

# Parámetros de Calidad de Energía

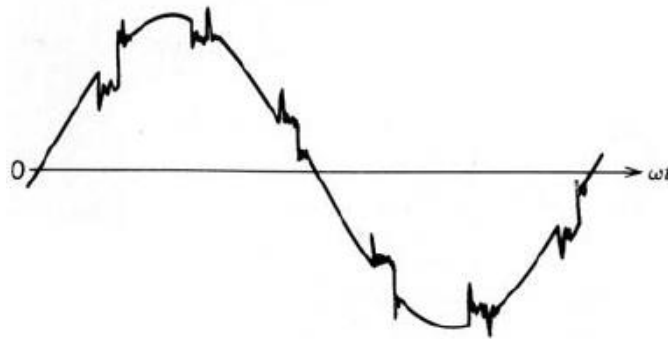
Dra. Victoria Serrano

# Perturbaciones a la Red Eléctrica

- Sobretensión: tensión más alta que el valor nominal
- Tensión insuficiente: tensión más baja que el valor nominal
- Apagón: tensión colapsa por unos cuantos ciclos
- Pulsos parásitos de voltaje: pulsos superpuestos sobre las formas normales de onda (no en forma repetitiva)

# Perturbaciones a la Red Eléctrica

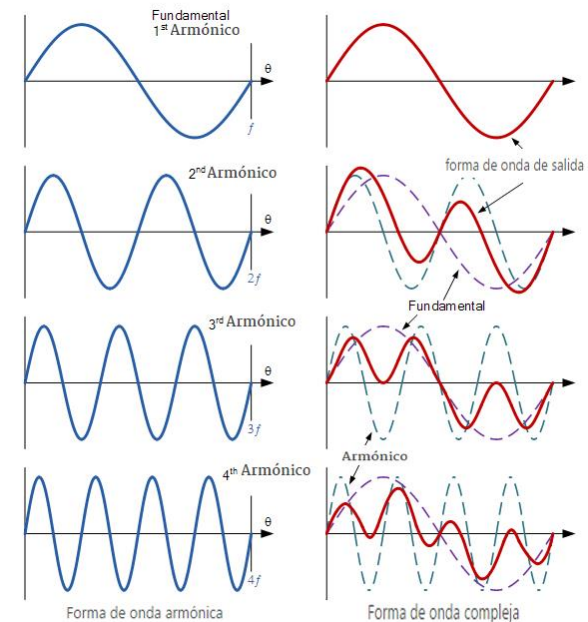
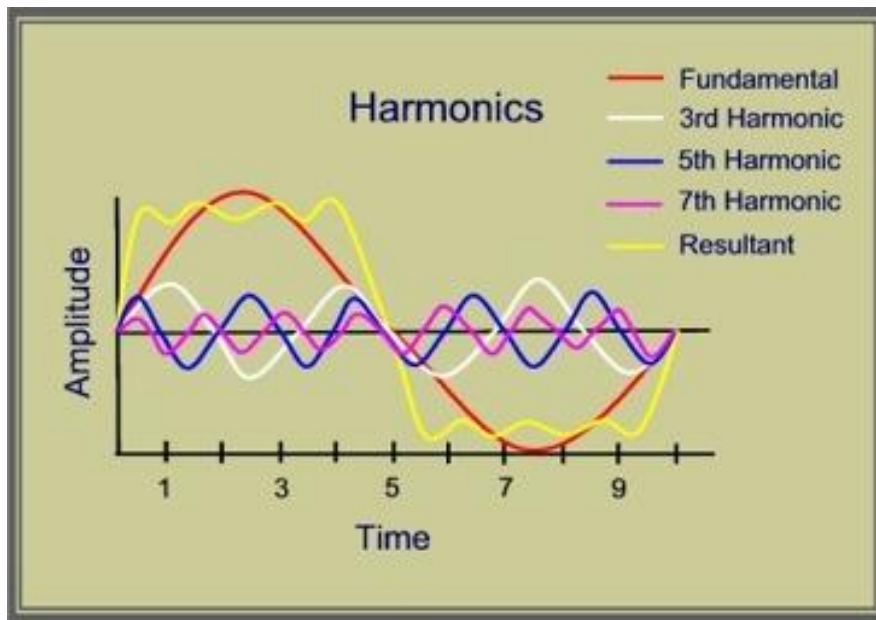
- Forma de onda de voltaje truncado: truncado repetitivo de la forma de onda



- Armónicos: voltaje distorsionado. Contiene componentes de voltaje armónicos en frecuencias armónicas
- Interferencia electromagnética: ruido de alta frecuencia que llega por la red eléctrica o radiado desde su fuente

# Armónicos

- Convertidores de electrónica de potencia inyectan armónicos de corriente en el sistema de distribución de electricidad



# Fuentes de Perturbaciones

- Sobretensiones: disminuciones repentinas en la carga del sistema
- Tensiones bajas: sobrecarga, arranque de motores de inducción, etc
- Picos grandes de voltaje: entrada o salida de condensadores para corrección de FP, líneas de energía, motores de bombas o compresores en las inmediaciones

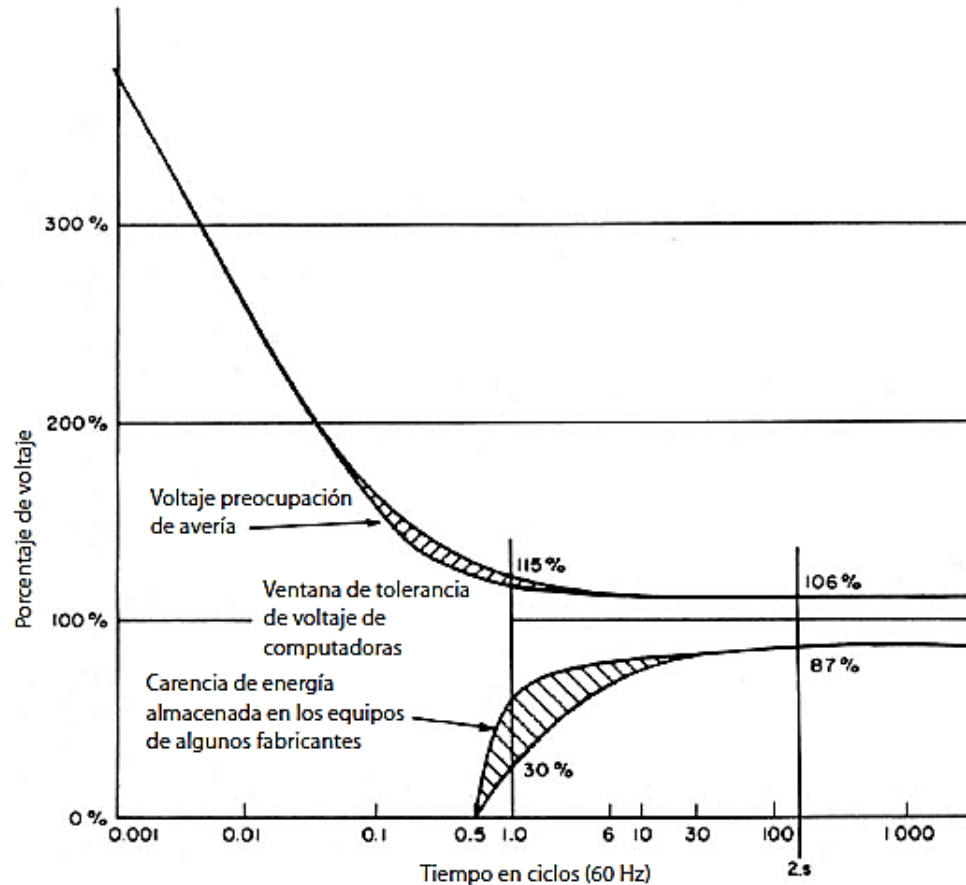
# Fuentes de Perturbaciones

- Truncado de la forma de onda de voltaje: convertidores de tiristores de CA a CC
- Armónicos: saturación magnética de transformadores del sistema de energía y corrientes armónicas inyectadas por cargas de electrónica de potencia

# Efecto de Perturbaciones sobre la Sensibilidad de los Equipos

- Depende de los siguientes factores:
  - Tipo y magnitud de la perturbación de la línea de energía
  - Tipo de equipo y calidad de su diseño
  - Uso de acondicionador de potencia

# Ventana típica de tolerancia de voltaje de sistema de computadoras





**Tabla 11-1** Rango normal de calidad de energía de entrada y parámetros de carga de los principales fabricantes de computadoras

<i>Parámetros<sup>a</sup></i>	<i>Rango o máximo</i>
1. Regulación de voltaje, estado permanente	+5. -10 a + 10%, -15% (ANSI C84, 1—1970 es + 6, -13%)
2. Perturbaciones de voltaje	
a) Tensión mínima momentánea	-25 a -30% para menos que 0.5 s, con -100% aceptable para 4-20 ms
b) Sobretensión transitoria	+150 a 200% por menos que 0.2 ms
3. Distorsión armónica de voltaje <sup>b</sup>	3-5% (con carga lineal)
4. Ruido	No hay norma
5. Variación de frecuencia	60 Hz a $\pm 0.5$ Hz a $\pm 1$ Hz
6. Velocidad de cambio de frecuencia	1 Hz/s (rapidez de respuesta)
7. $3\phi$ , desequilibrio del voltaje de fase <sup>c</sup>	2.5-5%
8. $3\phi$ , desequilibrio de la carga <sup>d</sup>	5-20% máximo para cualquier fase
9. Factor de potencia	0.8-0.9
10. Demanda de carga	0.75-0.85 (de la carga conectada)

<sup>a</sup> Los parámetros 1, 2, 5 y 6 dependen de la fuente de energía, mientras que los parámetros 3, 4 y 7 son producto de una interacción entre fuente y carga, y los parámetros 8, 9 y 10 dependen sólo de la carga de la computadora.

<sup>b</sup> Calculado como la suma de todas las tensiones armónicas en forma vectorial.

<sup>c</sup> Calculado como sigue:

$$\text{Porcentaje del desequilibrio de voltaje de fase} = \frac{3(V_{\text{máx}} - V_{\text{mín}})}{V_a + V_b + V_c} \times 100$$

<sup>d</sup> Calculado como diferencia del promedio de la carga monofásica.

Fuente: Norma IEEE 446, "Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications".

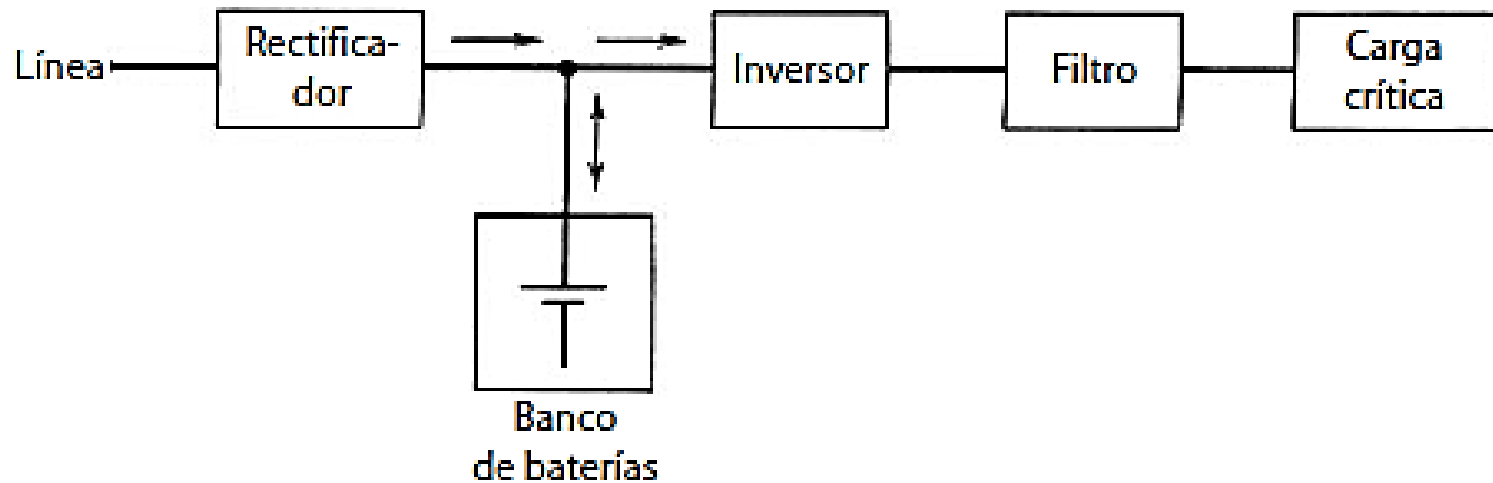
# Acondicionadores de Potencia

- Para suprimir algunas o todas las perturbaciones eléctricas
- Varistores de óxido metálico → picos de voltaje de modo de línea
- Filtros de interferencia electromagnética → prevenir formas de onda truncada e impide que los equipos conduzcan ruidos de alta frecuencia a la red

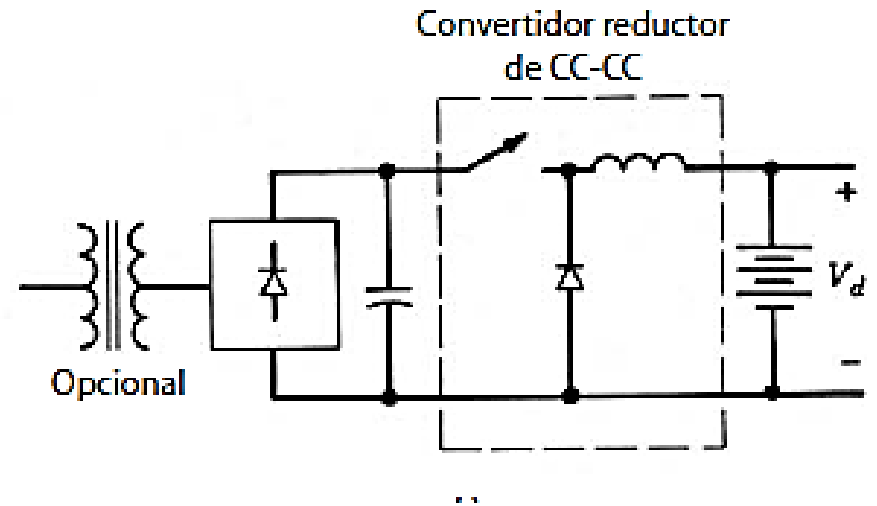
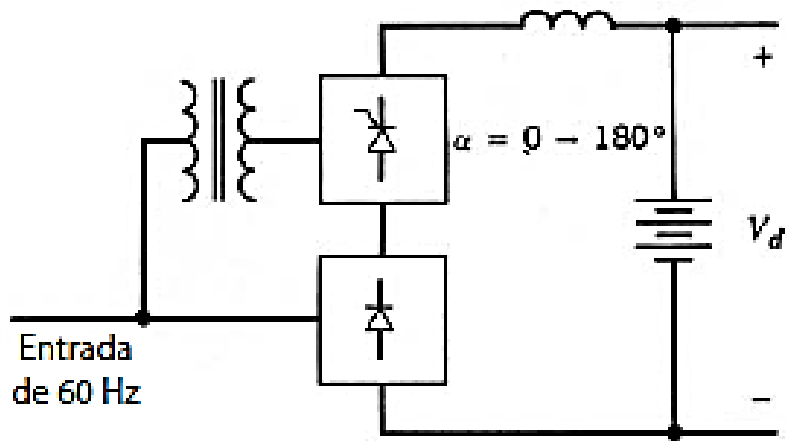
# Acondicionadores de Potencia

- Transformadores de aislamiento con pantallas electrostáticas → aislamiento galvánico y filtran picos de voltaje de modo de línea
- Transformadores ferro-resonantes → regulación de voltaje, filtrado de picos de modo de línea. Eficacia parcial en el filtrado de ruido de modo común
- Estabilizadores lineales → para alimentar energía limpia

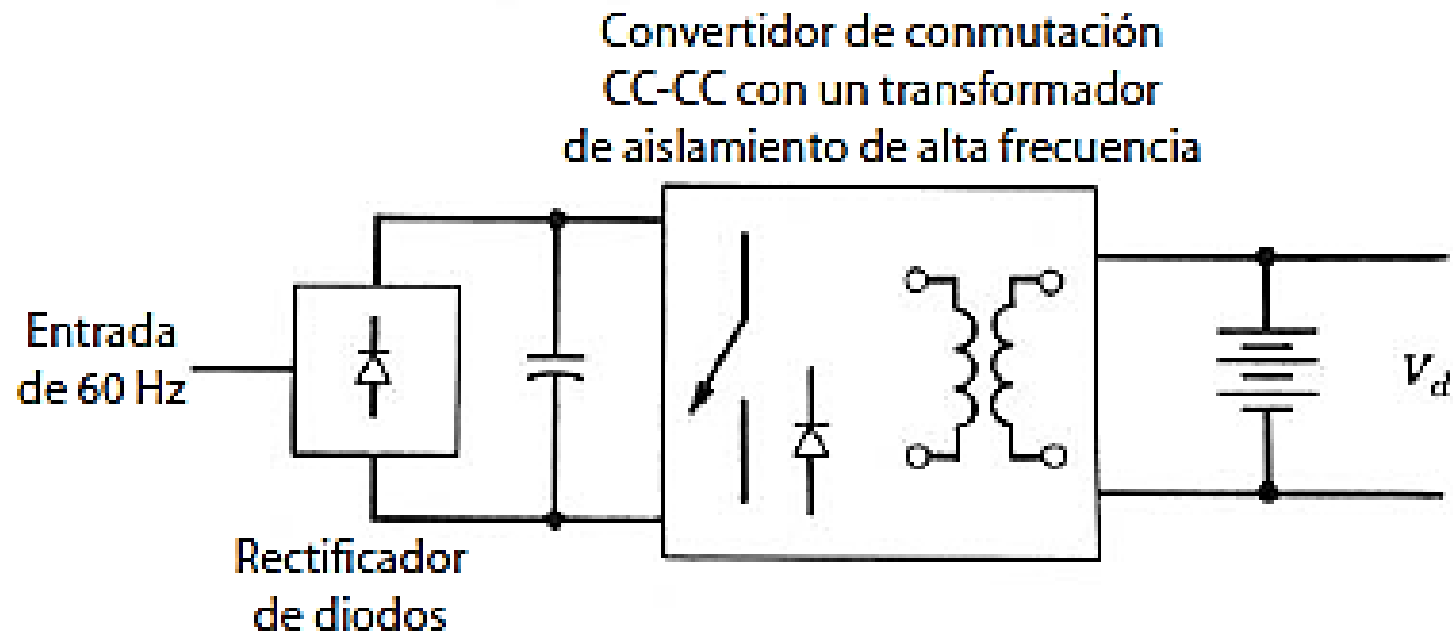
# Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (UPS)



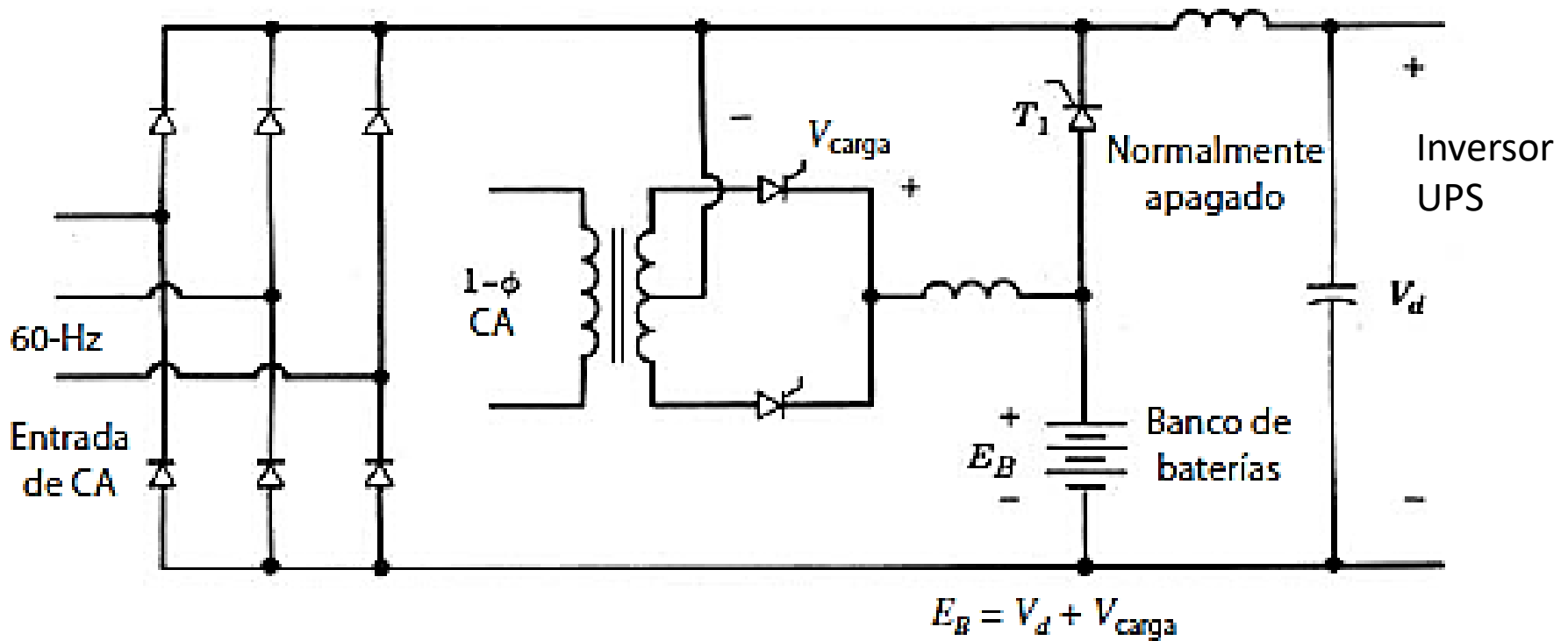
# Rectificadores



# Rectificador que consiste en un transformador de aislamiento de alta frecuencia



# Rectificador con circuito separado de cargador de baterías



# Inversores

- Contenido de armónicos de voltaje de salida

$$\% \text{THD} = 10 \times \frac{\left( \sum_{h=2}^{\infty} V_h^2 \right)^{1/2}}{V_1}$$



# Arreglos de Inversores

