{ A}$$

### 3.2. Paso 2: Cálculo del THD de corriente

$$\text{THD}_i = \frac{\sqrt{32^2 + 0^2 + 0^2 + 41,6^2}}{160} \times 100\% = \frac{\sqrt{1024 + 0 + 0 + 1730,56}}{160} \times 100\%$$

$$\text{THD}_i = \frac{\sqrt{2754,56}}{160} \times 100\% = \frac{52,48}{160} \times 100\% \approx 32,8\%$$

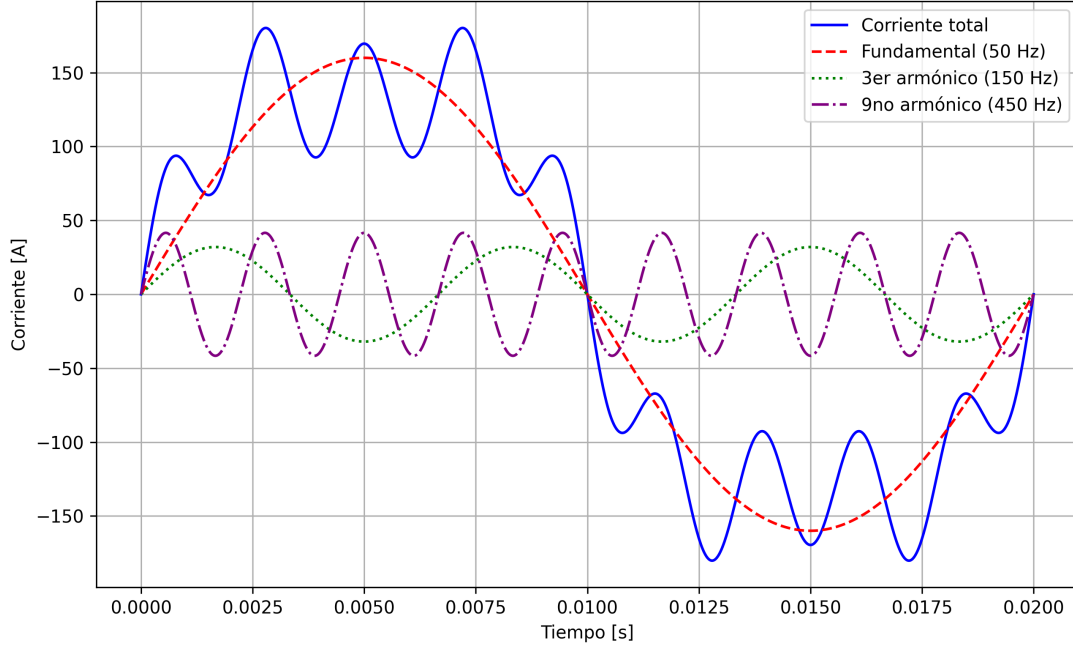


Figura 1: Señal de corriente con armónicos

## 4. Cálculo y comparación del coseno de phi ( $\cos \phi$ ) y el factor de potencia (FP)

### 4.1. Cálculo del coseno de phi ( $\cos \phi$ )

$$\cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{31,40}{36,80} = 0,853$$

### 4.2. Cálculo del factor de potencia (FP)

El factor de potencia se calcula como:

$$FP = \frac{P}{U \cdot I_{\text{ef}}}$$

#### 4.2.1. Paso 1: Cálculo de la corriente eficaz total ( $I_{\text{ef}}$ )

$$I_{\text{ef}} = \sqrt{I_1^2 + I_3^2 + I_5^2 + I_7^2 + I_9^2} = \sqrt{160^2 + 32^2 + 0^2 + 0^2 + 41,6^2}$$

$$I_{\text{ef}} = \sqrt{25600 + 1024 + 0 + 0 + 1730,56} = \sqrt{28354,56} \approx 168,4 \text{ A}$$

#### 4.2.2. Paso 2: Cálculo del factor de potencia (FP)

$$FP = \frac{31400}{230 \times 168,4} = \frac{31400}{38732} \approx 0,811$$

### 4.3. Comparación y análisis

- $\cos \phi = 0,853$
- $FP = 0,811$

El factor de potencia (FP) es menor que el  $\cos \phi$  debido a la presencia de armónicos, que aumentan la corriente eficaz total y reducen el factor de potencia. La distorsión armónica (THD del 32,8 %) justifica esta diferencia.

## 5. Dimensionado del filtro activo necesario.

### 5.1. Datos proporcionados

Los datos iniciales para el dimensionamiento del filtro activo son los siguientes:

- THDv (Tasa de Distorsión Armónica de Tensión): 2,6 %
- THDi (Tasa de Distorsión Armónica de Corriente): 32,8 %
- Corriente fundamental ( $I_1$ ): 160 A
- Armónicos significativos:
  - 3er armónico: 20 %
  - 9no armónico: 26 %

### 5.2. Cálculo de la corriente armónica total a compensar

La corriente armónica total ( $I_{\text{arm}}$ ) se calcula a partir del THDi y la corriente fundamental:

$$I_{\text{arm}} = I_1 \times \frac{\text{THDi}}{100} = 160 \times \frac{32,8}{100} = 52,48 \text{ A}$$

### 5.3. Selección del filtro activo

Para asegurar un correcto funcionamiento, se añade un margen de seguridad del 30 % a la corriente armónica:

$$I_{\text{filtro}} = I_{\text{arm}} \times 1,3 = 52,48 \times 1,3 \approx 68,22 \text{ A}$$

### 5.4. Modelo recomendado

Según el catálogo de **Circutor**, se recomienda utilizar un filtro activo con una capacidad de 75 A o superior. Algunos modelos adecuados son:

- **Circutor AFQevo**: Disponible en capacidades de 30 A, 50 A, 75 A, 100 A, etc.
- **Circutor AFQmini**: Para aplicaciones más pequeñas, pero en este caso no sería suficiente.

### 5.5. Consideraciones adicionales

- El valor de THDv (2,6 %) está dentro de los límites aceptables según la norma **IEEE 519** (THDv < 5 % para sistemas de baja tensión).
- El filtro activo debe estar configurado para mitigar específicamente los armónicos de orden 3 y 9.
- Además de reducir los armónicos, el filtro activo mejorará el factor de potencia, acercándolo a 1.

### 5.6. Recomendación final

Se recomienda instalar un **filtro activo Circutor AFQevo de 75 A**, ya que:

- Cubre la corriente armónica a compensar (52,48 A) con un margen de seguridad.
- Es capaz de mitigar los armónicos de orden 3 y 9.
- Mejora el factor de potencia y reduce el THDi a valores aceptables.

## 6. Modelo de filtro activo de la “Serie AFQm” de la casa Circutor, para una instalación trifásica con neutro, si se considera que la fase analizada es la que tiene un mayor THDi y una mayor corriente fundamental, y los valores considerados, son los más desfavorables alcanzados de forma habitual para el periodo analizado.

### 6.1. Datos de la fase analizada

Los valores más desfavorables obtenidos durante el periodo analizado (7 días) son:

- THDi (Tasa de Distorsión Armónica de Corriente): 32,8 %
- Corriente fundamental ( $I_1$ ): 160 A
- Armónicos significativos:
  - 3er armónico: 20 %
  - 9no armónico: 26 %

### 6.2. Cálculo de la corriente armónica total a compensar

La corriente armónica total ( $I_{\text{arm}}$ ) se calcula como:

$$I_{\text{arm}} = I_1 \times \frac{\text{THDi}}{100} = 160 \times \frac{32,8}{100} = 52,48 \text{ A}$$

### 6.3. Margen de seguridad

Se añade un margen de seguridad del 30 %:

$$I_{\text{filtro}} = I_{\text{arm}} \times 1,3 = 52,48 \times 1,3 \approx 68,22 \text{ A}$$

### 6.4. Selección del modelo de la Serie AFQm

El modelo recomendado es el **Circutor AFQm 100-4/75**:

- Capacidad nominal: 75 A
- Adecuado para sistemas trifásicos con neutro
- Mitiga armónicos de orden 3 y 9
- Mejora el factor de potencia y reduce el THDi

### 6.5. Recomendación final

Se recomienda instalar un **filtro activo Circutor AFQm 100-4/75** para esta instalación trifásica con neutro, ya que:

- Cubre la corriente armónica a compensar (68,22 A) con un margen de seguridad.
- Mitiga los armónicos de orden 3 y 9.
- Mejora la calidad de la energía y el factor de potencia.

## 7. Bibliografía

- F0JV118LXMT1, Curso ‘Diseño avanzado de instalaciones eléctricas de Baja Tensión. COGITI, José Luis Rodríguez’
- CIRCUTOR. Técnicas de compensación y filtrado de perturbaciones armónicas
- CIRCUTOR. Armónicos eléctricos: definición problemática soluciones