



**INTRODUCCION A LA CALIDAD
DEL SERVICIO
EN SISTEMAS
ELECTRICOS DE POTENCIA**

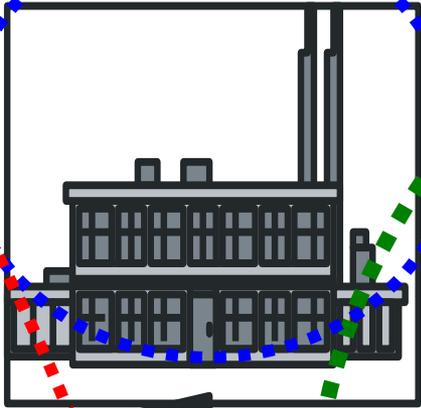
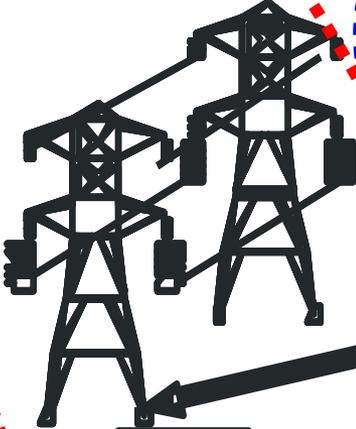
INTRODUCCION



IITREE
UNLP

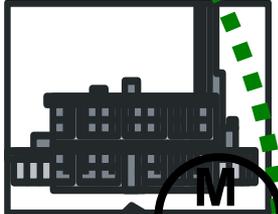
GENERACION

G
3~



DISTRIBUCION

M
3~



M
1~

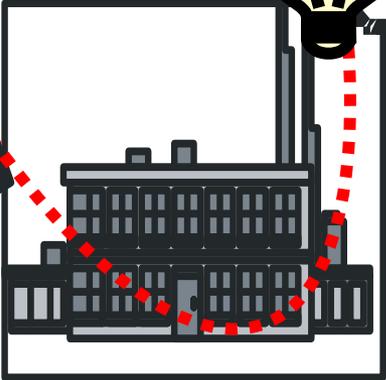


G
1~

TRANSMISION

M
3~

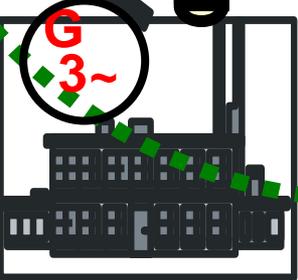
M
3~



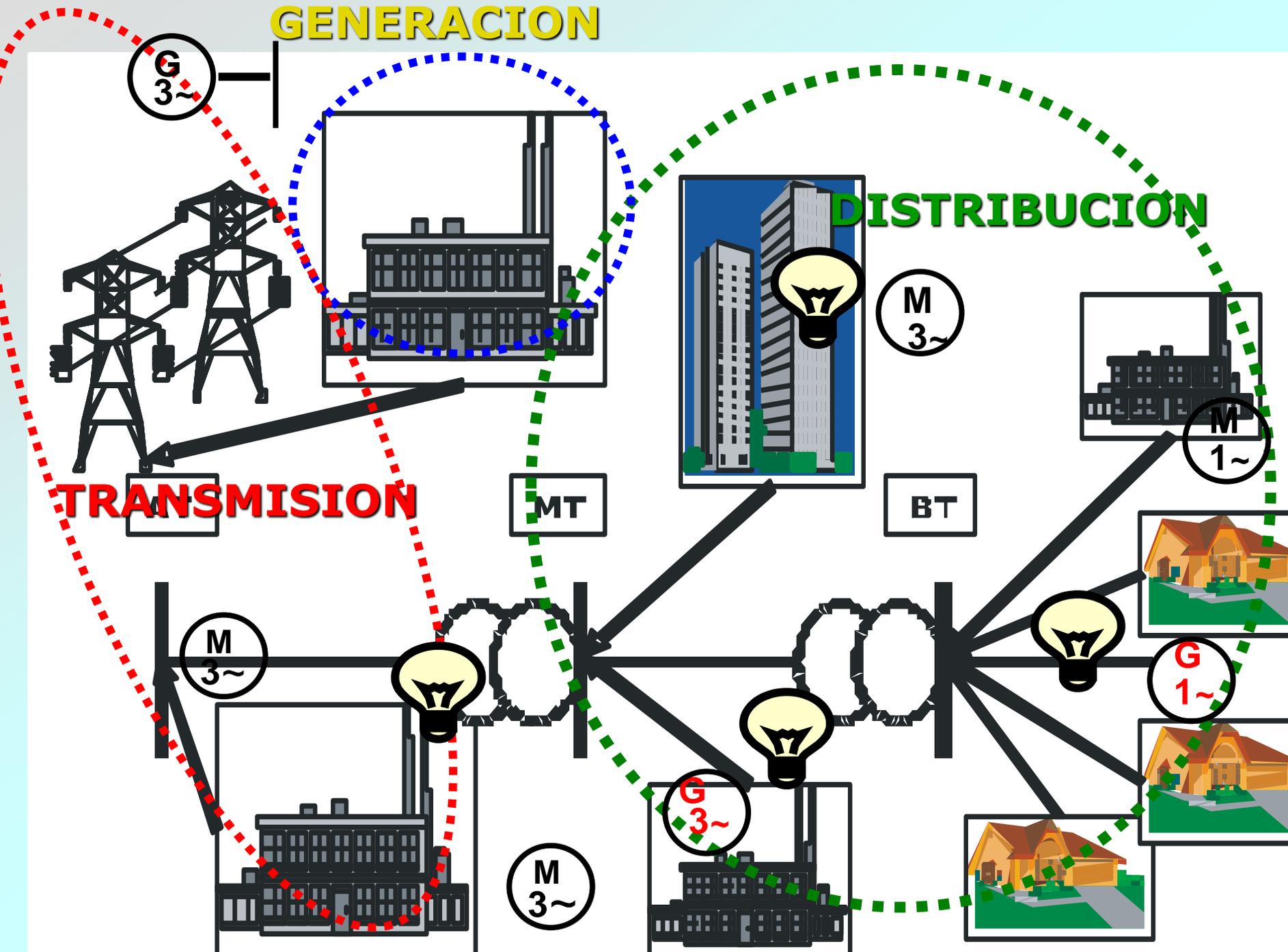
MT

BT

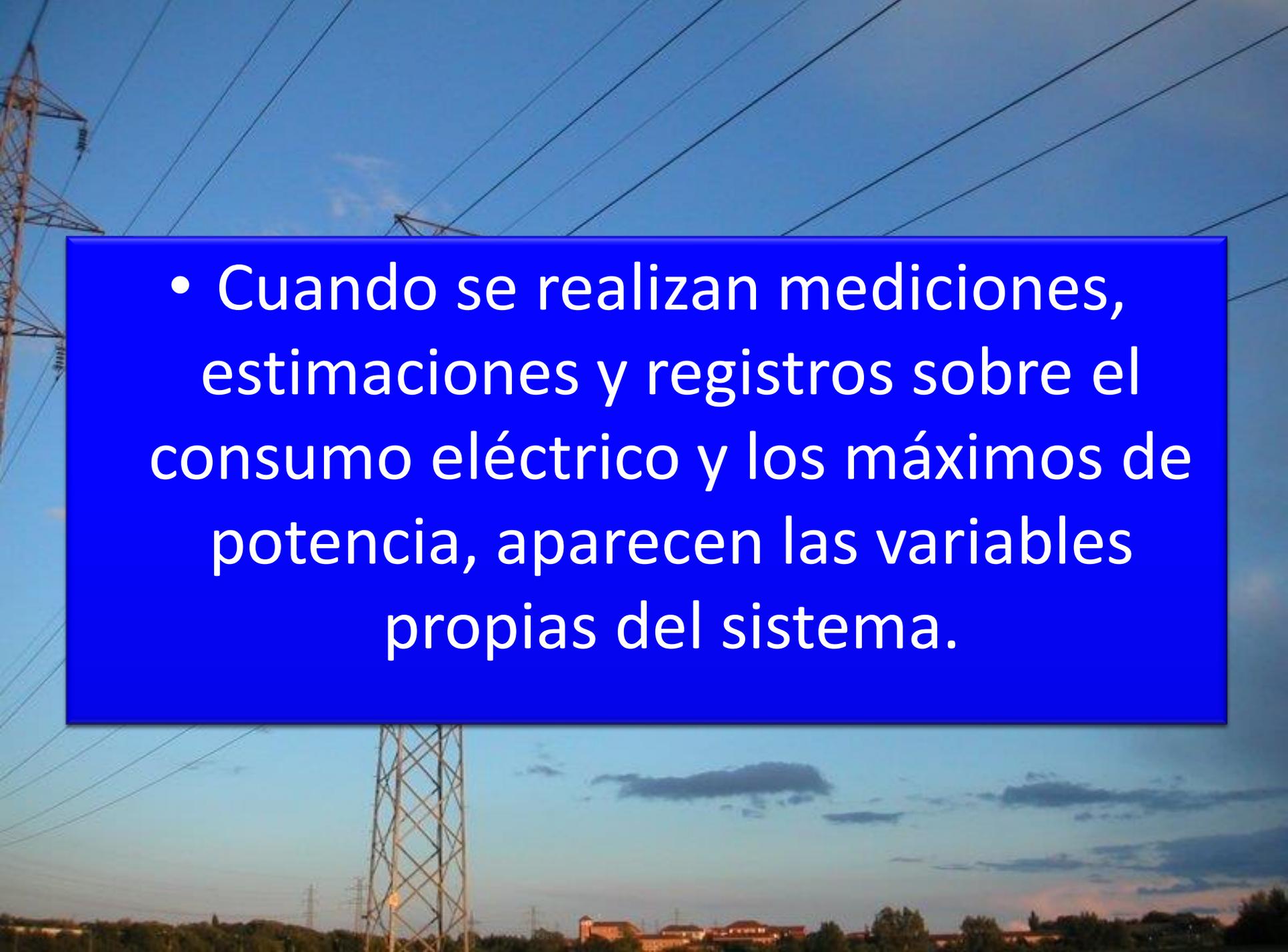
M
3~



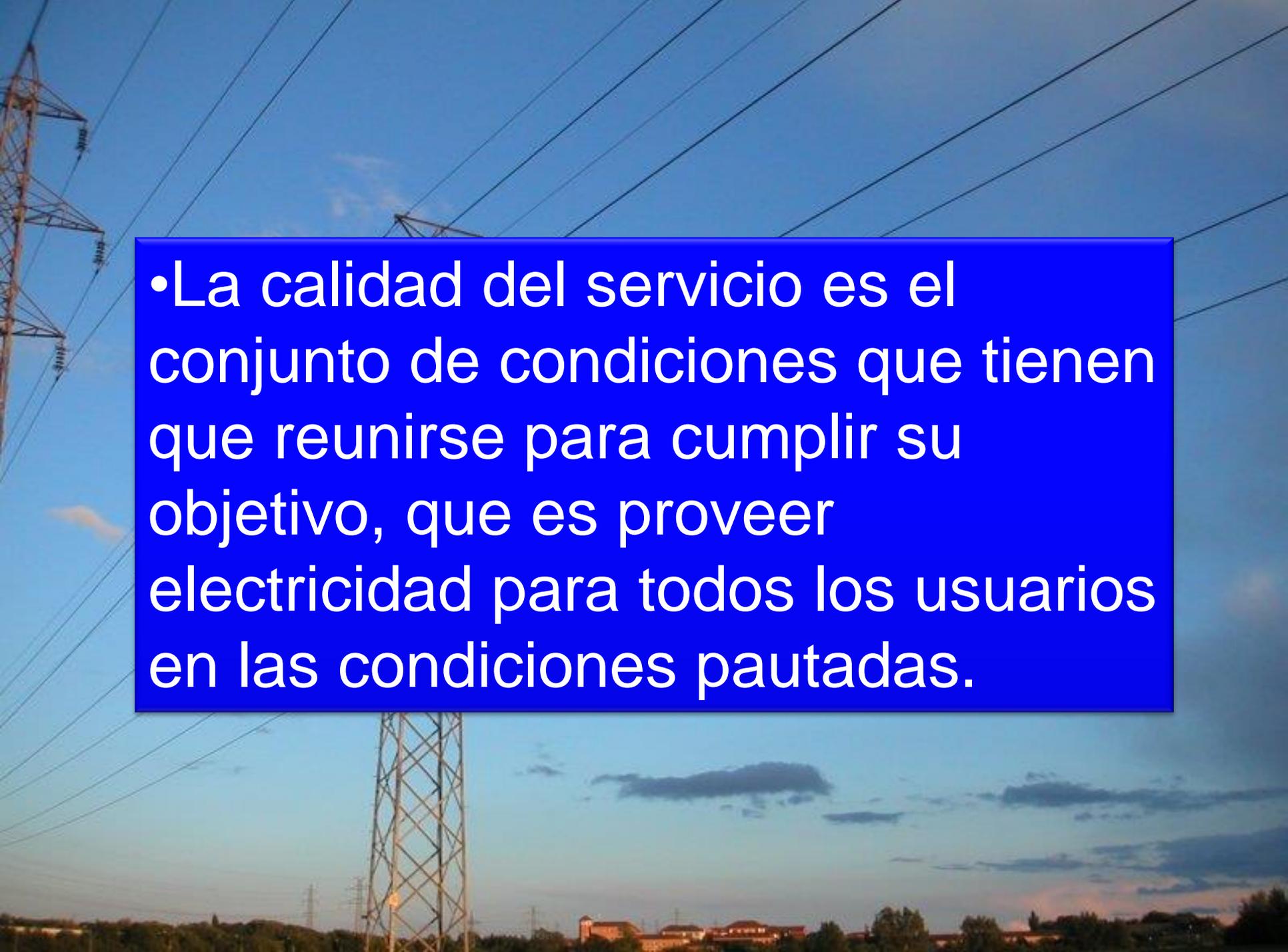
G
3~



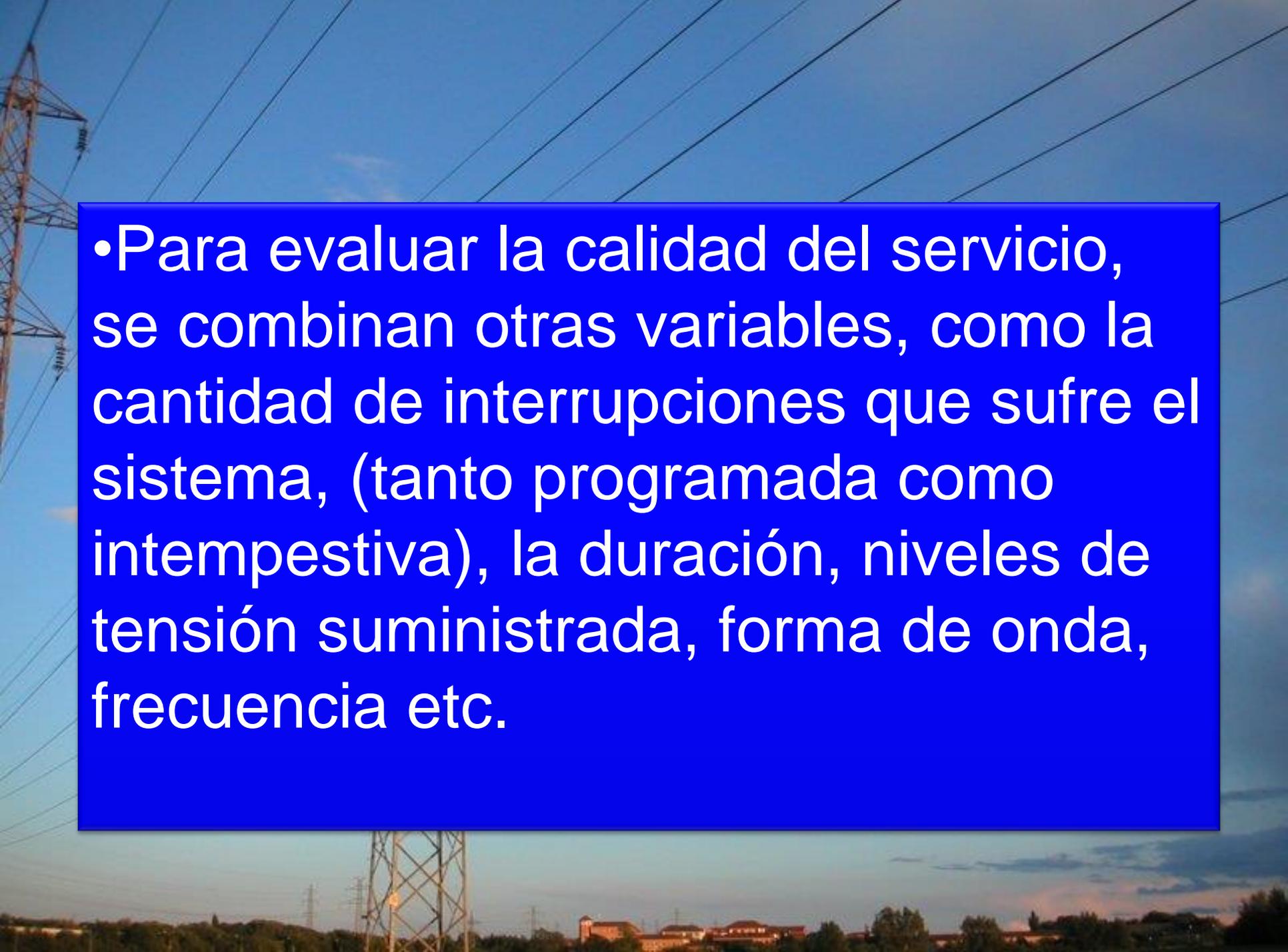
- EL ANALISIS ESTA REALIZADO SIN CONSIDERAR LA INSERCIÓN DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA INTERMITENTE.
- ESTE TEMA LO VEREMOS EN IMPACTO DE LA INSERCIÓN DE LA GDNCel

- 
- The background of the slide shows a tall metal power line tower on the left side, with several power lines stretching across the sky. The sky is a mix of blue and orange, suggesting a sunset or sunrise. In the distance, there are some buildings and trees. The overall scene is a typical utility landscape.
- Cuando se realizan mediciones, estimaciones y registros sobre el consumo eléctrico y los máximos de potencia, aparecen las variables propias del sistema.

- Dichas variables numéricas (radiografía del sistema) de lo ocurrido que indican tendencias y se utilizan para programar rutinas de mantenimiento y planificar y generar las distintas políticas energéticas, buscando la prestación del servicio con la mejor calidad posible.



•La calidad del servicio es el conjunto de condiciones que tienen que reunirse para cumplir su objetivo, que es proveer electricidad para todos los usuarios en las condiciones pautadas.

The background of the slide shows a clear blue sky with several power lines stretching across it. On the left side, a portion of a metal lattice tower is visible. In the lower part of the image, there are silhouettes of trees and some buildings, suggesting a landscape or urban area. The overall scene is captured during the day, likely in the late afternoon or early morning given the lighting.

- Para evaluar la calidad del servicio, se combinan otras variables, como la cantidad de interrupciones que sufre el sistema, (tanto programada como intempestiva), la duración, niveles de tensión suministrada, forma de onda, frecuencia etc.

GENERACION:

Para asegurar la calidad del servicio, se debe llevar acabo un calendario de mantenimiento para garantizar su correcto funcionamiento. Previendo su disponibilidad para su operación programada por el OED del SADI

TRANSPORTE (TRANSMISION):

- Además del mantenimiento programado de rutina, unos de los problemas que normalmente entran en escena permanentemente, están relacionados con la saturación de Líneas y Transformadores.

DISTRIBUCION:

- El incremento en la demanda es una variable que indica el esfuerzo que deben hacer las empresas prestatarias para mantener un servicio de calidad y lograr , además las expansiones necesarias para cubrir los nuevos requerimientos.

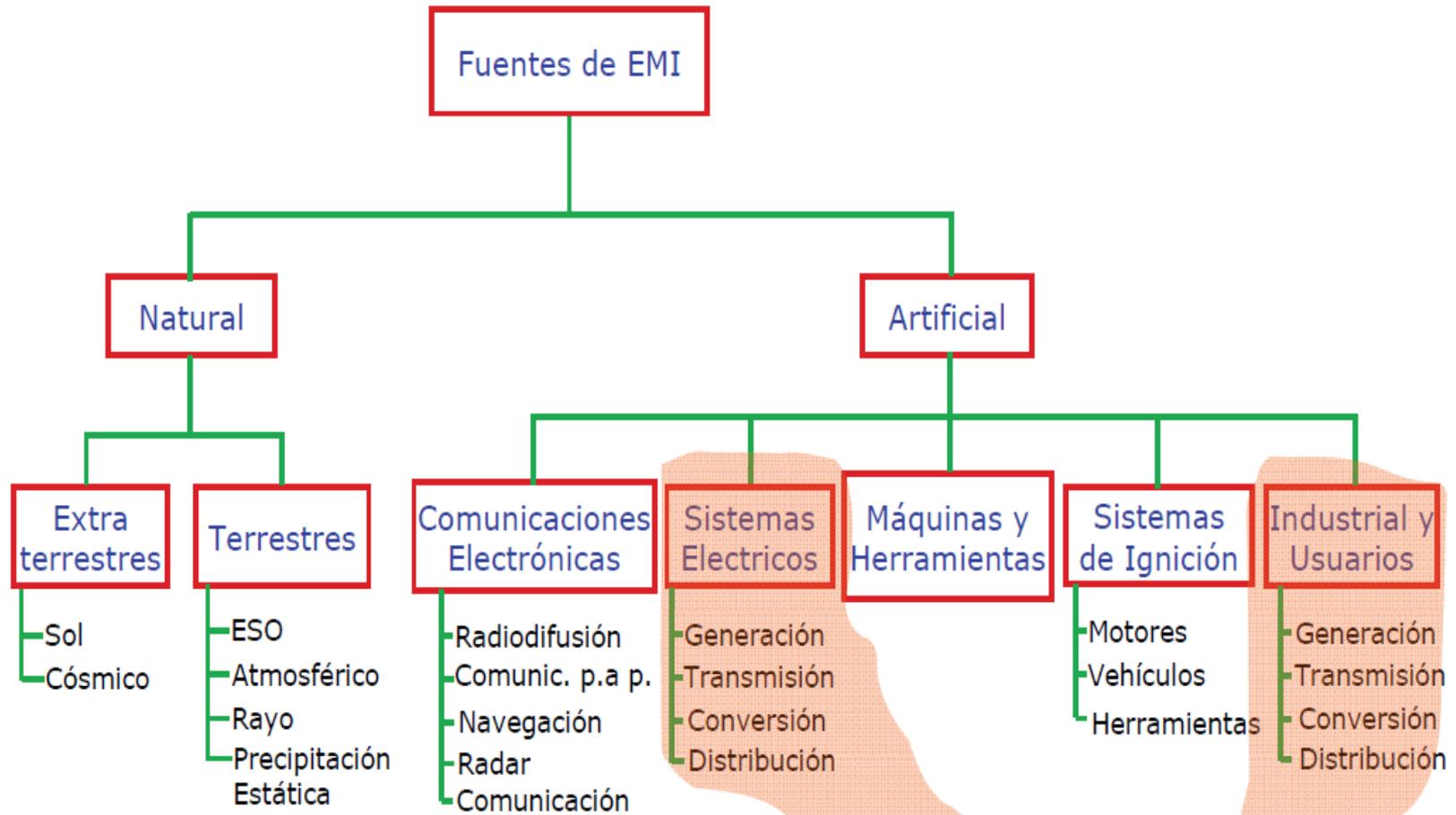
Actores en el Sistema Energético



Función del Estado

**REGULACIÓN Y CONTROL
a través de entes reguladores
dependientes de Secretarías y
o Ministerios de Energía-**

Fuentes de Interferencia Electromagnética



Susceptores de EMI

Natural

- Hombre
- Animales
- Plantas

Artificial

Receptores de Comunicaciones Electrónicas

- Radiodifusión
- Radioenlaces
- Navegación
- Radar
- Comunicaciones

Amplificadores

- FI
- Video
- Audio

Industrial y Usuarios

- Controles Instrumental bio-médico
- Audio / Hi-Fi
- Teléfonos
- Sensores
- Computadoras



Emisor	Fenómeno	Receptor
Líneas. Estaciones de AT	RI, TVI	Receptores Radio y TV
	Campo Eléctrico y Magnético	Seres vivos
Emisoras de radio y TV	Propagación	Ensayos de Laboratorio
Maniobras en redes	Sobretensiones	Aislaciones de equipos de potencia, de medición, de protección y de control
Descargas atmosféricas		
Cargas especiales	Fluctuaciones armónicas	Iluminación-Observador. Equipos de potencia. Equipos de BT



Planteo General en Sistemas de Potencia

IMPACTO AMBIENTAL

Instalaciones eléctricas
vs.
Otras instalaciones
Servicios y personas

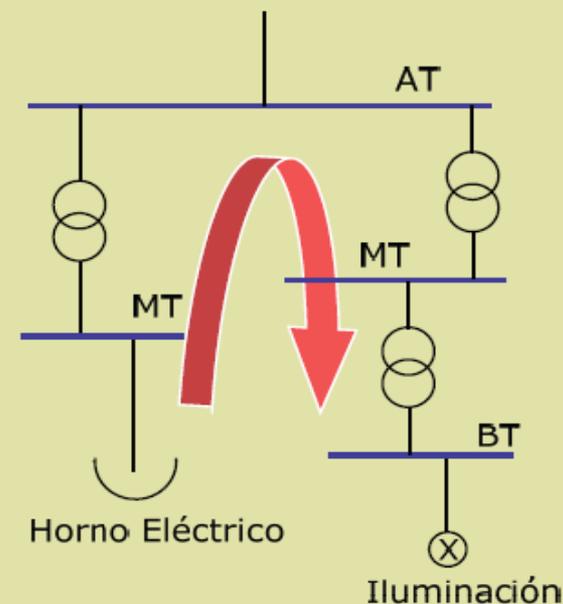
Ver



Campo Eléctrico
Campo Magnético
RI
TVI
Potencial

PERTURBACIONES

(Interferencias)
Instalaciones, equipo o
sistema dentro de la red.
Afectan al Producto Técnico



Flicker
Armónicas
etc. (definidas a continuación)



IITREE
UNLP

- **Compatibilidad Electromagnética:**
Es la aptitud de un dispositivo, aparato o sistema para funcionar en un entorno Electromagnético de forma satisfactoria y sin producir perturbaciones Electromagnéticas intolerables para cualquier otro dispositivo situado en el mismo entorno.



Clasificación de las Perturbaciones

Según el modo de propagación:

Conducidas:

Se propagan mediante corrientes originadas por diferencia de potencial. Necesitan conexión física entre equipos.

Radiadas:

Se propagan por Campos Electromagnéticos. No necesitan conexión física entre equipos.



Según el rango de frecuencias:

De baja frecuencia: Conducidas.

Debajo de los 30 MHz

De alta frecuencia: Radiadas.

Por encima de 1 MHz



Perturbaciones Conducidas:

Modo de Acoplamiento:

**Impedancia común.
Capacidades de masa.**

Perturbaciones Radiadas:

Modo de Acoplamiento:

**Campo Eléctrico.
Campo Magnético.**





El termino

“Compatibilidad Electromagnética”

se emplea generalmente para designar las perturbaciones radiadas de alta frecuencia.

Tambien se consideran B y E, 50/60 Hz.

En cambio el termino

“Calidad de Servicio”

se emplea para referirse a las perturbaciones conducidas de baja frecuencia.

SISTEMAS DE POTENCIA

IMPACTO AMBIENTAL

PETURBACIONES

Instalaciones Eléctricas Vs
Otras Instalaciones, Servicios y
Personas

*Instalaciones Equipos o Sistema en
la red
Vs Producto Eléctrico*

Ej:
Campo Eléctrico
Campo Magnético
RI, TVI
Ruido audible
Potenciales (de contacto y de paso)

Ej:
Flicker
Armónicas
Huecos



CALIDAD DEL SERVICIO ELECTRICO

a) Calidad del Producto técnico

b) Calidad de Servicio tecnico

PARA EVALUAR A LAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS SE ESTABLECEN INDICES CONSIDERANDO DIFERENTES ASPECTOS FACTIBLES DE CONTROL, PERSIGUIENDO UN SERVICIO CONFIABLE Y UN PRODUCTO DE SUFICIENTE CALIDAD, ACORDE A LAS NORMAS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA



			Medición	Fuente información
ASPECTOS DE CALIDAD CONTROLADOS EN EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA	CALIDAD DE PRODUCTO ELÉCTRICO	NIVELES DE PARÁMETROS	V, I, P, etc.	MEDICIÓN (perfiles de tensión)
		PERTURBACIONES	FLUCTUACIONES	FLICKERMETER
			SAGS	REGISTRADOR DE PERTURBACIONES (Eventos)
			SWELL	
			MICROCORTES TRANSITORIOS	
	DISTORSIÓN ARMÓNICA	ANALIZADOR DE ARMÓNICOS		
	CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO	FRECUENCIA DE INTERRUPCIONES	CORTES > 3 ó 1 min.	LIBRO DE GUARDIA
		DURACIÓN DE INTERRUPCIONES		ANAL RED / SCADA
				RECLAMOS
	CALIDAD DEL SERVICIO COMERCIAL	PARÁMETROS E INDICADORES	CÁLCULO ADMINISTRATIVO	REGISTROS DE ATENCION A PUBLICO

Calidad del Servicio Eléctrico

- La Calidad del Servicio Eléctrico comprende:
 - Calidad del Producto Técnico
 - Calidad del Servicio Técnico

- La Calidad del Producto Técnico se refiere a la *calidad de la onda de tensión* suministrada por la compañía (forma de onda , valor eficaz, frecuencia). Resulta afectada por el contenido armónico, huecos de tensión, variaciones de frecuencia, desbalances, flicker, etc.

- La Calidad del Servicio Técnico se refiere a la *continuidad del servicio* (confiabilidad). Resulta afectada por las interrupciones.



a) Continuidad del servicio eléctrico (fiabilidad)





$$SAIFI = \frac{\text{Número de Usuarios Interrumpidos en el Período de Control}}{\text{Número Total de Usuarios Suministrados}} = \frac{\sum_{i=1}^N N_i}{N_T}$$

Siendo:

- * N_i : Número de usuarios afectados en cada contingencia i con inicio dentro del período de control (generalmente 1 año).
- * N_T : Número total de usuarios suministrados.

Este índice revela la frecuencia de interrupciones que percibe el usuario promedio.

Este índice también es conocido como la *tasa media de fallas* $\bar{\lambda}$ [veces / año], cuya inversa es el denominado *tiempo medio a la falla* MTTF.



$$SAIDI = \frac{\text{Duración de Interrupciones sufridas por Usuarios en el Período de Control}}{\text{Número Total de Usuarios Suministrados}} = \frac{\sum_{i=1}^N r_i N_i}{N_T}$$

- * r_i : Tiempo de reposición para cada interrupción.
- * N_i : Número de usuarios afectados en cada interrupción i con inicio dentro del período de control (generalmente 1 año).
- * N_T : Número total de usuarios suministrados.

Da la duración promedio de una interrupción, desde el punto de vista de los usuarios, es decir es el tiempo de reparación, percibido por los usuarios . También es conocido como tiempo medio de reposición MTTR expresada en horas/año



$$CAIDI = \frac{\text{Duración de Interrupciones sufridas por Usuarios en el Período de Control}}{\text{Número Total de Usuarios Interrumpidos en el Período de Control}} = \frac{\sum_{i=1}^N r_i N_i}{\sum_{i=1}^N N_i}$$

Siendo:

- * r_i : Tiempo de reposición para cada interrupción.
- * N_i : Número de usuarios afectados en cada interrupción i con inicio dentro del período de control (generalmente 1 año).

Da la duración promedio de una interrupción, desde el punto de vista de los usuarios, es decir es el tiempo de “reparación” aparente percibido por los usuarios.

También es conocido como la *indisponibilidad media* \bar{q} (expresada en horas ó minutos).

Normas sobre Calidad de Servicio Técnico. IEEE 1366-2003

De sus definiciones surge la relación entre los tres índices:

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

Fecha	Inicio	Fin	Duración [min]	Alim.	Código Evento	Número de Usuarios	Carga [kVA]	Tipo Interrupción
17/03	12:12:20	12:20:30	8,17	7075	107	200	800	S
15/04	18:23:56	18:24:26	0,5	7075	256	400	1600	M
05/05	00:23:10	01:34:29	71,3	7075	435	600	1800	S
12/06	23:17:00	23:47:14	30,3	7075	567	25	75	S
06/07	09:30:10	09:31:10	1	7075	678	2000	4000	M
20/08	15:45:39	20:12:50	267,2	7075	832	90	500	S
31/08	08:20:00	10:20:00	120	7075	1003	700	2100	S
03/09	17:10:00	17:20:00	10	7075	1100	1500	3000	S
07/10	10:15:00	10:55:00	40	7075	1356	100	200	S

La tabla muestra un extracto de contingencias de un alimentador de EDENOR que suministra 2000 usuarios , con una carga total de 4 MW

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^N N_i}{N_T} =$$

$$(200+600+25+90+700+1500+100)/2000 = 1,6075$$

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^N r_i N_i}{N_T} =$$

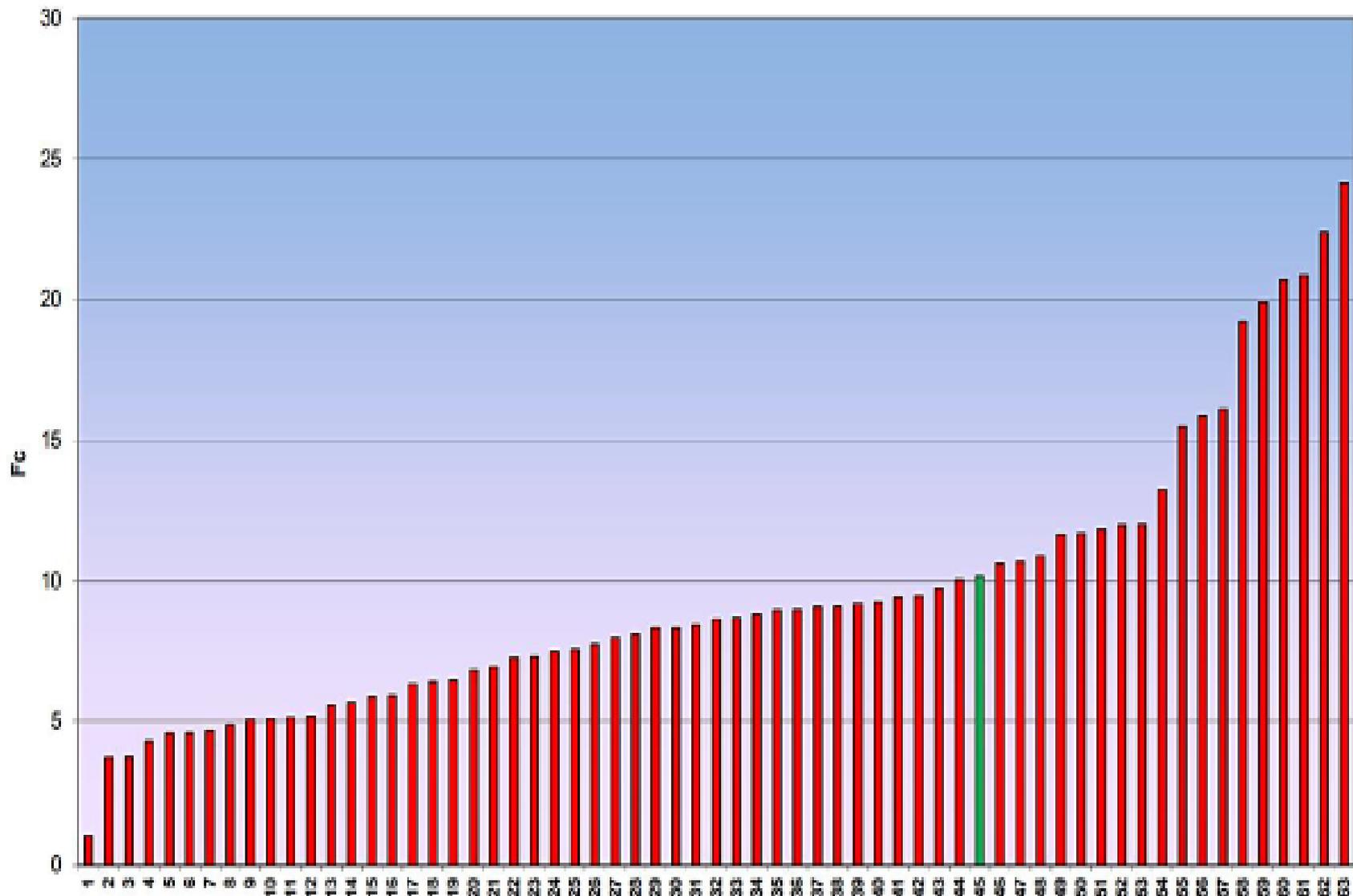
$$[(8,17*200)+(71,3*600)+(30,3*25)+(267,2*90)+(120*700)+(10*1500)+(40*100)]/2000 = 80,11 \text{ min}$$

$$CAIDI =$$

$$86,11 \text{ min}/1,6075 = 53,57 \text{ min}$$

Sensación del usuario promedio que tuvo de tiempo de interrupción

GRAFICO 1: FRECUENCIA MEDIA DE INTERRUPCIÓN POR CLIENTE (Fc)



Calidad del Servicio: Proyecto CIER 06 - Indicadores de calidad de servicios en empresas distribuidoras de energía eléctrica, 2018



Gráfico 3.1: Frecuencia media de interrupción por cliente (Fc) Total de incidencias

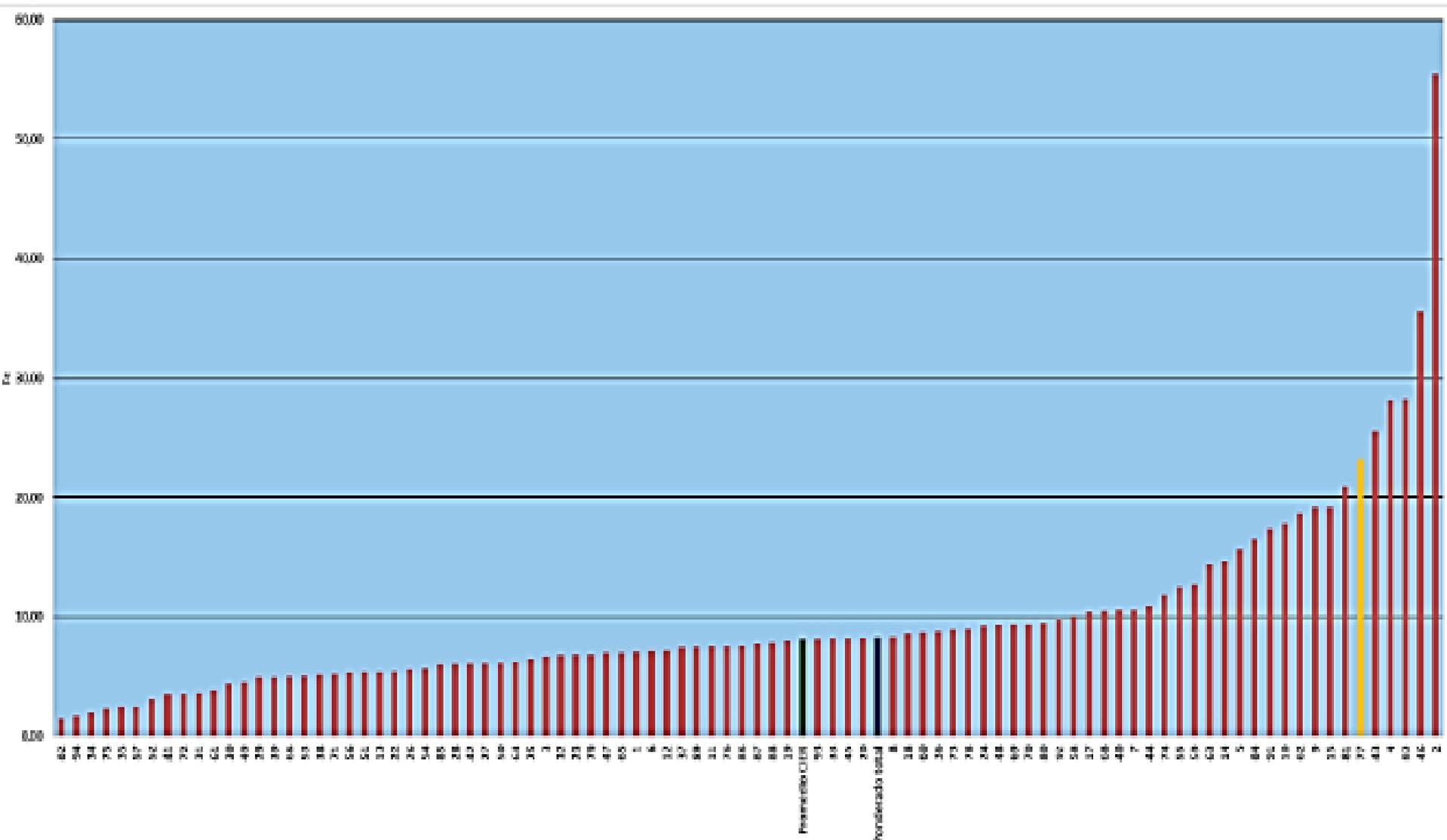
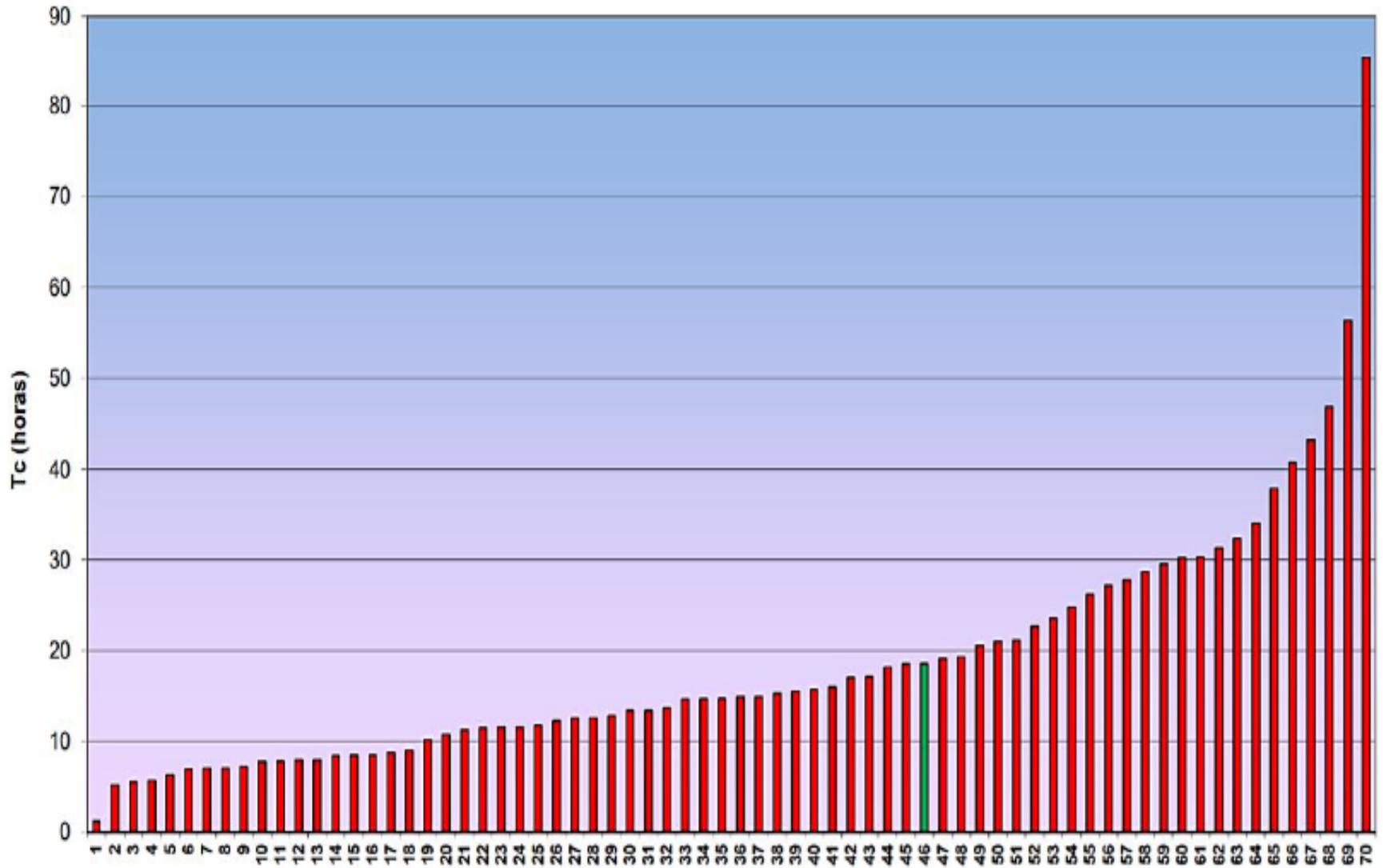


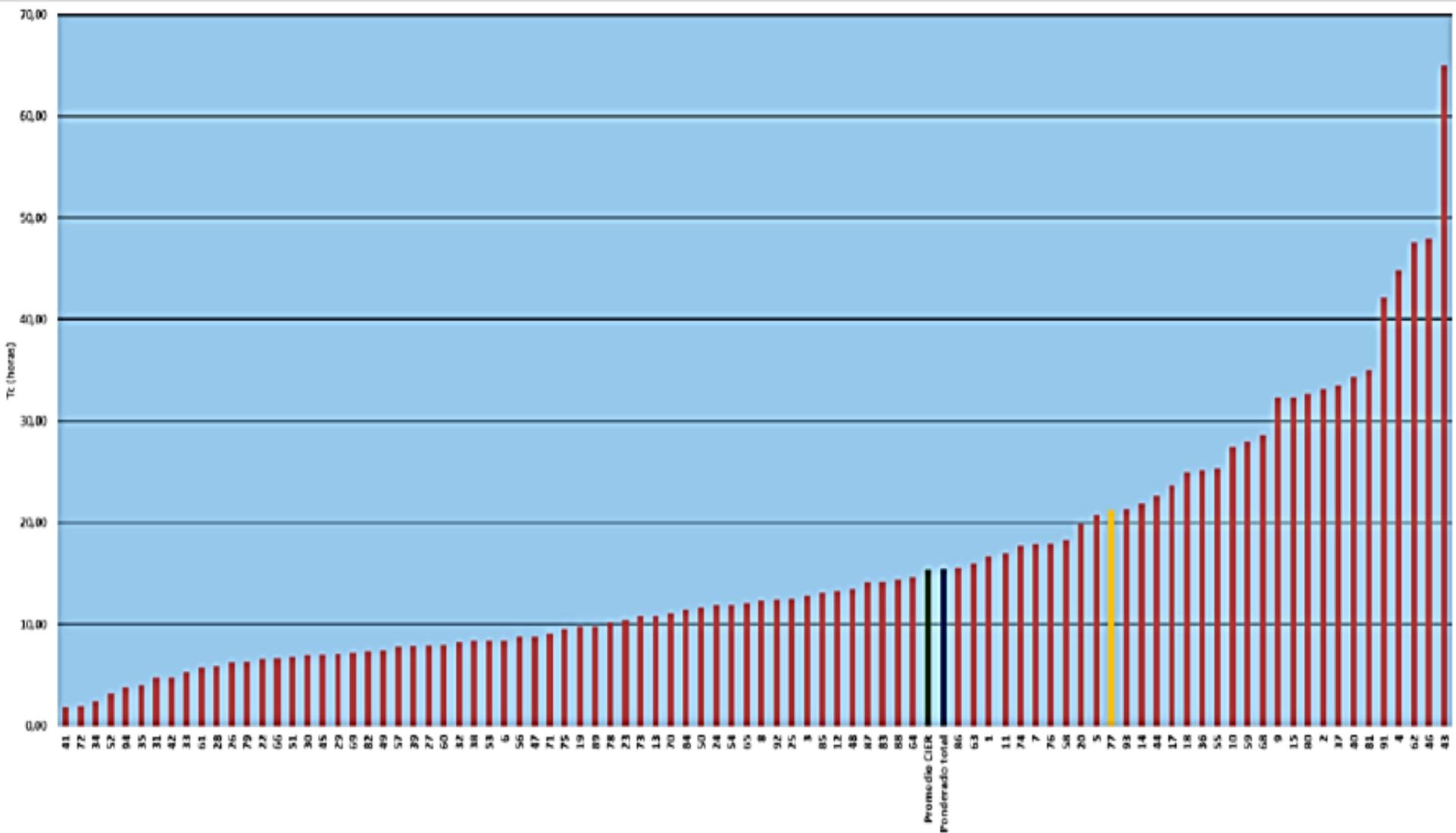
GRAFICO 2: TIEMPO TOTAL DE INTERRUPCIÓN POR CLIENTE (Tc horas)



Calidad del Servicio: Proyecto CIER 06 - Indicadores de calidad de servicios en empresas distribuidoras de energía eléctrica, 2018



Gráfico 5.1: Tiempo total de interrupción por cliente (Tc horas) Total de incidencias





Límites de los Indicadores

■ Frecuencia de interrupciones

Usuarios en AT	3 interrupciones / semestre
Usuarios en MT	4 interrupciones / semestre
Usuarios en BT	
pequeñas y medianas demandas	6 interrupciones / semestre
grandes demandas	6 interrupciones / semestre

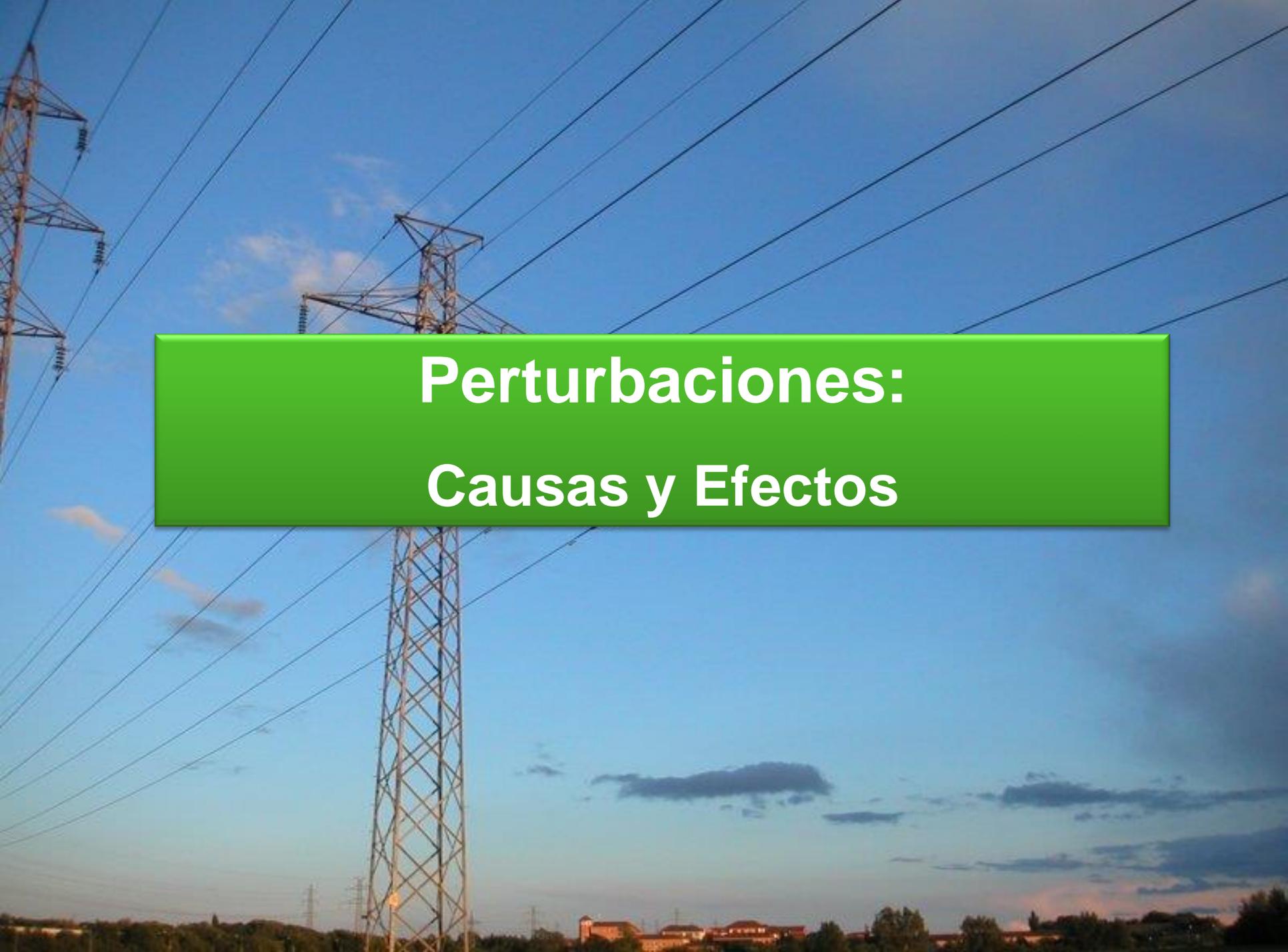
■ Duración de interrupciones

Usuarios en AT	2 horas / interrupción
Usuarios en MT	3 horas / interrupción
Usuarios en BT	
pequeñas y medianas demandas	10 horas / interrupción
grandes demandas	6 horas / interrupción





b) Calidad de PRODUCTO TECNICO



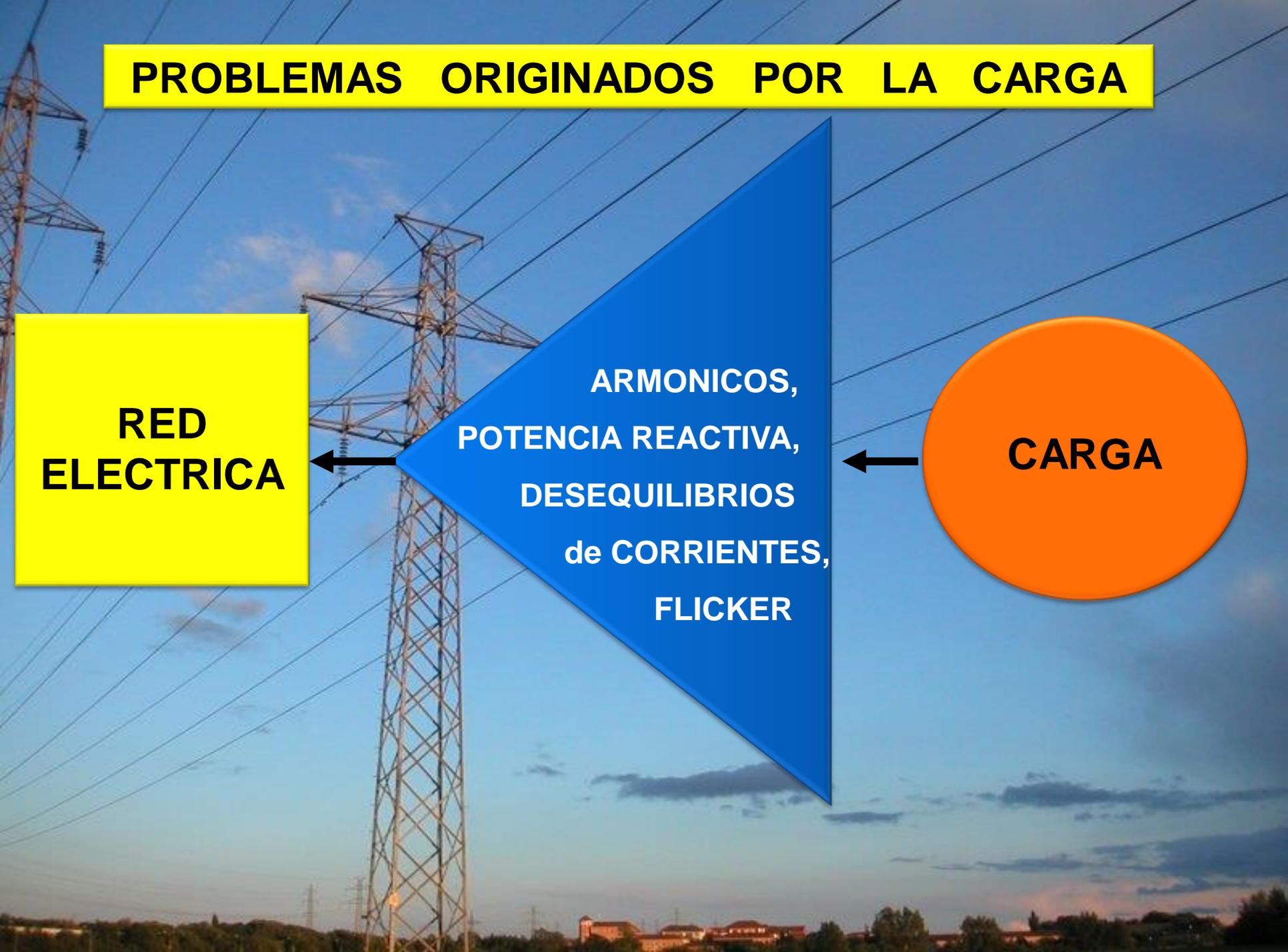
Perturbaciones: Causas y Efectos

PROBLEMAS ORIGINADOS POR LA CARGA

**RED
ELECTRICA**

**ARMONICOS,
POTENCIA REACTIVA,
DESEQUILIBRIOS
de CORRIENTES,
FLICKER**

CARGA



PROBLEMAS QUE AFECTAN A LA CARGA

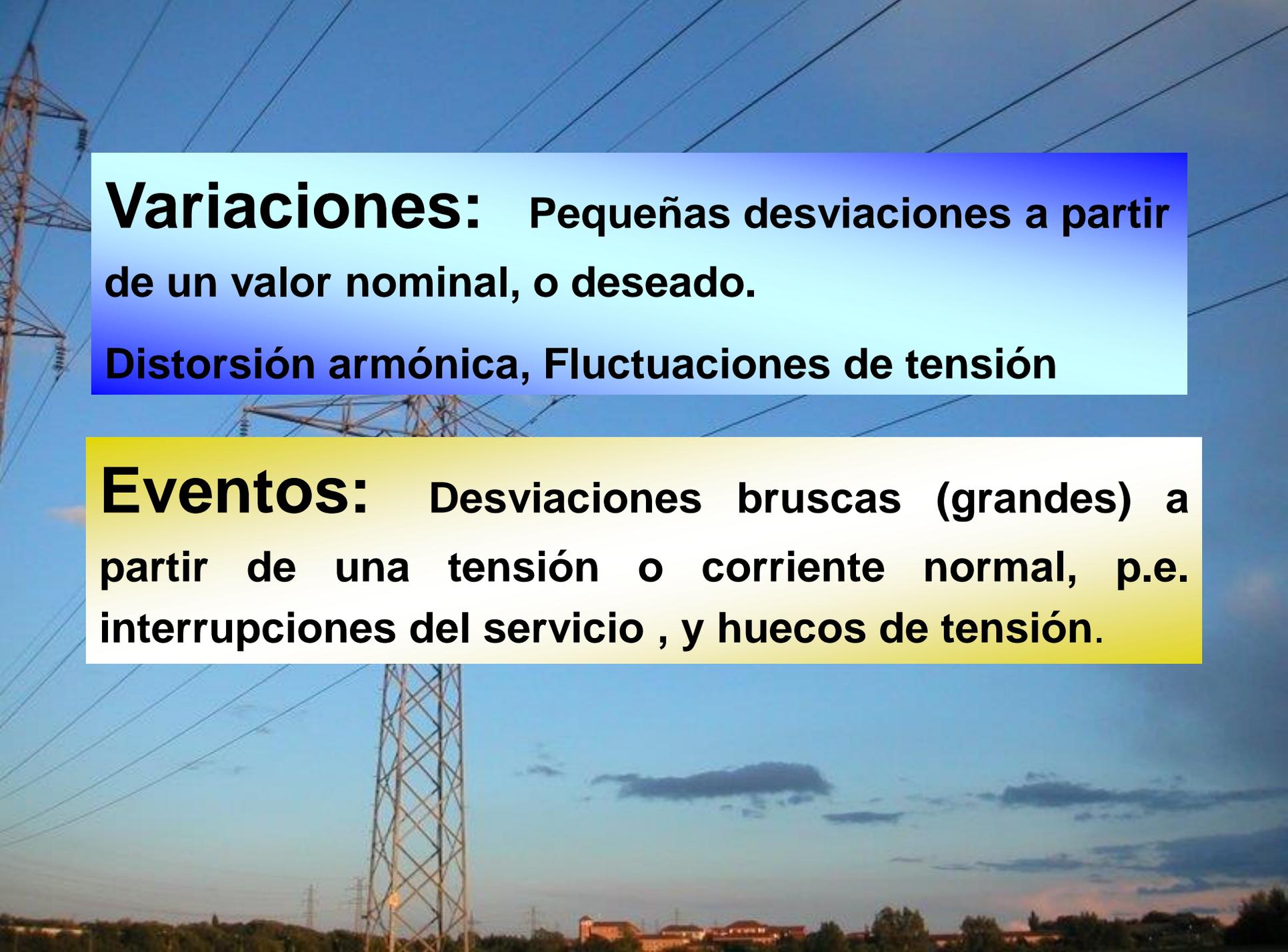
**RED
ELECTRICA**

```
graph LR; A[RED ELECTRICA] --> B[HUECOS, ELEVACIONES, ARMONICOS, DESEQUILIBRIOS DE TENSION]; B --> C[CARGA]
```

The diagram illustrates the flow of electricity from the grid to a load. On the left, a yellow box labeled 'RED ELECTRICA' has an arrow pointing to a large blue triangle. Inside the triangle, the text 'HUECOS, ELEVACIONES, ARMONICOS, DESEQUILIBRIOS DE TENSION' is written in white. The word 'DESEQUILIBRIOS' is underlined. An arrow points from the right side of the triangle to an orange circle labeled 'CARGA'. The background shows a clear blue sky with some clouds and several high-voltage power lines stretching across the frame.

**HUECOS
ELEVACIONES,
ARMONICOS,
DESEQUILIBRIOS
DE TENSION**

CARGA

The background of the slide is a photograph of a high-voltage power line tower against a clear blue sky. The tower is a lattice structure, and several power lines are visible stretching across the frame. The sky is a deep blue, suggesting a clear day.

Variaciones: Pequeñas desviaciones a partir de un valor nominal, o deseado.

Distorsión armónica, Fluctuaciones de tensión

Eventos: Desviaciones bruscas (grandes) a partir de una tensión o corriente normal, p.e. interrupciones del servicio , y huecos de tensión.

PERTURBACIONES

Huecos de Tensión

Armónicos

Flicker

Transitorios

Desequilibrios

Otras Causas (RI , ruido audible etc.)

Criterios de Calidad del Suministro de Energía Eléctrica

Seguridad y confiabilidad del suministro

Disponibilidad de Potencia y Energía. (Los sistemas Eléctricos no son de potencia infinita, eso significa que no se les puede obtener potencia y energía de manera indiscriminada en cualquier parte e indefinidamente, en algún momento termina su vida útil mecánica, eléctrica o se produce su saturación)

Tensión Eléctrica del sistema.

Frecuencia del Sistema.

TENSION ELECTRICA DEL SISTEMA

Es la variable mas importante para tener un servicio regular.

Las desviaciones pueden causar perdidas de producción y daños a equipos.

Fluctuaciones lentas de Tensión

Variaciones rápidas de Tensión (huecos)

Interrupciones de Tensión.

Sobretensiones transitorias: rayos y maniobras.

Frecuencia del Sistema

Una frecuencia constante es importante para el buen funcionamiento de las instalaciones.

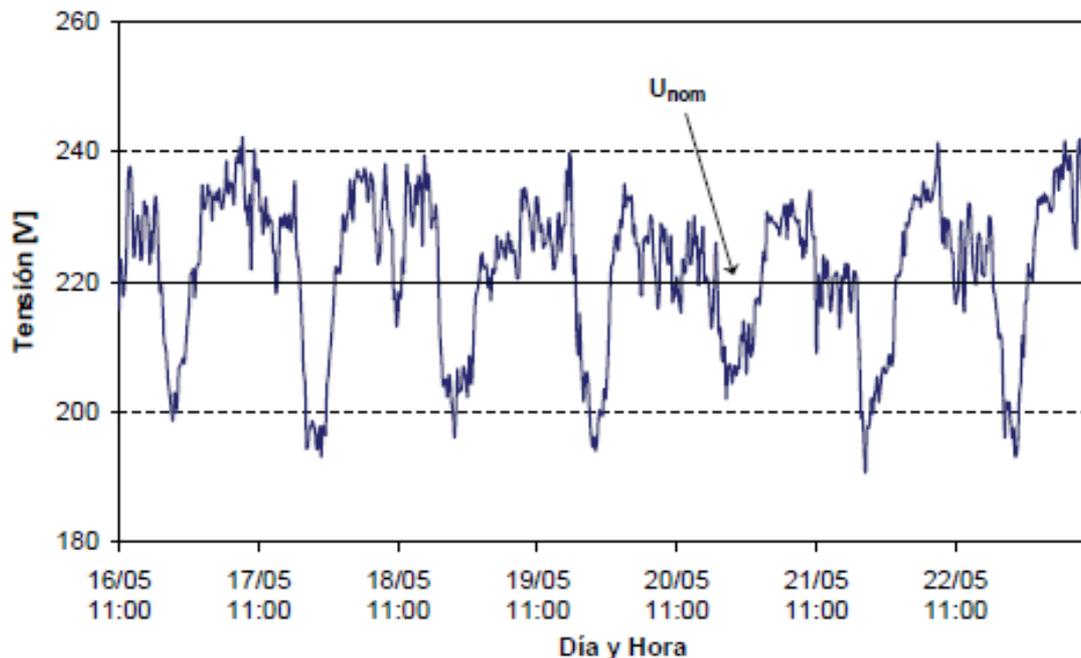
Velocidad de giro de motores.

Duración de los ciclos en las unidades de control.

Los cambios de frecuencia son provocados generalmente por una desconexión repentina de alguna unidad de potencia.

Nivel de Tensión: Valor eficaz de la tensión con que cada usuario es provisto en el Punto de Suministro, sea en AT, MT o BT.

Registro de Nivel de Tensión semanal en la Argentina, donde el valor nominal en BT es de 220 V.



Junto a las perturbaciones (armónicas y *flicker*) forma parte de lo que se conoce como “*Calidad del Producto Técnico*”.

Es un parámetro regulado en la Argentina desde los comienzos de la privatización.

Efectos del Nivel de Tensión

- Cualquier sobretensión incrementa el riesgo de falla en la aislación. Esto afecta:
 - A los componentes de la red (cables, transformadores, etc.)
 - A las cargas de los usuarios finales de energía (motores, electrodomésticos, etc.).
 - Es un efecto de largo término.
- Motores de Inducción:
 - *Subtensiones:* conducen a torque de arranque reducido y a mayores sobreelevaciones de temperatura a plena carga. Un torque de arranque reducido incrementa el tiempo requerido para acelerar al motor. El motor puede llegar a bloquearse, tomando elevadas corrientes sin girar. Se sobrecalentará rápidamente, por lo que si no está correctamente protegido se dañará.
 - *Sobretensiones:* conducen a un torque elevado, corrientes de arranque elevadas, lo que generará caída de tensión que podría afectar a otras cargas.

Suministro	Banda Permitida	
AT ($U \geq 132$ kV)	$-5,0 \% \leq U \leq +5,0 \%$	
MT (1 kV $\geq U < 132$ kV)	Alimentación Subterránea	$-5,0 \% \leq U \leq +5,0 \%$
	Alimentación Aérea	$-8,0 \% \leq U \leq +8,0 \%$
BT ($U < 1$ kV)	Alimentación Subterránea	$-5,0 \% \leq U \leq +5,0 \%$
	Alimentación Aérea	$-8,0 \% \leq U \leq +8,0 \%$
	Rural	$-10,0 \% \leq U \leq +10,0 \%$



- Lámparas incandescentes: La iluminación provista y la vida útil de las mismas son altamente dependientes de la tensión con que son alimentadas.
 - **LAMPARAS HALOGENAS**
 - La vida útil esperada se reduce drásticamente si la tensión se eleva algunos volts.
 - Asimismo, la vida útil aumenta si la tensión reduce, aunque sin compensar lo producido por tensión elevada.
 - Como resultado general, a largo término, la vida útil de las lámparas tiende a ser menor si se presentan sub y sobre tensiones, en lugar de ser alimentadas con un valor constante de tensión.
- Lámparas fluorescentes: La luz provista también depende del valor de tensión con que son alimentadas, aunque la vida útil no es tan dependiente como en el caso de la lámpara incandescente.
- Dispositivos de calentamiento por resistencia: La potencia eléctrica, y naturalmente el calor generado, varía aproximadamente con el cuadrado de la tensión. Por lo tanto, una caída de tensión del 10% hará que el calor de salida sea un 20% menor.

Efectos del Nivel de Tensión

LAS LAMPARAS DE BAJO CONSUMO FUNDAMENTALMENTE LAS DE ORIGEN CHINA SON ALTOS GENERADORES DE ARMONICOS

A LAS LAMPARAS LED LES AFECTA LAS SOBRETENSIONES DE MANIOBRA EN REDES Y SOBRETENSIONES DE ORIGEN ATMOSFERICO

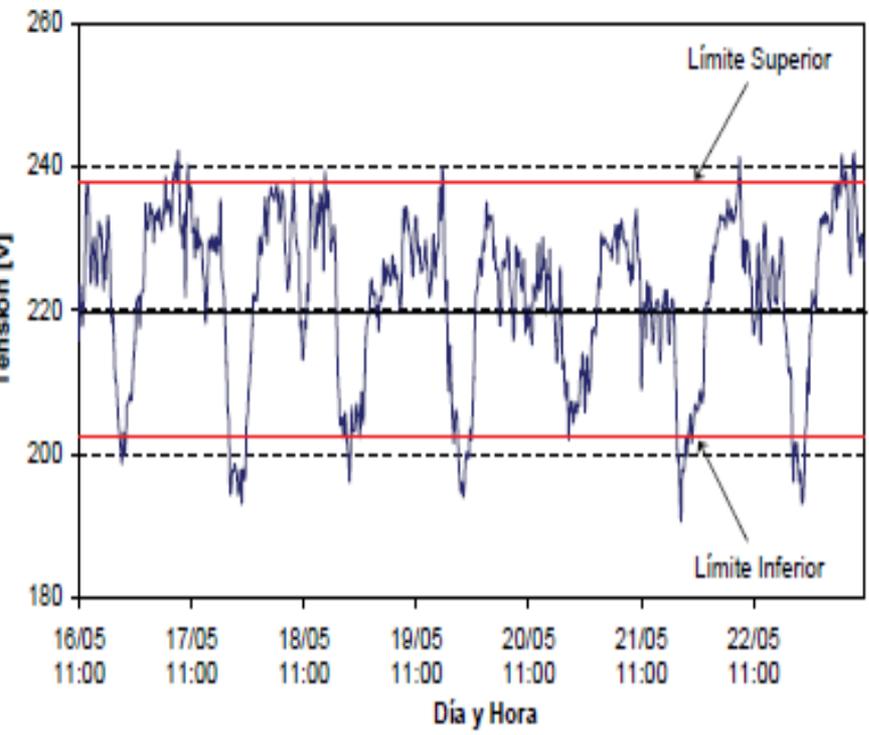
- Equipos electrónicos:
 - Con un nivel de tensión de estado estacionario bajo, el equipo será más sensible aún a *dips*. **Caídas de tensión**
 - Asimismo, con un nivel de tensión elevado, será más sensible a *swells*. **Aumento de tensión**
- Transformadores: Una tensión superior a la nominal incrementará la corriente de magnetización del transformador. Como esta corriente suele ser distorsionada, al aumentar la tensión se incrementará la distorsión presente.

Ejemplo de medición:

Tipo de Red	Banda Permitida	Límite Inferior	Límite superior
Aérea	± 8%	202,4 V	237,6 V
Subterránea	± 5%	209 V	231 V

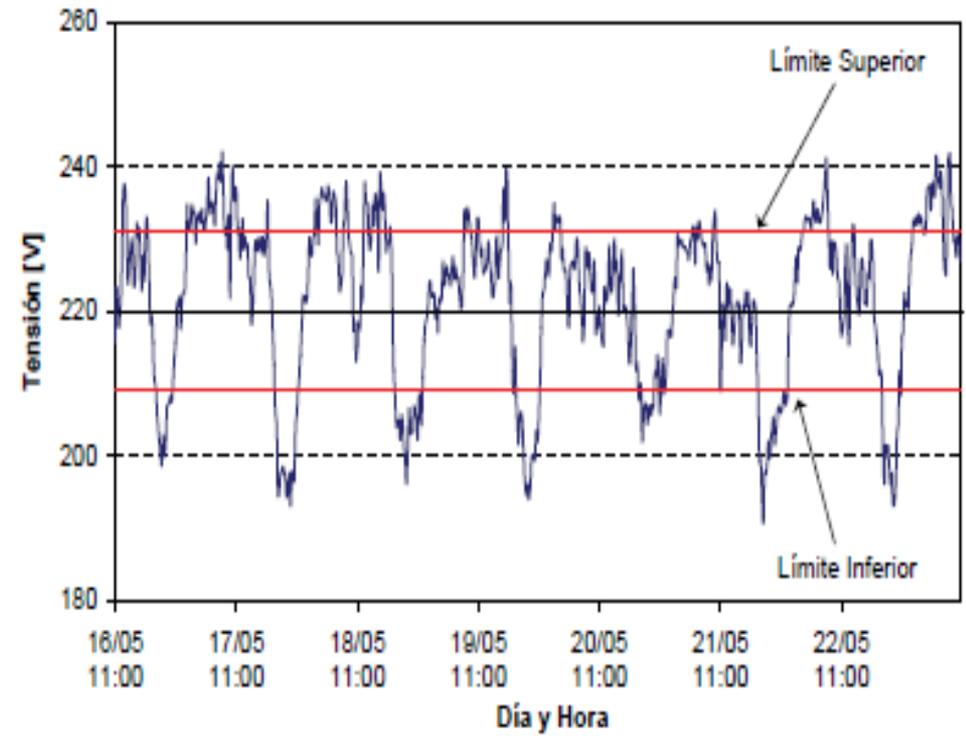
- Pueden ser transgredidos hasta durante el 3% de la duración de la medición.
- Si se supera, corresponde penalidad.
- Para una medición típica, equivale a 20 períodos de 15'.

Caso Aéreo



Trasgresión de los límites durante 12,4% del tiempo ⇒ Penalizado

Caso Subterráneo



Trasgresión de los límites durante 41,8% del tiempo ⇒ Penalizado

Equipos de registro utilizado

Monofásico.
Origen nacional



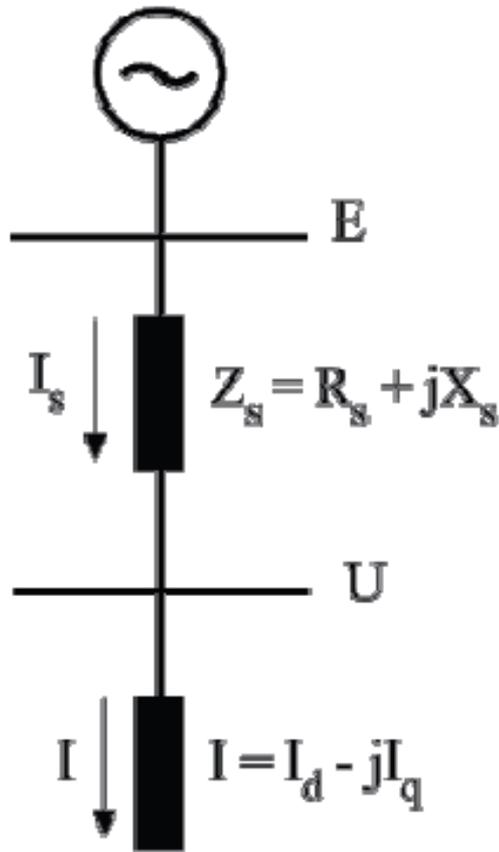
Monofásico.
Origen español



Trifásico. Origen
nacional

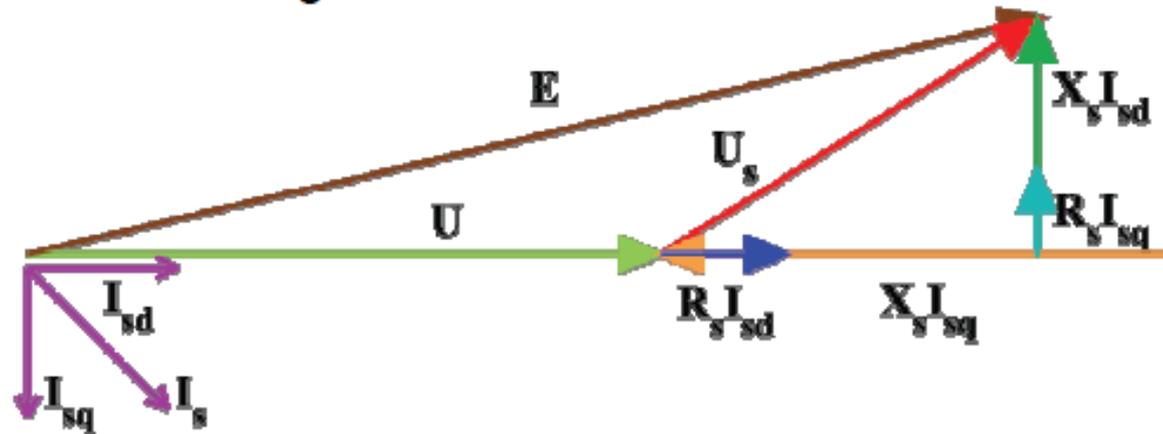


Sea el siguiente diagrama unifilar:



$\cos \theta$, factor de potencia de la carga.

Resulta el siguiente diagrama fasorial :



Efectuando una aproximación de primer orden, la caída de tensión queda:

$$\Delta U = |E| - |U| = R_s \cos \theta + X_s \text{ sen } \theta$$

Al predominar la reactancia de la línea frente a la resistencia, la caída de tensión es debida básicamente a la energía reactiva.



Técnicas para controlar el NT | NIVEL DE TENSION

- En los sistemas de transmisión:
 - La unidad de generación controla la tensión en los terminales de salida a través de la tensión de campo.
 - Bancos de capacitores instalados en lugares estratégicos del sistema compensarán la energía reactiva tomada por las cargas. Puesto que en los sistemas de transmisión predomina la reactancia, la caída de tensión es principalmente producida por la energía reactiva.
 - En transformadores del sistema de transmisión se instalan reguladores bajo carga, los que modifican la relación de transformación según la carga existente.
- En los sistemas de distribución:
 - Los transformadores de distribución MT/BT cuentan con “*taps*” que permiten ajustar la relación de transformación de acuerdo a los requerimientos existentes. Los ajustes deben ser efectuados sin carga.
 - Utilización de transformadores con potencia suficiente para alimentar determinada cantidad de usuarios.
 - Utilizar cables de secciones apropiadas.

HUECOS DE TENSIÓN Y MICRO INTERRUPCIONES

Causas mas comunes:

- **Cortocircuitos.**
- **Arranque de grandes motores.**
- **Conexión de Transformadores.**
- **Variaciones bruscas del consumo**

De los Efectos dependen

- **La caída de la Tensión.**
- **La duración del Hueco**
- **Los puntos de la onda con los que se inicia y se acaba el hueco.**
- **Desplazamientos de los ángulos de fase.**

Caídas breves (*sags* o *dips* o *huecos*) y microinterrupciones

- *Caída de tensión breve o hueco de tensión*
(“*voltage dip*” según IEC y “*sag*” en USA).

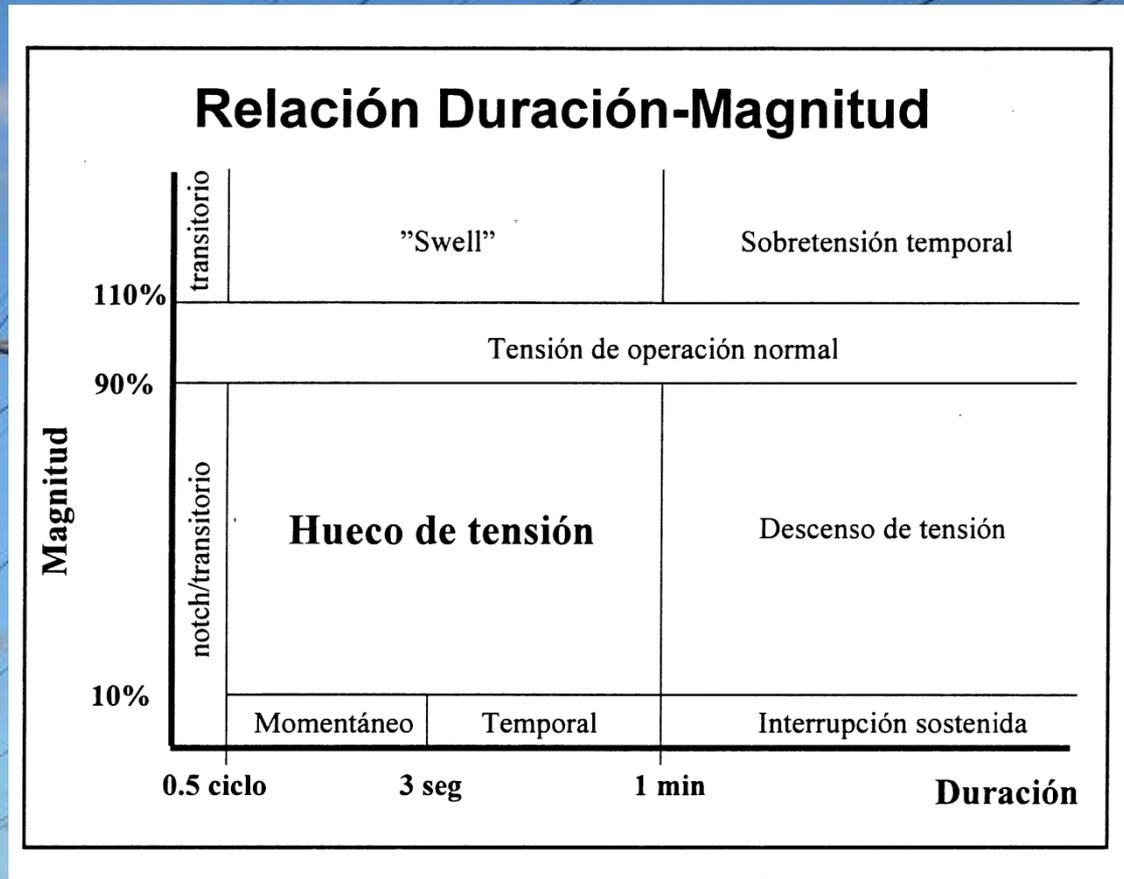
Reducción súbita de la tensión en un punto del sistema eléctrico, seguida del restablecimiento luego de un tiempo breve (entre medio ciclo de la frecuencia de red y unos pocos segundos).

- *Microinterrupción o Interrupciones breves.*

Anulación de la tensión de suministro durante un tiempo breve, típicamente no mayor a un minuto.

Los huecos pueden también ser considerados como caídas breves del 100 % de amplitud.

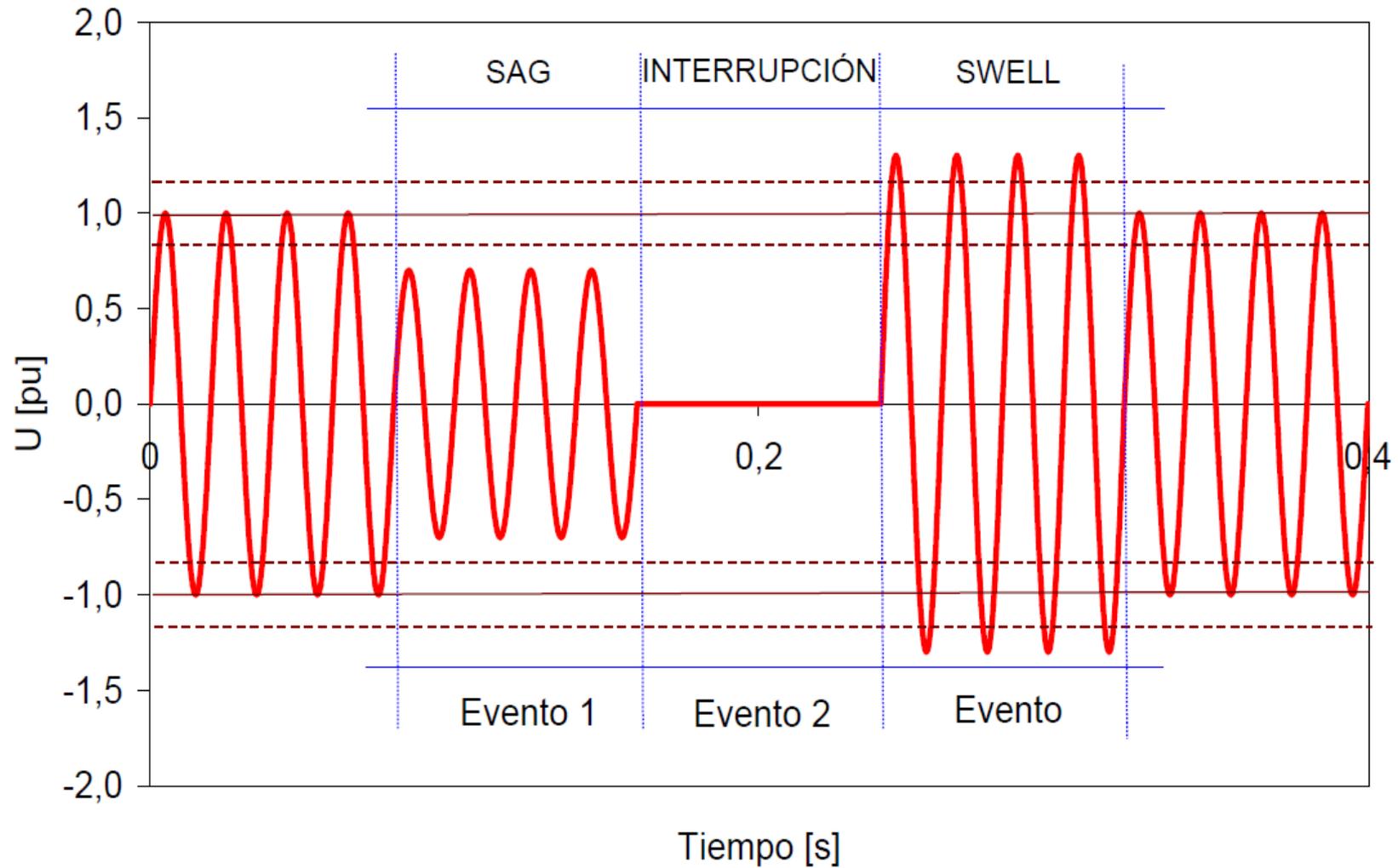
HUECOS DE TENSIÓN Y MICRO INTERRUPCIONES



Qué son voltage Sags (Dips) y Swells

Cada sistema eléctrico o tipo de equipo está diseñado para funcionar con una tensión específica. Las caídas de tensión (inglés de EE. UU.) o las caídas de tensión (inglés británico) y son eventos de corta duración que pueden causar daños a equipos electrónicos/industriales, interrupciones y otros problemas de calidad de energía.

HUECOS DE TENSIÓN Y MICRO INTERRUPCIONES

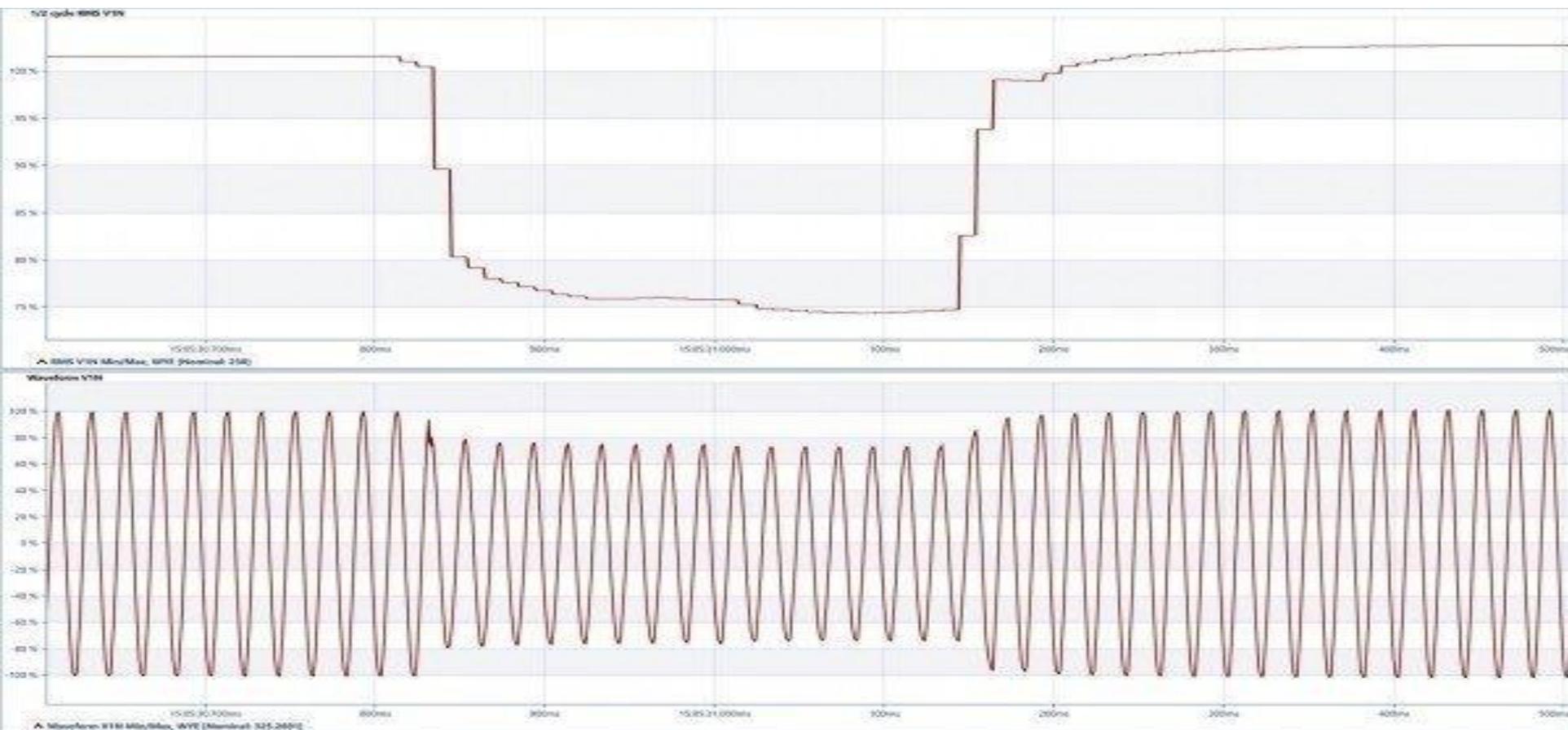


HUECOS DE TENSIÓN Y MICRO INTERRUPCIONES



Que son las caídas de tensión (dips)?

Un hundimiento de tensión (dip) es una breve reducción en la tensión RMS de 10% o más por debajo de la tensión especificada (nominal) del equipo durante un período de 1/2 ciclo a 1 min como se define en la norma [IEC 61000-4-30](#). Un hundimiento de tensión puede ser causado por un cambio rápido de cargas como un arranque de motor o un cortocircuito.

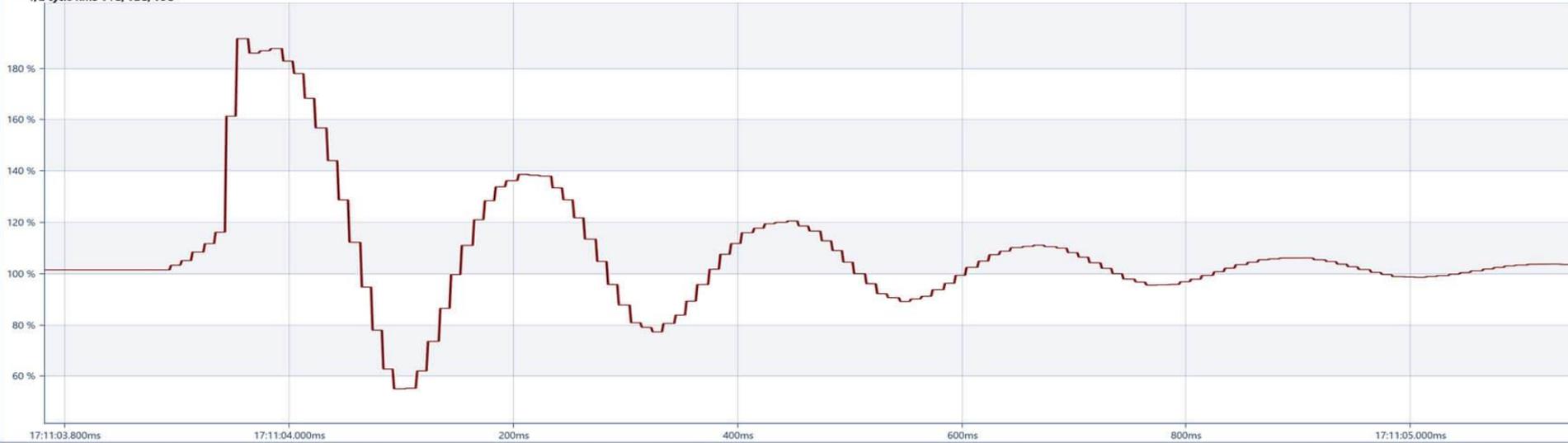


HUECOS DE Tensión Y MICRO INTERRUPCIONES

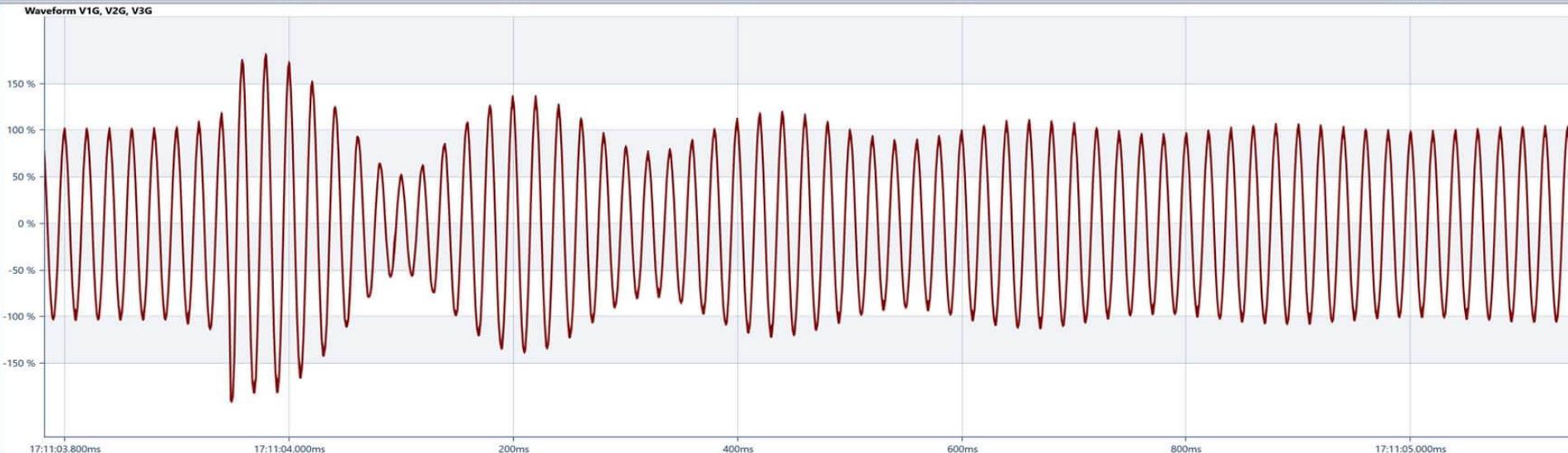


Los **swells de tensión** son lo opuesto a las caídas de tensión (dips) y se definen como un aumento momentáneo en la tensión RMS del 10% o más, por encima de la tensión (nominal) del equipo durante un período de 1/2 ciclo a 1 min, como se define en la norma [IEC 61000-4-30](#).

1/2 cycle RMS V1G, V2G, V3G

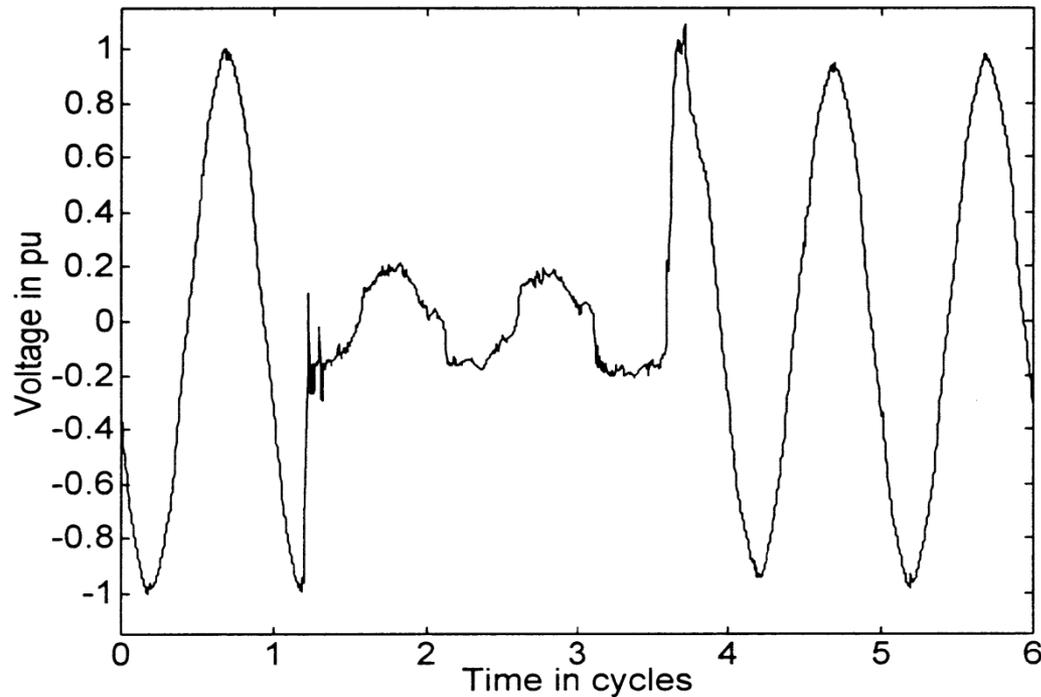


Waveform V1G, V2G, V3G



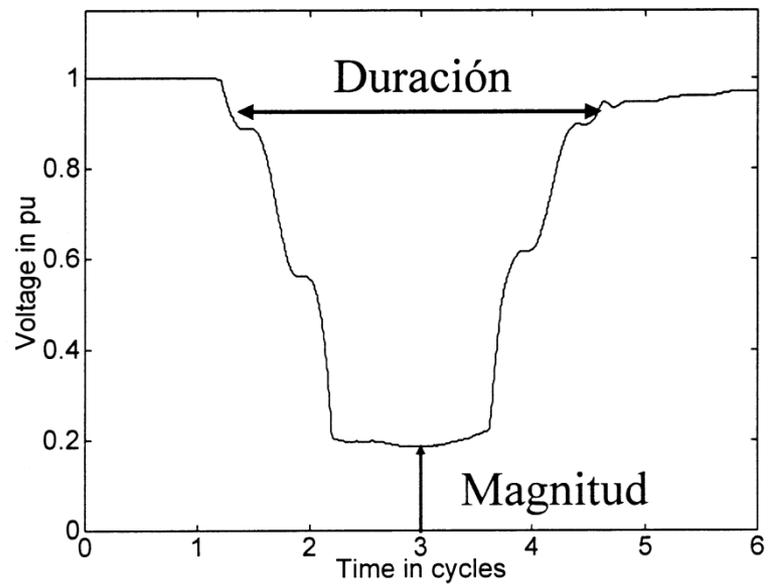
HUECOS DE TENSIÓN Y MICRO INTERRUPCIONES

Huecos de Tensión : Ejemplo



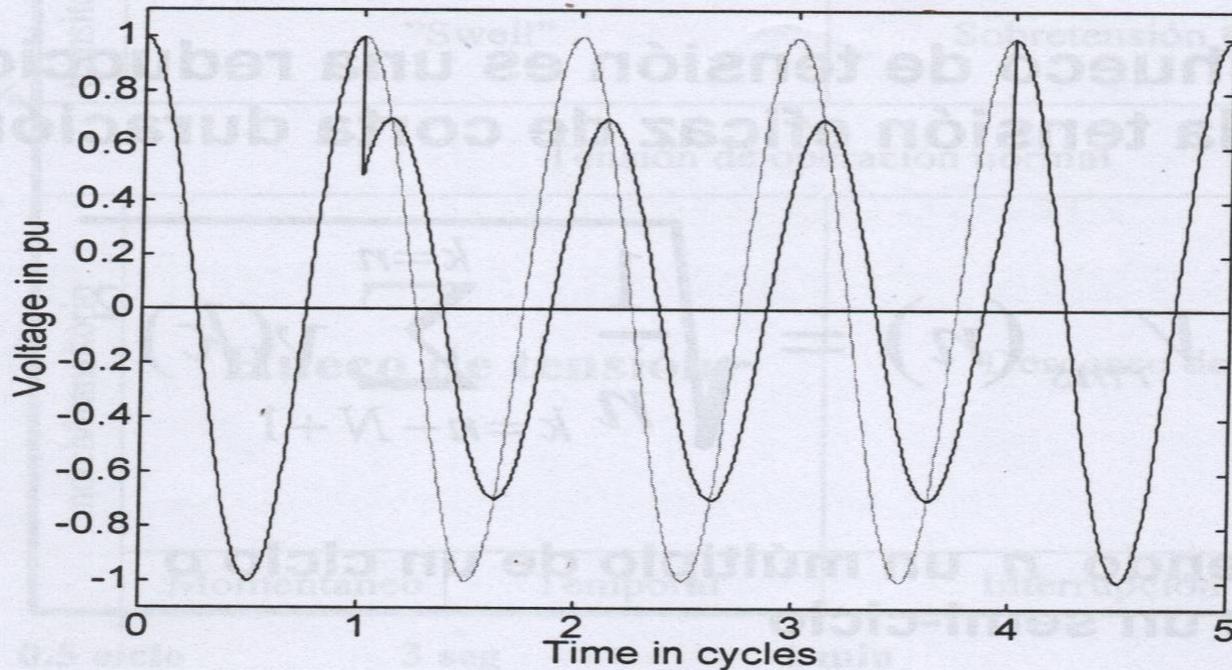
HUECOS DE TENSIÓN Y MICRO INTERRUPCIONES

Tensión eficaz vs. Tiempo



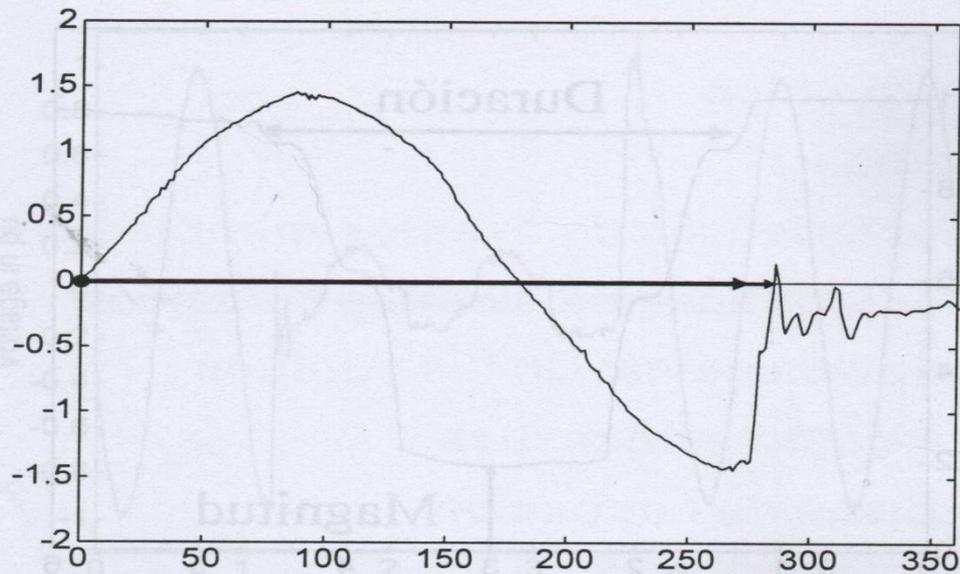
HUECOS DE TENSIÓN Y MICRO INTERRUPCIONES

Variación del Ángulo de Fase



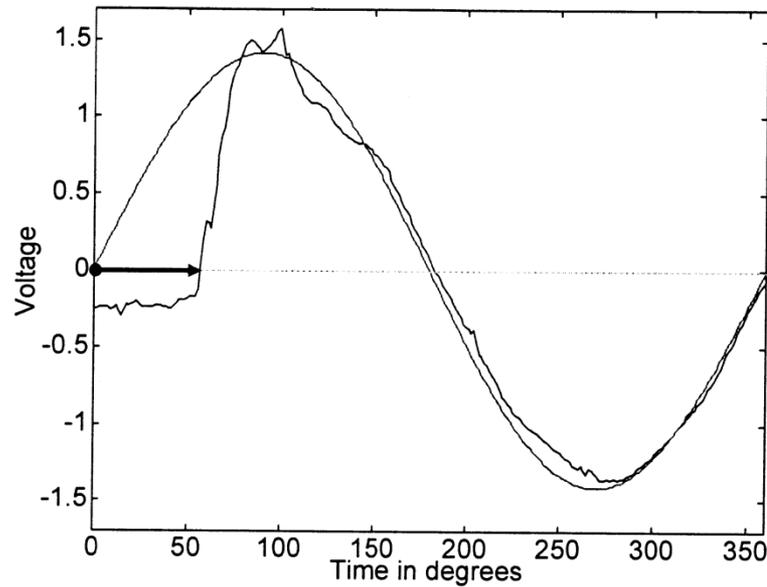
HUECOS DE TENSIÓN Y MICRO INTERRUPCIONES

Punto de Inicio del Hueco



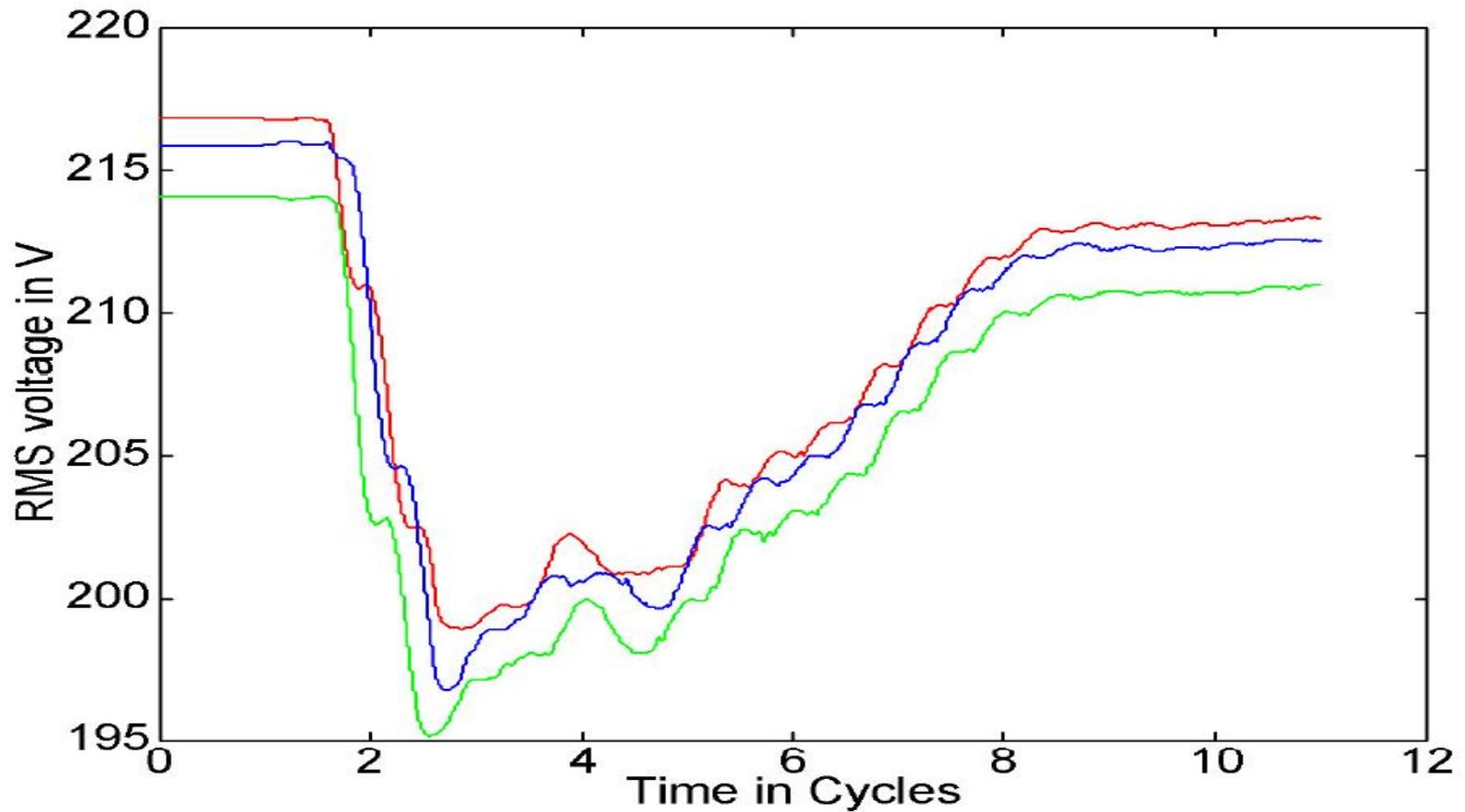
HUECOS DE TENSIÓN Y MICRO INTERRUPCIONES

Punto de Recuperación



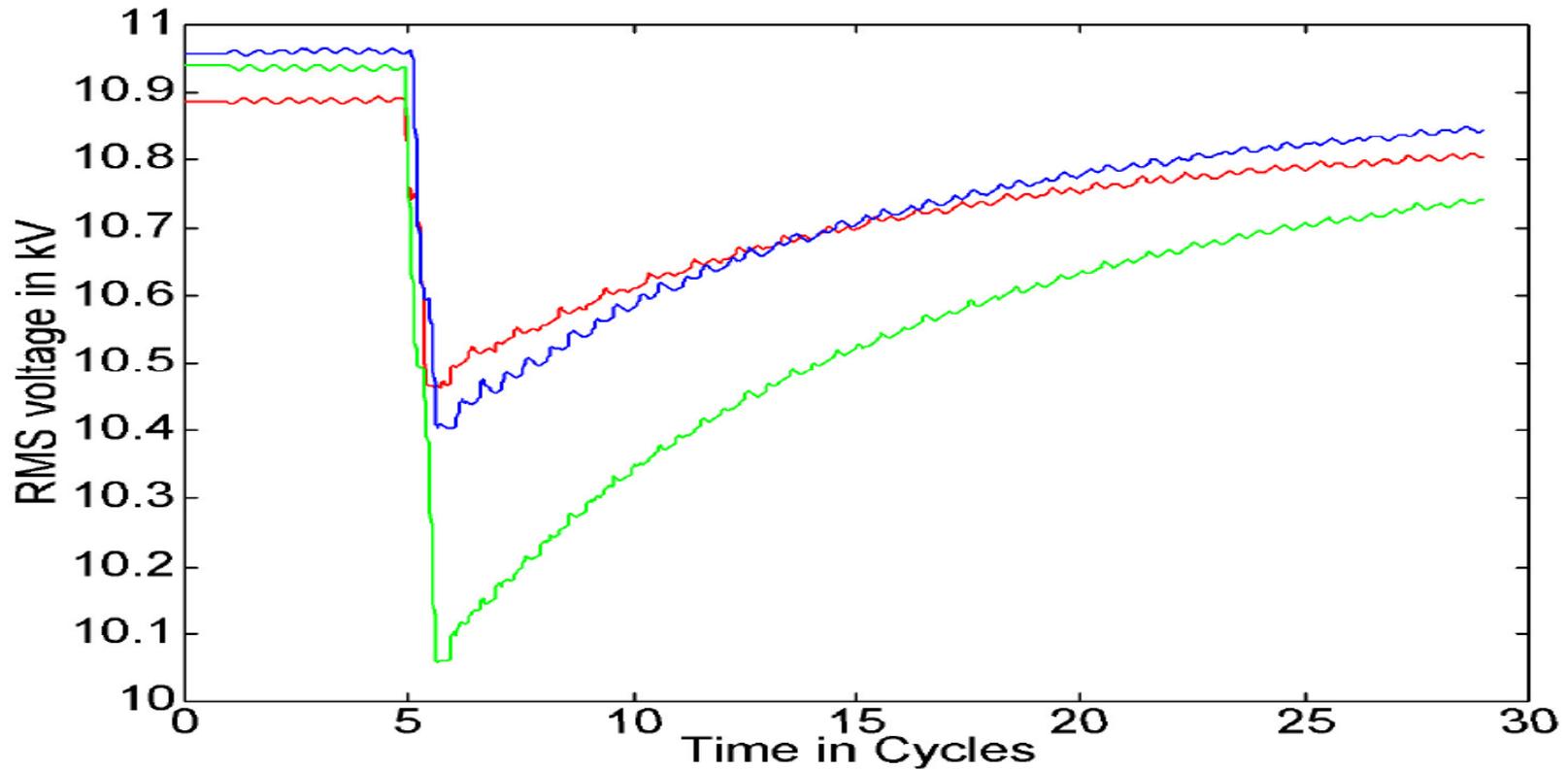
HUECOS DE TENSIÓN Y MICRO INTERRUPCIONES

Arranque de un motor de inducción.



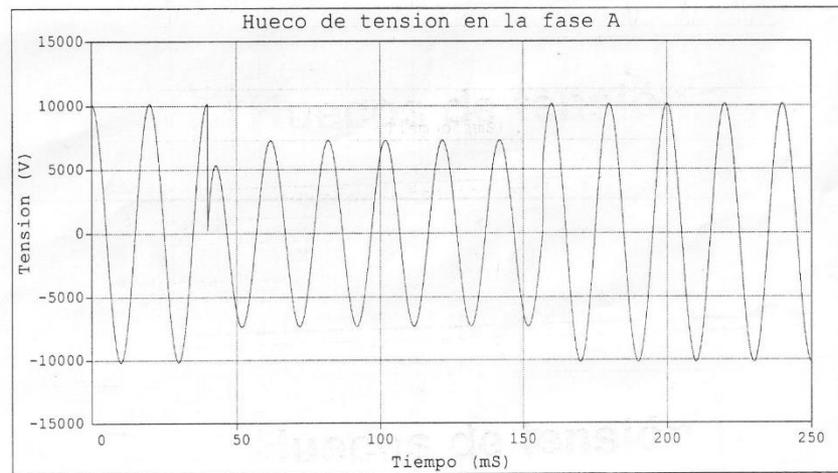
HUECOS DE TENSIÓN Y MICRO INTERRUPCIONES

Energización de un transformador.



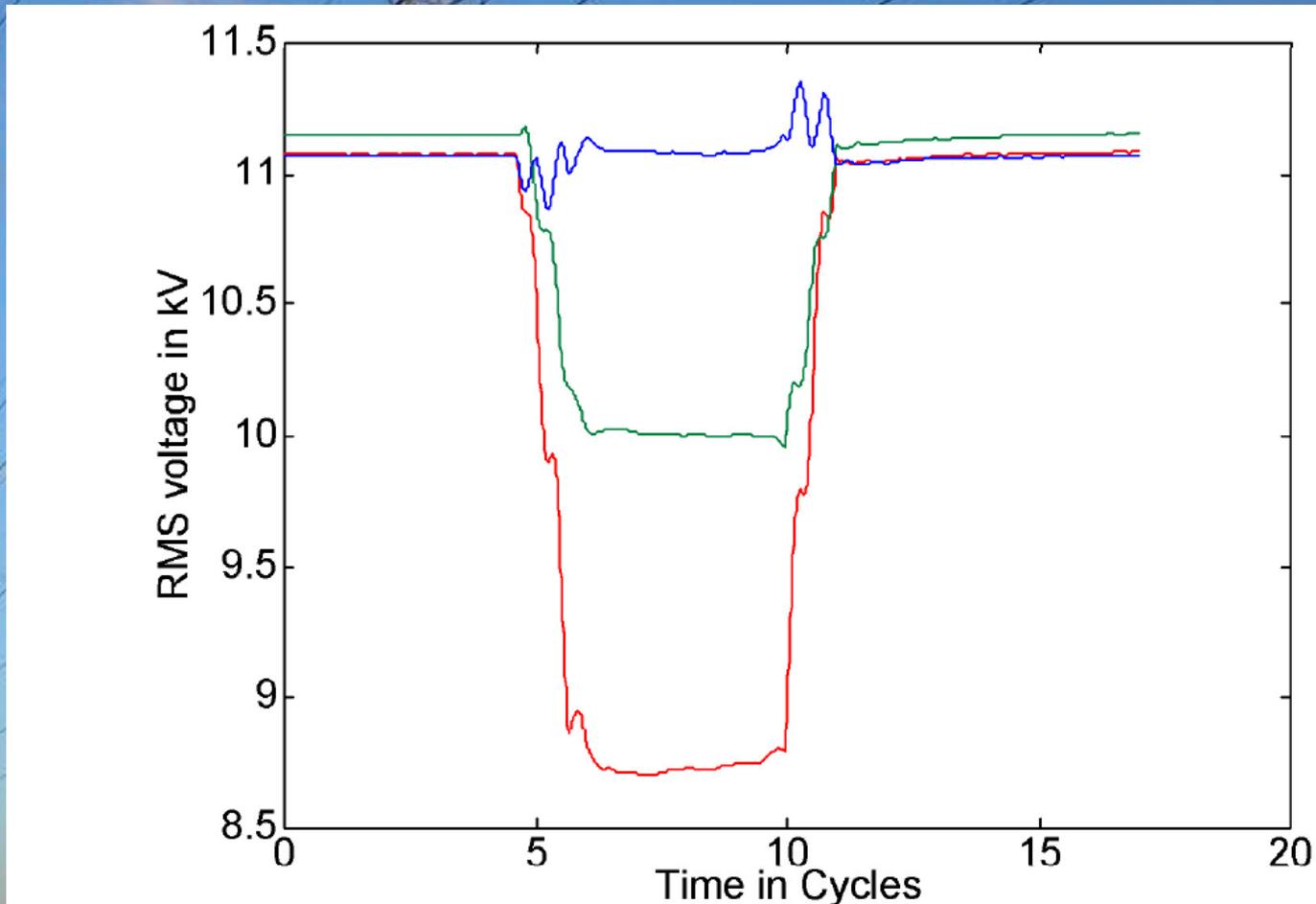
HUECOS DE TENSIÓN Y MICRO INTERRUPCIONES

Huecos de tensión



HUECOS DE TENSIÓN Y MICRO INTERRUPCIONES

Caída de tensión trifásica desequilibrada.



A photograph of high-voltage power lines and towers against a blue sky at dusk. The towers are made of metal lattice and are spaced out along the lines. The sky is a deep blue with some light clouds. In the background, there are some buildings and trees. A yellow and white gradient banner is overlaid on the image, containing the word "ARMONICOS" in bold black letters.

ARMONICOS

ARMONICOS

Se define a una armónica como una señal cuya frecuencia es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental del sistema (50 Hz para nuestro país).

ARMONICOS

CAUSAS MAS COMUNES:

Consumos no lineales.

p.ej Sistemas de control de velocidad electrónicos, computadoras, lámparas de bajo consumo, Reactancia (bobina con núcleo de hierro) saturables, balasto electrónico, inverters.

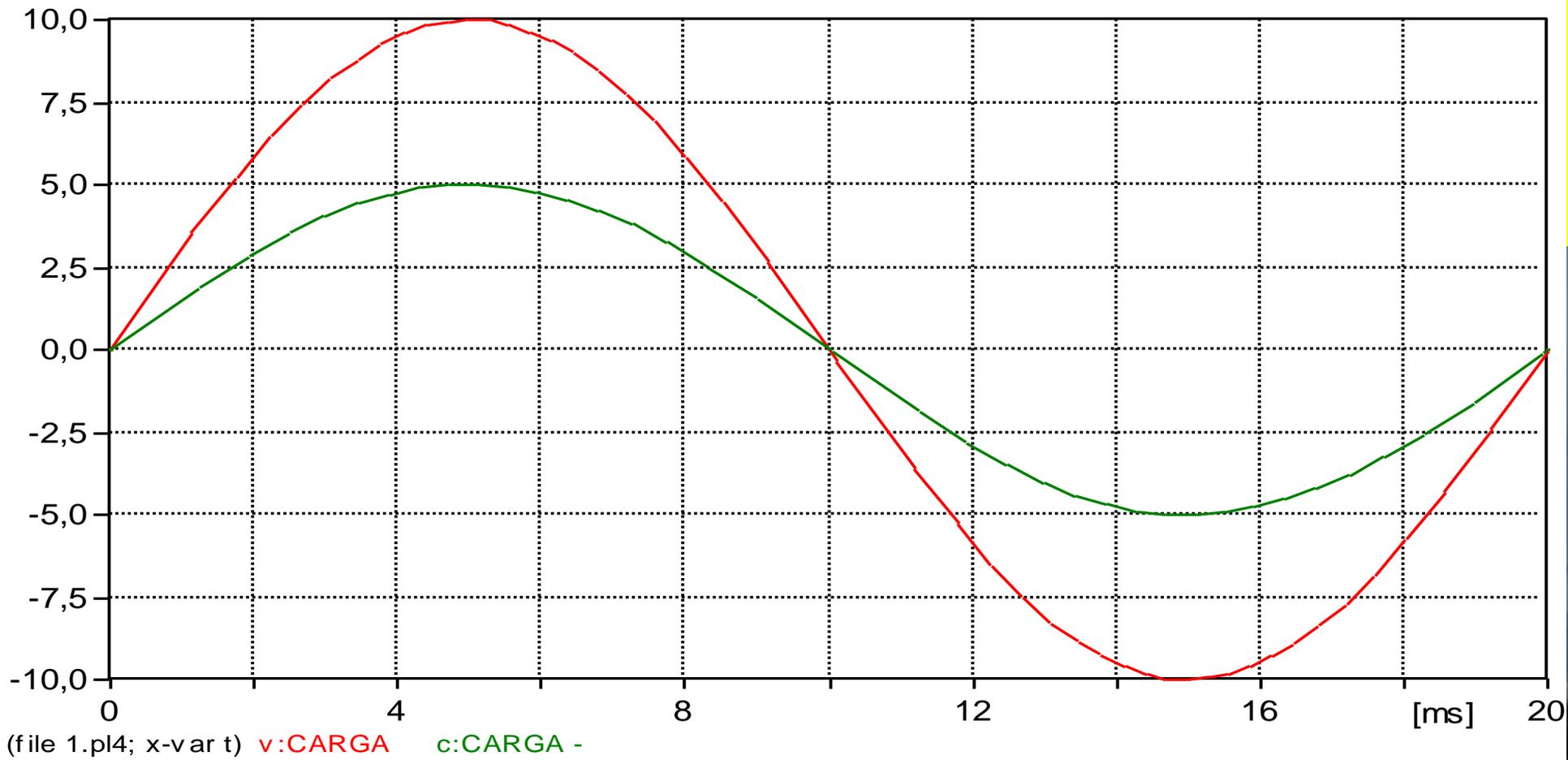
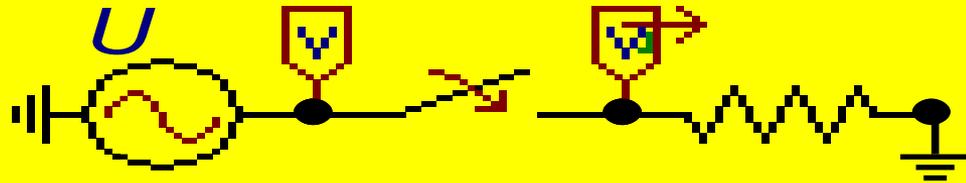
EFFECTOS MAS IMPORTANTES:

Sobretensiones

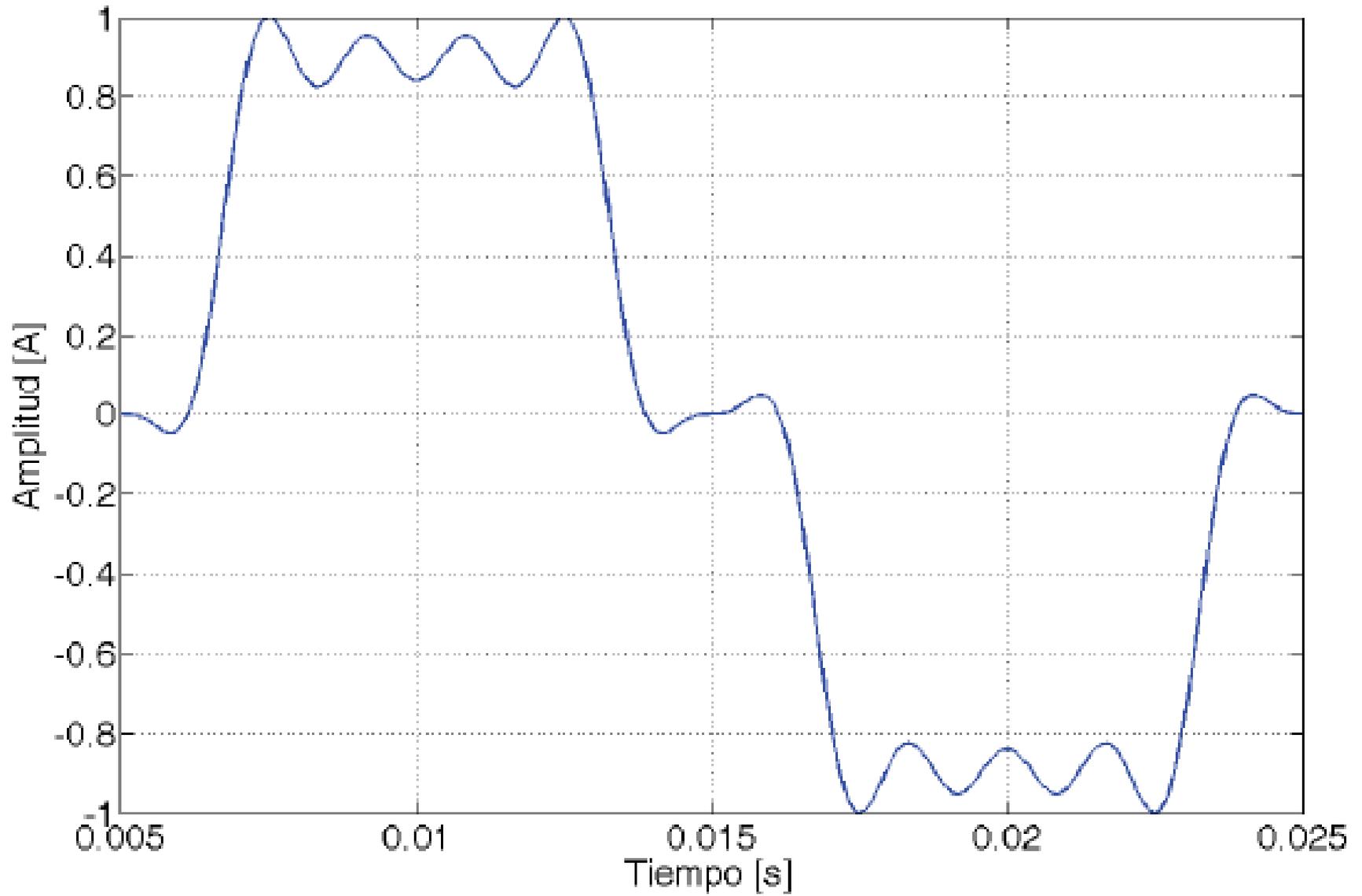
calentamiento

Mal funcionamiento de equipos

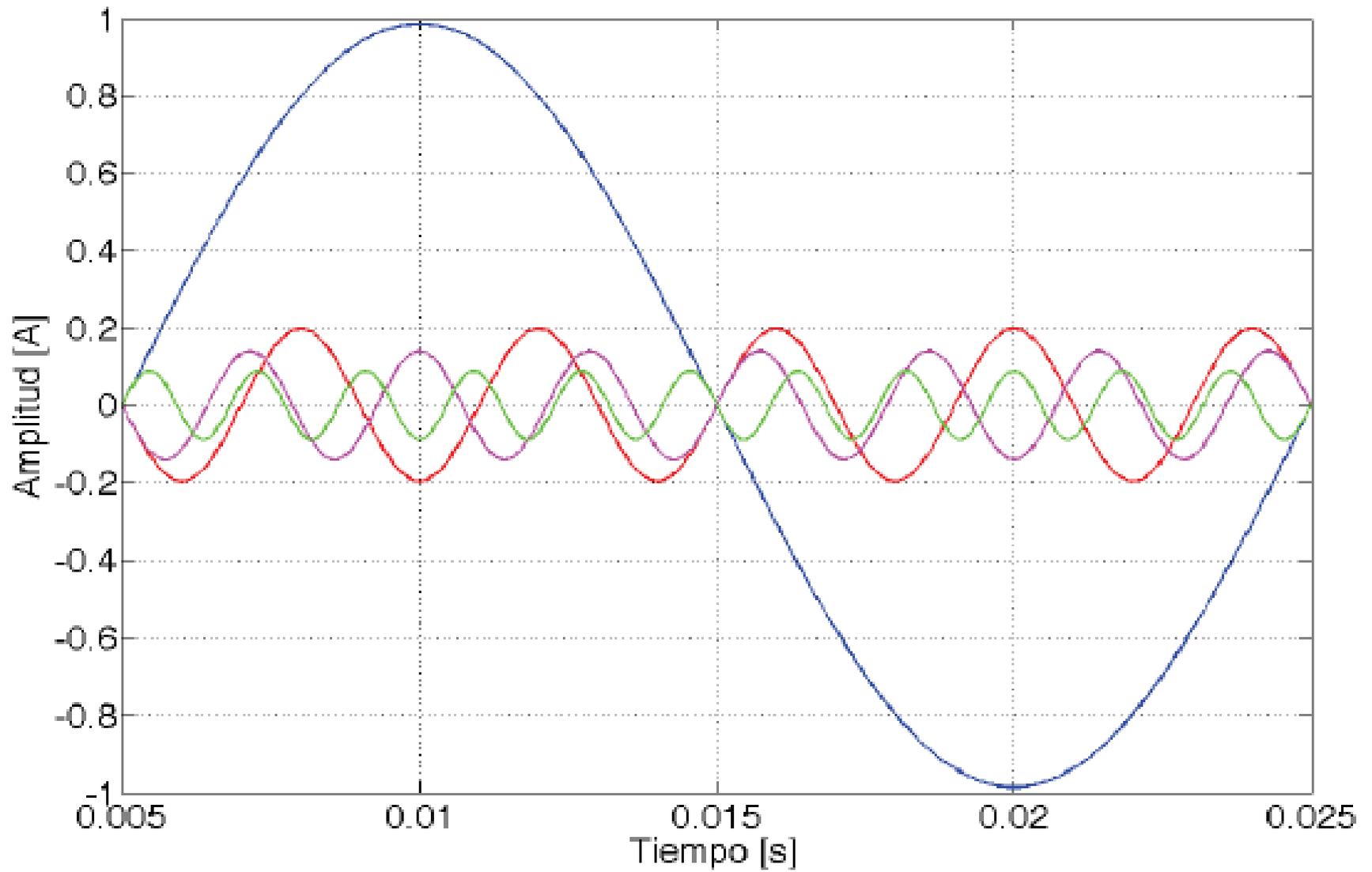
Descripción de un sistema monofásico Con Carga Lineal



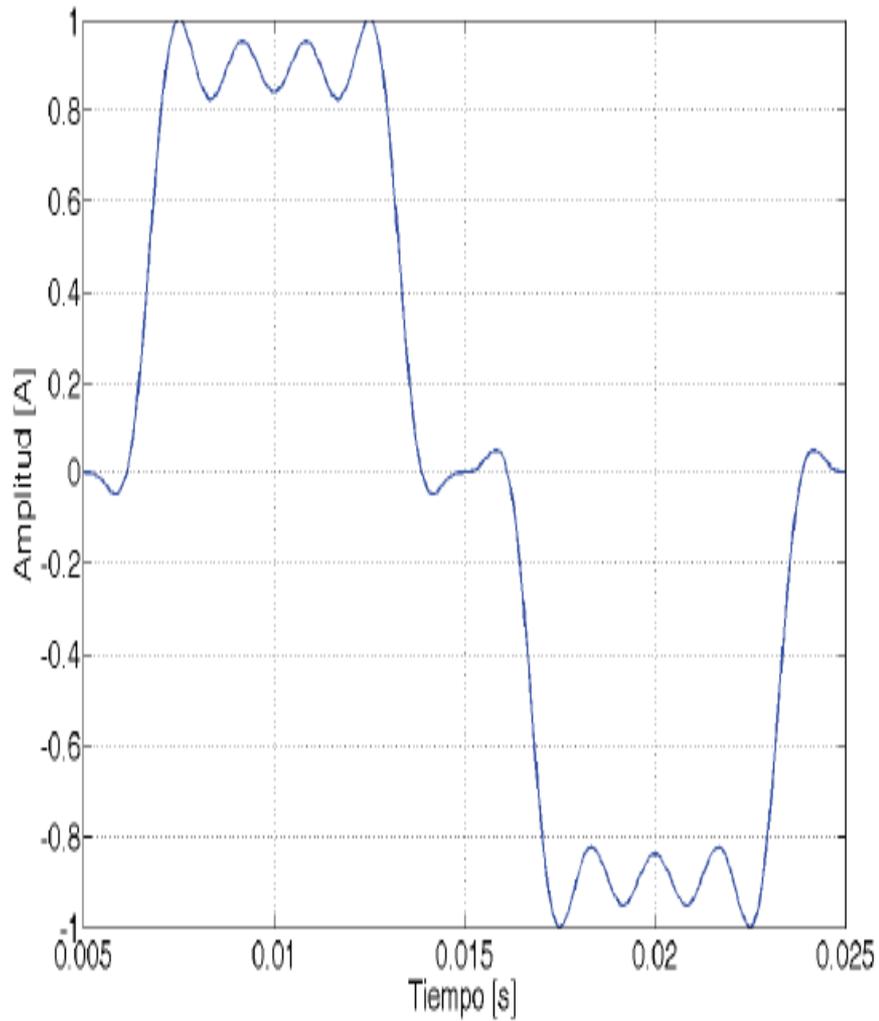
Corriente distorsionada



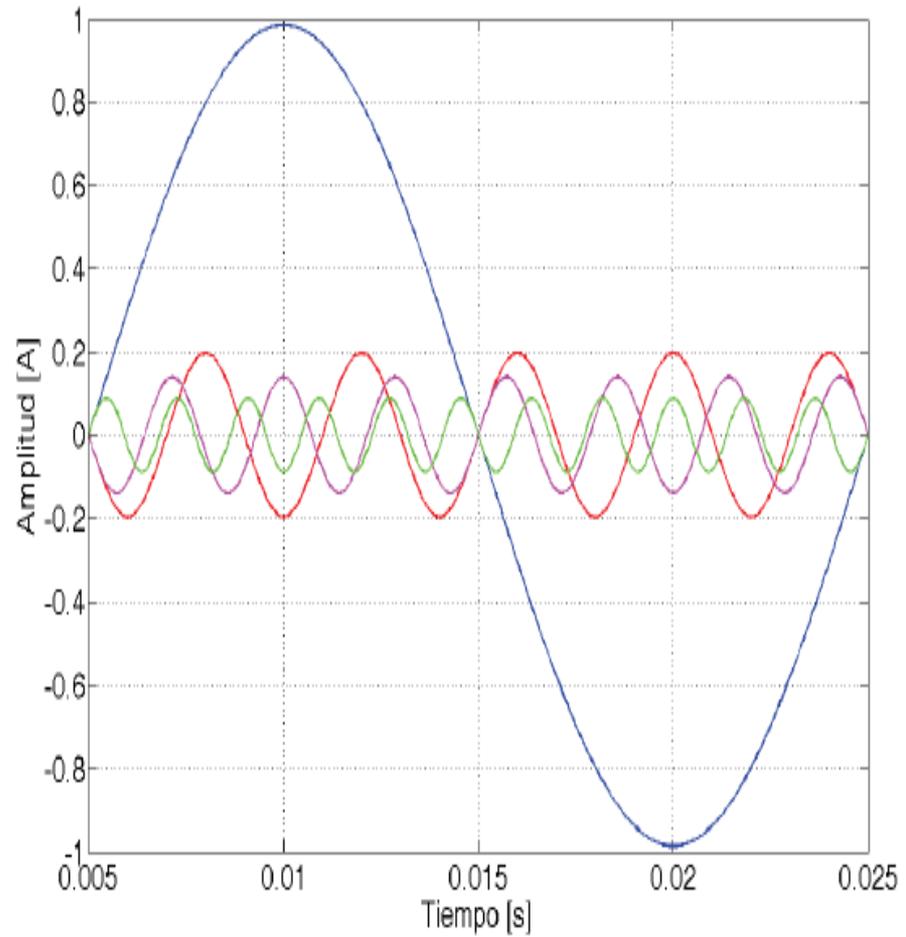
Armonicas de corriente



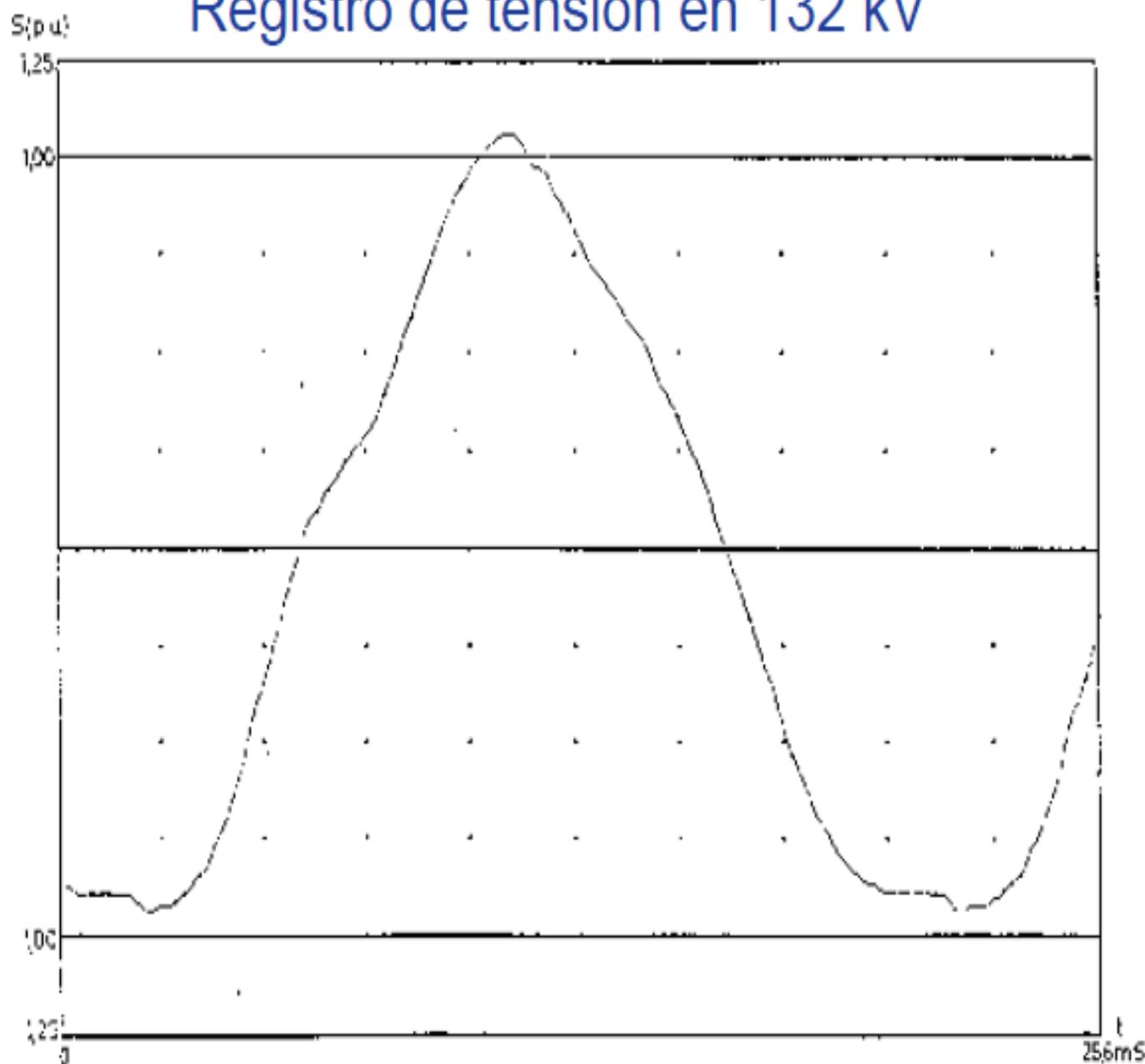
Corriente distorsionada



Armonicas de corriente



Registro de tensión en 132 kV



No hay simetría de media onda, por lo tanto hay componentes pares.

Tiene origen en corrientes de inrush en transformadores de potencia.

Tasa de Distorsión Total (TDT) o Total Harmonic Distortion (THD): Es un parámetro para ponderar el contenido armónico total, aplicable tanto a tensiones como a corrientes.

$$TDT_U(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^N U_i^2}}{U_1} \cdot 100 \quad TDT_I(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^N I_i^2}}{I_1} \cdot 100$$

$$PF = \frac{1}{\sqrt{1 + THD^2}} \cdot \cos \alpha$$

Generadores (Fuentes) de armónicas

Fuentes de armónicas:

● Electrónica de potencia

- Rectificadores, **inversores**, variadores de velocidad, compensadores de reactivo, etc.

● Consumos no lineales

- Soldadoras, hornos de arco, laminadores, etc.

● Equipamiento convencional

- Corriente magnetizante de los transformadores
- Distribución no senoidal del flujo en el entrehierro de una máquina sincrónica

Electrónica de potencia

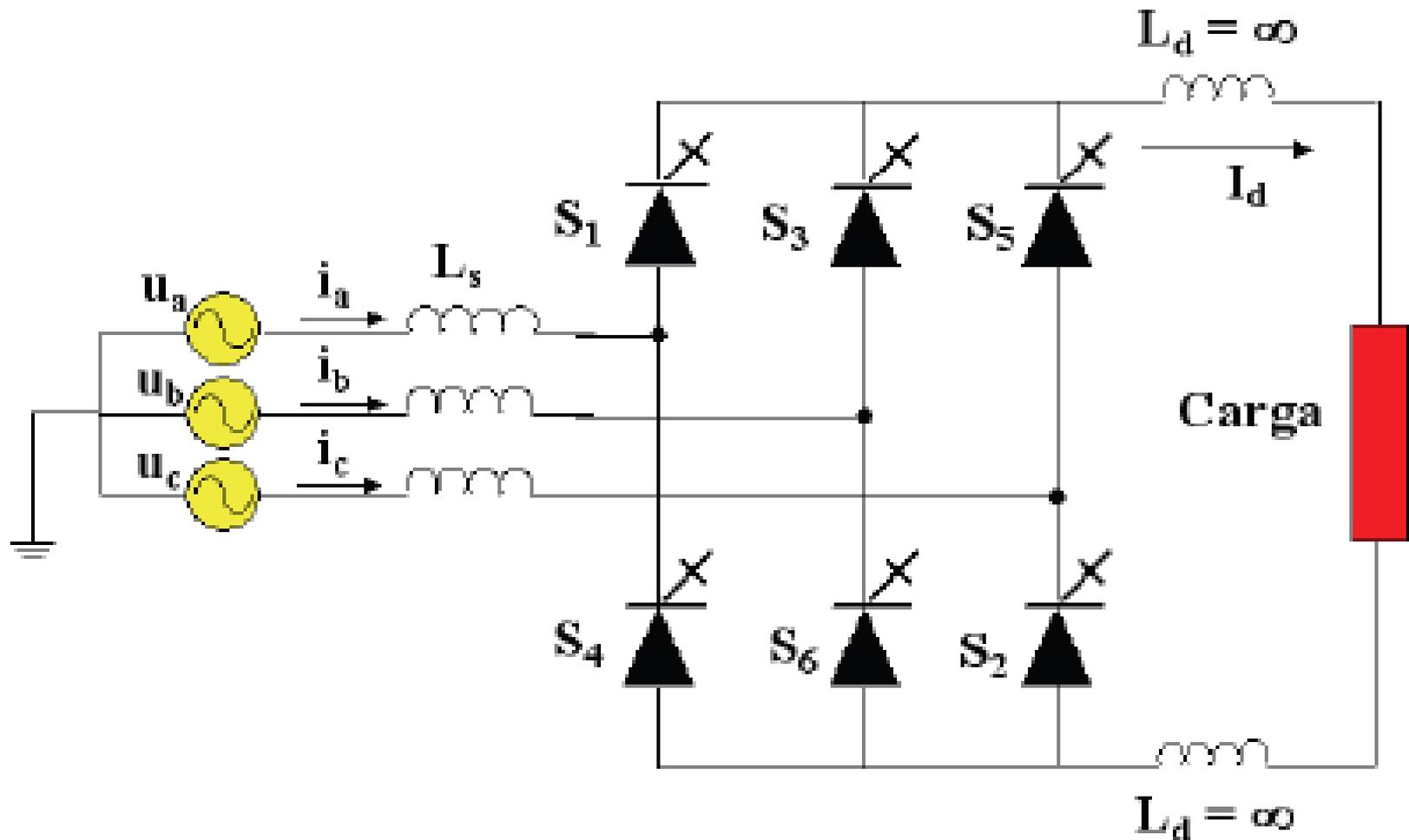
Convertidores estáticos:

- **Convertidores de gran potencia:** Utilizados en la industria de la reducción de metales y transmisión de alta tensión en corriente continua.
- **Convertidores de mediana potencia:** Utilizados en la industria de fabricación, para el control de motores, y también en aplicaciones de trenes eléctricos.
- **Convertidores de baja potencia:** Utilizados en las fuentes de alimentación de ciertos artefactos electrónicos de uso domiciliario, como los cargadores de batería, etc.

Regla para las secuencias

Armónica (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Secuencia	+	-	0	+	-	0	+	-	0

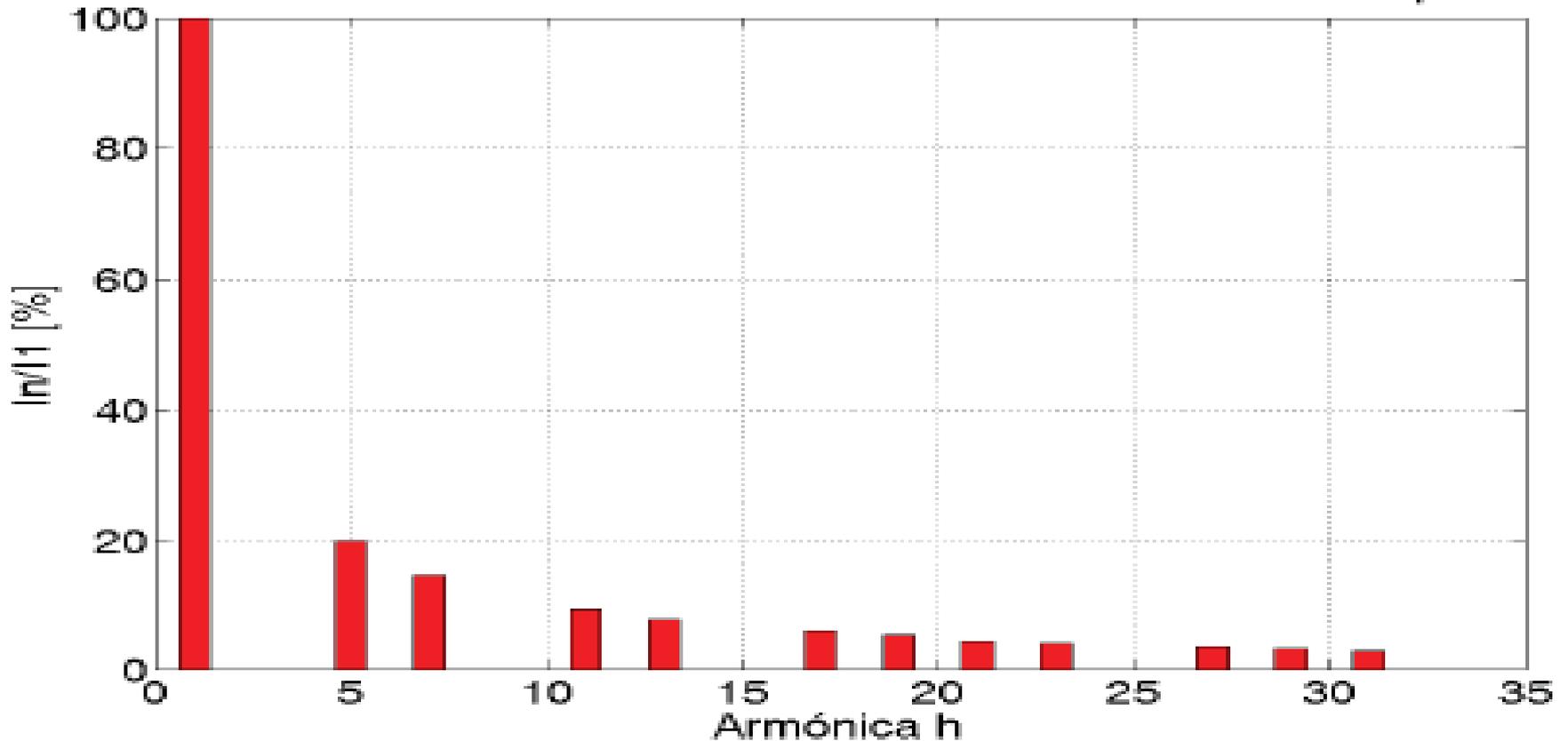
Convertidores trifásicos de 6 pulsos:



Contenido armónico de la corriente del rectificador de 6 pulsos:

Armónica	THD	H5	H7	H11	H13	H17	H19	H23	H25
I_n/I_1 [%]	29.6	20	14.3	9.1	7.7	5.9	5.3	4.4	4

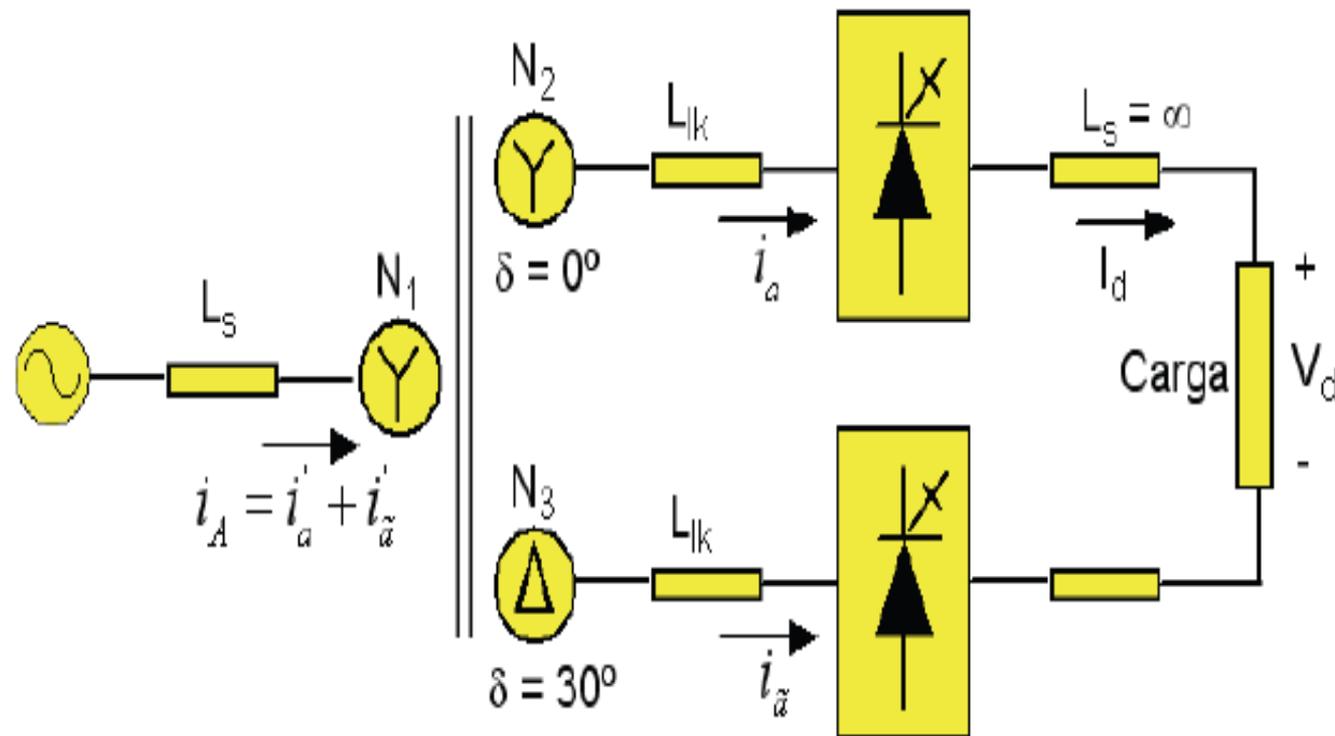
Contenido armónico de la corriente de un rectificador de 6 pulsos



THD=TDT

Rectificador de 6 pulsos con diodos: El contenido armónico de la corriente tomada de la red depende del estado de carga del motor

Convertidores trifásicos de 12 pulsos:



La tensión de línea del secundario en estrella V_{ab} esta en fase con la tensión de línea del primario V_{AB}

La tensión de línea del secundario en triángulo $V_{\tilde{a}\tilde{b}}$ esta adelantada 30 grados con respecto a la tensión de línea del primario V_{AB}

Rectificador de 12 pulsos con diodos: El contenido armónico de la corriente tomada desde la red depende del estado de carga del motor.

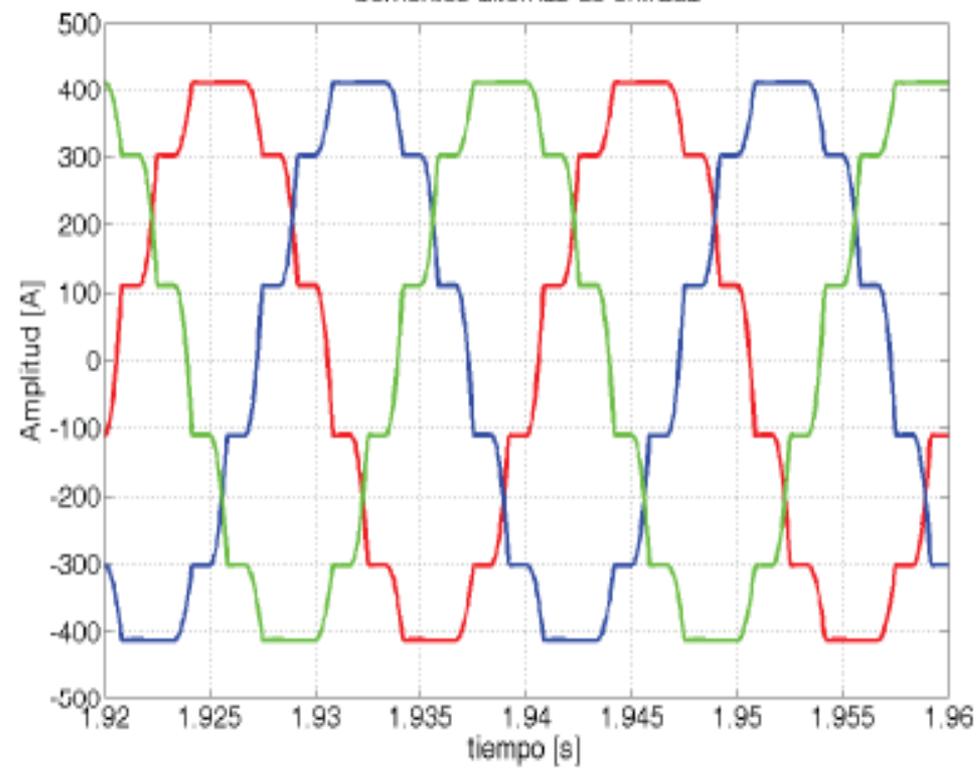
Armónica	THD	H5	H7	H11	H13	H17	H19	H23	H25
I_{an}/I_{a1} [%]	27.3	19.7	13.9	8.5	6.9	4.9	4.2	3.1	2.7
$I_{\hat{a}n}/I_{\hat{a}1}$ [%]	27.3	19.7	13.9	8.5	6.9	4.9	4.2	3.1	2.7

Armónica	THD	H5	H7	H11	H13	H17	H19	H23	H25
I_{An}/I_{A1} [%]	9.3	0	0	7.21	5.6	0	0	1.52	1.18
U_{An}/U_{A1} [%]	7.28	0	0	4.95	4.5	0	0	2.2	1.85

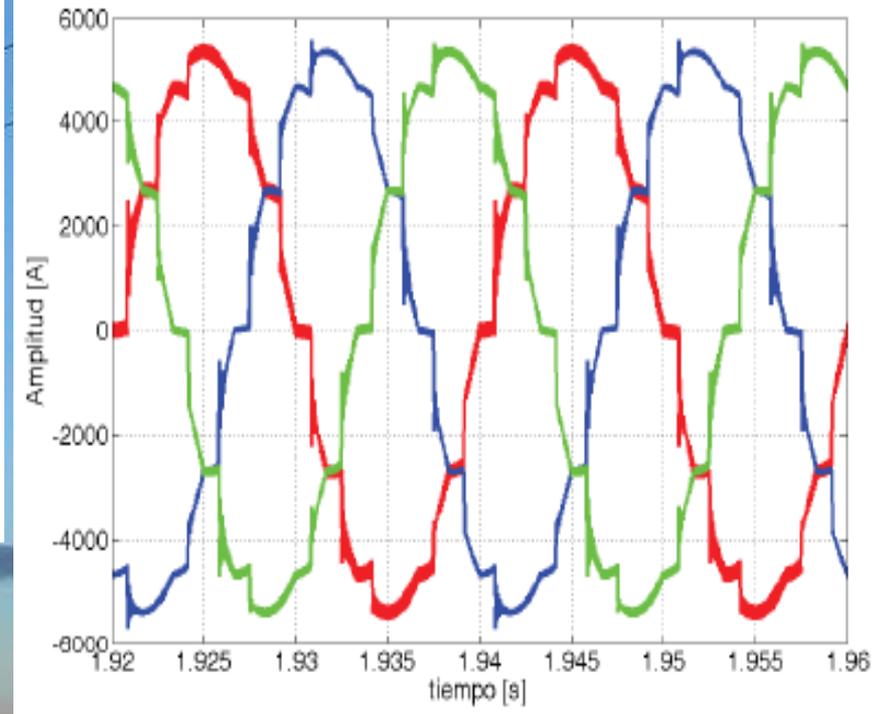
Rectificador de 12 pulsos con diodos: El contenido armónico de la corriente tomada desde la red depende del estado de carga del motor.

Armónica	THD	H5	H7	H11	H13	H17	H19	H23	H25
I_{An}/I_{A1} [%]	9.3	0	0	7.21	5.6	0	0	1.52	1.18
U_{An}/U_{A1} [%]	7.28	0	0	4.95	4.5	0	0	2.2	1.85

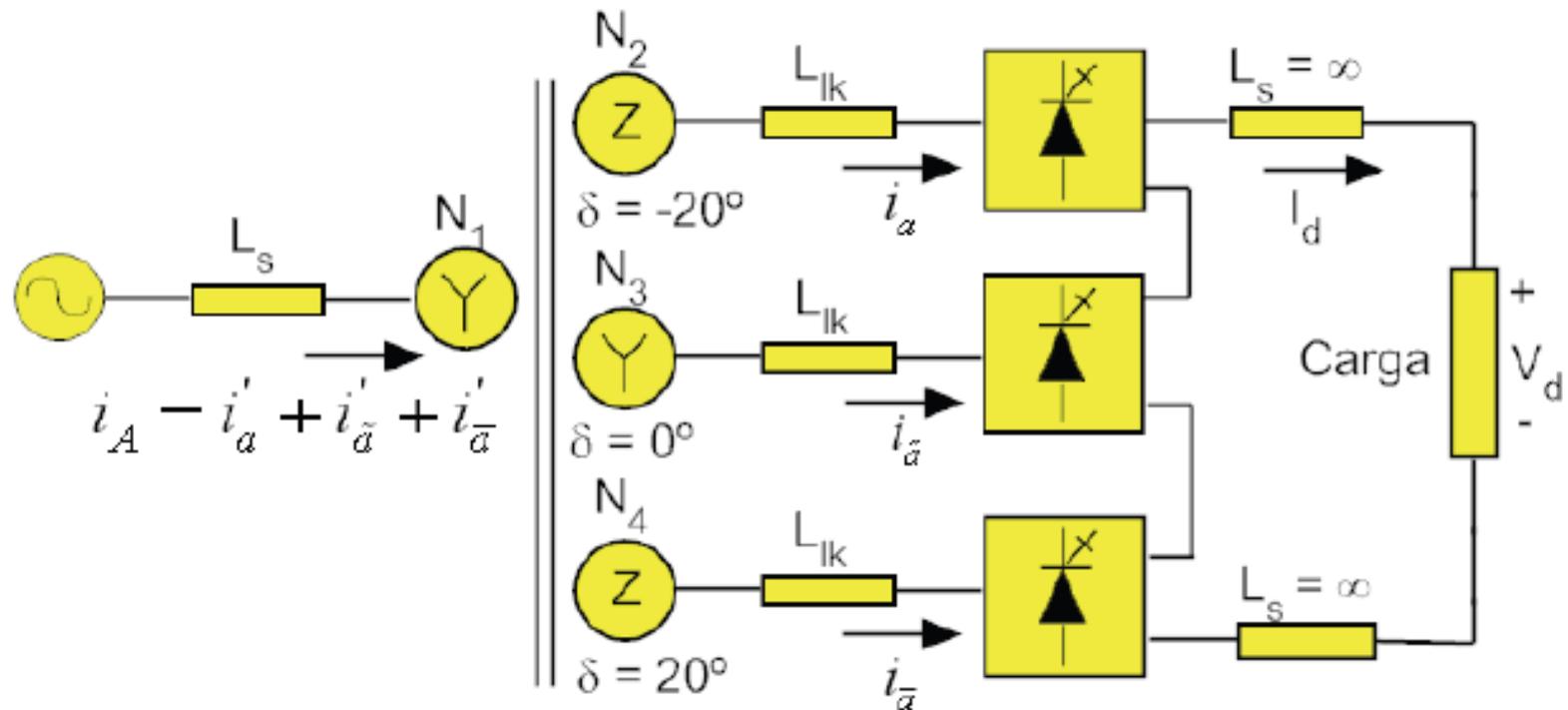
Corrientes alternas de entrada



Tensiones alternas de entrada



Convertidores trifásicos de 18 pulsos:

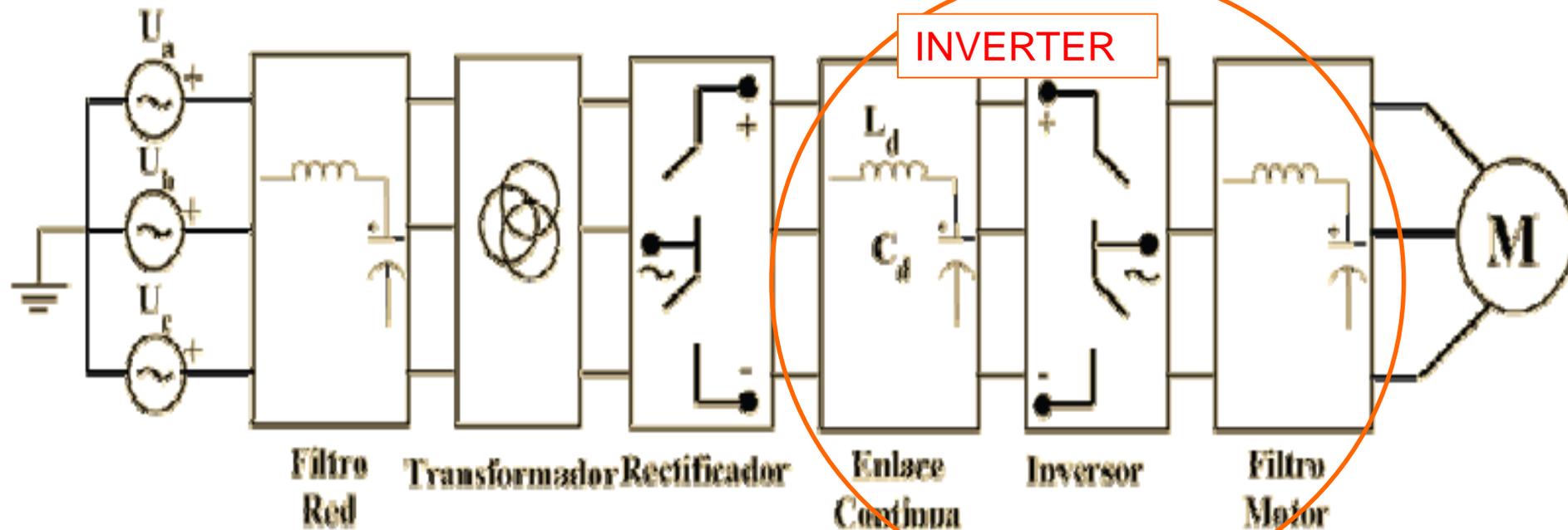
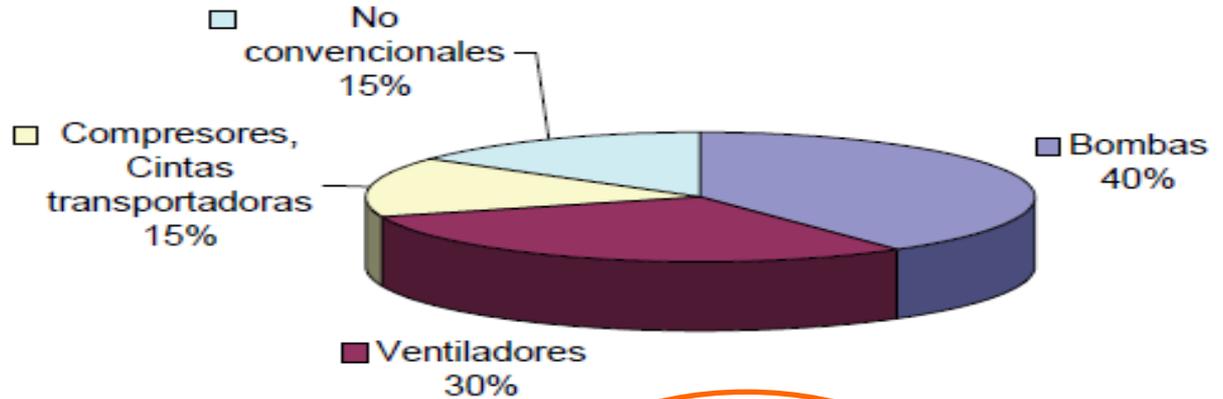


Armónica	THD	H5	H7	H11	H13	H17	H19	H23	H25
I_{an}/I_{a1} [%]	24.6	18.8	12.7	6.78	5.05	2.77	2.01	1.01	0.75
I_{An}/I_{A1} [%]	3.54	0	0	0	0	2.77	2.01	0	0

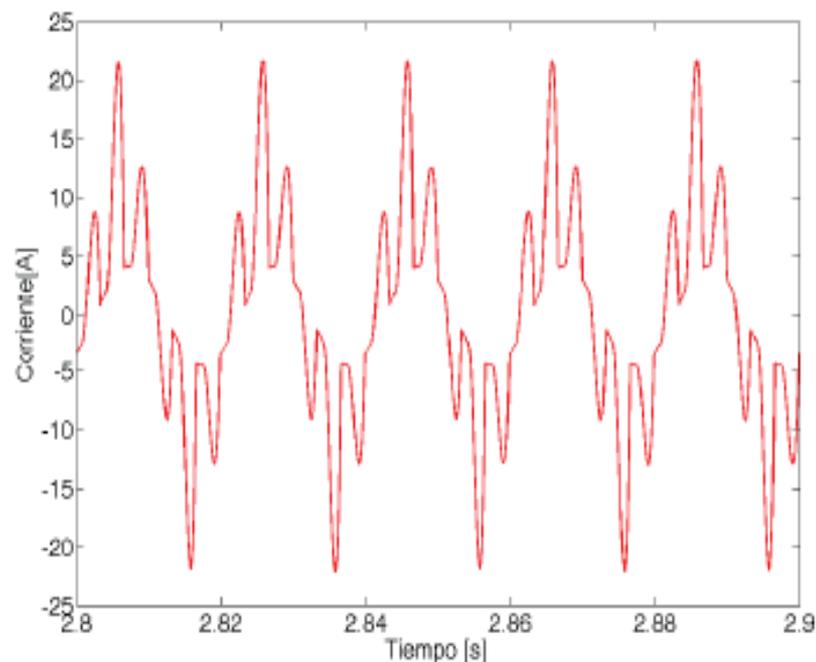
Desventajas: Transformador Zig-Zag complejo y costoso

Variadores de velocidad

Tienen amplia aplicación en la industria:

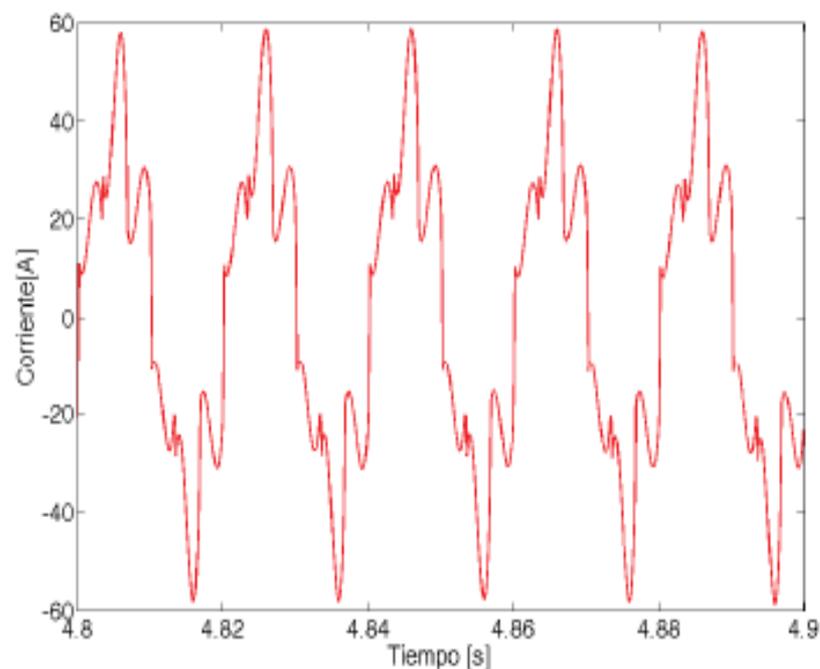


Rectificador de 6 pulsos con diodos: El contenido armónico de la corriente tomada de la red depende del estado de carga del motor



$$I_{1ef} = 8 \text{ A}$$

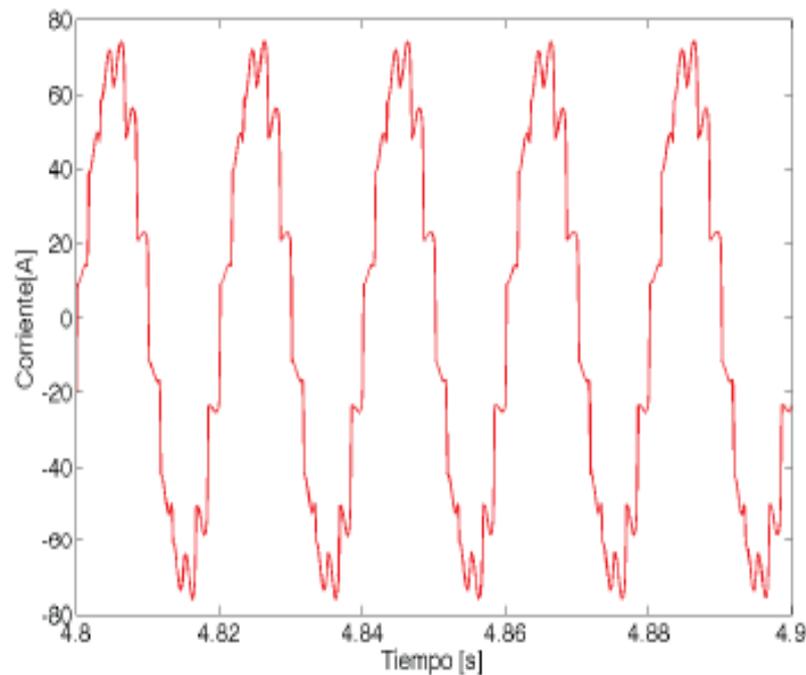
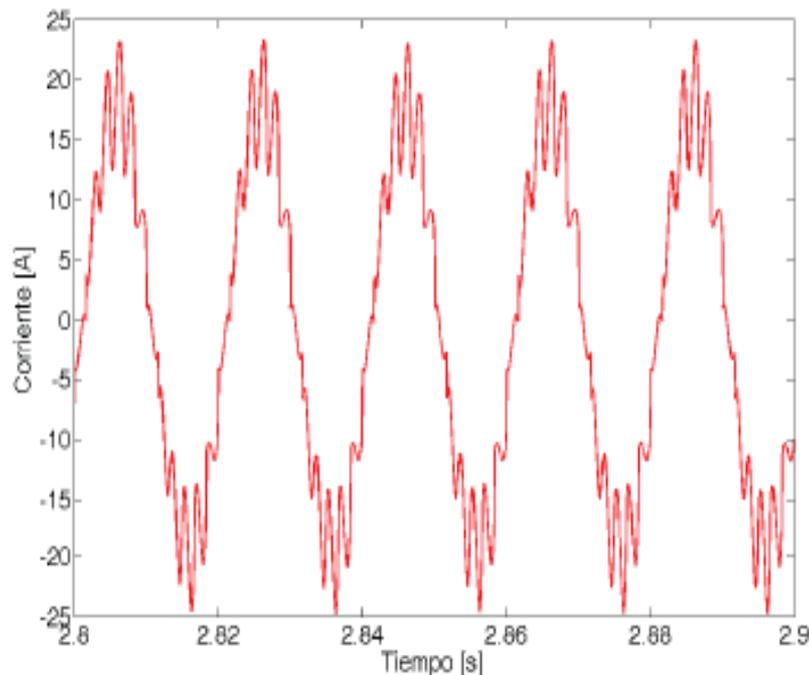
Armónica h	%
THD	62.4
5	48.8
7	35.7
11	12.3
13	6.5



$$I_{1ef} = 28.7 \text{ A}$$

Armónica h	%
THD	37.4
5	31.4
7	17
11	7.9
13	5.5

Rectificador de 12 pulsos con diodos: El contenido armónico de la corriente tomada desde la red depende del estado de carga del motor.

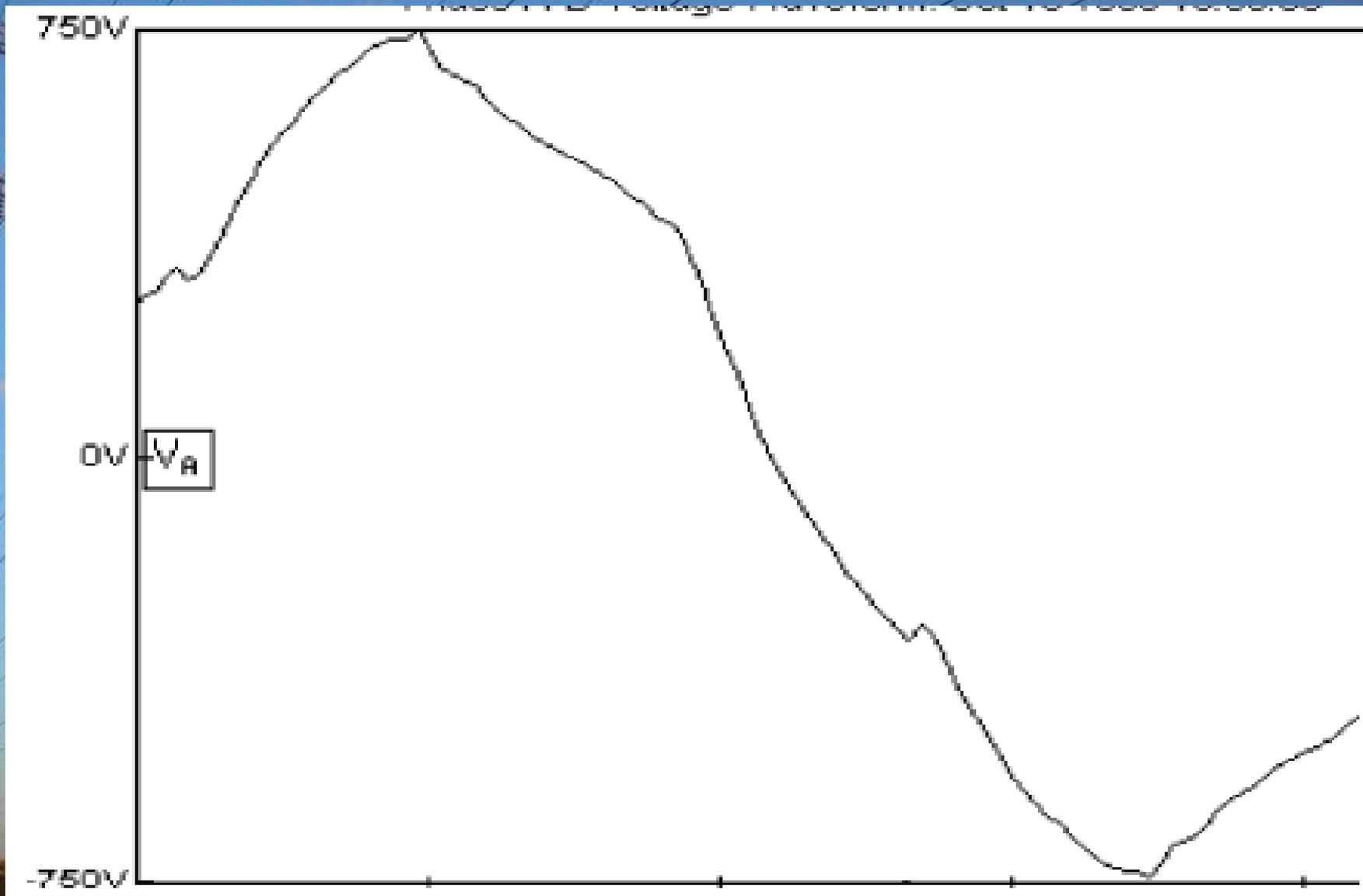


$$I_{1ef} = 13.4 \text{ A}$$

Armónica h	%
THD	20.7
11	16.3
13	11.9
23	3.4
25	2.6

$$I_{1ef} = 49.5 \text{ A}$$

Armónica h	%
THD	13.1
11	10.7
13	5.8
23	3.9
25	2.8



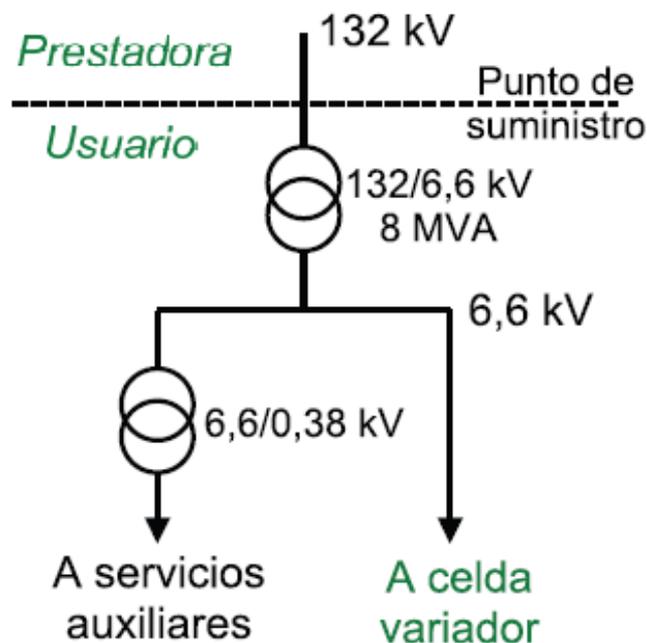
Generación de interarmónicas

En los sistemas de conversión ac-dc-ac, como en los sistemas HVDC que vinculan dos sistemas eléctricos de diferente frecuencia y en los variadores de velocidad de motores sincrónicos existen fenómenos de modulación cruzada que traen como consecuencia la aparición de interarmónicos

La amplitud de estas interarmónicas es muy pequeña en comparación con las amplitudes de las armónicas

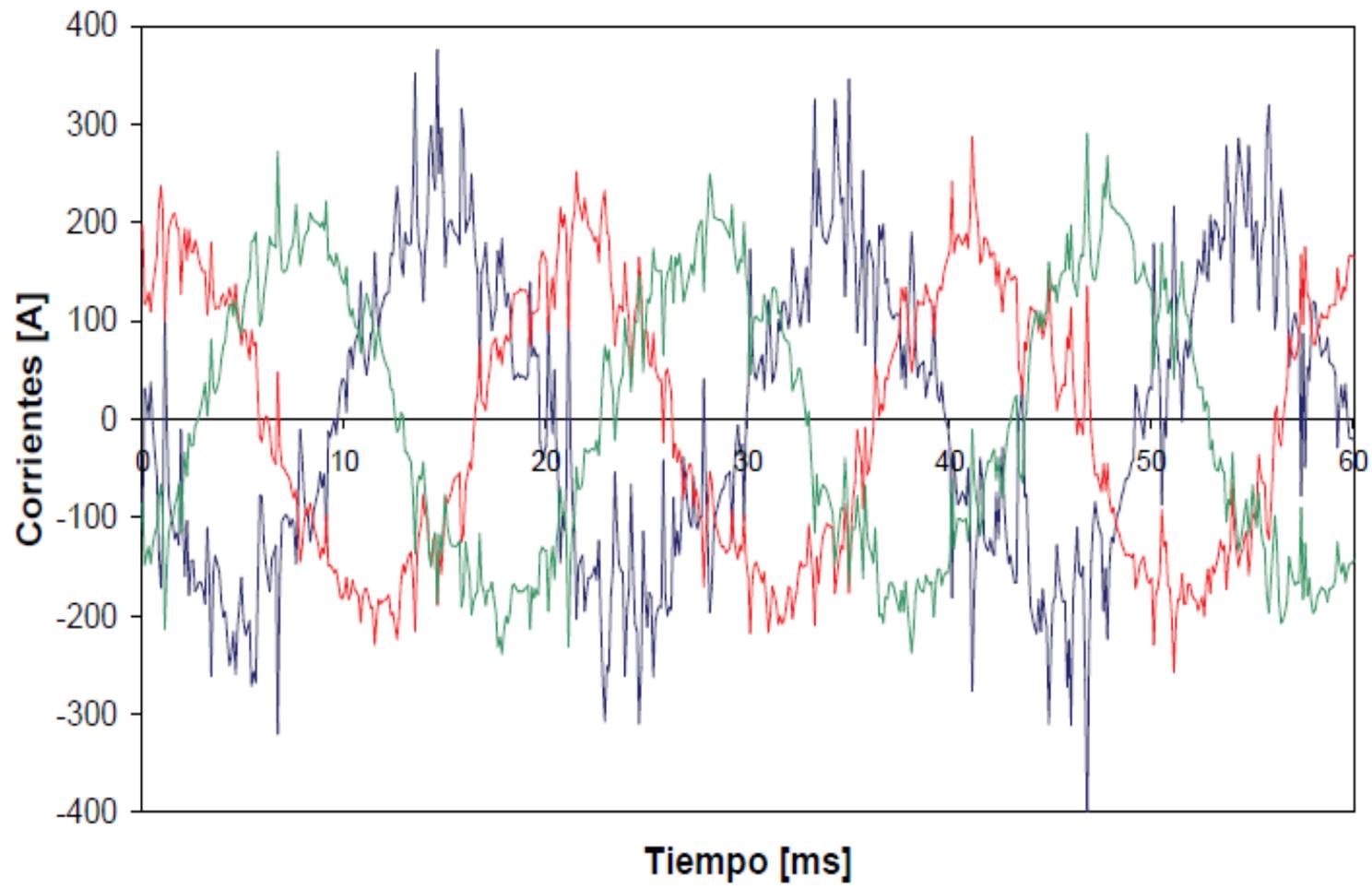
Análisis de la emisión de armónicas bajo distintos regímenes de funcionamiento:

Esquema de la Planta:



- La principal carga de cada una de las plantas era el variador de velocidad de los motores.
- Cada planta constaba de 2 bombas accionadas por sendos motores.
- Estos dos motores eran controlados por un solo variador de velocidad que conmutaba su accionar entre ambos.
- Los motores eran 3500 HP (1492 RPM) cada uno y eran controlados por el método de Modulación por Ancho de Pulso (PWM).

Corrientes medidas a la entrada del variador de velocidad:



Convertidores de baja potencia:

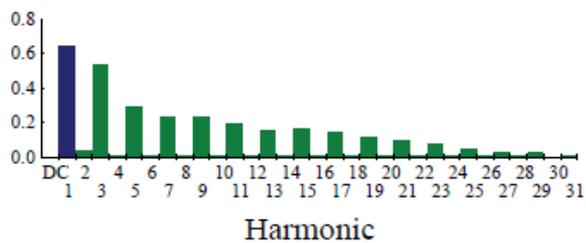
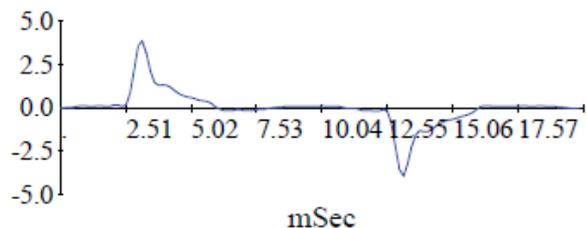
Muchos equipos electrónicos comerciales y domiciliarios requieren de corriente continua para su operación, por lo tanto, el rectificador monofásico tipo puente se utiliza extensivamente debido a su reducido costo y su relativa insensibilidad a las variaciones de tensión del sistema.

- El equipamiento tradicional consta de una etapa de transformación para lograr el nivel de tensión requerido y la inductancia de dispersión del transformador tiene un efecto de filtrado, lo que resulta en bajo niveles de corrientes armónicas.
- El equipamiento moderno, como ser computadoras, televisores, cargadores de baterías y UPS utilizan fuentes de alimentación conmutadas (fuentes de switching) en las cuales el rectificador se conecta directamente a la fuente de alterna (sin transformador). Posteriormente la tensión continua se convierte en una tensión alterna de alta frecuencia y se filtra nuevamente. Esto provee un diseño compacto y una operación eficiente en un amplio rango de tensiones de entrada.
- En este segundo caso, la falta de la inductancia del transformador hace que aumente considerablemente el contenido armónico de la corriente.

Por lo tanto, el equipamiento electrónico constituye una importante fuente de distorsión armónica

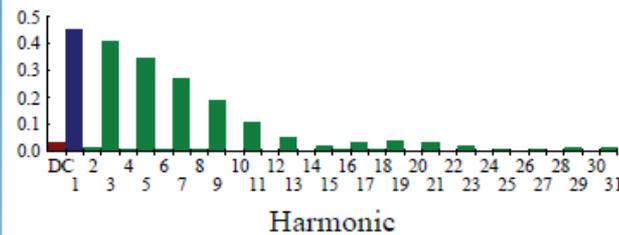
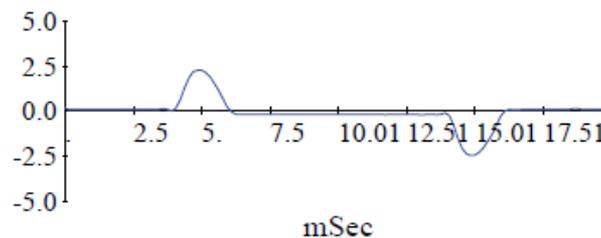
Mediciones en cargas distorsionantes de BT

Lámpara de *bajo consumo*



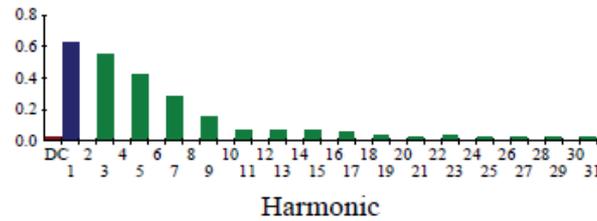
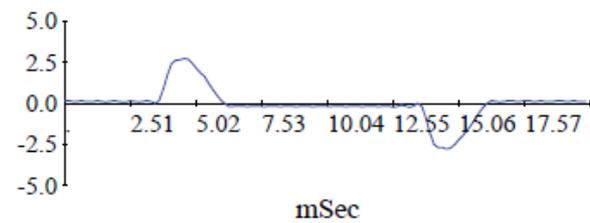
THD=123 %

Televisor



THD=141 %

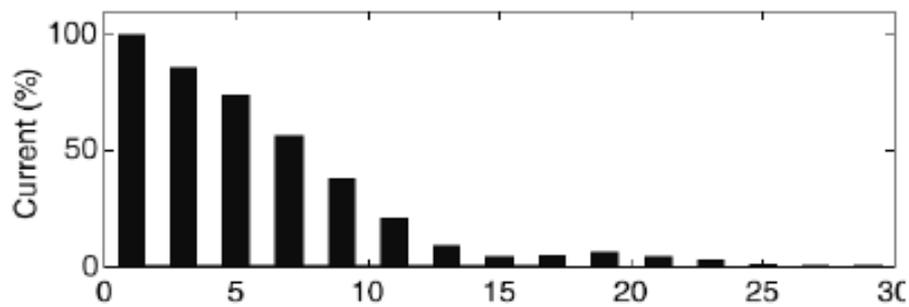
Computadora



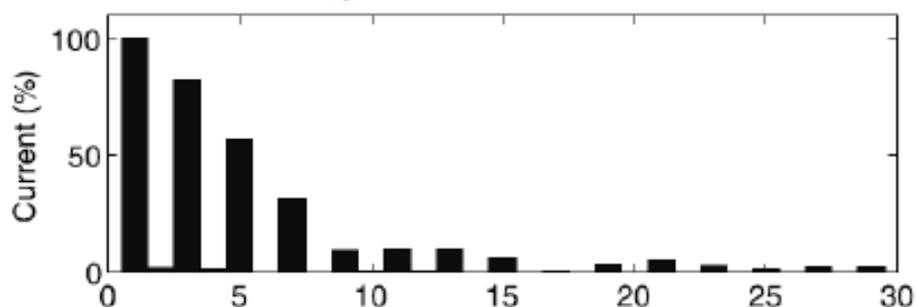
THD=124 %

El efecto de agregar más computadoras en el mismo nodo es equivalente a ensanchar el ancho del pulso de corriente (la carga total aumenta, lo que provoca una caída en la tensión continua y por lo tanto aumenta el ancho del pulso). Esto resulta en una reducción de las armónicas de orden elevado, pero no altera mayormente a las armónicas de bajo orden.

Una PC: THD = 134%

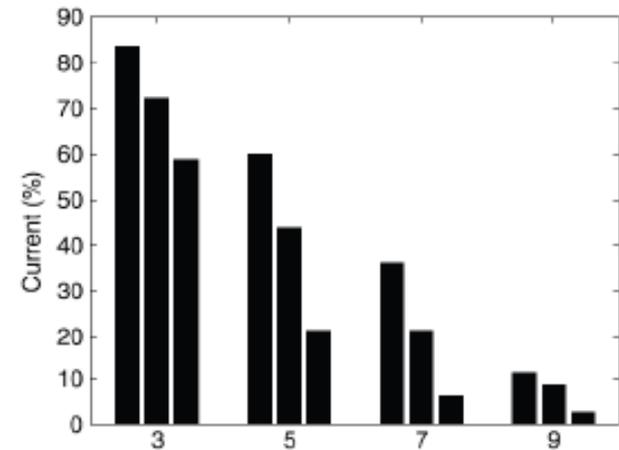


Múltiples PC: THD = 106%



Medición de las armónicas de corriente para:

- 1 Televisor
- 10 Televisores
- 80 Televisores

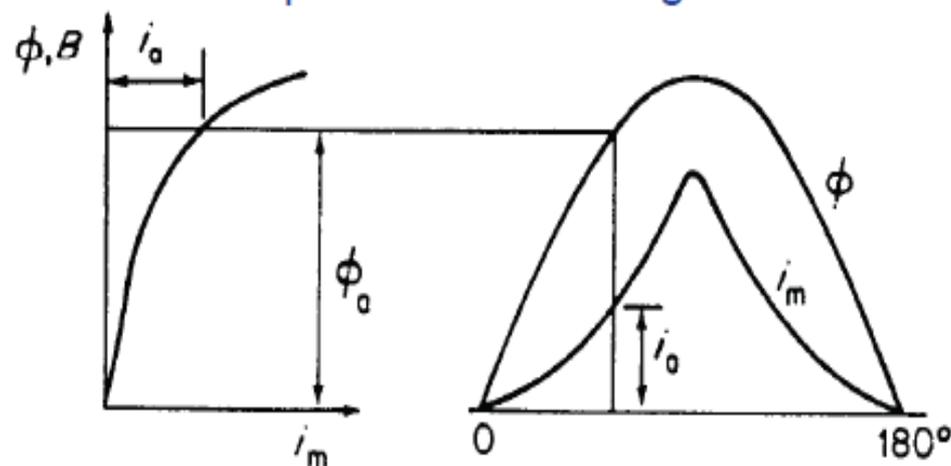


Características de excitación normal

En condiciones de vacío, la tensión impuesta por una fuente senoidal es:

$$v_1 = -e_1 = -E_m \sin \omega t = N_1 \frac{d\phi}{dt} \quad \longrightarrow \quad \phi = -\int \frac{e_1}{N_1} dt = \frac{E_m \cos(\omega t)}{N_q \omega} = \phi_m \cos(\omega t)$$

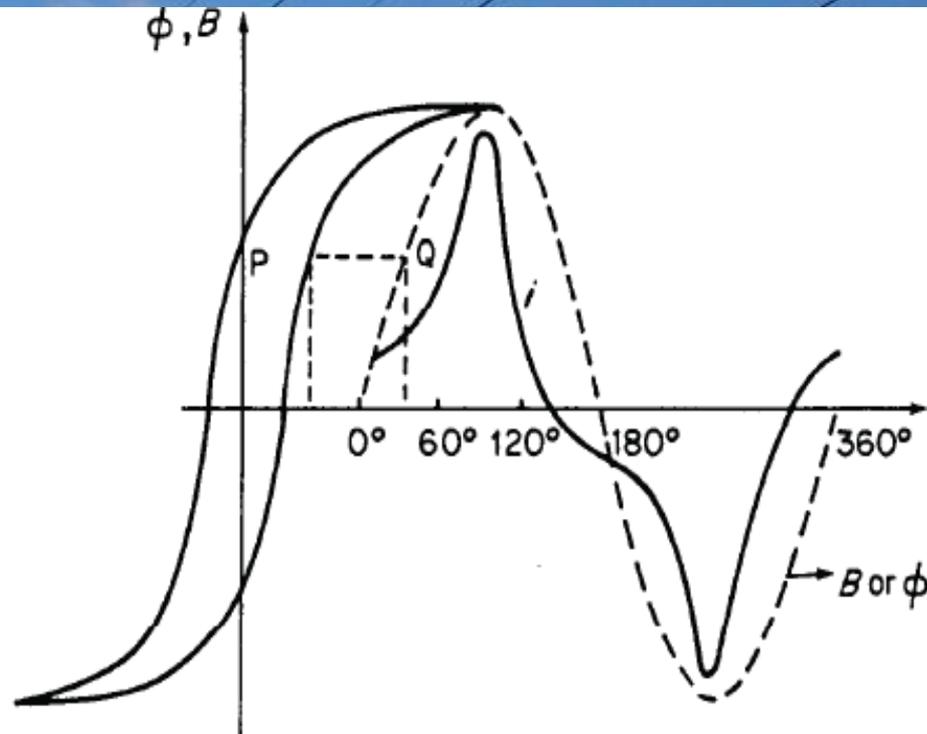
El flujo tiene la forma de onda de la tensión. En un núcleo ideal sin pérdidas por histéresis, el flujo ϕ y la corriente de magnetización necesaria para producirlo están relacionadas por la curva de magnetización del núcleo.



La corriente no será senoidal pura debido a que el flujo no es linealmente proporcional a la corriente de magnetización.

La corriente de magnetización está lejos de ser sinusoidal, sin embargo cuando se opera a tensión nominal, la corriente de magnetización es 1 a 2 % de la corriente nominal, y no presenta ningún problema

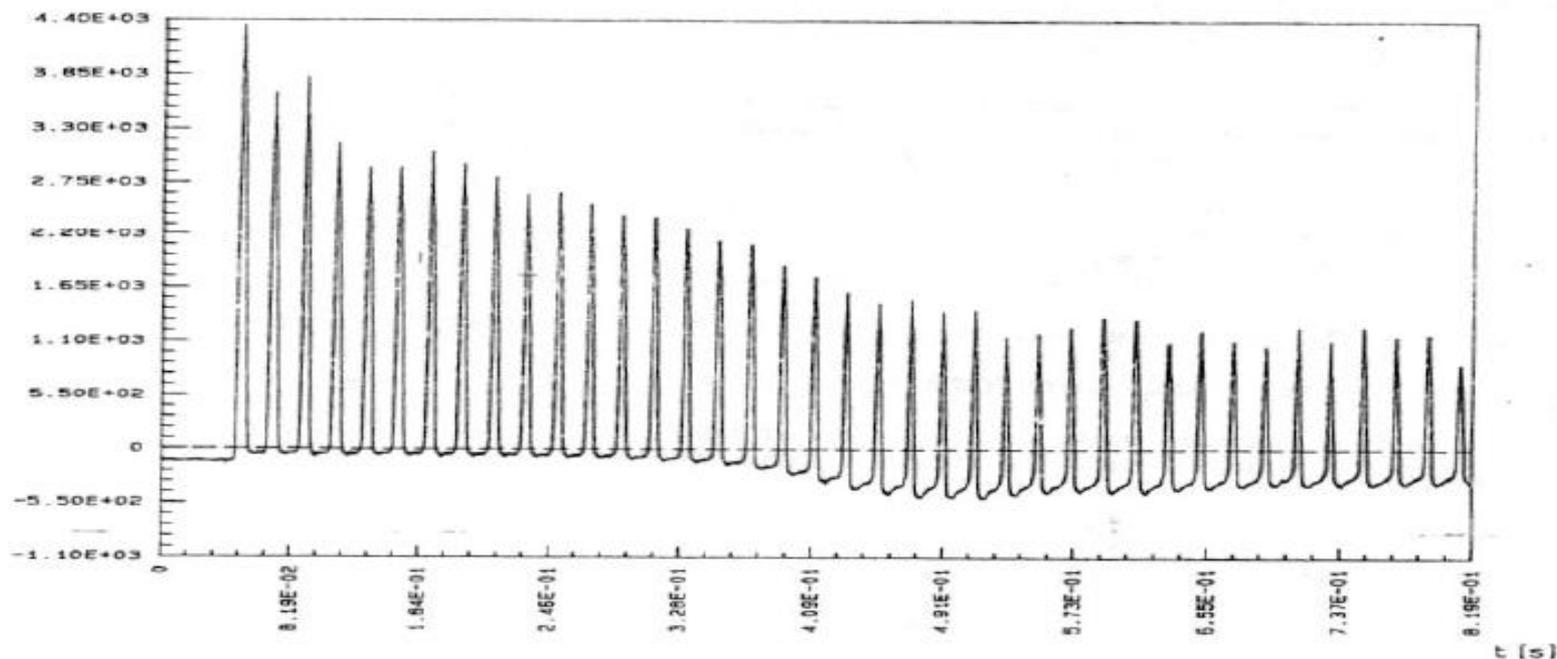
Cuando se incluye el efecto de histéresis, la corriente de magnetización deja de ser simétrica respecto de su valor cresta. Aparecen armónicas pares



La distorsión ocasionada por este fenómeno tiene una componente de 3ª predominante, que en un sistema trifásico es de secuencia cero. La utilización de bobinados en triángulo provee un camino para las armónicas de esta secuencia, lo que atenúa la distorsión que esas corrientes ocasionan en la tensión de la red.

Corrientes de inserción (Inrush current)

Registro de la corriente de inserción en vacío de un transformador de alimentación de un horno de arco eléctrico, conectado a una barra de 33 kV.



La constante de atenuación depende de la inductancia de magnetización y de la resistencia equivalente de pérdidas.

➤ Transformadores

Reseña de efectos:

Tensiones armónicas:

Incrementan las pérdidas por histéresis y por corrientes Eddy. **FOUCALT**
Aumentan la sollicitación de los aislamientos.

Corrientes armónicas:

Aumenta las pérdidas en los conductores, en forma más que proporcional por efecto pelicular.

Circulación interna de armónicas múltiplos de tres:

En transformadores de potencia con bobinados en triángulo.

Transformadores con cargas asimétricas:

Si la corriente de carga contiene componentes d.c., la saturación del circuito magnético incrementa notablemente los niveles de armónicas del lado a.c.

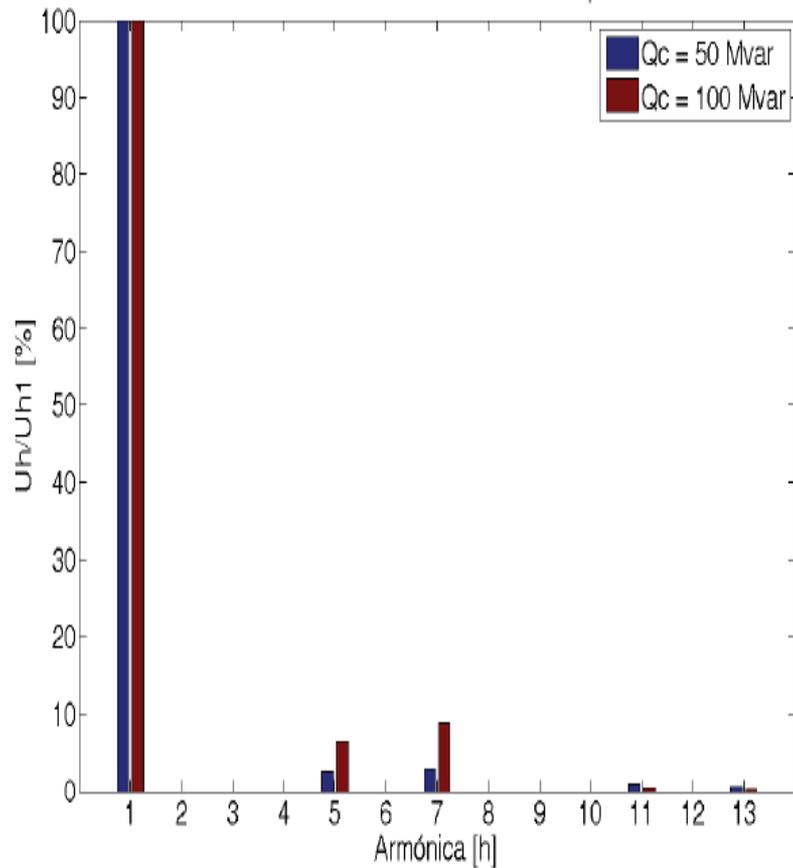
DAN LUGAR A TORQUES EN EL EJE ROTORICO
LAS ARMONICAS DE SECUENCIA POSITIVA DESARROLLARAN TORQUES QUE AYUDAN A LA ROTACION DEL EJE, MIENTRAS QUE LAS ARMONICAS NEGATIVAS GENERAN TORQUES EN SENTIDO CONTRARIO PUDIENDO GENERAR VIBRACIONES.

Bancos de capacitores

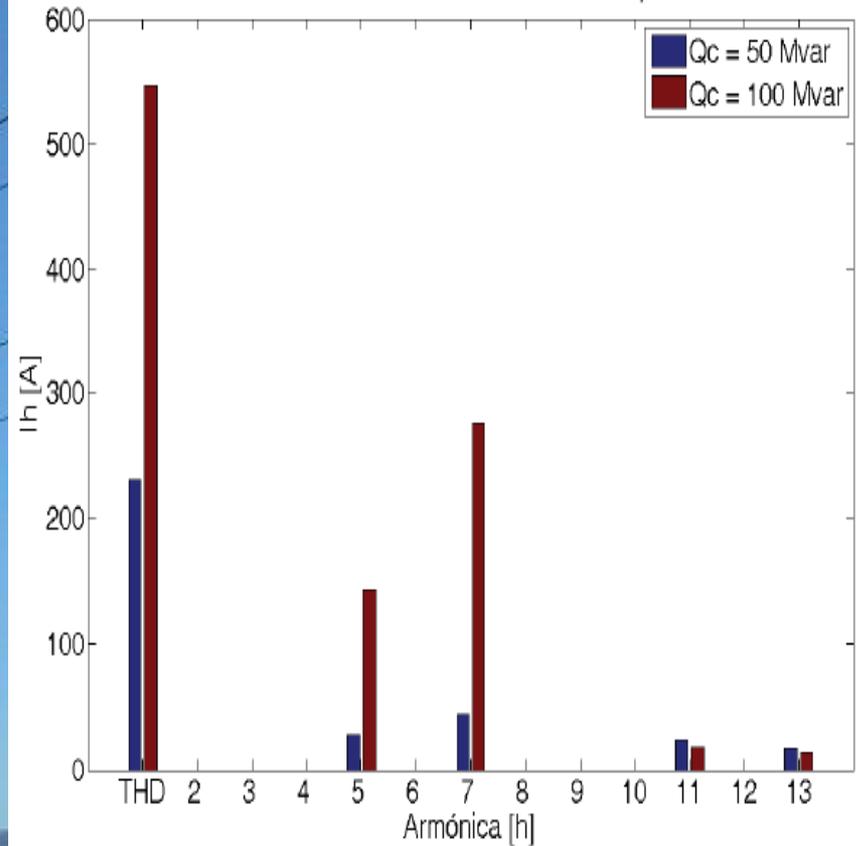


Bancos de capacitores

Distorsión de tensión en el banco de compensación



Distorsión de corriente en el banco de compensación



Los niveles máximos de armónicas establecidos en nuestro país, por el ENRE (Ente Nacional Regulador de la Electricidad), se encuentran descriptos en dos Resoluciones ENRE. Una de ellas para la tensión y la restante para la corriente:

- **Res. ENRE 184/2000:** Describe los niveles máximos de armónicas que las empresas prestatarias del servicio eléctrico deben garantizar en la onda de tensión.
 - Están reguladas las armónicas hasta la 40^a,
 - Los valores dependen del nivel de tensión que se trate, BT ($U \leq 1$ kV), MT (1 kV $< U \leq 66$ kV) y AT (66 kV $< U \leq 220$ kV).
 - Los niveles establecidos fueron basados en las Normas IEC.

Normativa Argentina – Res. 184/00

Orden de la armónica	Nivel de Referencia de la armónica (en % con respecto a la fundamental)	
	MT (1 kV < U < 66 kV)	AT 66 kV ≤ U ≤ 220 kV
(impares no múltiplos de 3)		
5	6,0	2,0
7	5,0	2,0
11	3,5	1,5
13	3,0	1,5
17	2,0	1,0
19	1,5	1,0
23	1,5	0,7
25	1,5	0,7
>25	0,2+5/n	0,1+2,5/n
(impares múltiplos de 3)		
3	5,0	1,5
9	1,5	1,0
15	0,3	0,3
21	0,2	0,2
>21	0,2	0,2
(pares)		
2	2,0	1,5
4	1,0	1,0
6	0,5	0,5
8	0,5	0,2
10	0,5	0,2
12	0,2	0,2
>12	0,2	0,2
Tasa de Distorsión Total:	TDT 8 %	TDT 3 %

Niveles de Referencia para las Armónicas de tensión en BT ($U \leq 1\text{kV}$)

Impares no múltiplos de 3		Impares múltiplos de 3		Pares	
Orden de la armónica (n)	Nivel de Referencia de la armónica (en % con respecto a la fundamental)	Orden de la armónica (n)	Nivel de Referencia de la armónica (en % con respecto a la fundamental)	Orden de la armónica (n)	Nivel de Referencia de la armónica (en % con respecto a la fundamental)
5	6,0	3	5,0	2	2,0
7	5,0	9	1,5	4	1,0
11	3,5	15	0,3	6	0,5
13	3,0	21	0,2	8	0,5
17	2,0	>21	0,2	10	0,5
19	1,5			12	0,2
23	1,5			>12	0,2
25	1,5				
>25	$0,2+0,5 \times 25/n$				

Tasa de Distorsión Total: TDT 8%

Descripción del equipo “normalizado”: IEC 61000-4-7

IEC 61000-4-7: *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-7: Testing and measurement techniques - General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto.*

IEC 61000-4-30: *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-30: Testing and measurement techniques - Power quality measurement methods.*

1. Alcance:

Medición de armónicas en redes eléctricas en general, y pruebas de emisión o susceptibilidad de dispositivos, equipos o sistemas.

2. Magnitudes a medir:

- *Armónicas*: U_n e I_n componentes de frecuencia múltiplo n de la frecuencia de red.
- *Interarmónicas*: U_m e I_m componentes de frecuencia f_m que no es múltiplo de la frecuencia de red.

En general se requiere determinar la amplitud (o valor eficaz) y a veces la fase de cada componente. Pueden requerirse otras magnitudes derivadas como la distorsión armónica total, la distorsión armónica pesada, etc.

Requerimientos para los transductores

- En muchas aplicaciones, sobre todo en MT y AT, los registradores de armónicas medirán tensiones y corrientes a través de transformadores de tensión (TV) y corriente (TI), respectivamente.
- En estos casos, se requiere que tanto los transformador de tensión como los de corriente posean un error inferior al 5 % en la amplitud y un error de hasta 5° en el ángulo de fase de las armónicas.
- En el caso de la medición de corriente, normalmente se hace por medio de pinzas, las que también deben cumplir con los requerimientos de error de amplitud menor al 5 % y de fase menor a 5°.



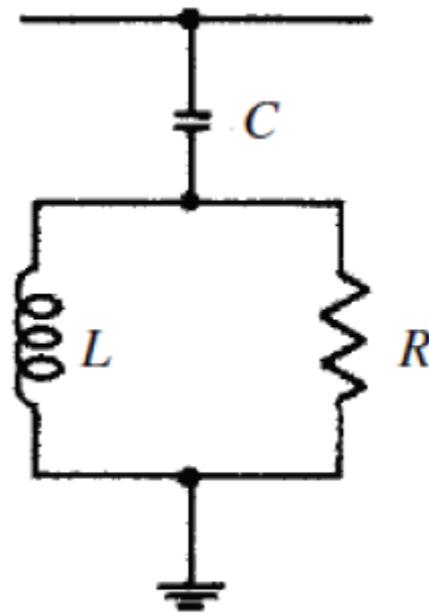
Pinza de corriente con núcleo magnético



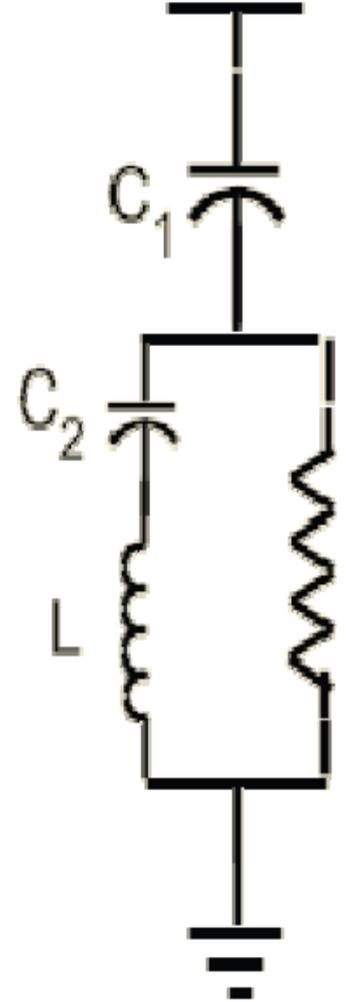
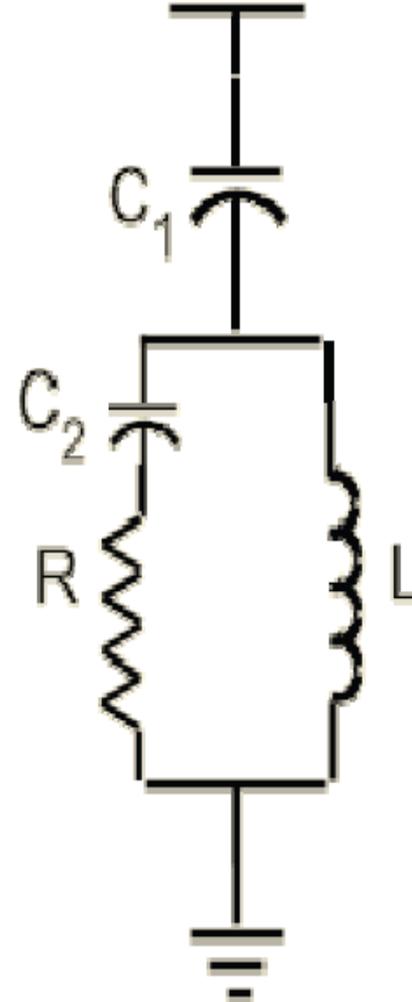
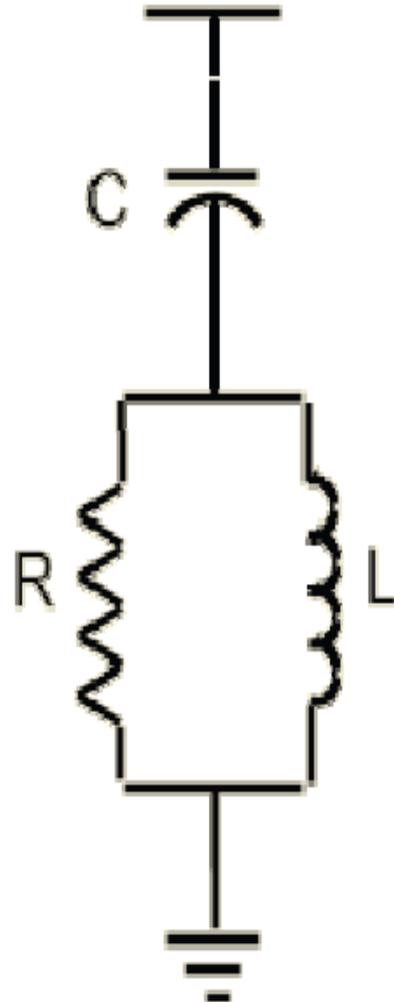
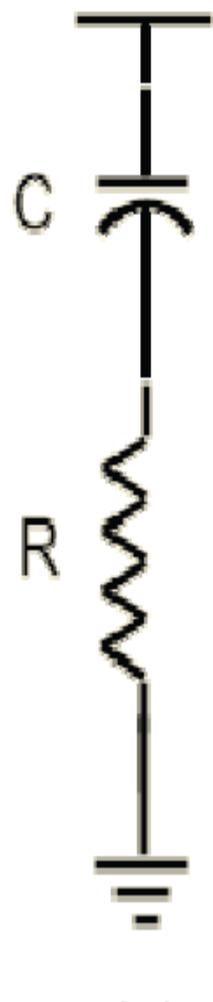
Pinza de corriente flexible (bobina de Rogowski)

Filtros amortiguados

Se utilizan para eliminar armónicas de orden superior



Tipos de filtros amortiguados



FLICKER

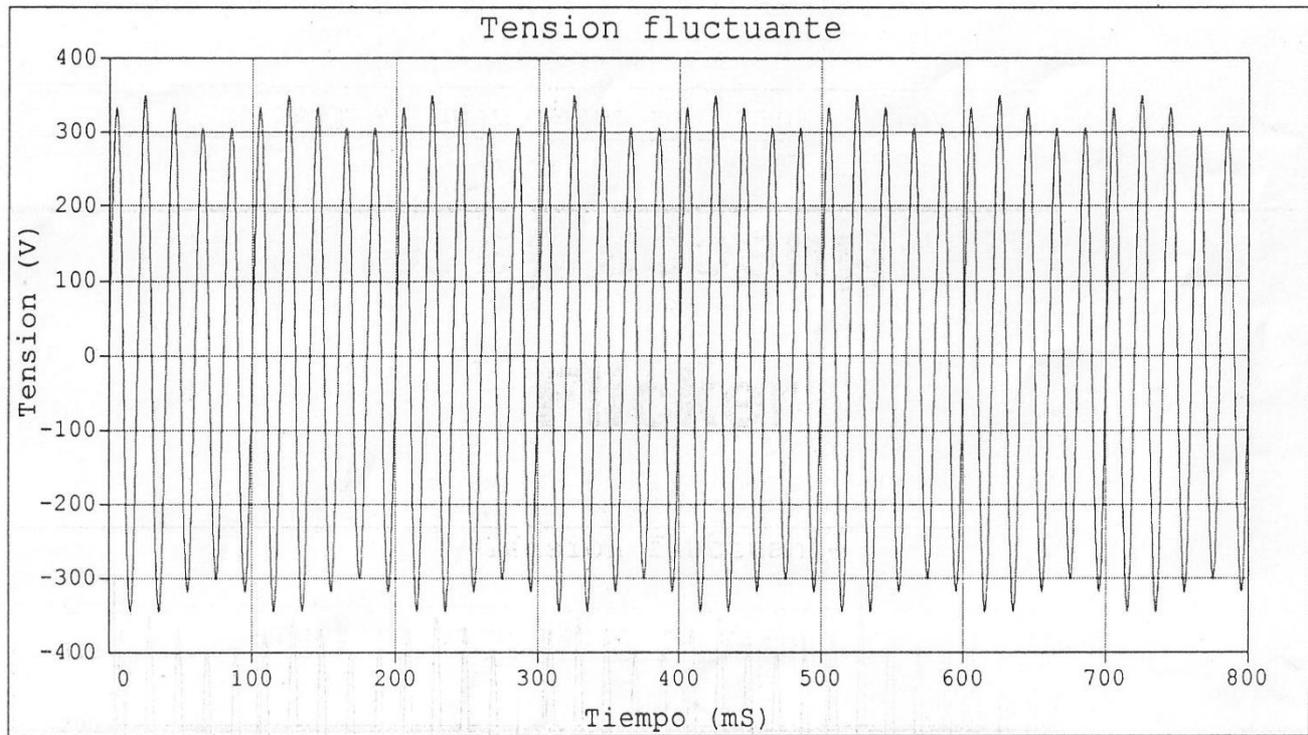
Causas:

**Consumos fluctuantes p.e
Hornos de Arco, soldaduras de arco.**

Efectos:

**Molestias visuales
Puede afectar equipamiento sensible**

Flicker



FLICKER

Mitigación:

En la red, los transformadores no deben estar subdimensionados, igualmente que conductores y cables subterráneos.

En las instalaciones eléctricas interiores deben tener circuitos individuales y sobredimensionadas, en los alimentadores que posean cargas fluctuantes.

Mitigación del Flicker

Las fluctuaciones de tensión y "Flicker" son producidas por cargas de operación fluctuante alimentadas por redes débiles.

Los criterios básicos para mitigar el efecto sobre la red de alimentación son:

- Aumentar la potencia de cortocircuitó de la red en el punto de acoplamiento común a niveles compatibles con la fluctuación del consumo. Por ejemplo, para hornos de arco la relación entre las potencias de cortocircuito de la red y la del horno equivalente debería ser mayor a 40.
- Segregar las cargas perturbadoras. Configuración de red de forma tal que entre el perturbador y el resto de las cargas susceptibles exista un punto de baja impedancia.
- Recurriendo a métodos de compensación de la carga, con compensadores estáticos es posible generar una potencia reactiva que atenúe el flujo de potencia reactiva de la carga. Equipos modernos permiten un seguimiento del fenómeno de fluctuación del reactivo con bajos retardos y alto efecto mitigador.

TRANSITORIOS

Causas mas importantes:

Cortocircuitos en Líneas.

Maniobras en Redes Eléctricas.

Descargas Atmosfericas.

Efectos mas importantes:

Deterioro y o avería de equipamiento.

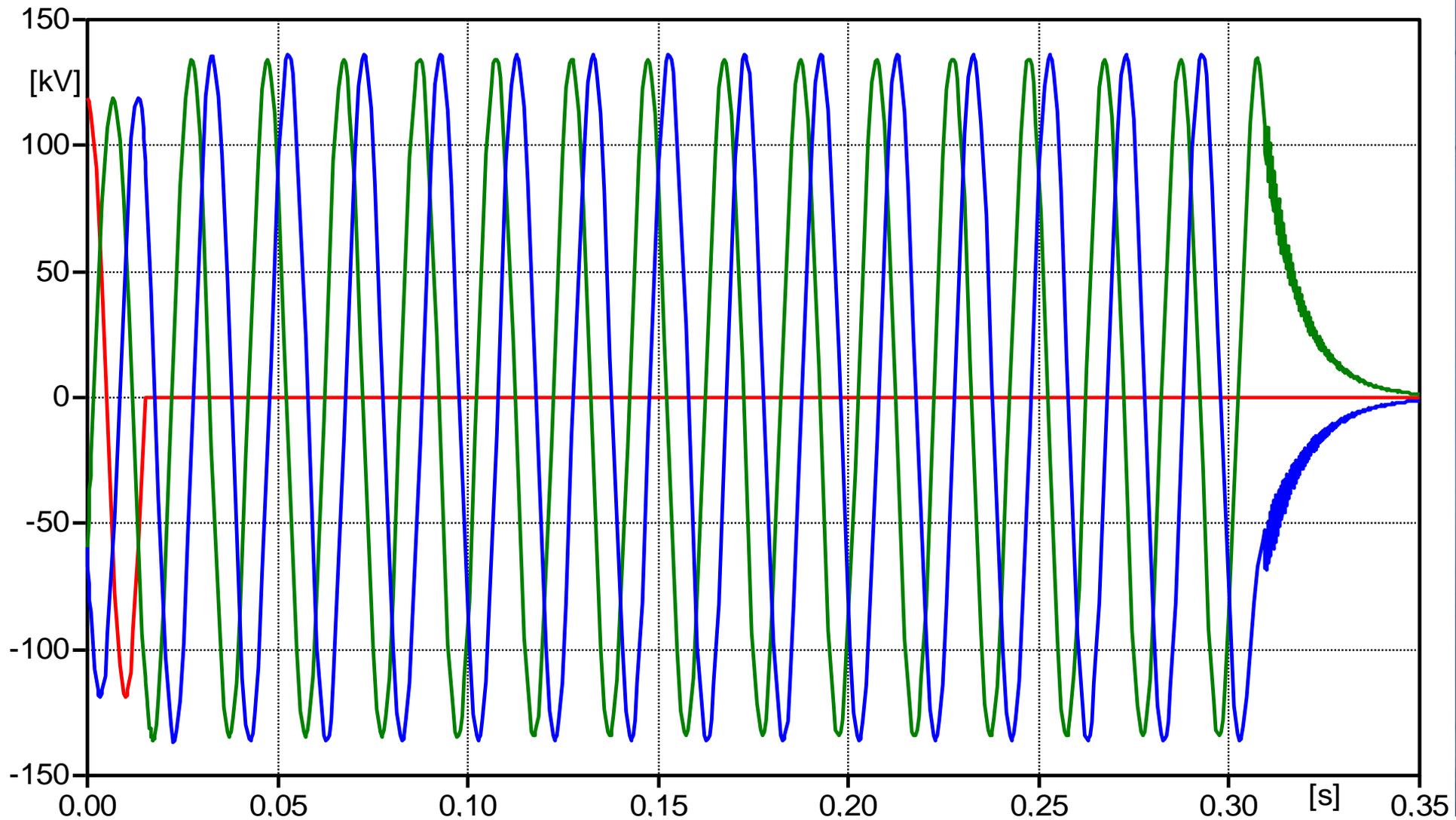
Actuación del sistema de protecciones



TRANSITORIOS

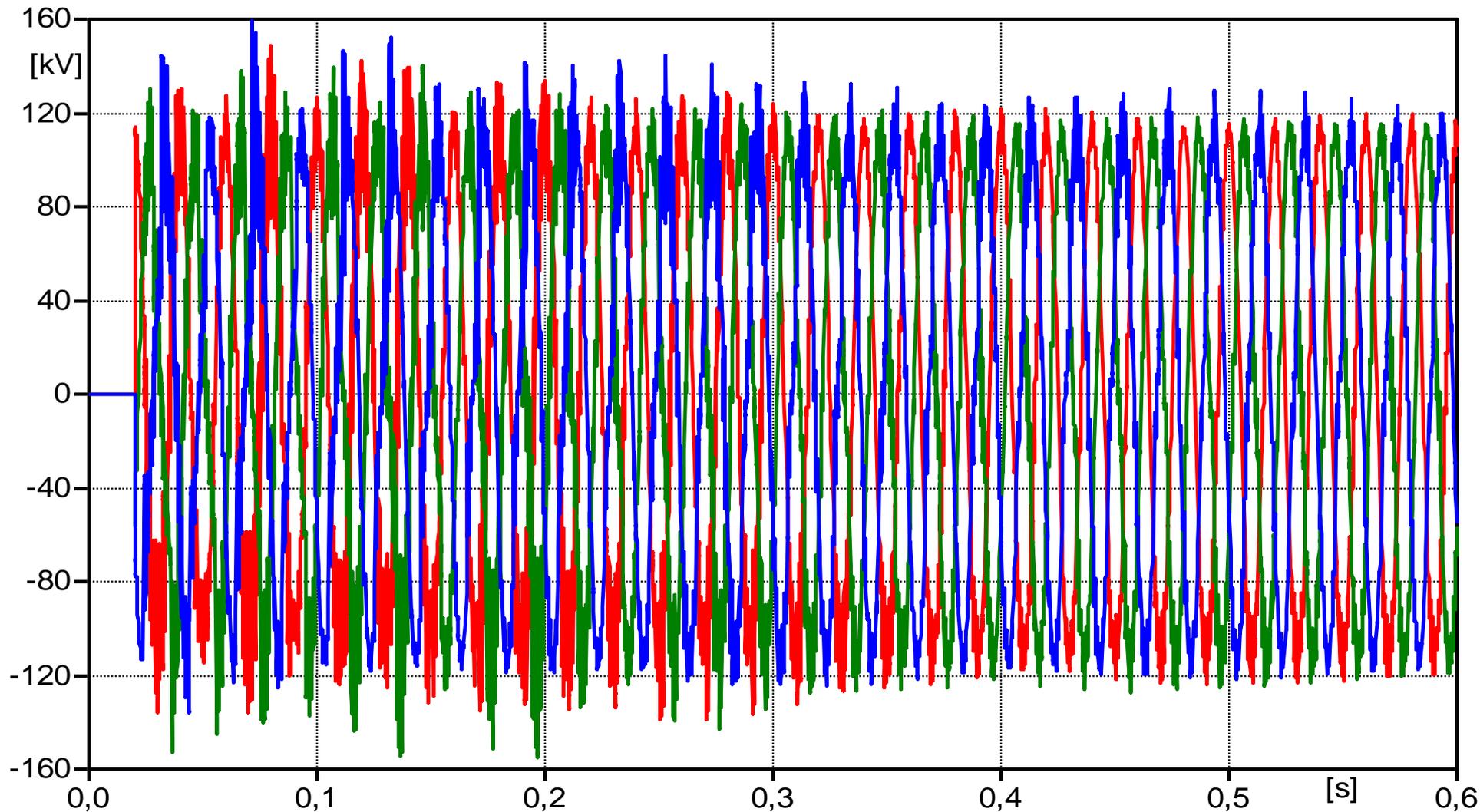
CORTO CIRCUITO MONOFASICO

LINEA 132 kV



SOBRETENSIONES EN LAS FASES SANAS DURANTE EL CORTOCIRCUITO

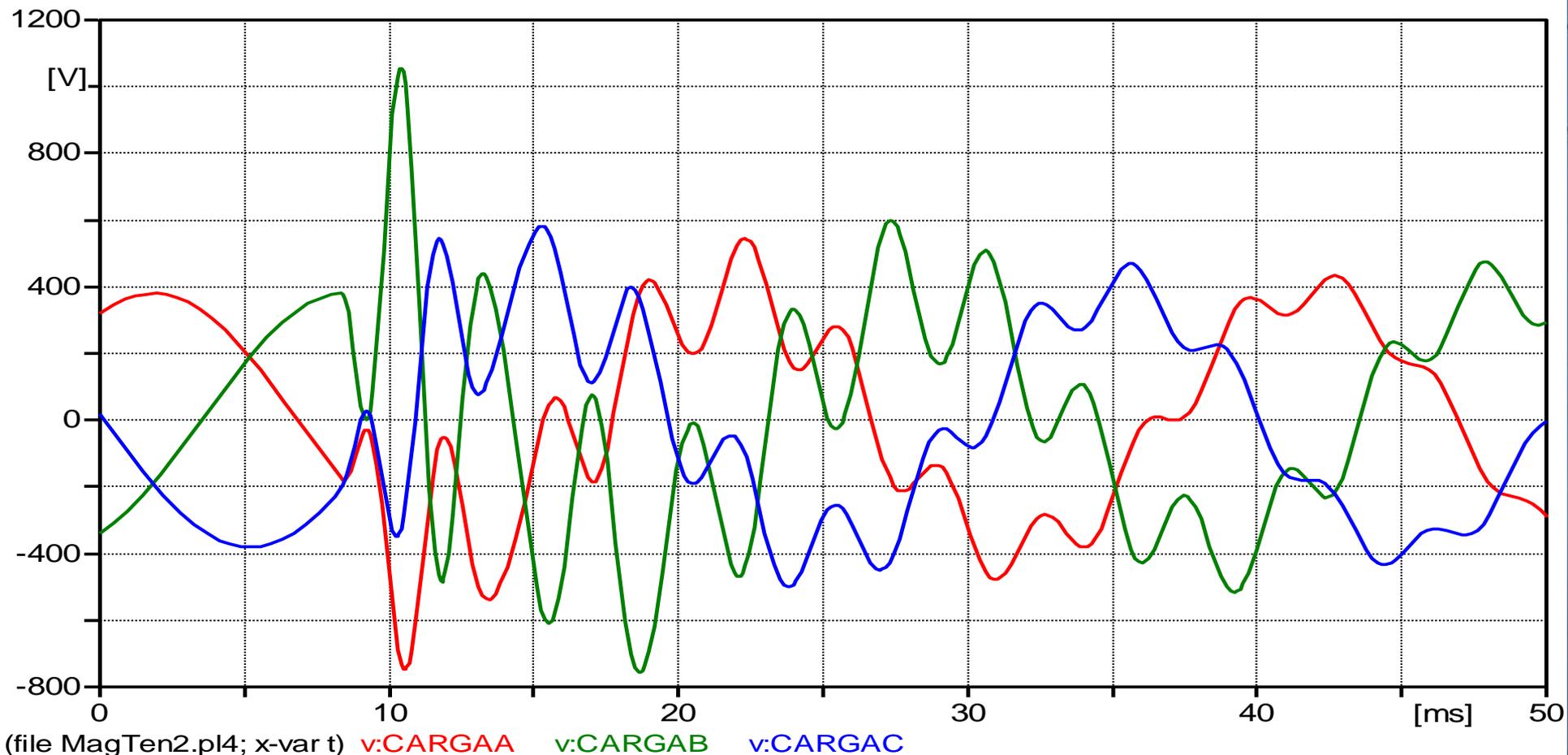
ENERGIZACION DE TRANSFORMADOR DE 132 kV



SOBRETENSIONES ORIGINADAS POR LA ENERGIZACION
DE UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA, INCLUIDA LINEA DE TRANSMISION.

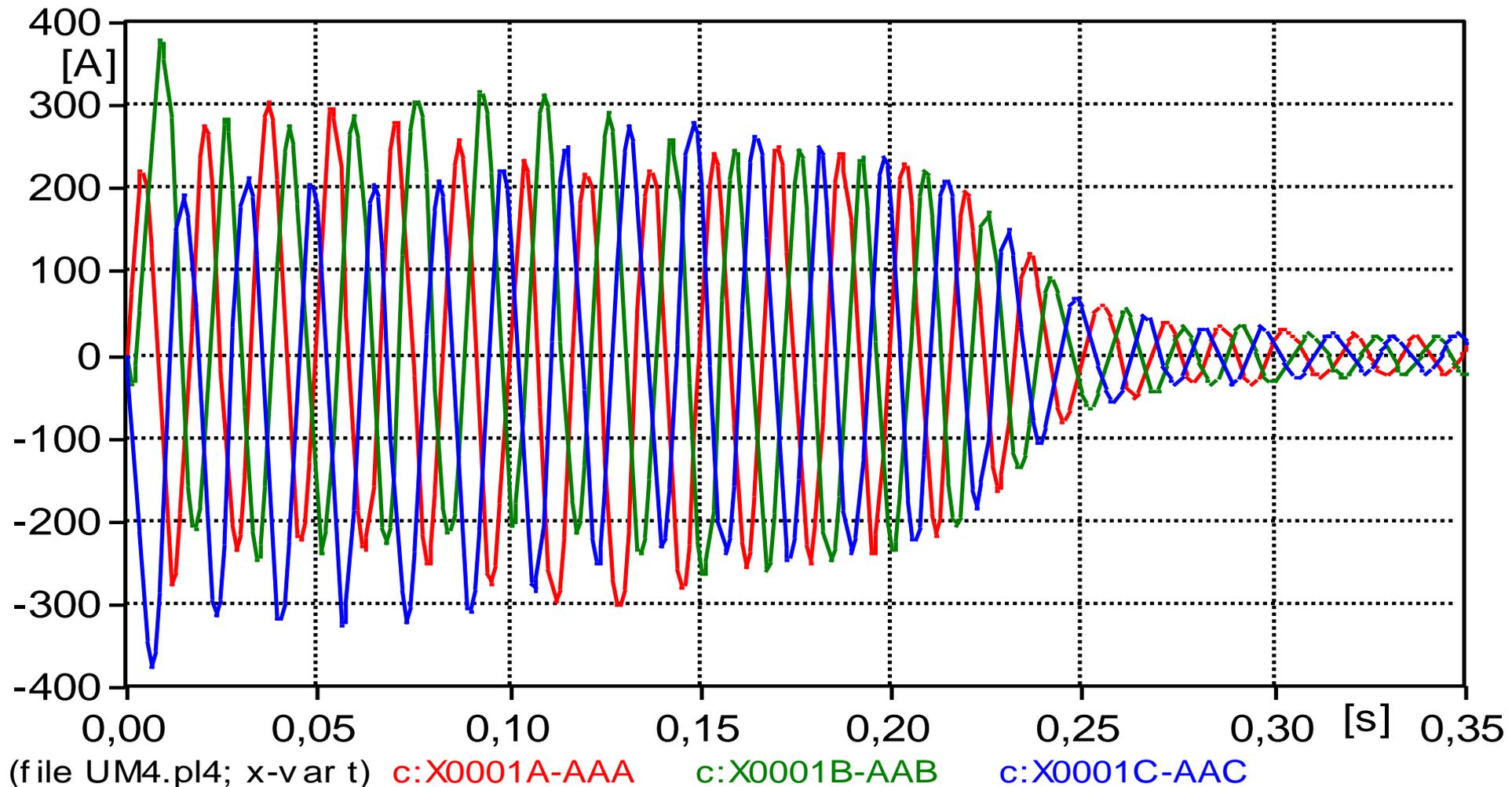
ENERGIZACION DE UNA BATERIA CAPACITIVA

En Media TENSION (vista del lado de baja tensión)



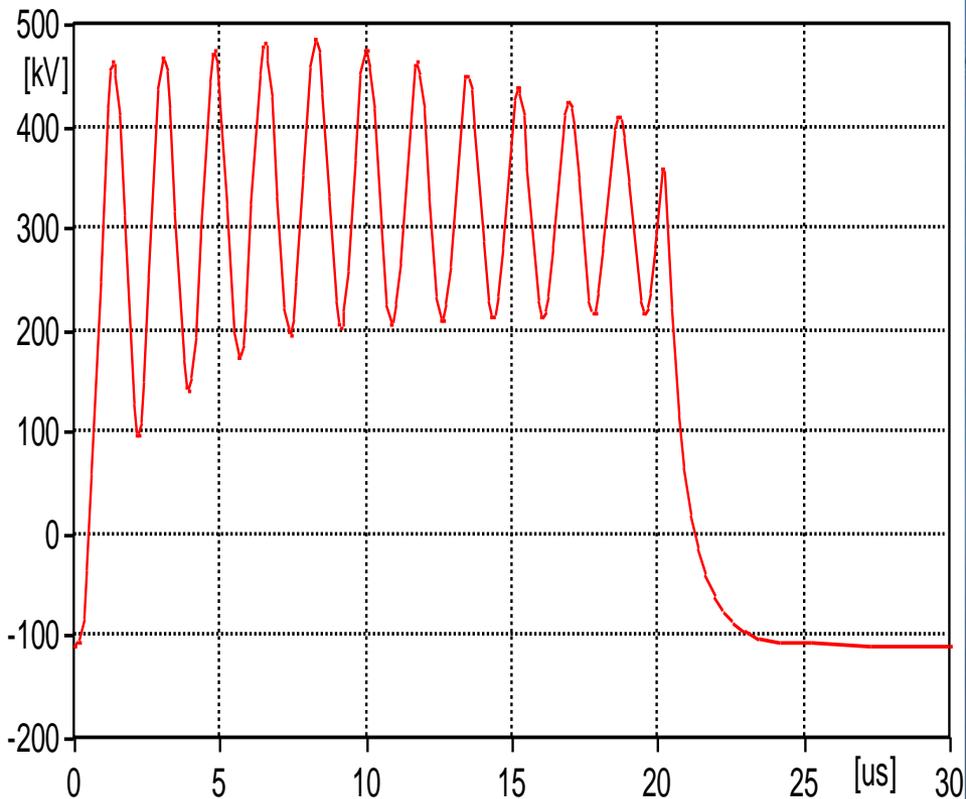
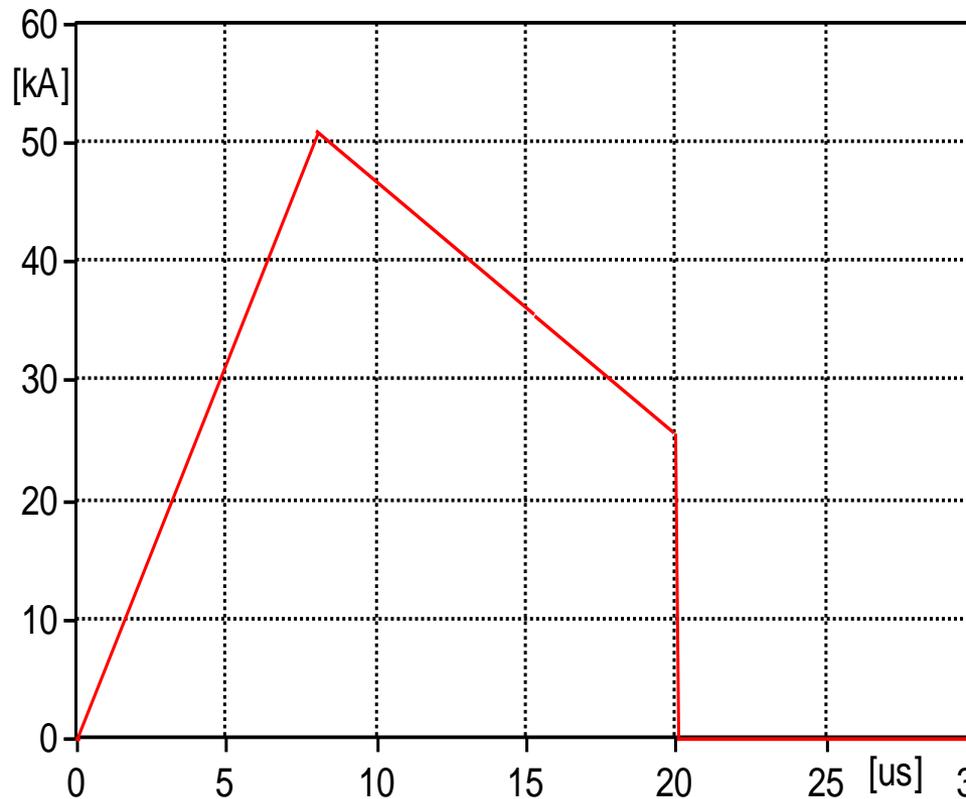
SOBRETENSIONES DURANTE LA ENERGIZACION

ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFASICO



CORRIENTES DE FASE EN EL ARRANQUE

DESCARGA ATMOSFERICA, EFECTO SOBRE UN TRANSFORMADOR DE 132 kV



SIMULACION DE LA CORRIENTE DEL RAYO 50 KA 8/20 MICROSEG

SOBRETENSIONES EN EL TRANSFORMADOR. BIL 550 kV.

DESEQUILIBRIOS

Causas mas importantes:

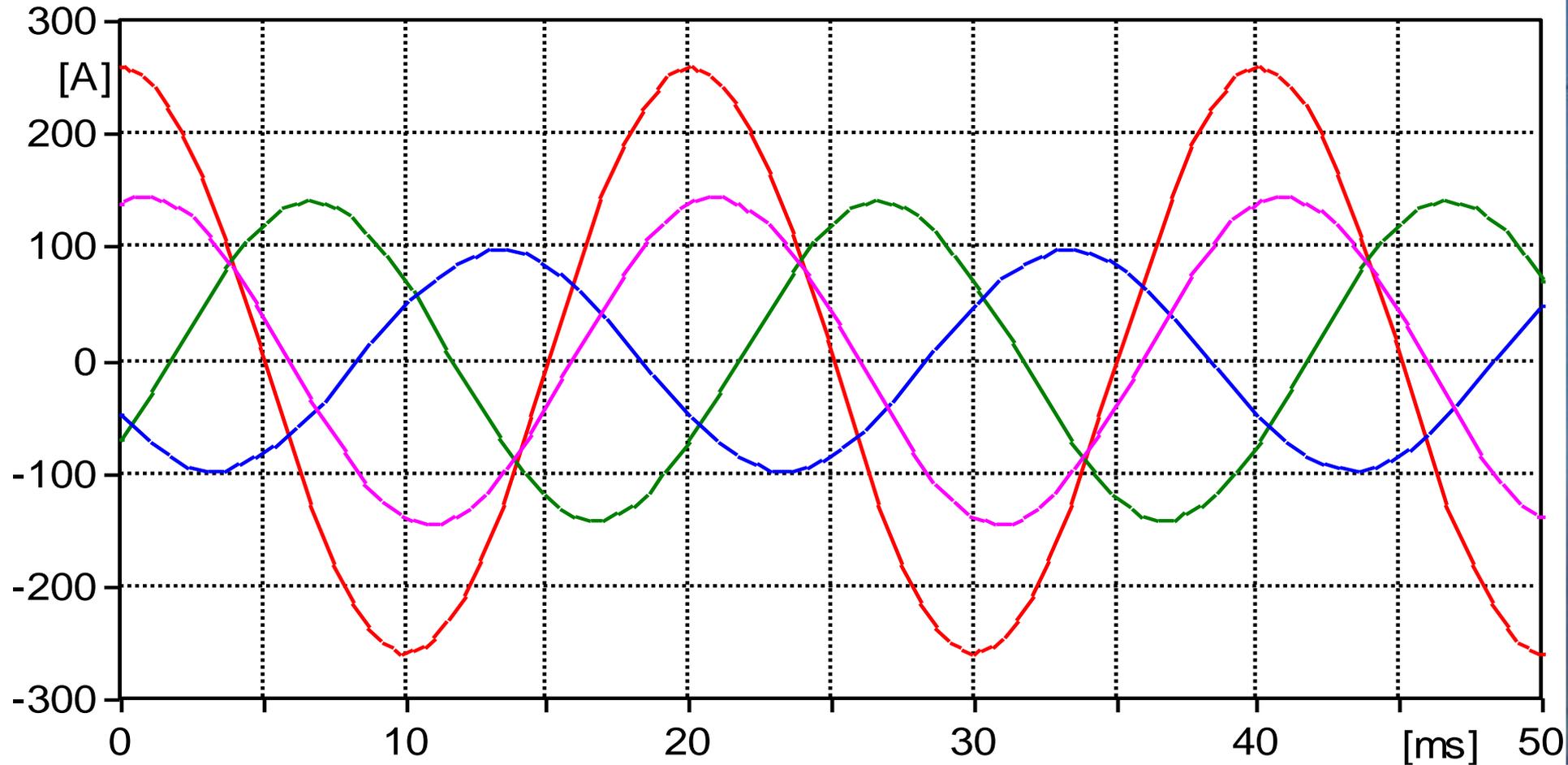
Consumos Monofásicos.

Consumos Trifásicos no balanceados

Efectos mas importantes:

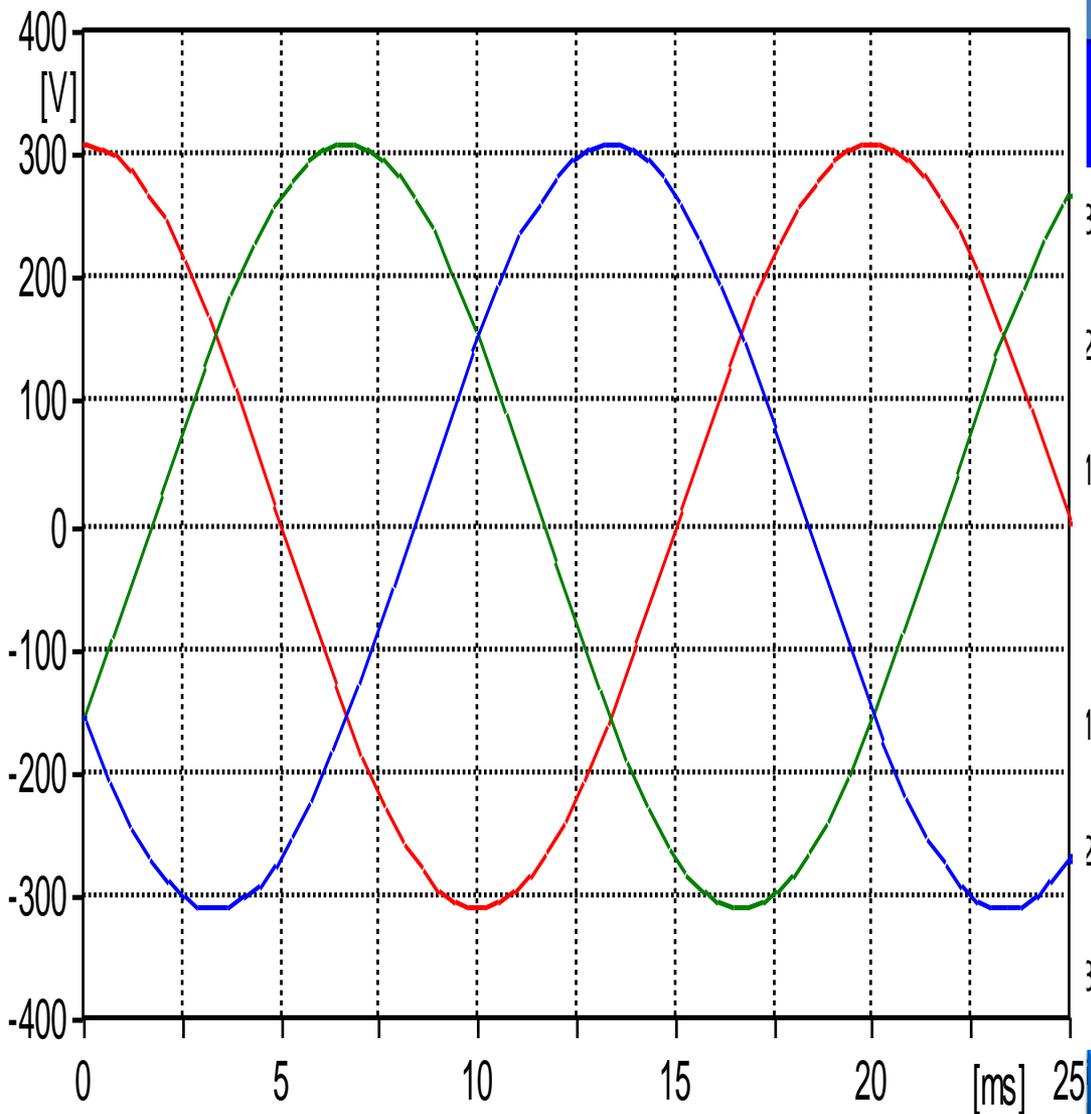
Genera mal funcionamiento de equipos

DESEQUILIBRIOS CORRIENTE EN LA CARGA

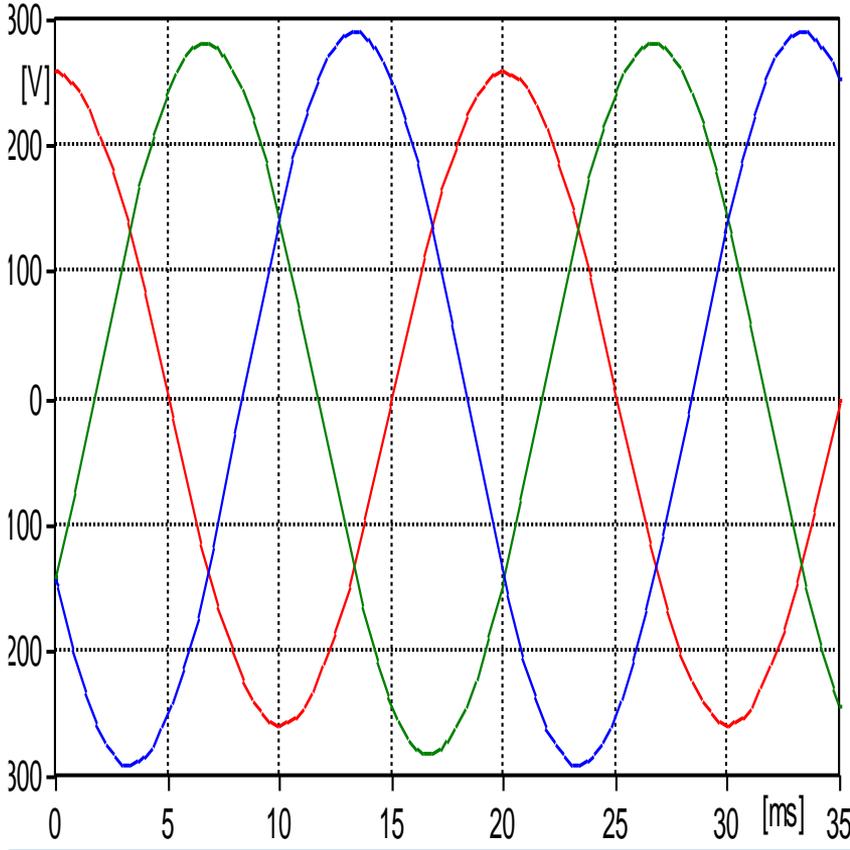


DESEQUILIBRIO EN LAS CORRIENTES DE FASE

DESEQUILIBRIOS



TENSIONES EN EL GENERADOR



TENSIONES EN LA CARGA

Una mala calidad del servicio eléctrico puede originar grandes pérdidas económicas por:

Parada de producción en una planta fabril.

Avería de equipamiento.

Envejecimiento prematuro de equipos e instalaciones, pérdida de vida útil.

Daños a equipos de Informática, con la consecuente pérdida de información.

Interrupción del servicio eléctrico, corto y o prolongado en el sector residencial y comercial, industrial y público. (ausencia del servicio)

Daños personales

Etc.

Causas Posibles de una mala Calidad del Servicio Eléctrico.

Insuficiencia en el mantenimiento programado y preventivo de los Sistemas Eléctricos de Potencia.

Insuficiencia de Planificación en los Sistemas Eléctricos de Potencia.

Insuficiencia de inversión genuina, en los sectores estructurales de los Sistemas Eléctricos de Potencia en tiempo y en forma.

Insuficiencia en la incorporación de técnicos especializados en los sectores correspondientes.



Causas Posibles de una mala Calidad del Servicio Eléctrico

Insuficiencia en la generación de la carrera profesional y formación de nuevos cuadros técnicos.

Insuficiencia de capacitación al personal.

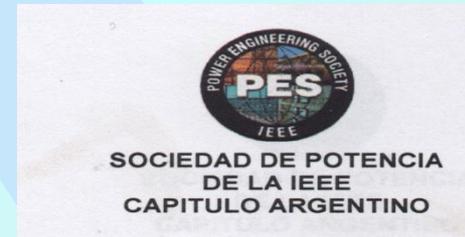
Cargas alinéales perturbadoras de responsabilidad exclusiva del usuario del servicio eléctrico.

Problemas normales de la RED



BIBLIOGRAFIA

CURSO DE POST GRADO CALIDAD DEL SERVICIO
ELECTRICO UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE INGENIERIA INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS PARA REDES Y
EQUIPOS ELECTRICOS LABORATORIO DE ALTA TENSION



INSTITUTO DE ENERGIA
ELECTRICA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE SAN JUAN



FUENTES PROPIAS.

Ingeniero Eduardo A Soracco. Mat prof 2330

Ingeniero Electricista Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata.

Ex Miembro del Comité Técnico Nacional de Energía de la Unión Argentina de Asociaciones de Ingenieros (UADI)

Ex Coordinador de la comisión de Política Energética, Planeamiento y Medio Ambiente del Consejo Profesional de Ingeniería de Misiones (CPAIM).

Ex Miembro de la Comisión de Energía de la Federación Argentina de la Ingeniera Especialista (FADIE)

**Expresidente del Consejo Profesional de Ingeniería de Misiones.
CPAIM**

**Expresidente de la Federación de Colegios y Consejos Profesionales de Misiones.
Fe.C.Co.Pro.Mi**

**Expresidente de la Federación Económica Brasil Argentina y Paraguay.
FEBAP**

Ex integrante de Sub Gerencia de Planificación Energética de EMSA

Ex integrante Área Estudios Eléctricos Gerencia de explotación de EMSA

**Ex integrante de la Secretaria de Estado de Energía Provincia de Misiones ,
Planificación Energética**