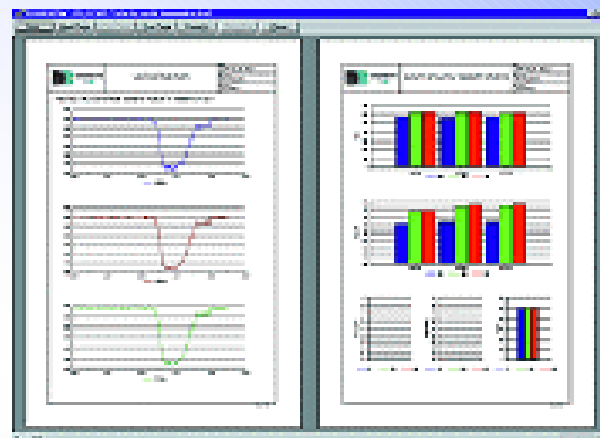




# Calidad de Suministro Eléctrico



## MEGACAL INSTRUMENTS IBÉRICA

Área de Potencia y Energía

Avda. de la Vega, 1 - Edificio VEGANOVA 3 - Planta 2ª - Oficina 6

28108 Alcobendas (Madrid)

Tf: +34 91 571 00 24; Fax: +34 91 571 23 46

Web: [www.megacal.com](http://www.megacal.com)

**Víctor Sánchez Calvo**

E-Mail: [victor.sanchez@megacal.com](mailto:victor.sanchez@megacal.com)

**Bernardo Rivera Chamorro**

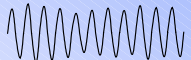
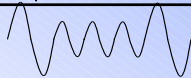

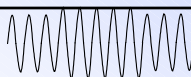
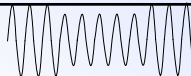
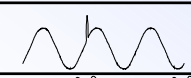



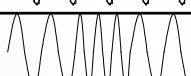
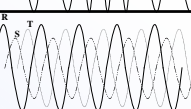
E-Mail: [bernardo.rivera@megacal.com](mailto:bernardo.rivera@megacal.com)

# Introducción

En los sistemas eléctricos de potencia, se suele considerar a la **perturbación** como cualquier desviación con respecto a la forma de onda sinusoidal, teórica, producida en los centros de generación. La desviación se puede dar en cada uno de los parámetros de la onda, es decir: frecuencia, amplitud, forma de onda y simetría entre fases. Dependiendo de su cuantía, y de la sensibilidad de los receptores, podrá tener repercusión en unos u otros dispositivos.

**UNE-EN 50160.** Características de la tensión suministrada por las redes públicas de distribución.

Es una norma cuyo objeto es describir las características principales de la tensión suministrada por una red pública de distribución de baja y media tensión, en las condiciones normales de explotación.

Definiciones perturbaciones según norma UNE 50160			
Parámetro	Nombre	Definición	
Amplitud	Fluctuación de tensión	$\Delta U < 10\% U_{ref}$	
	Hueco de tensión	$90\% U_{ref} > U > 1\% U_{ref}$ $10 \text{ ms} < \Delta t \leq 1 \text{ min.}$	
	Interrupción de alimentación: -Corte breve. -Corte largo.	$U < 1\% U_{ref}, \Delta t \leq 3 \text{ min.}$ $U < 1\% U_{ref}, \Delta t > 3 \text{ min.}$	
	Sobretensión temporal	Sobretensión relativamente larga	
	Variación de tensión	Aumento o disminución de tensión	
Forma de onda	Sobretensión transitoria	$\Delta t = \text{de ns a ms}$	
	Tensión armónica	$f_{armónicos} = n \cdot f_{fund.}$ $n = \text{entero}$	
	Tensión interarmónica	$f_{interarmónicos} = m \cdot f_{fund.}$ $m = \text{no entero}$	
	Señales de información transmitidas por la red	$110 \text{ Hz} \leq f \leq 148,5 \text{ kHz}$ e impulsos de corta duración	
Frecuencia	Variaciones de frecuencia	$f \neq 50 \text{ ó } 60 \text{ Hz}$	
Simetría	Desequilibrios de tensión	$ U_R  \neq  U_S  \neq  U_T $ y/o $\phi_{R,S} \neq \phi_{S,T} \neq \phi_{T,R} \neq 120^\circ$	
<p> <math>U</math> = tensión actual, <math>U_{ref}</math> = tensión de referencia  <math>\Delta U =  U_{ref} - U </math>, <math>\Delta t</math> = duración, <math>f</math> = frecuencia  <math>f_{fund.}</math> = frecuencia fundamental  <math>U_R, U_S, U_T</math> = Tensión en fases R, S y T  <math>\phi_{R,S}, \phi_{S,T}, \phi_{T,R}</math> = Ángulo entre fases R-S, S-T y T-R         </p>			

# Introducción

**CEI 61000-4-30.** Técnicas de medida y ensayo. Métodos de medida de la calidad del suministro.

Es una norma cuyo objeto es definir los métodos de medida e interpretación de los resultados de los parámetros de calidad de suministro eléctrico en sistemas eléctricos de potencia 50/60 Hz.

- + Clase A: Corresponde a los equipos de mayor exactitud, necesarios por ejemplo para aplicaciones contractuales, verificación del cumplimiento de las normas, resolución de disputas, etc.
- + Clase B: Corresponde a equipos de menor exactitud, empleados por ejemplo para estudios estadísticos.



# Variaciones de Frecuencia

## Definiciones

Según la UNE-EN 50160 se define la **frecuencia** de la tensión de alimentación como la tasa de repetición de la componente fundamental de la tensión de alimentación, medida durante un intervalo de tiempo determinado. Cualquier cambio sobre ésta (50 Hz ó 60Hz), sobrepasando ciertos límites constituye una **variación de frecuencia**.

# Variaciones de Frecuencia

## Valores de referencia y Límites

Según la UNE-EN 50160, la **frecuencia nominal** de la tensión de alimentación debe ser de **50 Hz**.

En condiciones normales de operación, el valor de la frecuencia fundamental medida en períodos de 10s debe situarse en los intervalos siguientes:

- ✚ Redes acopladas por conexión síncrona a un sistema interconectado:
  - 50Hz  $\pm$  1% durante el 95% de una semana
  - 50Hz +4%/-6% durante el 100% de una semana
- ✚ Para redes sin conexión síncrona a un sistema interconectado (redes que existen en sistemas aislados de la red general):
  - 50 Hz  $\pm$  2% durante el 95% de una semana
  - 50Hz  $\pm$  15% durante el 100% de una semana

# Variaciones de Frecuencia

## Medida según la IEC 61000-4-30 (Clase A)

La medida de frecuencia se obtiene cada 10s, como relación entre los ciclos enteros contados en un intervalo de 10s, y su duración total (que será ligeramente inferior o superior a 10s si la frecuencia es distinta a 50 Hz). Los ciclos no completos se descartan. Hay que minimizar los efectos de múltiples pasos por cero de la señal, mediante los filtros adecuados.

La exactitud en la medida para equipos de clase A debe ser  $\pm 0,01$  Hz.

# Variaciones de Tensión

## Definiciones

Se produce una **variación de tensión** cuando hay un aumento o una disminución en el valor eficaz de la tensión de alimentación. La amplitud y la duración son los parámetros característicos de una variación de tensión.

- + Su duración es relativamente elevada, por ejemplo mayor de 1 minuto.
- + Las variaciones sobre la tensión nominal suelen ser pequeñas, y mayoritariamente se encuentran dentro del  $\pm 20\%$ .



# Variaciones de Tensión

## Valores de referencia y Límites

La **tensión nominal** debe ser:

- ✚ 230 V entre fases para sistemas a tres hilos en sistemas trifásicos.
- ✚ 230 V entre fase y neutro y 400 V entre fases, para sistemas a cuatro hilos en sistemas trifásicos.

# Variaciones de Tensión

## Valores de referencia y Límites

Según la UNE-EN 50160, en condiciones normales de operación, los valores eficaces de la tensión de alimentación medida en períodos de 10 min deben situarse en los intervalos siguientes:

- ✚  $U_n \pm 10\%$  durante el 95% de una semana
- ✚  $U_n +10\% / -15\%$ . durante el 100% de una semana

Según el Real Decreto 1955/2000, los límites máximos de variación de la tensión de alimentación a los consumidores finales serán de  $\pm 7\%$  de la tensión de alimentación declarada.

# Variaciones de Tensión

## Medida según la IEC 61000-4-30 (Clase A)

La medida será el valor eficaz de la tensión sobre un intervalo de tiempo de 10 ciclos, en sistemas de 50 Hz o sobre un intervalo de tiempo de 12 ciclos, en sistemas de 60 Hz. Cada intervalo de 10/12 ciclos será continuo y sin solapamiento.

La exactitud en la medida para equipos de clase A debe ser del  $\pm 0,1\%$  de la tensión declarada de entrada (tensión declarada, a la salida del transductor de medida).

# Fluctuaciones de Tensión y Flicker

## Definiciones

Se dice que hay **fluctuaciones de tensión** cuando se producen variaciones periódicas o series de cambios aleatorios en la tensión de alimentación. Su duración va desde varios milisegundos hasta unos 10 segundos y con una amplitud que no supera el  $\pm 10\%$  de  $U_n$ .

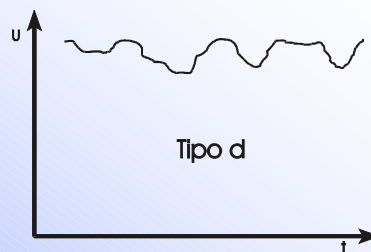
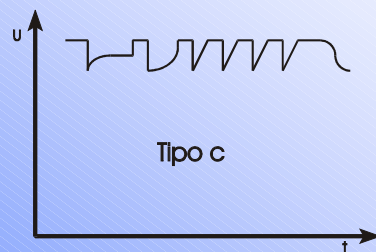
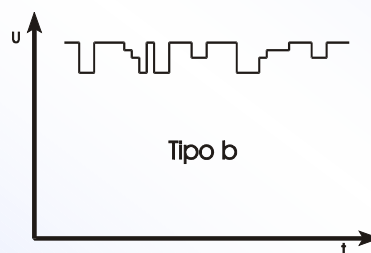
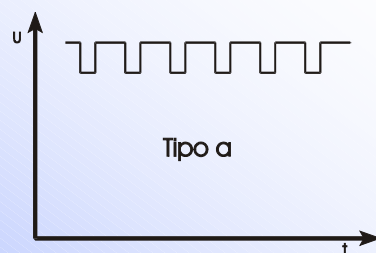
La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) clasifica las fluctuaciones de tensión en cuatro tipos:

- + Tipo a: Variaciones rectangulares de tensión (cambios en escalón o almena) de periodo constante y de la misma amplitud.
- + Tipo b: Variaciones rectangulares de tensión (cambios en escalón) que se presentan de forma irregular en el tiempo. Sus amplitudes pueden ser iguales o no y pueden ser en sentido positivo o negativo.

# Fluctuaciones de Tensión y Flicker

## Definiciones

- ✚ Tipo c: Variaciones de tensión claramente separadas que no siempre llevan aparejados escalones de tensión.
- ✚ Tipo d: Variaciones de tensión esporádicas o repetitivas.





# Fluctuaciones de Tensión (Flicker)

## Definiciones

El '**Flicker**' se define como el nivel de molestia que percibe un observador medio como consecuencia de la variación de la luminosidad de una lámpara, ocasionada por fluctuaciones de tensión en la red de alimentación eléctrica.

El 'Flicker' depende fundamentalmente de la amplitud y de la frecuencia de las fluctuaciones de tensión que lo causan.

Según la UNE-EN 50160, el '**Flicker**' es la impresión de inestabilidad de la sensación visual debida a un estímulo luminoso en el cual la luminosidad o la distribución espectral fluctúan en el tiempo.

# Fluctuaciones de Tensión (Flicker)

## Medida del 'Flicker'

El Subcomité 77A (Fenómenos de baja frecuencia) del Comité técnico 77 de la CEI ha elaborado la Norma Internacional IEC 61000-4-15 (Febrero 2003). Esta norma proporciona las especificaciones funcionales y de diseño para medidores de 'Flicker'.

Los medidores de 'Flicker' permiten conocer el nivel de molestia que percibiría un observador medio en el punto de la red en el que se conecte el medidor. Para ello, se emplea un algoritmo que traduce las fluctuaciones de tensión en ese punto de la red de alimentación eléctrica, en los niveles de molestia equivalentes que serían percibidos por el sistema ojo-cerebro del observador.

# Fluctuaciones de Tensión (Flicker)

## Índices para la evaluación del 'Flicker'

Hay dos índices básicos que se emplean para evaluar la severidad del 'Flicker'.

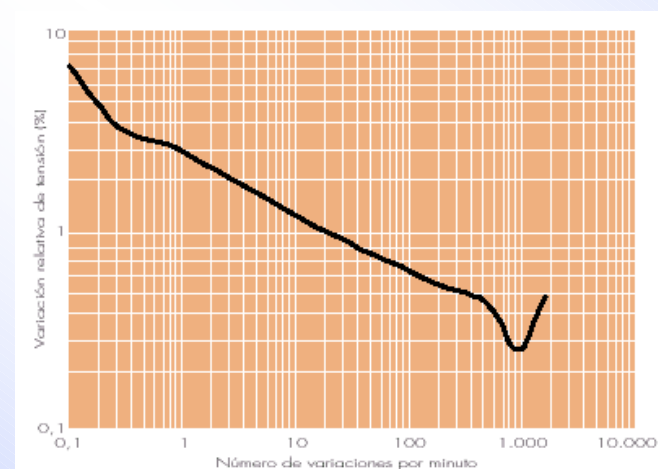
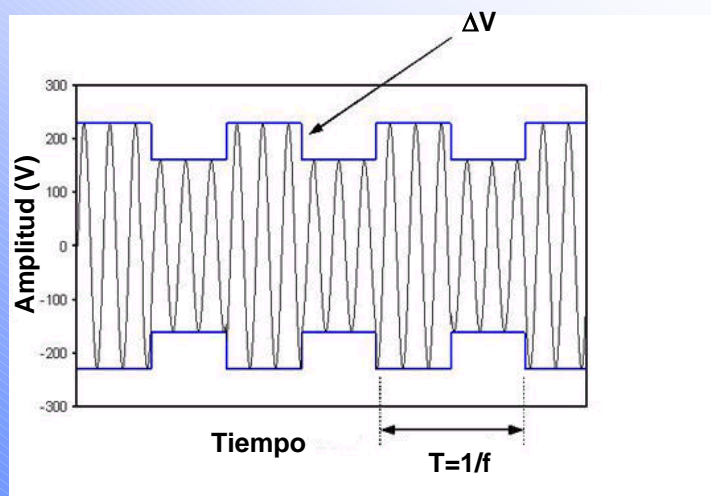
- + **Pst.** Evalúa la severidad del 'Flicker' a corto plazo, con intervalos de observación de 10 minutos. El valor del Pst se expresa en unidades de perceptibilidad (p.u.).
- + **Plt.** Evalúa la severidad del 'Flicker' a largo plazo, con intervalos de observación de 2 horas. Se calcula a partir de doce valores consecutivos de Pst de acuerdo con esta fórmula:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{sti}^3}{N}}$$

# Fluctuaciones de Tensión (Flicker)

## Límites

Según la UNE-EN 50160, en condiciones normales de operación, para cada periodo de una semana, el nivel de severidad de larga duración del flicker  $P_{lt}$  debido a las fluctuaciones de la tensión debería ser menor o igual a 1 durante el 95% del tiempo.



# Fluctuaciones de Tensión (Flicker)

## Medida según la IEC 61000-4-30 (Clase A)

La medida del 'Flicker' se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma CEI 61000-4-15.

En equipos de clase A, se ha de medir el indicador de severidad del Flicker Pst con una exactitud del  $\pm 5\%$ .



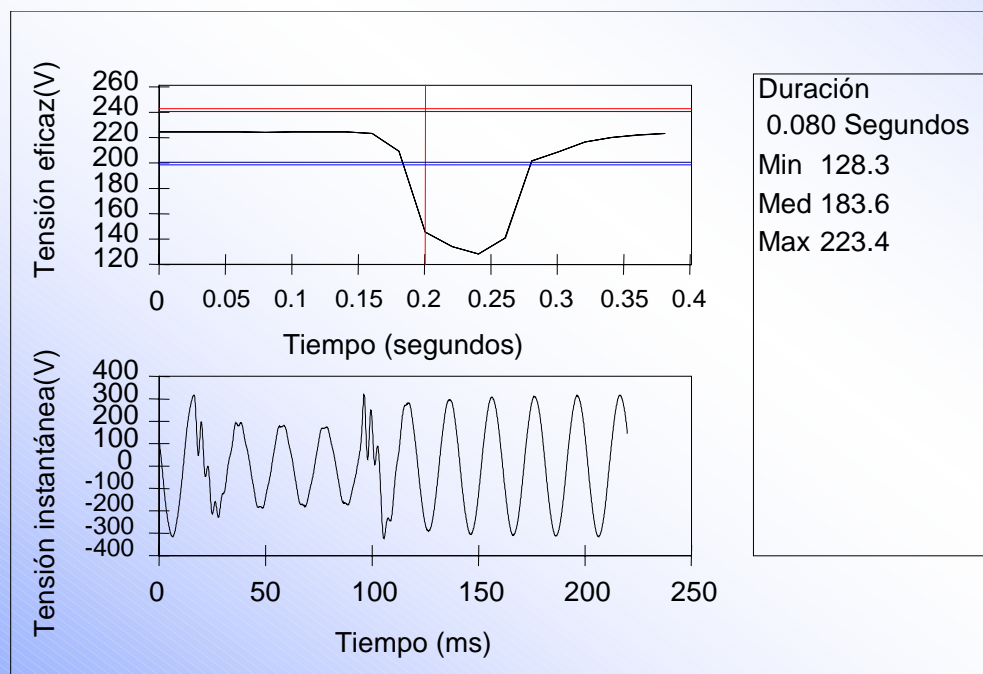
# Huecos de Tensión

## Definiciones

Según la UNE-EN 50160 se define el **hueco de tensión** como una disminución brusca de la tensión de alimentación hasta un valor situado entre el 90% y el 1% (10% RD 1955/2000) de la tensión nominal  $U_n$  o de la tensión declarada  $U_c$  seguida del restablecimiento de la tensión después de un corto instante de tiempo.

# Huecos de Tensión

## Definiciones



# Huecos de Tensión

## Definiciones

La **profundidad** o amplitud de un hueco de tensión se define como la diferencia entre el valor mínimo de la tensión alcanzada durante el hueco y un valor de referencia que comúnmente es la tensión nominal  $U_n$ , la tensión declarada  $U_c$ , o la tensión anterior al hueco. Suele expresarse por:

$$\Delta U (\%) = \frac{U_{ref} - U_{min}}{U_{ref}} \cdot 100$$

La **tensión residual** (IEC 61000-4-30) se define como el valor mínimo de la tensión alcanzada durante el hueco. De forma análoga a la profundidad, esta magnitud se puede expresar porcentualmente.

# Huecos de Tensión

## Definiciones

Las variaciones de tensión, que no reducen la tensión de alimentación en el punto considerado a menos del 90% de la tensión de referencia, no se consideran huecos de tensión, ya que éste es el ámbito de las variaciones lentas y de las fluctuaciones de tensión.

Para establecer la frontera entre hueco de tensión e interrupción, se suele especificar la profundidad máxima del hueco. El criterio según la UNE-EN 50160 es fijar un nivel de un 1% (10% RD1955/2000) de la tensión de referencia, de forma que si la tensión cae por debajo de este valor debe ser considerada como interrupción y en caso contrario como hueco de tensión.

# Huecos de Tensión

## Definiciones

La **duración** de un hueco es el tiempo durante el cual la tensión es inferior al 90% de la tensión de referencia.

En el caso de líneas trifásicas, un hueco de tensión que sucede debido a una misma causa, comienza cuando la tensión en una de las fases disminuye a un valor entre el 90% y el 10% de la tensión de referencia y termina cuando la tensión en las tres fases supera el 90% de la tensión de referencia . Esto es lo que se denomina hueco de tensión complejo y se considera como un evento único.



# Huecos de Tensión

## Definiciones

En la UNE-EN 50160 el límite inferior se establece en medio ciclo (10 ms a la frecuencia de 50 Hz), ya que es el mínimo período de tiempo sobre el que se puede calcular el valor eficaz de la tensión. Descensos de tensión de una duración inferior a medio ciclo no se pueden caracterizar como un cambio en el valor eficaz de la tensión y se consideran *transitorios*.

En la UNE-EN 50160 el límite superior se establece en 1 minuto.

# Huecos de Tensión

## Clasificación

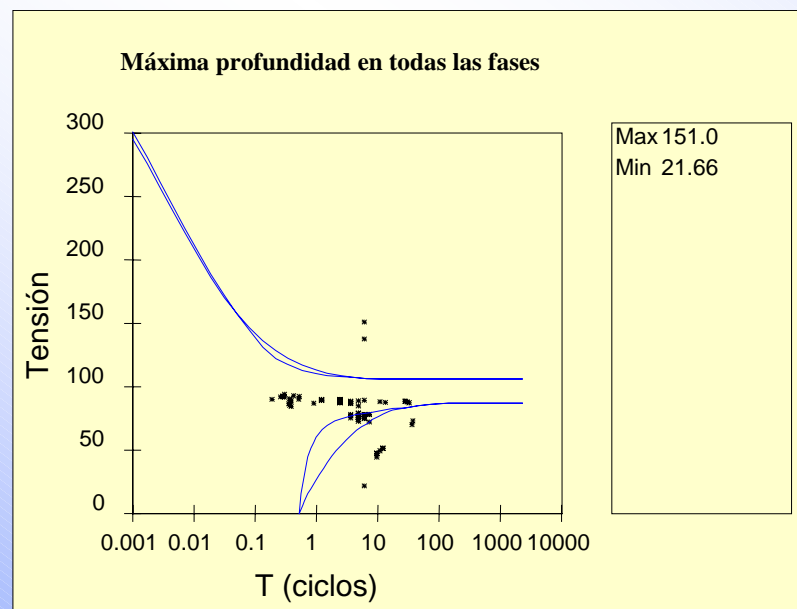
Tabla profundidad-duración:

<b>Duración (<math>\Delta t</math>)</b> ----- <b>Profundidad (<math>\Delta U\%</math>)</b>	<b>1/2 ciclo</b> $\leq \Delta t$ <b>&lt; 100ms</b>	<b>100 ms</b> $\leq \Delta t$ <b>&lt; 500 ms</b>	<b>500 ms</b> $\leq \Delta t$ <b>&lt; 1s</b>	<b>1 s</b> $\leq \Delta t$ <b>&lt; 3 s</b>	<b>3 s</b> $\leq \Delta t$ <b>&lt; 20 s</b>	<b>20 s</b> $\leq \Delta t$ <b>&lt; 60 s</b>
<b>10 <math>\leq</math> Profundidad &lt; 30</b>						
<b>30 <math>\leq</math> Profundidad &lt; 60</b>						
<b>60 <math>\leq</math> Profundidad &lt; 99</b>						
<b>99 <math>\leq</math> Profundidad</b>						

# Huecos de Tensión

## Clasificación

Curvas CBMA y similares:



# Huecos de Tensión

## Límites

Según la UNE-EN 50160, en condiciones normales de operación, el número esperado de huecos de tensión en un año puede ir de algunas decenas a un millar, teniendo en su mayor parte una duración de menos de un segundo y una profundidad inferior al 60%. En ciertos lugares, es frecuente que se produzcan huecos de tensión de profundidad comprendida entre el 10% y el 15% de  $U_n$ , que están provocados por conmutaciones de carga en las instalaciones de los clientes.

# Huecos de Tensión

## Medida según la IEC 61000-4-30 (Clase A)

La medida básica será el valor eficaz de la tensión actualizado cada medio ciclo  $U_{\text{rms}(1/2)}$ .

La exactitud en la medida de la tensión residual para equipos de clase A debe ser del  $\pm 0,2\%$  de la tensión declarada de entrada.

La exactitud en la medida de la duración del hueco de tensión es igual a la exactitud en la medida del comienzo del hueco (1/2 ciclo) mas la exactitud en la medida de la finalización del hueco (1/2 ciclo).



# Interrupciones de Tensión

## Definiciones

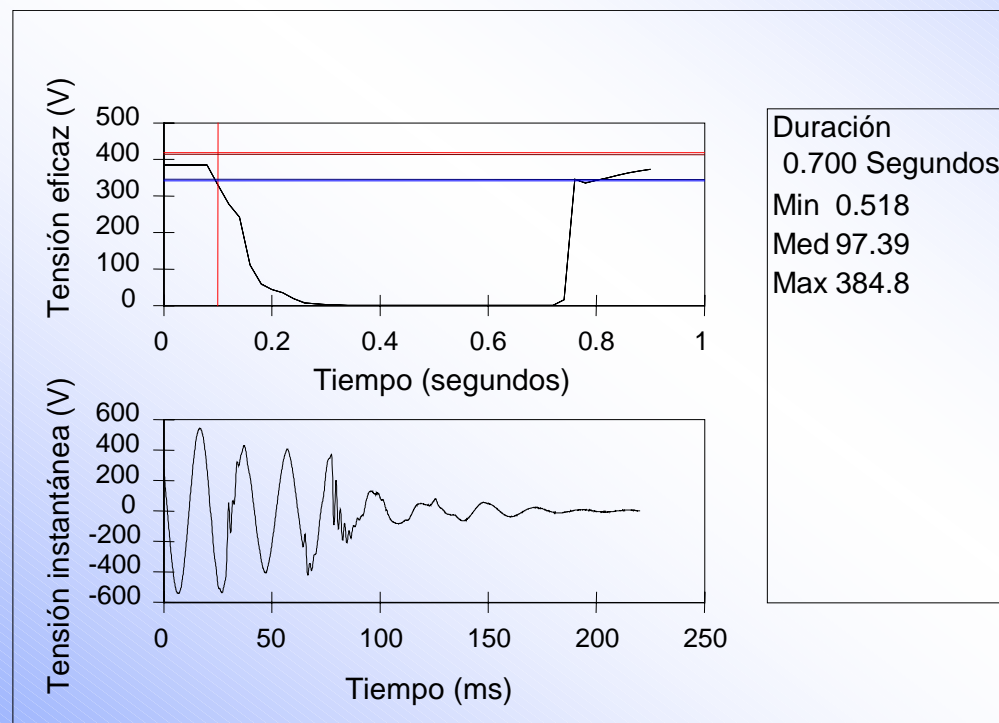
Según la UNE-EN 50160 se define la **interrupción** como una disminución de la tensión de alimentación hasta un valor situado por debajo del 1% (10% RD 1955/2000) de la tensión nominal  $U_n$  o de la tensión declarada  $U_c$  seguida del restablecimiento de la tensión después de un instante de tiempo.

Son debidas fundamentalmente a las actuaciones de las protecciones debido a faltas en el sistema eléctrico.

Las interrupciones pueden ser programadas, en las que los clientes tienen conocimiento con antelación y permiten realizar trabajos de mantenimiento sobre la red; o imprevistas, que son realmente las que pueden considerarse como perturbaciones.

# Interrupciones de Tensión

## Definiciones



# Interrupciones de Tensión

## Definiciones

La **duración** de la interrupción es el tiempo durante el cual la tensión es inferior al 1% (10% RD 1955/2000) de la tensión de referencia.

En el caso de líneas trifásicas la interrupción de tensión comienza cuando la tensión en las tres fases disminuye a un valor inferior al 1% de la tensión de referencia y termina cuando la tensión en una de las fases supera el 1% de la tensión de referencia.

Si la duración es inferior o igual a 3 minutos, se denomina **interrupción breve** de alimentación.

Por contraposición, si la duración es superior a 3 minutos, se denomina **interrupción larga** de alimentación

# Interrupciones de Tensión

## Límites

Según la UNE-EN 50160, en condiciones normales de operación, el número anual de interrupciones breves de la tensión suministrada puede variar de algunas decenas a varias centenas. La duración de aproximadamente del 70% de las interrupciones breves es inferior a 1s.

En cuanto a interrupciones largas se indica que, en las condiciones normales de operación, la frecuencia anual de las interrupciones de tensiones que sobrepasan los 3 min puede ser inferior a 10 o alcanzar hasta 50, según las regiones.

# Interrupciones de Tensión

## Medida según la IEC 61000-4-30 (Clase A)

La medida básica será el valor eficaz de la tensión actualizado cada medio ciclo  $U_{\text{rms}(1/2)}$ .

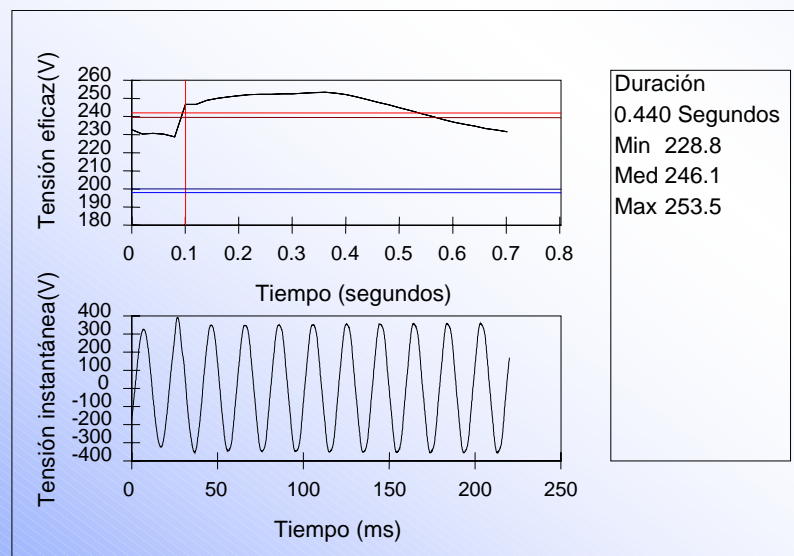
La exactitud en la medida de la duración de la interrupción es  $\pm 2$  ciclos.



# Sobretensiones Temporales

## Definiciones

Según la UNE-EN 50160 se define la **sobretensión temporal** como un aumento de la tensión de alimentación de duración relativamente larga.



# Sobretensiones Temporales

## Definiciones

La **duración** de una sobretensión temporal es el tiempo durante el cual la tensión es superior al límite de detección. Este límite es un porcentaje de la tensión de referencia.

En el caso de líneas trifásicas, una sobretensión temporal que sucede debido a una misma causa, comienza cuando la tensión en una de las fases aumenta hasta un valor superior al límite de detección y termina cuando la tensión en las tres fases es igual o inferior al límite de detección.

Las sobretensiones temporales se caracterizan por su duración y por la **tensión máxima alcanzada** durante el aumento de tensión, en valor porcentual sobre la tensión de referencia.

# Sobretensiones Temporales

## Límites

En la UNE-EN 50160 se indica que en ciertas condiciones, un defecto que se produce aguas arriba de un transformador puede temporalmente producir sobretensiones del lado de baja tensión mientras dure la corriente de falta. Tales sobretensiones no sobrepasan generalmente el valor eficaz de 1,5 kV.

# Sobretensiones Temporales

## Medida según la IEC 61000-4-30 (Clase A)

La medida básica será el valor eficaz de la tensión actualizado cada medio ciclo  $U_{\text{rms}(1/2)}$ .

La exactitud en la medida de la tensión máxima alcanzada para equipos de clase A debe ser del  $\pm 0,2\%$  de la tensión declarada de entrada.

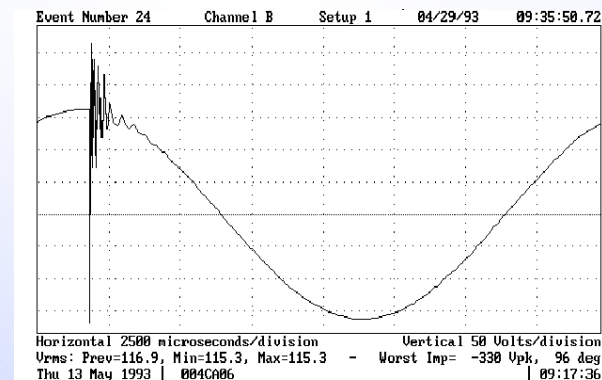
La exactitud en la medida de la duración de la sobretensión temporal es igual a la exactitud en la medida del comienzo de la sobretensión (1/2 ciclo) mas la exactitud en la medida de la finalización de la sobretensión (1/2 ciclo).

# Transitorios de Tensión

## Definiciones

Según la UNE-EN 50160 se define la **sobretensión transitoria** como una sobretensión oscilatoria o no oscilatoria de corta duración generalmente fuertemente amortiguada y que dura como máximo algunos milisegundos.

Se destaca el aspecto de variación brusca en la tensión, con valores que superan varias veces el valor máximo de la tensión nominal, y que pueden poner en peligro determinados elementos y aparataje eléctricos.





# Transitorios de Tensión

## Definiciones

En función de su origen, se pueden distinguir dos tipos de transitorios:

- + Transitorios de origen atmosférico. Externos al sistema eléctrico, cuya fuente principal son las descargas atmosféricas.
- + Transitorios debidos a maniobras. Internos al sistema eléctrico, cuyas fuentes pueden englobarse bajo la denominación de maniobras.

# Transitorios de Tensión

## Límites

Las sobretensiones transitorias, de acuerdo con la norma UNE-EN 50160 , no sobrepasan generalmente los 6 kV de valor de cresta, pero a veces, pueden tomar valores más elevados. El tiempo de subida puede variar desde unos microsegundos a varios milisegundos

# Desequilibrios de Tensión

## Definiciones

El **desequilibrio de tensión** corresponde a un estado en el cual los valores eficaces de las tensiones de las fases o sus desfases entre tensiones de fase consecutivas, en un sistema trifásico, no son iguales.

La caracterización del desequilibrio puede realizarse utilizando el método de las componentes simétricas, mediante la relación entre la componente de secuencia inversa o de la homopolar y la componente de secuencia directa.

# Desequilibrios de Tensión

## Límites

Según la UNE-EN 50160, en condiciones normales de operación, para cada período de una semana, el 95 % de los valores eficaces calculados en 10 minutos de la componente inversa de la tensión de alimentación deben situarse entre el 0 y el 2 % de la componente directa.

# Desequilibrios de Tensión

## Medida según la IEC 61000-4-30 (Clase A)

El desequilibrio de la tensión de alimentación se evalúa utilizando el método de las componentes simétricas.

La componente de secuencia negativa  $U_u$  se evalúa mediante la siguiente relación:

$$U_u = \frac{Seq.negativa}{Seq.positiva} * 100 = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}} * 100 \quad \beta = \frac{U_{12}^4 + U_{23}^4 + U_{31}^4}{(U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)^2}$$

Las componentes fundamentales del valor eficaz de la tensión se miden sobre un intervalo de tiempo de 10 ciclos, en sistemas de 50 Hz o sobre un intervalo de tiempo de 12 ciclos, en sistemas de 60 Hz.

La exactitud máxima es del  $\pm 0,15\%$  para equipos de clase A.



# Distorsión Armónica

## Definiciones

Según la norma UNE EN 50160, una **tensión armónica** es una tensión sinusoidal cuya frecuencia es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de la tensión de alimentación.

Según la norma UNE EN 50160, una **tensión interarmónica** es una tensión sinusoidal cuya frecuencia se sitúa entre las frecuencias de los armónicos, es decir, cuya frecuencia no es un múltiplo entero de la fundamental.

# Distorsión Armónica

## Definiciones

**Distorsión armónica total de tensión THDv:** Relación del valor eficaz de la suma de todas las componentes armónicas de tensión ( $U_n$ ) hasta un orden especificado ( $H$ ), respecto al valor eficaz de la componente fundamental ( $U_1$ ).

$$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^H \left( \frac{U_n}{U_1} \right)^2}$$

# Distorsión Armónica

## Límites

Según la UNE-EN 50160, en condiciones normales de operación, para cada período de una semana, el 95 % de los valores eficaces de cada tensión armónica, promediados en 10 minutos, no deben sobrepasar los valores indicados a continuación:

# Distorsión Armónica

## Límites

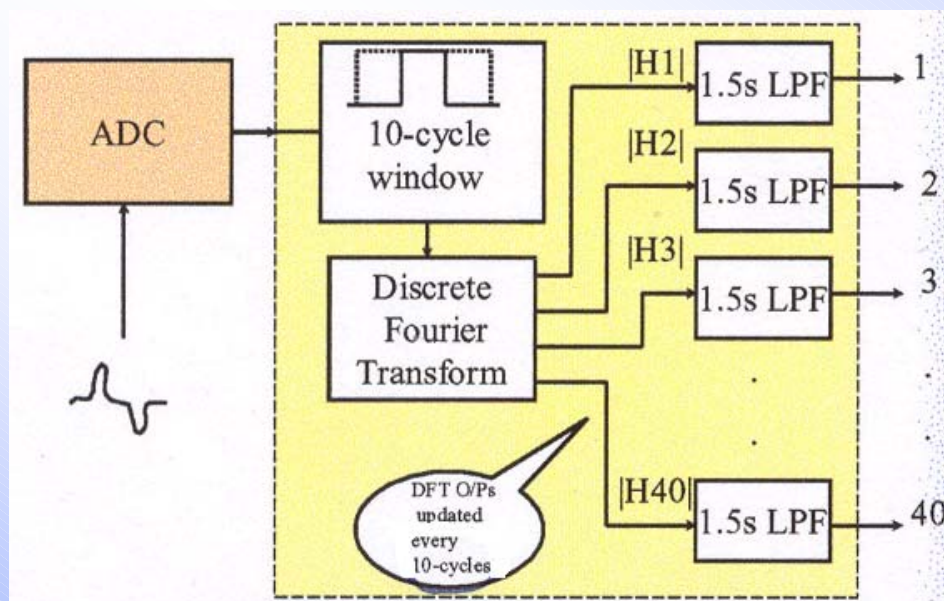
Valores de las tensiones de armónicos en los puntos de suministro, hasta el armónico de orden 25, expresados en porcentaje de la tensión nominal ( $U_n$ ) (UNE-EN 50160)					
Armónicos impares				Armónicos pares	
No múltiplos de 3		Múltiplos de 3			
Orden h	Tensión relativa	Orden h	Tensión relativa	Orden h	Tensión relativa
5	6,0%	3	5,0%	2	2,0%
7	5,0%	9	1,5%	4	1,0%
11	3,5%	15	0,5%	6... 24	0,5%
13	3,0%	21	0,5%		
17	2,0%				
19	1,5%				
23	1,5%				
25	1,5%				
NOTA	Los valores que corresponden a los armónicos de orden superior a 25 que son generalmente débiles y muy imprevisibles debido a los efectos de resonancia, no están indicados en ésta tabla				

Además, la tasa de distorsión armónica total de la tensión suministrada (THD) (comprendidos todos los armónicos hasta el orden 40) no debe sobrepasar el 8%.

# Distorsión Armónica

## Medida según la IEC 61000-4-30 (Clase A)

La medida básica de los armónicos e interarmónicos de tensión se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma CEI 61000-4-7 Clase 1.





# Variaciones rápidas de Tensión

## Definiciones

Según la UNE-EN 50160 una **variación rápida de tensión** es una variación del valor eficaz de la tensión de alimentación entre dos niveles consecutivos mantenidos durante intervalos de tiempo definidos pero no especificados (es decir, entre dos situaciones de régimen permanente).

La magnitud de la variación ha de ser de pequeña magnitud, por ejemplo menor del 10%, ya que en caso contrario correspondería a un hueco de tensión.

# Variaciones rápidas de Tensión

## Límites

Según la UNE-EN 50160, en condiciones normales de explotación, una variación rápida de la tensión no sobrepasa generalmente el 5% de  $U_n$  pero, en ciertas circunstancias, pueden producirse variaciones que alcanzan hasta el 10% de  $U_n$  durante cortos instantes, varias veces en el mismo día.