

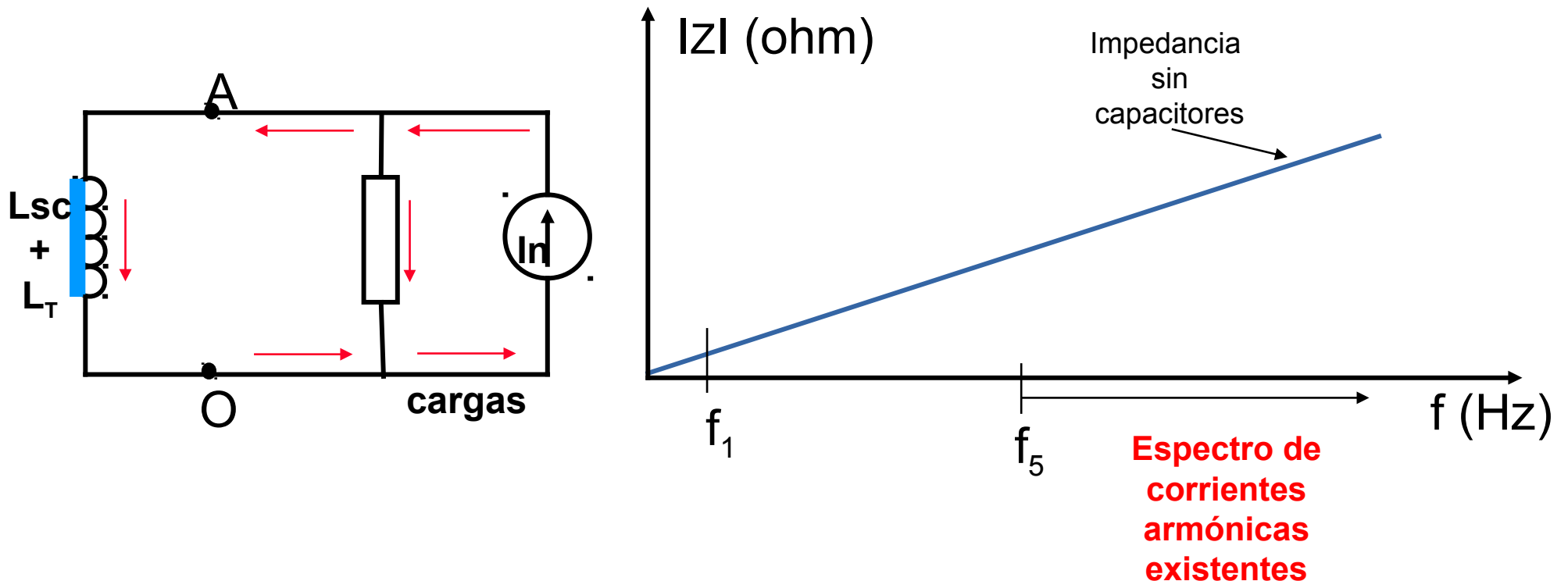
# CFP en redes con armónicas Diseño de filtros desintonizados

## Objetivos:

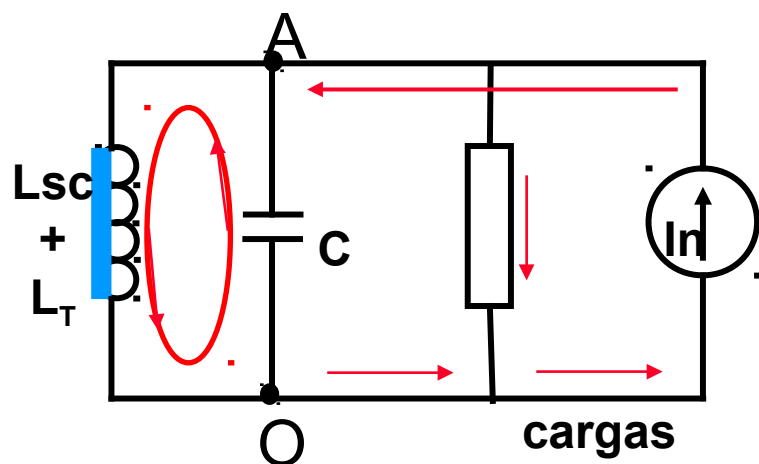
- **Corregir el Factor de Potencia**
- **Evitar resonancia paralelo**
- **Filtrar corrientes armónicas**



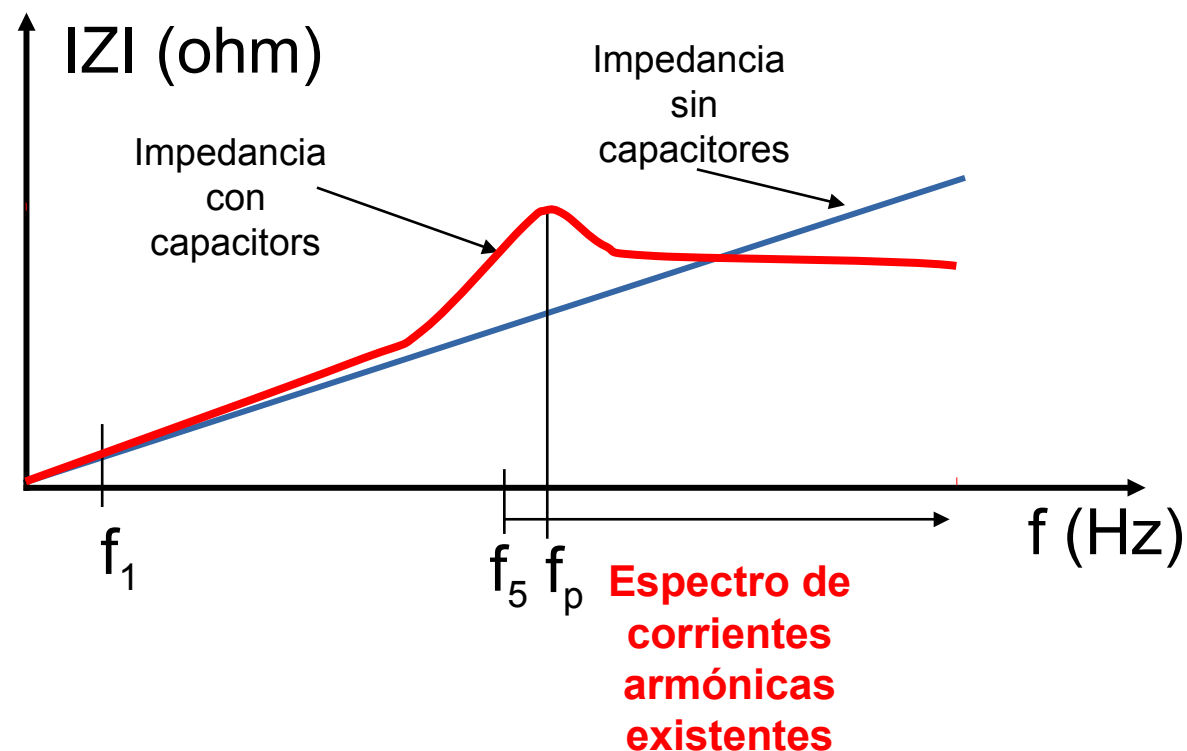
Las corrientes armónicas son generadas por las cargas no lineales y circulan por toda la instalación. Generando a la vez sobretensiones armónicas



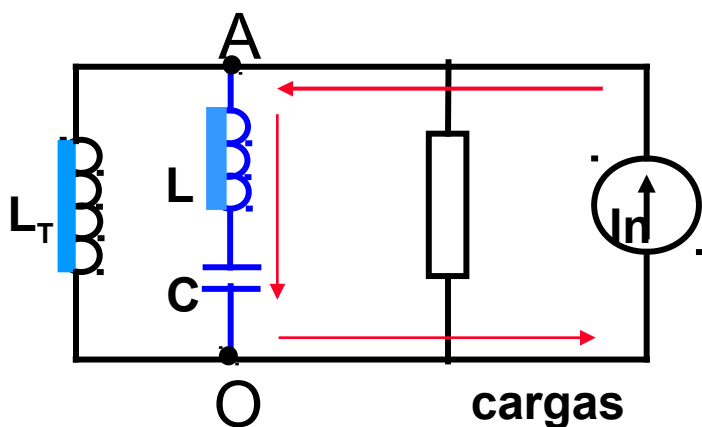
Al instalar capacitores para CFP, se forma un circuito resonante paralelo que puede ser excitado por corrientes armónicas existentes, creando alto riesgo para todos los componentes de la instalación.



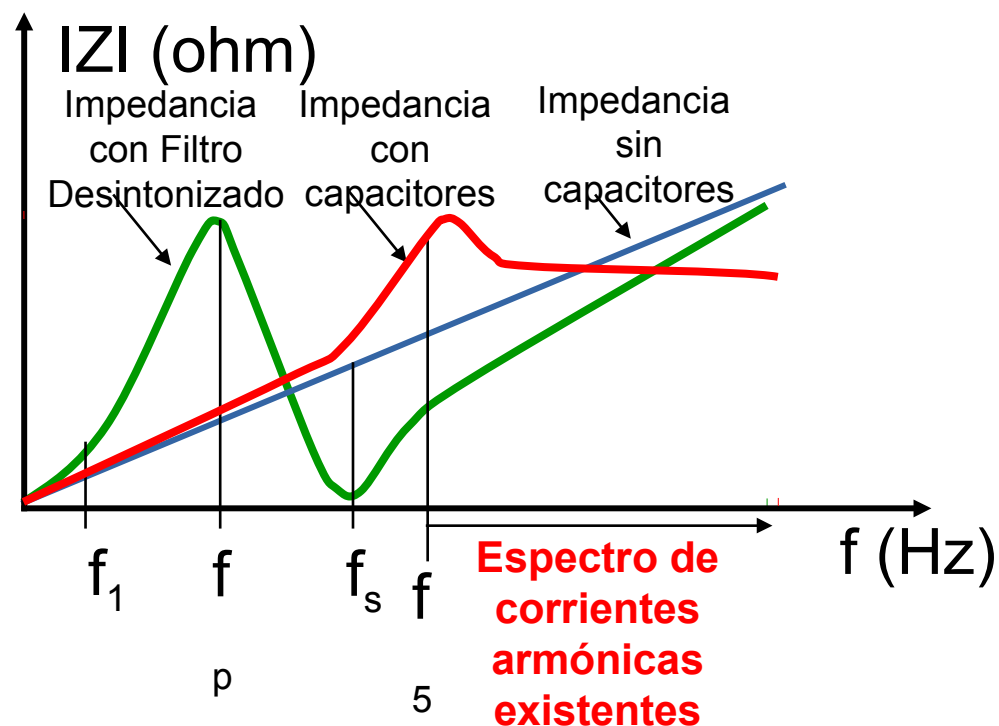
$$V_n = Z_{AO} I_n$$



## Filtros desintonizados



$$V_n = Z_{AO} I_n$$



$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_{sc} + L_T)C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_T C}}$$

$$n_r = \sqrt{\frac{S_{sc}}{Q_c}}$$

## Resonancia Paralelo – Análisis de Riesgo

Ejemplo Trafo  $S = 1000 \text{ kVA}$   $uk\% = 4\% \rightarrow S_{sc} = 25000 \text{ kVA}$

$$n_r = \sqrt{\frac{S_{sc}}{Q_c}}$$

$$Q_c \Big|_5 = \frac{S_{sc}}{n^2} = \frac{25000}{5^2} = 1000 \text{ kVAr}$$

$$Q_c \Big|_7 = \frac{S_{sc}}{n^2} = \frac{25000}{7^2} = 510 \text{ kVAr}$$

$$Q_c \Big|_{11} = \frac{S_{sc}}{n^2} = \frac{25000}{11^2} = 207 \text{ kVAr}$$

Con estos valores de  $Q_c$ , y especialmente con baja carga, si hay corrientes armónicas de estas frecuencias hay riesgo de sobretensión y sobrecorrientes por resonancia paralelo.

## Selección del Factor de Desintonía

- Se selecciona de acuerdo a la potencia efectiva a 50/60Hz y a la primera armónica predominante a filtrar.

Para filtrar	p	50Hz	60Hz
3° Armónica (35%)	14%	134Hz	161Hz
5° Armónica (35%)	7%	189Hz	252Hz
5° Armónica (45%)	5,67%	210Hz	267Hz



- **Tensiones standard: 400-440-480V-50/60Hz**
- **Potencias standard: 25-50-75-100 kVAr**
- **Desintonías standard: 5,67-7-14 %**
- **Pérdidas muy bajas.**
- **Alta linealidad.**
- **Incluyen protección térmica.**



## Selección del tipo sistema de CFP

1. Hay armónicas,  $\text{THDI}_{sc} > 10\%$  ó  $\text{THDV}_{sc} > 3\%$  ?
  - ◇ SI: CFP desintonizado
  - ◇ NO: CFP standard
  
2. Hay 3° armónica,  $\text{THDI}_3 > 0.2 \text{ THDI}_5$  ?
  - ◇ SI: usar  $p=14\%$
  - ◇ NO: usar  $p= 7\%$  ó  $5.67\%$
  
3. Es  $\text{THDI}_{sc} < 20\%$  ?
  - ◇ SI: usar  $p= 7\%$
  - ◇ NO: usar  $p= 5.67\%$

## Criterio de selección

## Ejemplo de cálculo $Q_e = 25 \text{ kVAr} - 440\text{V} - 60\text{Hz} - 7 \%$

El inductor se selecciona por la potencia efectiva en 440V y para  $p=7\%$   
y por lo tanto será un reactor de 25kVAr-440V-60Hz-7%

Aunque la red es de 440V, por la desintonía la tensión sobre el capacitor será:

$$U_c = U_N \cdot \frac{100}{100-p} = 440 \text{ V} \cdot \frac{100}{100-7} = 473 \text{ V} \rightarrow \text{ se debe usar un cap. de } 480 \text{ V}$$

Cálculo de la potencia nominal del capacitor  $Q_c$ , especificada para  $U_c = 480\text{V}$ ,  
para obtener una potencia efectiva de 25 kVAr en 440V con con reactor con  $p=7\%$

$$Q_c = \left[ 1 - \frac{p}{100} \right] \cdot \left[ \frac{U_c}{U_N} \right]^2 \cdot Q_e = \left[ 1 - \frac{7}{100} \right] \cdot \left[ \frac{480}{440} \right]^2 \cdot 25 \text{ kVAr} = 27 \text{ kVAr} \quad (480\text{V}-60\text{Hz})$$

## Ejemplo de cálculo $Q_e = 25 \text{ kVAr} - 440\text{V} - 60\text{Hz} - 7 \%$

El inductor se selecciona por la potencia efectiva en 440V y para  $p=7\%$   
y por lo tanto será un reactor de 25kVAr-440V-60Hz-7%

Aunque la red es de 440V, por la desintonía la tensión sobre el capacitor será:

$$U_c = U_N \cdot \frac{100}{100-p} = 440 \text{ V} \cdot \frac{100}{100-7} = 473 \text{ V} \rightarrow \text{ se debe usar un cap. de } 480 \text{ V}$$

Cálculo de la potencia nominal del capacitor  $Q_c$ , especificada para  $U_c = 480\text{V}$ ,  
para obtener una potencia efectiva de 25 kVAr en 440V con con reactor con  $p=7\%$

$$Q_c = \left[ 1 - \frac{p}{100} \right] \cdot \left[ \frac{U_c}{U_N} \right]^2 \cdot Q_e = \left[ 1 - \frac{7}{100} \right] \cdot \left[ \frac{480}{440} \right]^2 \cdot 25 \text{ kVAr} = 27 \text{ kVAr} \quad (480\text{V}-60\text{Hz})$$

## Componentes para Filtros Desintonizados

### - Los componentes son seleccionados de acuerdo a:

- Potencia efectiva deseada
- Contenido armónico de la carga
- Factor de desintonía elegido
- Sobretensión en los capacitores

### - Tener especial cuidado con:

- análisis previo, diseño de aplicación
- diseño de panel
- disipación del calor

