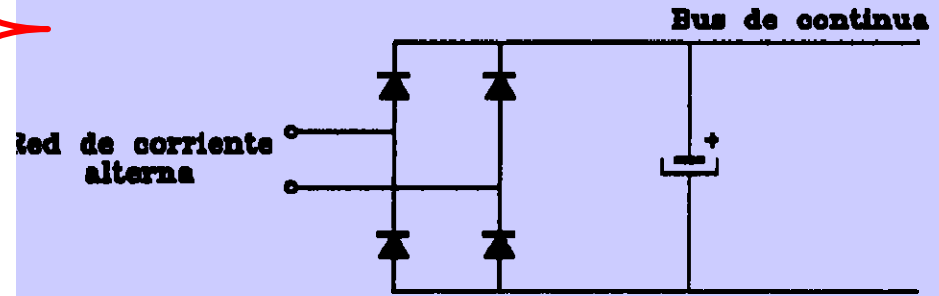
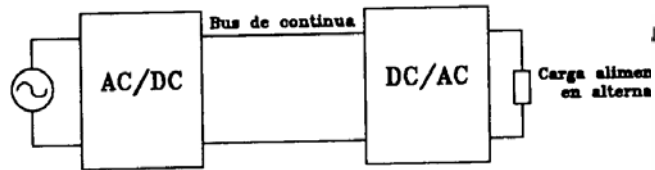
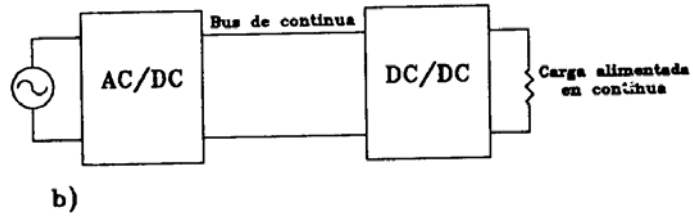
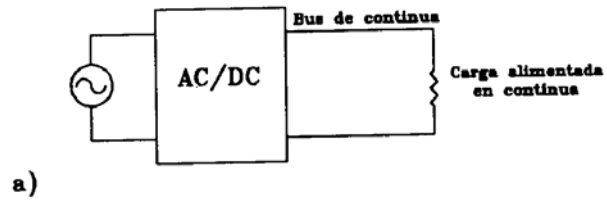
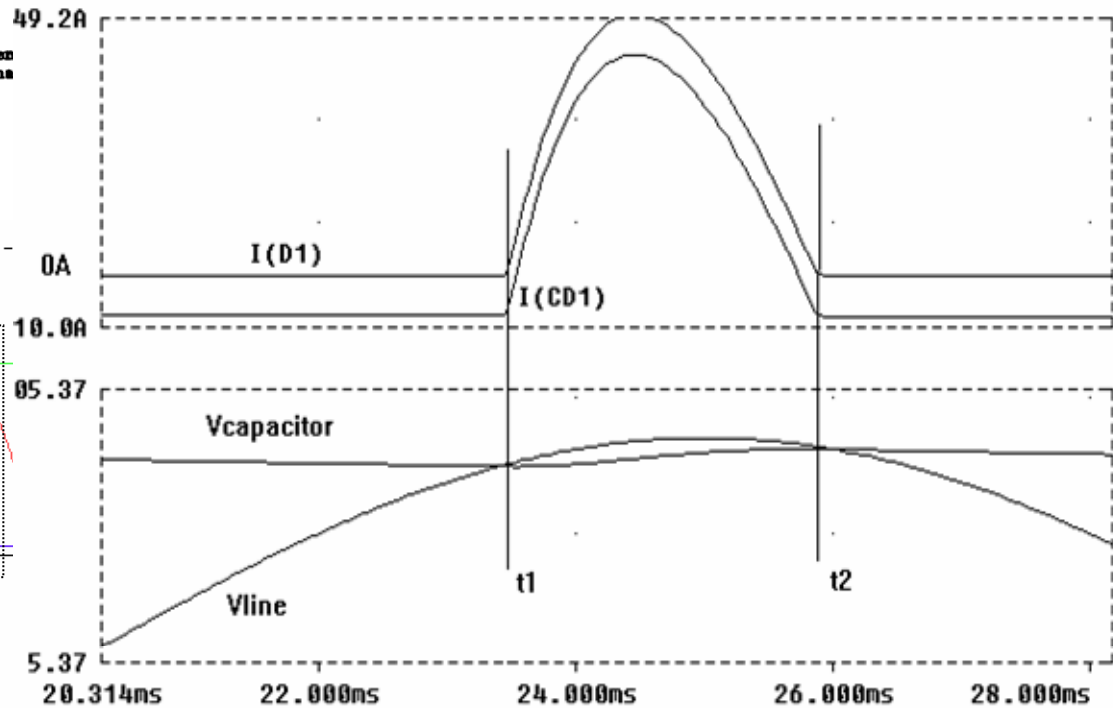
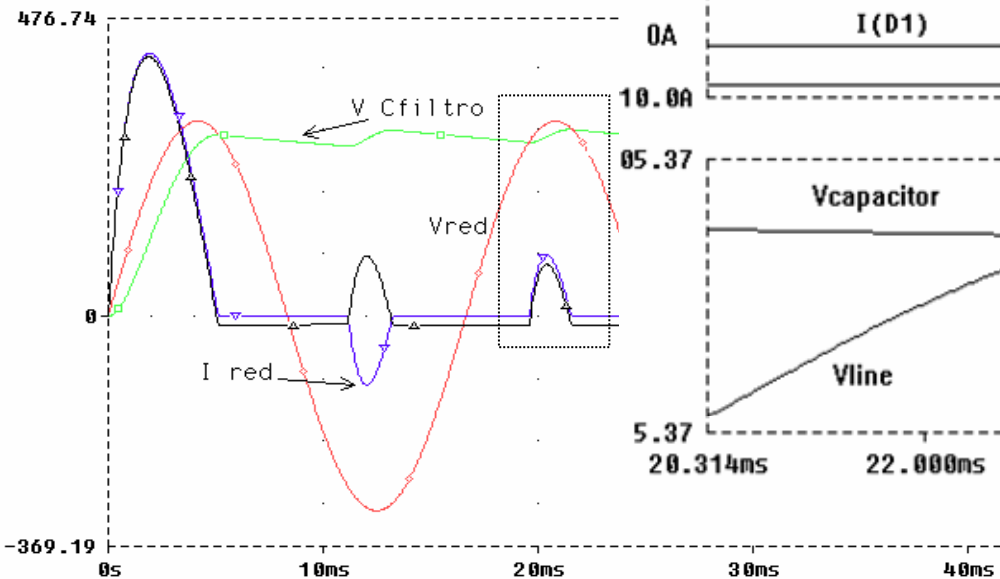


Estructuras básicas de los sistemas de alimentación.

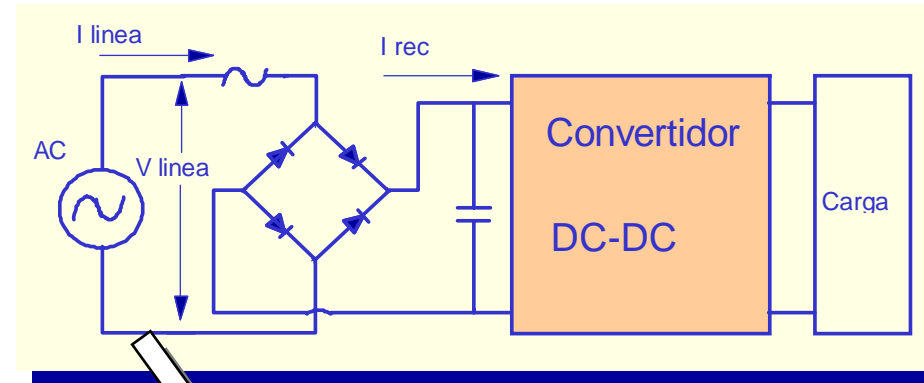


Formas de onda características



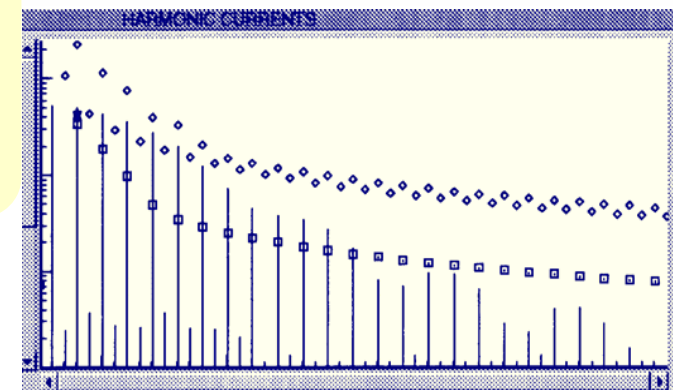
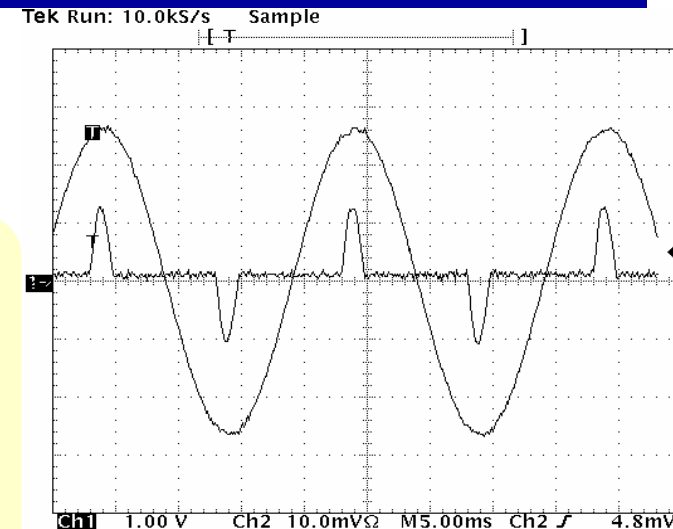
Factor de Potencia :

Convertidores clásicos:



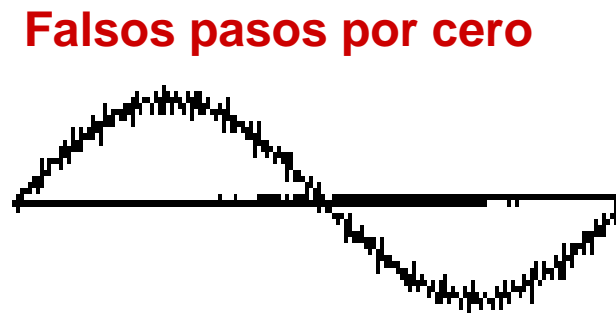
Consecuencias:

- Elevada distorsión armónica → EMI. Filtros.
- Nivel RMS de corriente elevado → Pérdidas elevadas
- Desaprovechamiento potencia suministrada
- Incumplimiento Normativa.



Problemas asociados a un alto contenido armónico

Los armónicos de alta frecuencia pueden dañar a otros equipos conectados a la red



La potencia disponible en cada toma es menor que la nominal

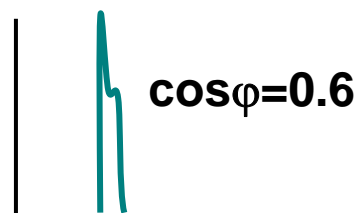


15 A

Si la corriente es senoidal: $I_{ef}=15$, $V_{ef}=230$

$$P = 15 \cdot 230 = 3450 \text{ W}$$

Si no es senoidal:



$$P = 15 \cdot 230 \cdot 0,6 = 2070 \text{ W}$$

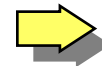
Factor de Potencia :

Definiciones:

Factor de Potencia:

“La razón entre la potencia media consumida por una carga cualquiera, medida en vatios, en los terminales de dicha carga y el producto de los valores rms de la tensión y corriente en los terminales, en voltio-amperios”.

$$FP = \frac{\text{Potencia Activa}}{\text{Potencia Aparente}} = \frac{\frac{1}{2\pi} \cdot \int_0^{2\pi} V_e(t) \cdot I_e(t) \cdot dt}{V_{e-rms} \cdot I_{e-rms}}$$



- **caso particular**

Para un sistema monofásico, donde la tensión y corriente mantenga su carácter senoidal

$$FP = \cos \Phi$$

Factor de Desplazamiento:

“La relación entre la potencia activa total consumida por una carga alimentada por un generador de tensión senoidal y la potencia aparente suministrada por las componentes fundamentales de tensión y corriente”

$$FD = \frac{\frac{1}{2\pi} \cdot \int_0^{2\pi} V_e(t) \cdot I_e(t) \cdot dt}{\sqrt{\frac{1}{2\pi} \cdot \int_0^{2\pi} V_{e-1}(t)^2 dt \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \int_0^{2\pi} I_{e-1}(t)^2 dt}}$$



- **caso particular**

Para un sistema monofásico, donde la tensión y corriente mantenga su carácter senoidal

$$FD = \cos \Phi = FP$$

Factor de Potencia :

CASO REAL:

Supongamos que la tensión de entrada conserva su carácter senoidal y es la corriente quien está distorsionada por efecto de las cargas no lineales conectadas.

$$V_e(t) = V_e \cdot \sin(\omega t) \equiv V_{e1} \cdot \sin(\omega t)$$

$$I_e(t) = \sum_{n=0}^{\infty} I_e \cdot \sin(n\omega t + \phi_n) = I_1 \cdot \sin(\omega t + \phi_1) + \sum_{n \neq 1}^{\infty} I_e \cdot \sin(n\omega t + \phi_n)$$

La potencia activa se puede calcular como:

$$\Downarrow \Downarrow \quad \text{Potencia activa} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T V_e(t) \cdot I_e(t) \cdot dt = V_{e-rms} \cdot I_{1-rms} \cdot \cos \phi_1$$

Recalculando :

$$FD = \frac{V_{e-rms} \cdot I_{1-rms} \cdot \cos \phi_1}{V_{1-rms} \cdot I_{1-rms}} = \cos \phi_1$$

Entonces el Factor de Potencia en términos generales se puede definir como:

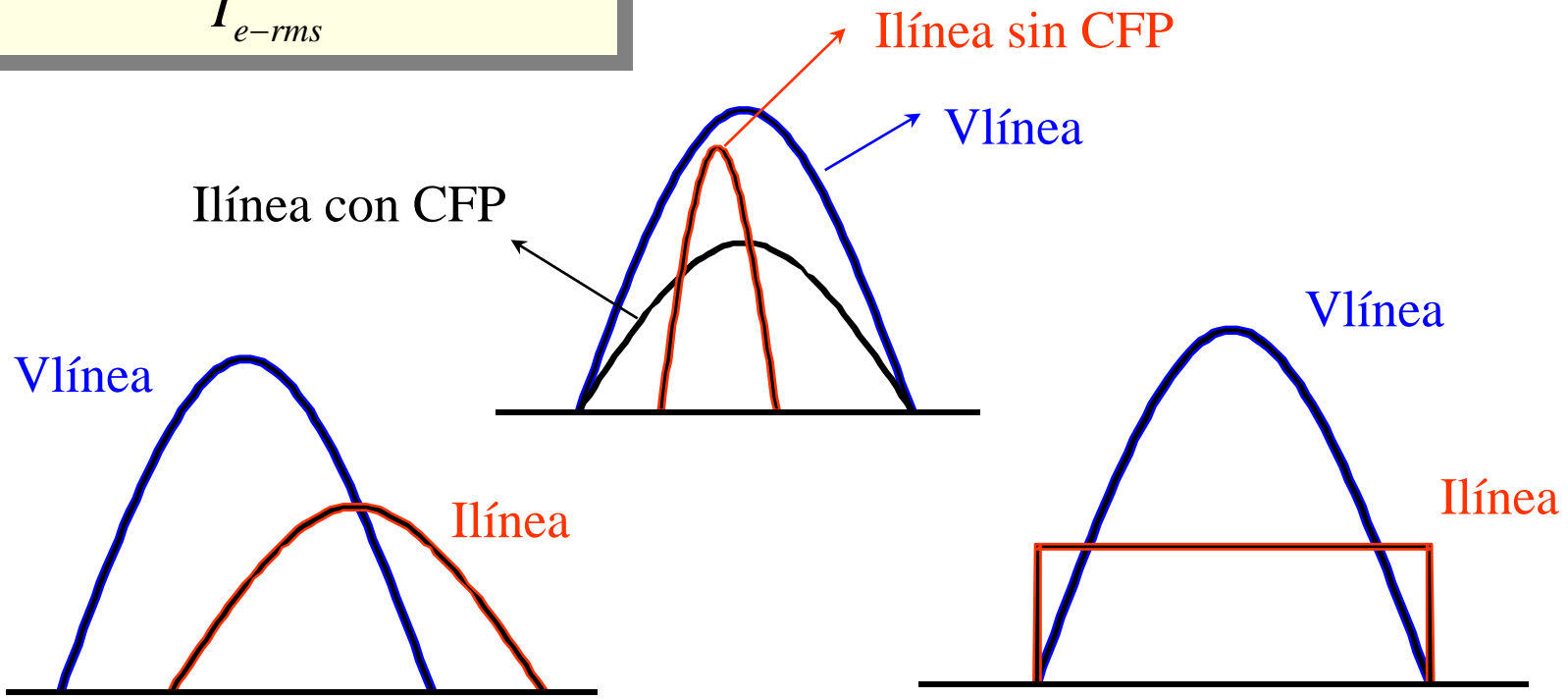
$$FP = \frac{V_{e-rms} \cdot I_{1-rms} \cdot \cos \phi_1}{V_{e-rms} \cdot I_{e-rms}} = \cos \phi_1 \cdot \frac{I_{1-rms}}{I_{e-rms}} = FD \cdot FDA$$

Factor de Potencia :

**FACTOR DE POTENCIA
UNIDAD**

- Ángulo de desplazamiento nulo
- Corriente de entrada NO distorsionada

$$FP = \cos \phi_1 \cdot \frac{I_{1-rms}}{I_{e-rms}} = FD \cdot FDA$$



- Sin armónicos
pero con desplazamiento.

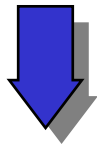
- Con armónicos
pero sin desplazamiento.

Factor de Potencia :

Medida de la Distorsión:

$$\text{DAT} = \frac{\sqrt{I_{\text{rms}}^2 - I_{(1)\text{rms}}^2}}{I_{(1)\text{rms}}} \cdot 100$$

A efectos prácticos, DAT es la raíz cuadrada del cociente entre la potencia que podría disipar una resistencia a causa de las componentes armónicas de orden superior de la forma de onda, y la potencia que podría disipar a causa únicamente de la componente fundamental



Ahora podemos relacionarlo con el factor de distorsión y con el factor de potencia de la siguiente forma :

$$\text{FDA} = \sqrt{\frac{1}{1 + \text{DAT}^2}}$$
$$\text{FP} = \frac{I_{1\text{-rms}}}{I_{n\text{-rms}}} \cdot \cos \theta_1 = \text{FDA} \cdot \text{FD} = \frac{\text{FD}}{\sqrt{1 + \text{DAT}^2}}$$

Factor de Potencia :

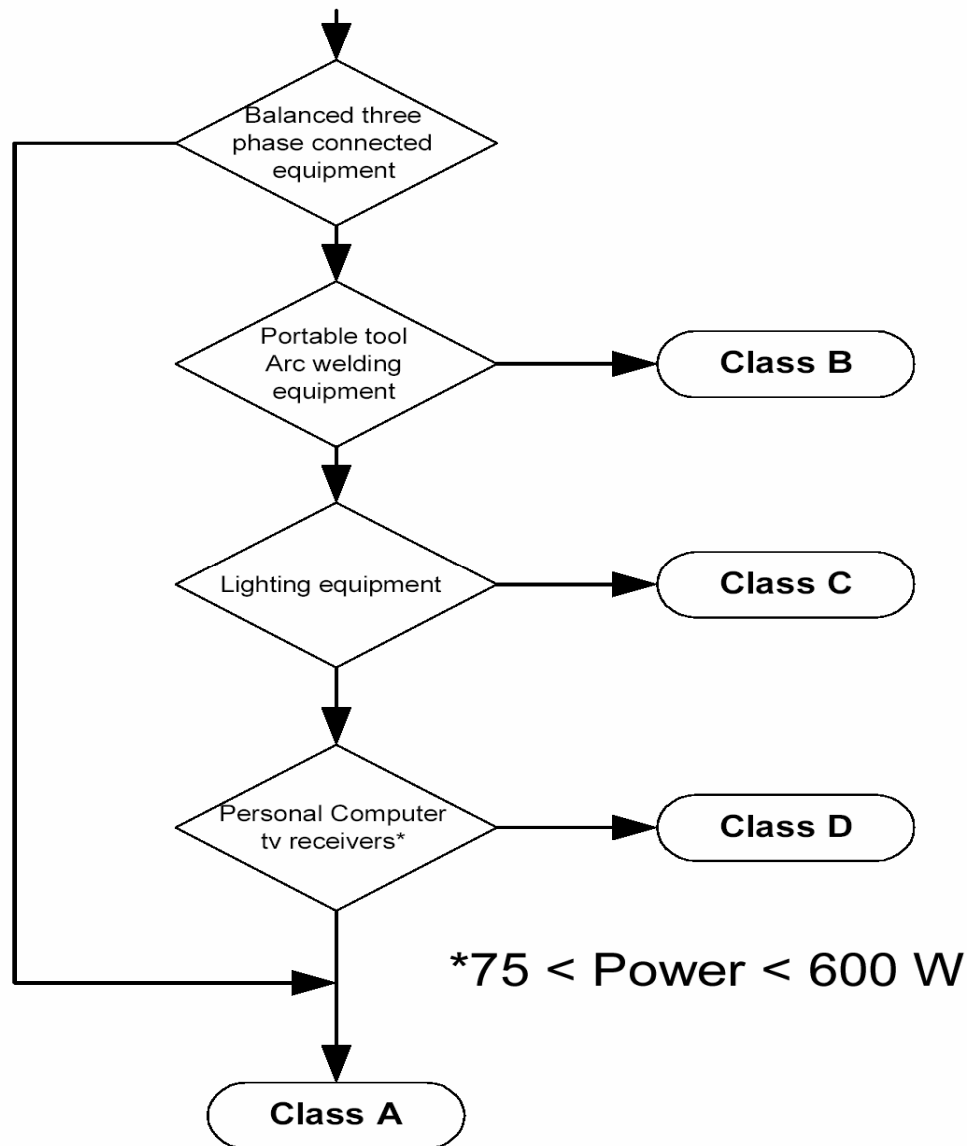
Acelerado deterioramiento de la calidad de la potencia distribuida

NORMATIVA

EN 61000-3-2/A14

Limites en la emisión de corrientes armónicas

Clasificación de los equipos

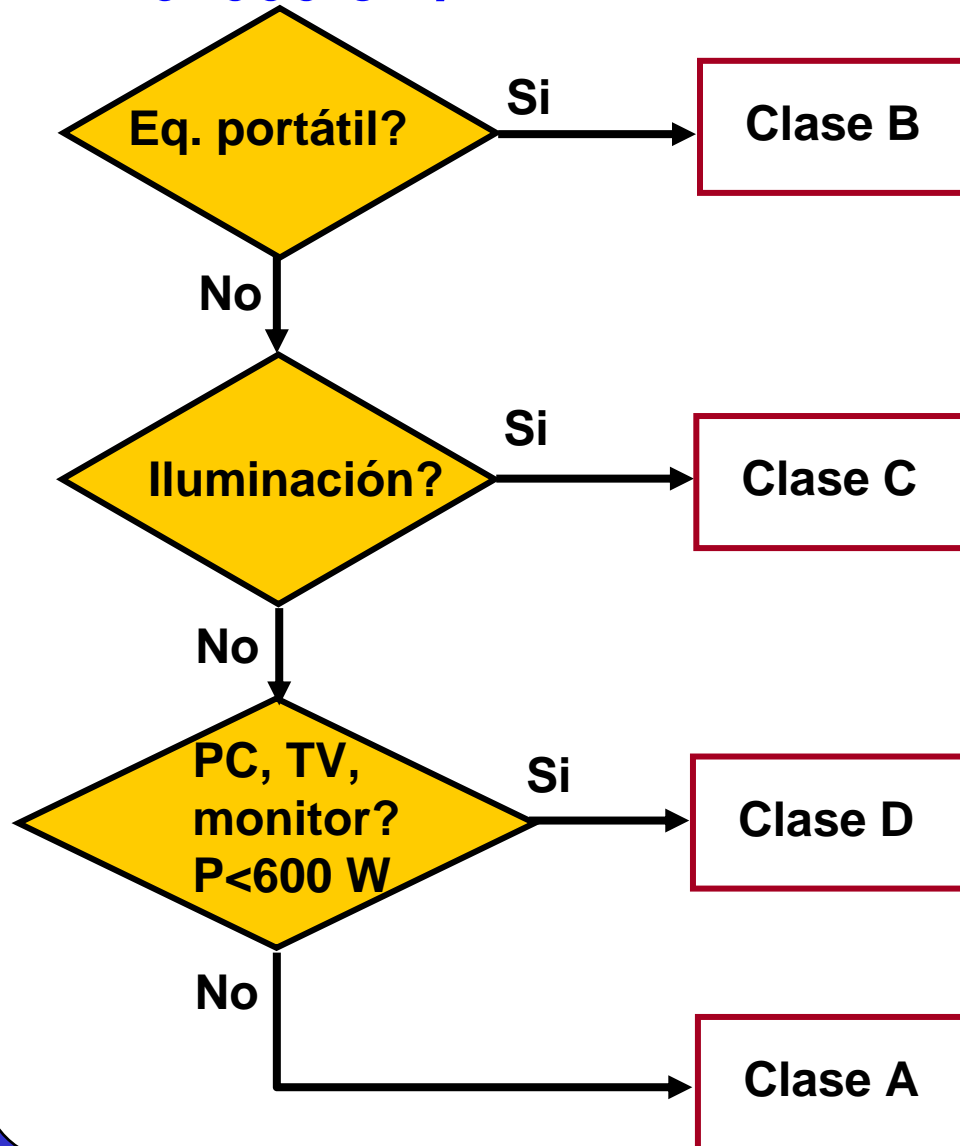


Factor de Potencia :

NORMATIVA
EN 61000-3-2/A14

Acelerado deterioramiento de la calidad de la potencia distribuida

Clasificación de los equipos



La norma sólo hay que cumplirla en condiciones nominales

- Potencia > 75 W
- Potencia < 16 A / fase (3680 W)

Las fuentes de alimentación son en general Clase A

Factor de Potencia :

Límites para la Clase A y la Clase D

TABLE I. CLASS D HARMONIC LIMITS

Harmonic Order n	Relative Harmonic Limits (mArms/W)	Max. Permissible harmonic current, only for 600W(Arms)
3	3.4	2.30
5	1.9	1.14
7	1.0	0.77
9	0.5	0.40
11	0.35	0.33
13	0.296	0.21
15<n<39	3.85/n	2.25/n

TABLE II. CLASS A HARMONIC LIMITS

Harmonic Order n	Max. Permissible harmonic for any power (Arms)
3	2.3
5	1.14
7	0.77
9	0.40
11	0.33
13	0.21
15	0.15*15/n

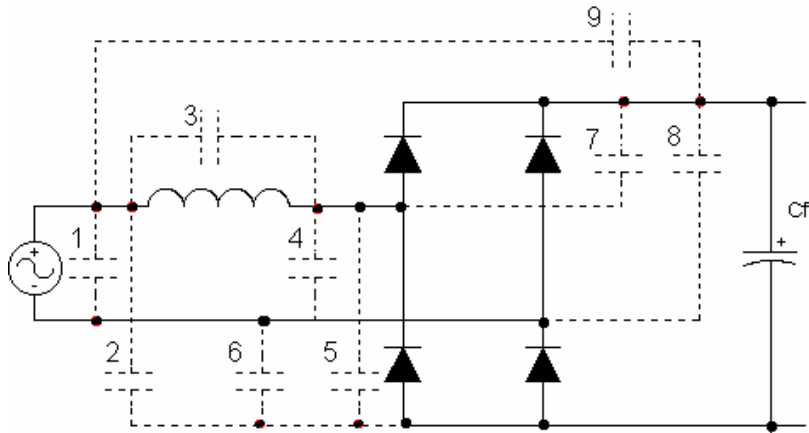
Importante:
Los límites de la Clase A
son absolutos [A]
Los límites de la Clase D
son relativos [mA/W]

La Clase D es mucho más estricta

Factor de Potencia :

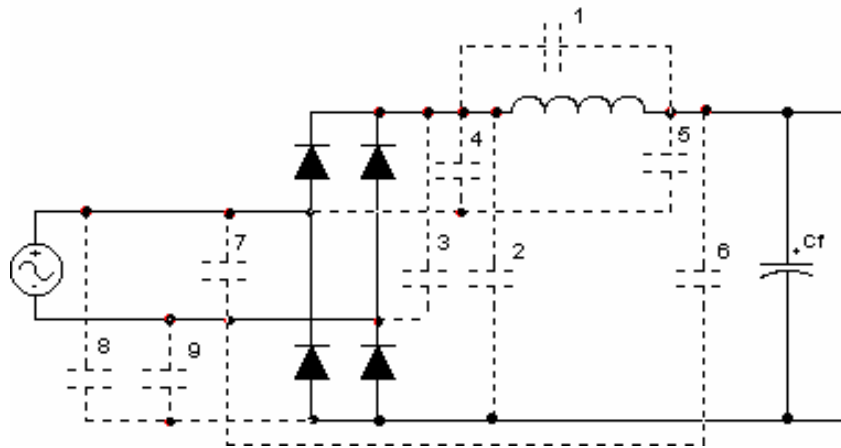
Métodos de mejora del F.P.

Soluciones pasivas: Aquellas que utilizan elementos **reactivos y rectificadores no controlados** como sistema de alimentación básico.



L en serie con la línea

- Reducción de la tensión de salida ante el aumento de L.
- Reduce el EMI en modo diferencial generado por la carga.
- Protege a los diodos rectificadores frente picos y transitorios espúreos.



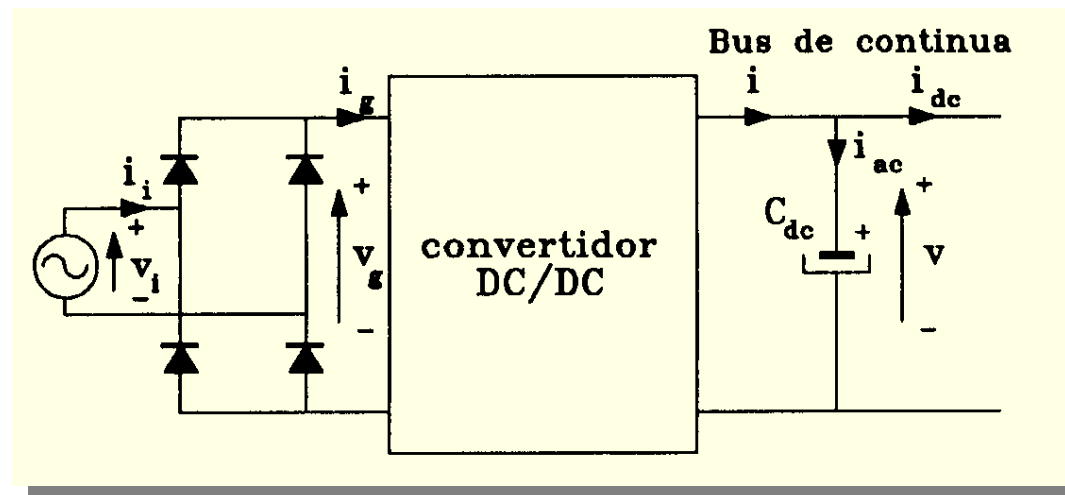
L en serie con la carga:

- Proporciona protección en ambas direcciones frente al ruido en modo diferencial, generado por la carga y por la línea.
- Independencia de la tensión de salida del rectificador con el valor de L.

Factor de Potencia :

Métodos de mejora del F.P.:

Soluciones activas: Aquellas que utilizan un **convertidor conmutado como sistema rectificador de la tensión de entrada**, donde con un control adicional o aprovechando el lazo de realimentación del convertidor (en modo discontinuo), pueda actuar sobre la corriente de entrada, convirtiendo al convertidor como un **emulador de resistencia**.



- Forzar a que la corriente de entrada del emulador sea una senoide rectificada.
- Forzar a que la tensión de salida sea la deseada.

Factor de Potencia :

Tabla Resumen:

	PASIVO	ACTIVO	
• Respuesta dinámica	pobre	adecuada	
• Filtro EMI	innecesario o pequeño	<u>CCM:</u> grande	<u>DCM:</u> muy grande
• Circuitos control	nulo	<u>automat.:</u> pequeño	promed.: grande
• Semiconductores adicionales	innecesarios o de baja potencia	<i>entrada</i> <i>única:</i> medio	<i>rango</i> <i>universal:</i> grande
• Regulación en tensión	ausencia	adecuada	
• tiempo ingeniería	pequeño	grande	
• Almacenamiento energía	grande	pequeño	
• Fiabilidad	máxima	media	
• Cumplimiento normativa	variable	siempre	
• Simplicidad	máxima	poca o media	
• DAT	grande	mínimo	