

Diagnóstico de la Calidad de la Energía
Mediante monitoreo en la red
de distribución interna en la planta BLOQCIM
tomando como referencia la regulación conelec 004/01

REALIZADO POR:

GUIANELLA C. IBARRA R.
MIGUEL A. TORRES R.
ELIAS J. BUSTOS P.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo analiza la Calidad de Energía en la red de distribución interna de la planta BLOQCIM S.A., en donde se realizó un monitoreo que permitió identificar los problemas que afectan la calidad de energía de la planta, a través del estudio de los principales parámetros eléctricos dentro de la misma.

El estudio se verá enfocado principalmente en la Regulación No. CONELEC 004/01; siendo también de importante apoyo las normas Europeas a presentarse.

La evolución de la carga

La calidad del producto energía eléctrica se ha convertido en un factor determinante para el desarrollo sustentable de los sectores industriales y de servicios, debido al significativo aumento de la sensibilidad de los equipos asociados a sus procesos.

Las carencias en esta calidad generan un creciente número de problemas, que se traducen en pérdidas económicas significativas a los propietarios de bienes de producción. Esto implica un aumento de los costos operacionales y por ende en una pérdida de competitividad para el país.

Proyecto integral de energía

Todo proyecto integral de energía con miras al siglo 21 debe ser concebido bajo el ambiente de Calidad de Energía, con lo cual se asegura un suministro de tensión con altos niveles de calidad y confiabilidad para el correcto funcionamiento de los equipos electrónicos, los cuales están manejando procesos críticos y de gran importancia.

Es por ello que la presentación de un proyecto debe realizarse con base en los lineamientos dados por las normas internacionales de instalaciones eléctricas y equipos para cargas sensibles.

Normas internacionales de instalaciones eléctricas y equipos

- NEC (National Electric Code)
- UL (Underwriters Laboratories): especificaciones de seguridad para los equipos que sirven centros de cómputo y equipos electrónicos sencillos.
- ANSI (American National Standard Institute): instituto que homologa y normaliza las recomendaciones del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) para los diversos ambientes y equipos aplicados a las instalaciones eléctricas.

La importancia de la calidad de la energía eléctrica

□ La IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers):

Un problema de calidad de potencia es debido a cualquier variación en el servicio de potencia eléctrica que dé lugar a funcionamiento defectuoso o fallo en el equipamiento del usuario, tales como: reducción de tensión, sobretensión, transitorios, distorsión armónica y ruido eléctrico.

Aspectos generales

La calidad de la energía eléctrica depende en al menos una docena de características claves de las fuentes de electricidad, incluyendo la frecuencia, tensión, variaciones de tensión, los armónico y los transitorios.

Instituciones como la IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers), IEC (Internacional Electrotechnical Comisssion), CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique), NEMA (The National Electrical Manufacturers Association), y otras, han establecidos métodos, regulaciones, leyes, penalizaciones, etc. Tratando de regular el sector eléctrico.

Perturbaciones en los sistemas eléctricos de potencia

Transitorios

Transitorios oscilatorio

Transitorios impulsivos

Variaciones de corta duración

Interrupciones

Depresión de tensión (sag)

Salto de tensión (swell)

Variaciones de larga duración

Interrupción sostenida

Subtensión

Sobretensión

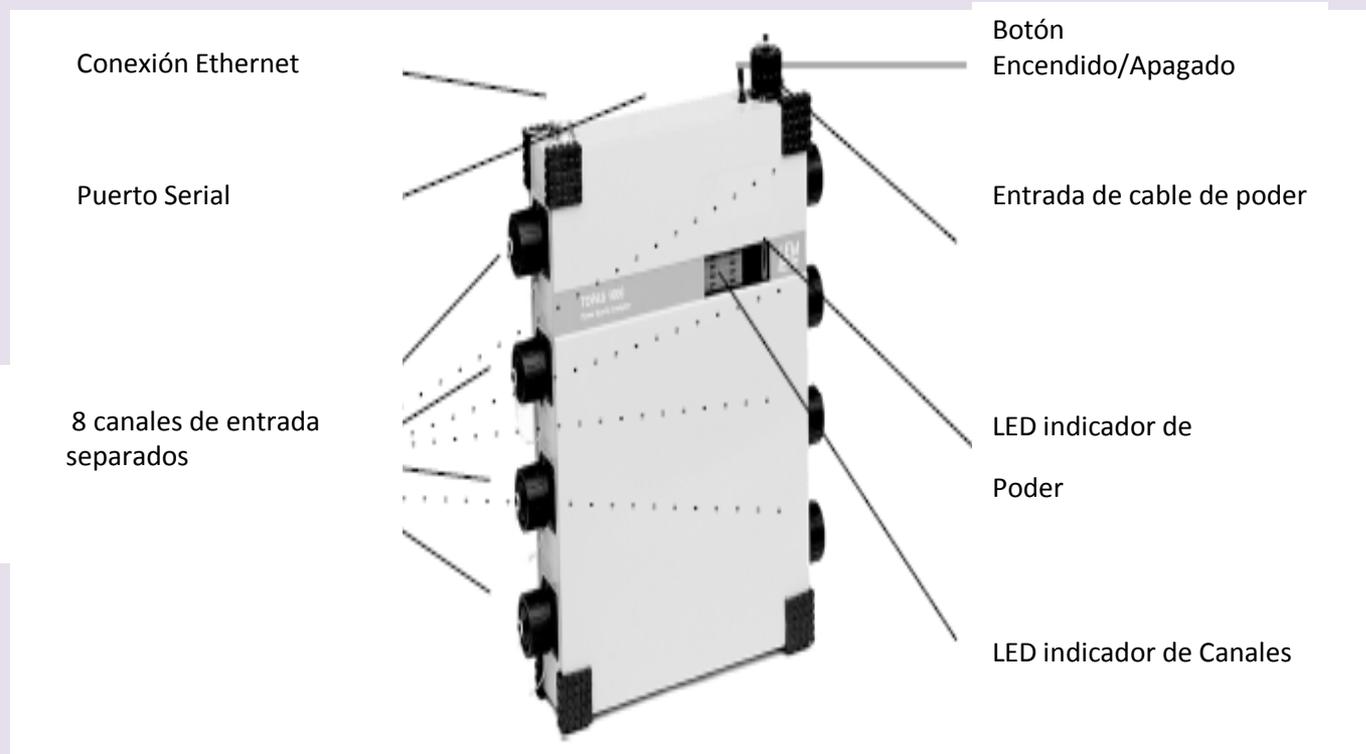
DESCRIPCIÓN

DEL

EQUIPO

Topas 1000 – Fluke 1760

Ambos equipos están construido con una capa rugosa extremadamente impermeable ideal para trabajar bajo condiciones ásperas y/o húmedas. Los analizadores miden y registran variables relacionadas de manera simultánea en bajo voltaje (hasta 1000 Voltios).



Topas 1000 – Fluke 1760 realizan mediciones de los siguientes parámetros

- Armónicos
 - Desbalance y Frecuencia
 - Variaciones de Voltaje
 - Energía
 - Potencia Activa Reactiva y Aparente
 - Disturbios
 - Flickers
 - Voltaje y Corrientes de Fase y Línea a Neutro.
 - Determina reserva de capacidad en los transformadores o sus salidas.
 - Factor de Potencia
 - Monitorea calidad de voltaje de acuerdo con la norma EN50160
 - Obtiene valores de límites diarios y crea informes fácilmente.
-

Topas 1000 vs. Fluke 1760

Similitudes

Diferencias

Indicadores led

La conexión para la transmisión de datos

Memoria (2G)

8 canales de medición

Fluke (Memoria Flash)

Fluke (Analiza Desequilibrio Tensión)

Fluke (UPS hasta 40 minutos)



DESCRIPCIÓN DE
LA SITUACIÓN ACTUAL
DE BLOQCIM S.A

Bloqcim S.A

La misión de la empresa es ser los mejores en producir, desarrollar y abastecer productos de hormigón obtenidos con materias primas de óptima calidad que provean soluciones económicas al mercado de la construcción a nivel nacional, con la utilización de equipos de alta tecnología y de un recurso humano capacitado y motivado capaz de brindar bienestar, preservar el medio ambiente y lograr una rentabilidad adecuada.

BLOQCIM S.A. se conformó en el año 2004 para adquirir y continuar la operación que abandonaba Productos Rocafuerte C.A. (PRCA).

LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO

CONDICIONES DE CARGA DEL SISTEMA

Levantamiento Eléctrico de Bloqcim S.A

El sistema de alimentación a la industria es 13.8 KV, voltaje que es transformado para la alimentación de los circuitos internos mediante un transformador de 750 KVA estrella aterrizado – delta de 14160 V/480 V.

La protección del transformador es de un breaker principal, el cual permite el paso del flujo de potencia hacia dos barras principales con protección mediante breaker de 500 A cada una.

Condiciones de Carga del Sistema Bloqcim S.A

BLOQCIM S.A. presenta las condiciones de carga en su sistema eléctrico interno detallado por sector del proceso de la elaboración de bloques y adoquines. (Anexo 2).

DESARROLLO DE LAS MEDICIONES

Puntos de medición

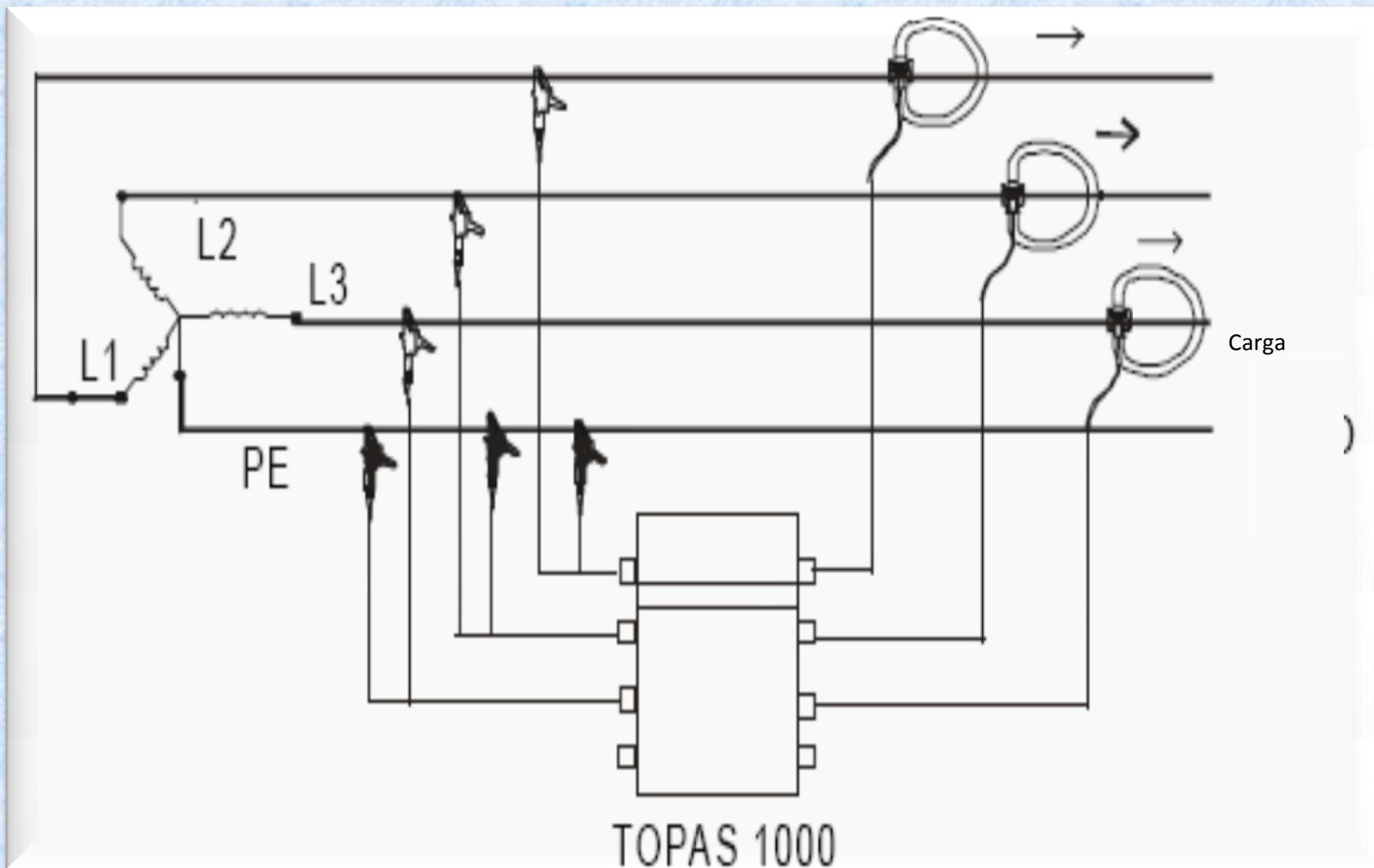
En la planta BLOQCIM S.A. se dispone de las siguientes condiciones o elementos en el sistema de distribución eléctrica interna:

- 1 Transformador
- 1 Barra a la salida del transformador (Barra Principal)
- Barras en el cuarto de paneles (Barra 1 y Barra 2)

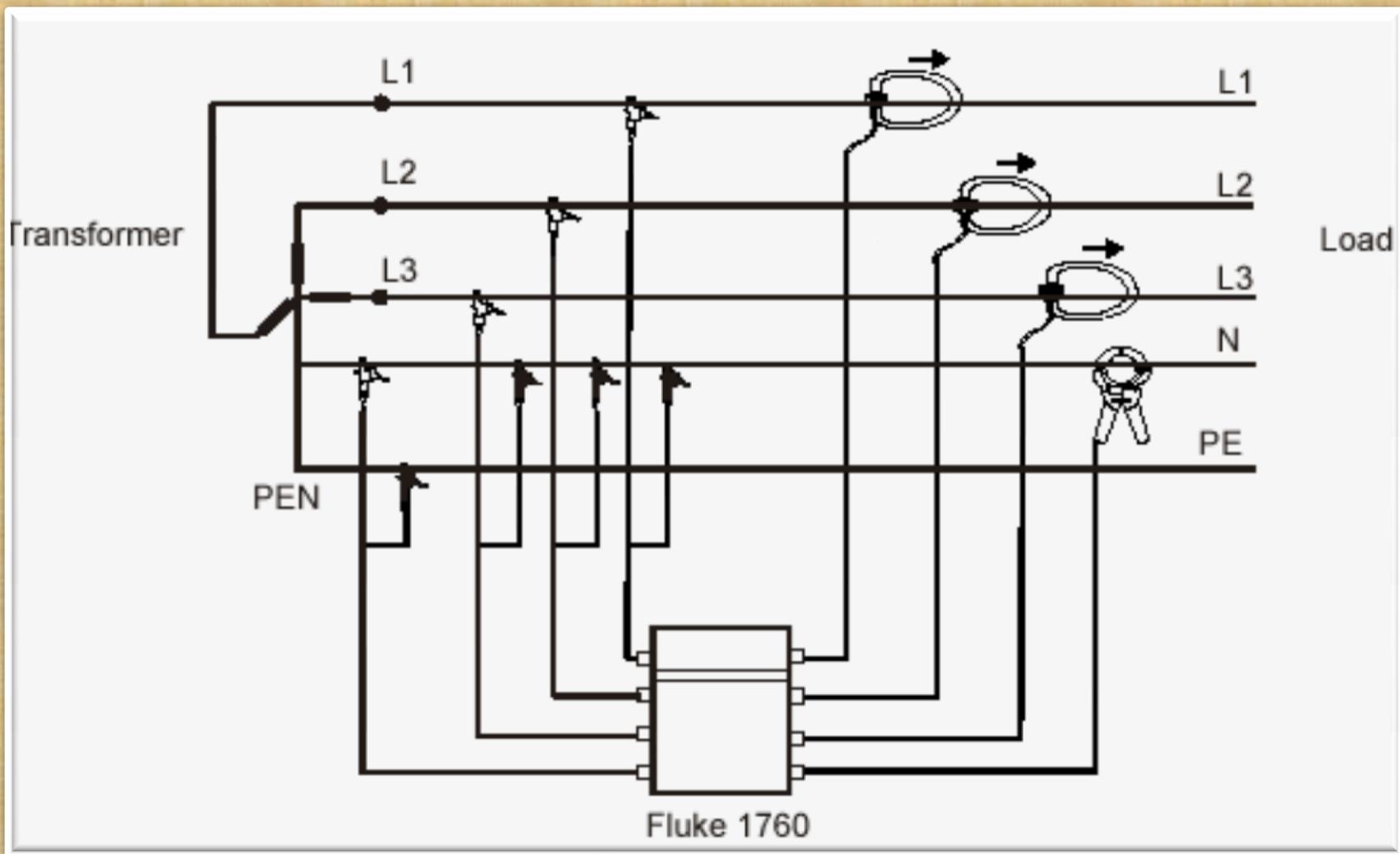
Las mediciones en estos 3 puntos fueron realizadas en tres fechas diferentes del año en:

- Barra 1 (Diciembre 2008)
 - Barra 2 (Abril 2009)
 - Barra Principal (Enero 2010)
-

Conexiones en los puntos de medición (Dic/2008)



Conexiones en los puntos de medición (Abr09-Ene10)



Cabe indicar que la ubicación de los puntos de medición para cumplir con lo sugerido por el departamento de Control de Calidad y Estadísticas de la Unidad de Generación, Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica de Guayaquil – Eléctrica de Guayaquil referente al estudio de calidad de producto, fueron realizados en cada una de las barras disponibles del sistema por analizar.

El siguiente estudio cumple con los requerimientos para un estudio de Calidad de Energía del Servicio Eléctrico acerca de la Calidad del Producto dentro de BLOQCIM S.A., conociendo que se realizaron todas las mediciones estipuladas.

ANÁLISIS

DE LAS MEDICIONES

Variaciones de corta duración

Las variaciones de tensión momentánea o de corta duración se originan en la mayoría de los casos por fallas en los sistemas eléctricos, por la salida o entrada de grandes bloques de carga del sistema.

La ubicación de la falla y las condiciones en las que opera el sistema, puede dar como resultado:

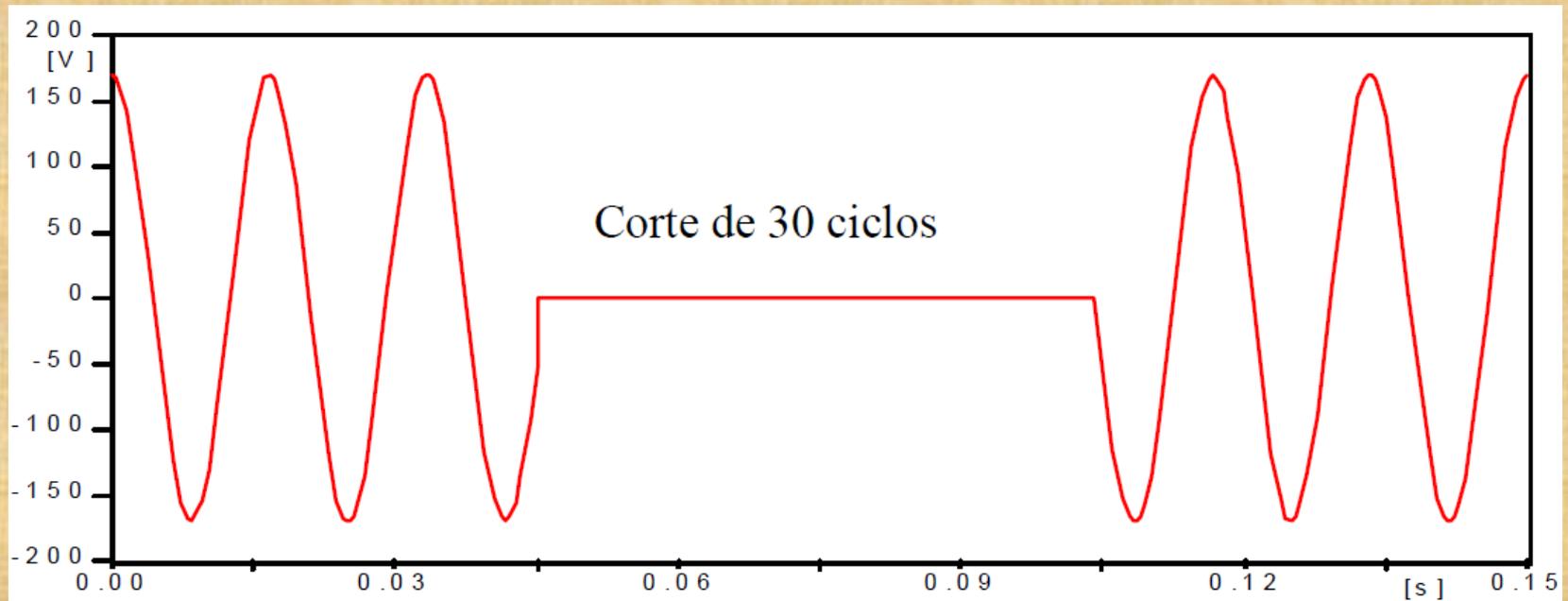
Una elevación de la tensión,

Una caída en la tensión,

Una interrupción de energía.

Interrupciones

Las interrupciones son pérdidas de tensión menores que 0,1 [p.u.], con una duración desde 0.5 ciclos hasta 1 minuto. Usualmente son causados por fallas en la operación de breakers o fusibles.



Interrupciones - datos

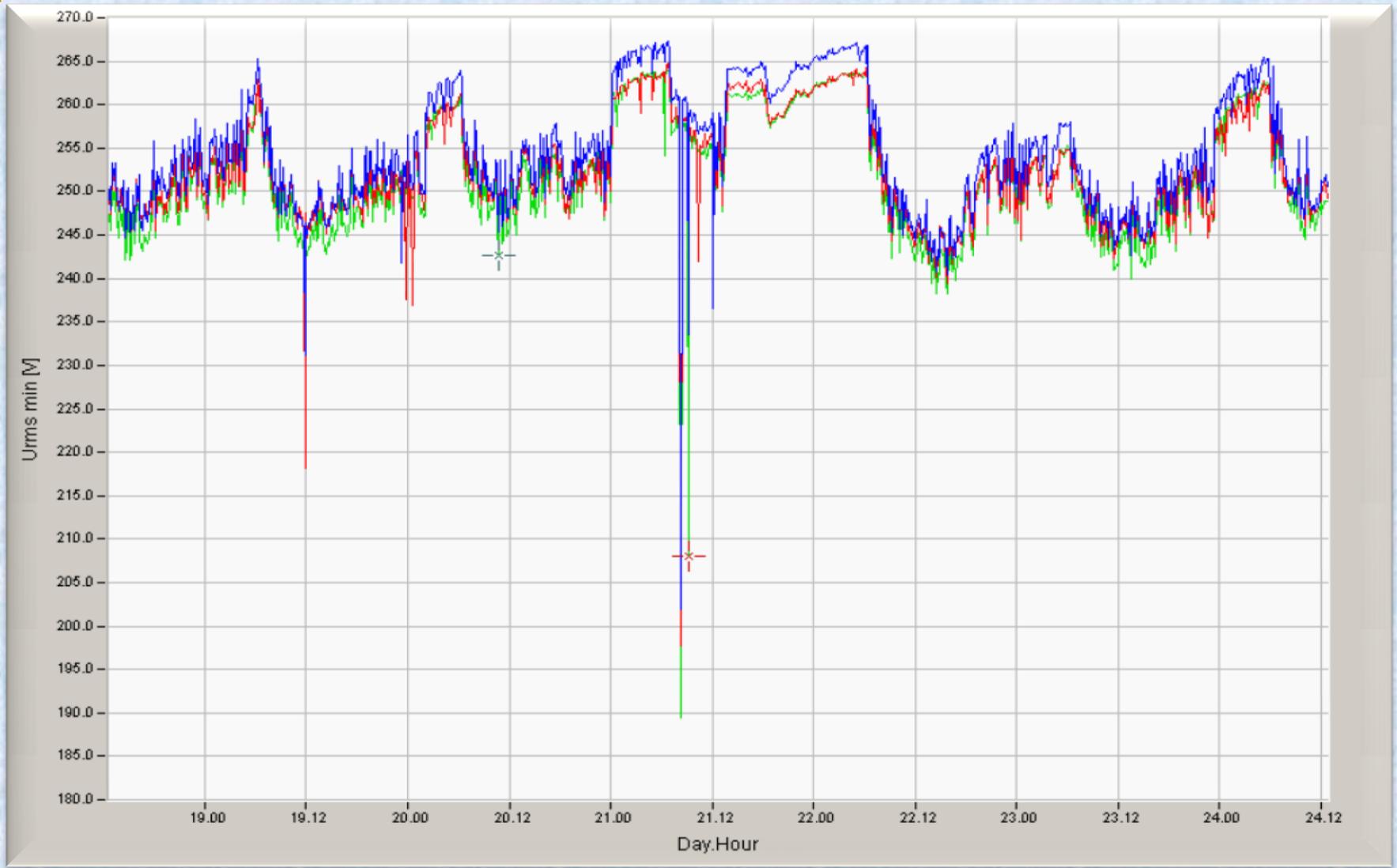
Voltaje nominal [f-n]=254[V]

- $V \text{ [p.u]}=1\text{p.u}$

Voltaje nominal [f-n]=25.40[V]

- $V \text{ [p.u]}=0.1\text{p.u}$

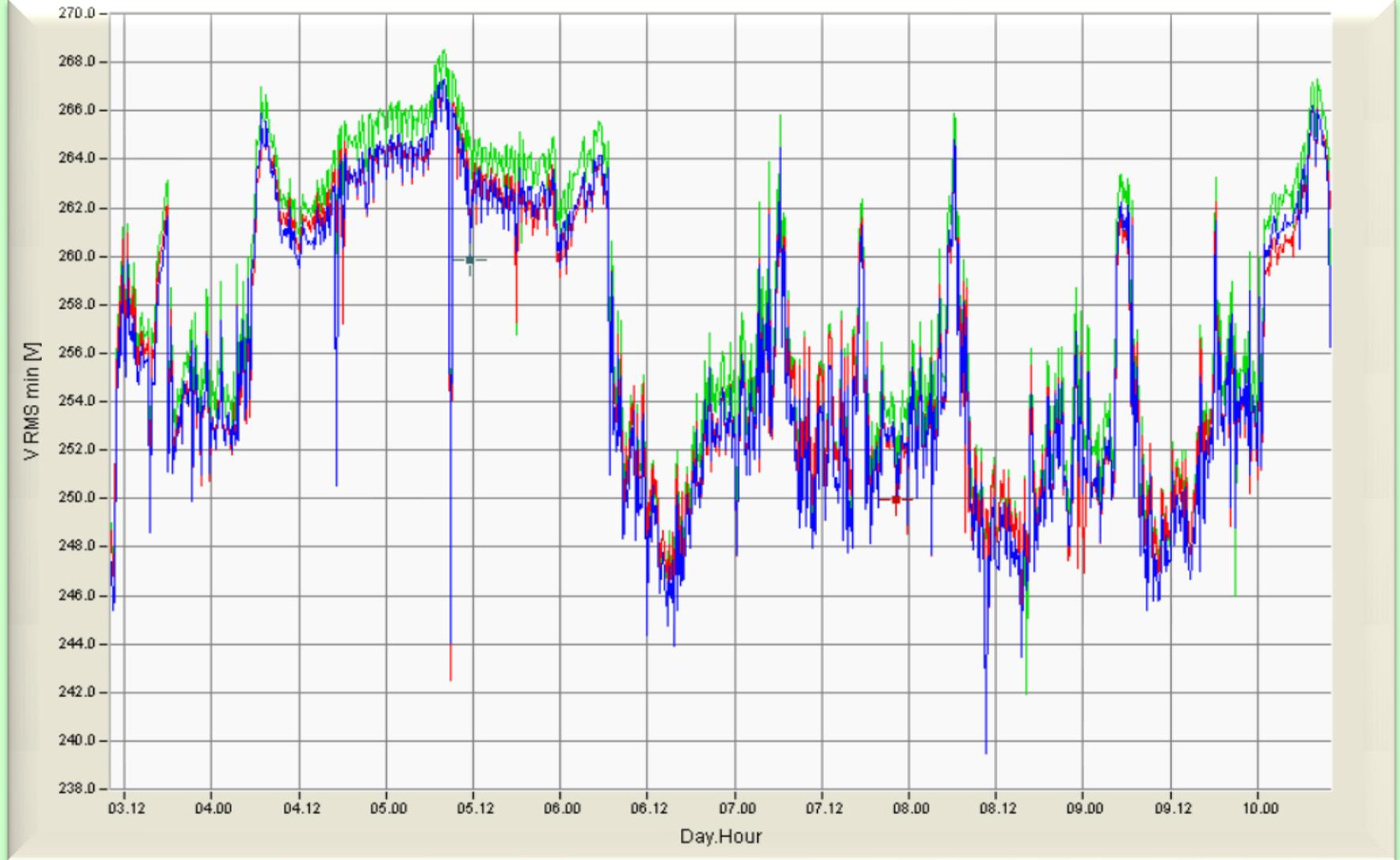
Interrupciones



DICIEMBRE 2008 BLOQCIM S.A



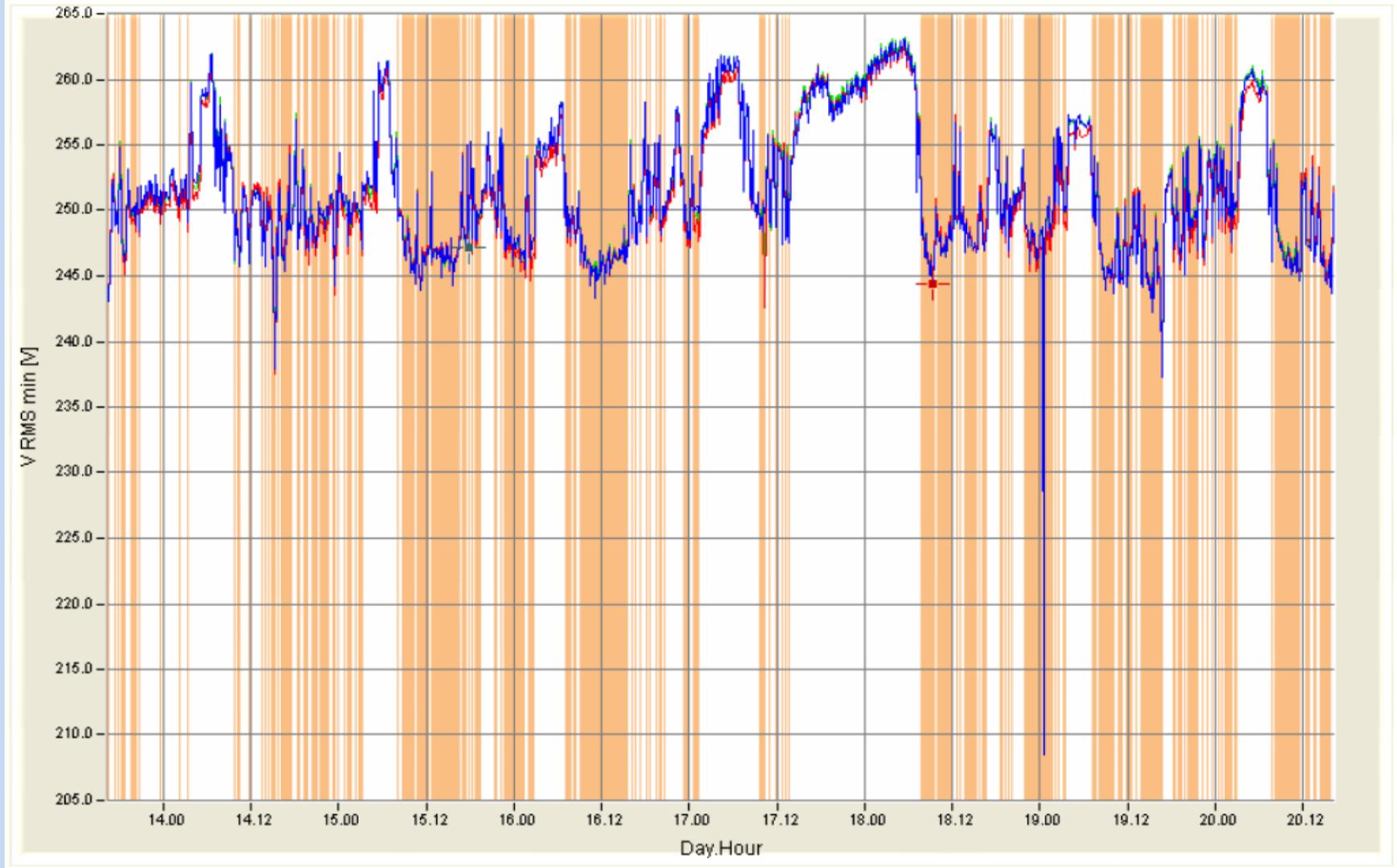
Interrupciones



ABRIL 2009 BLOQCIM S.A



Interrupciones



Interrupciones - conclusiones

Diciembre
2008

- $V_{min}=190[V]$
- Topas 1000
- No existió interrupción

Abril 2009

- $V_{min}=239[V]$
- Fluke 1760
- No existió interrupción

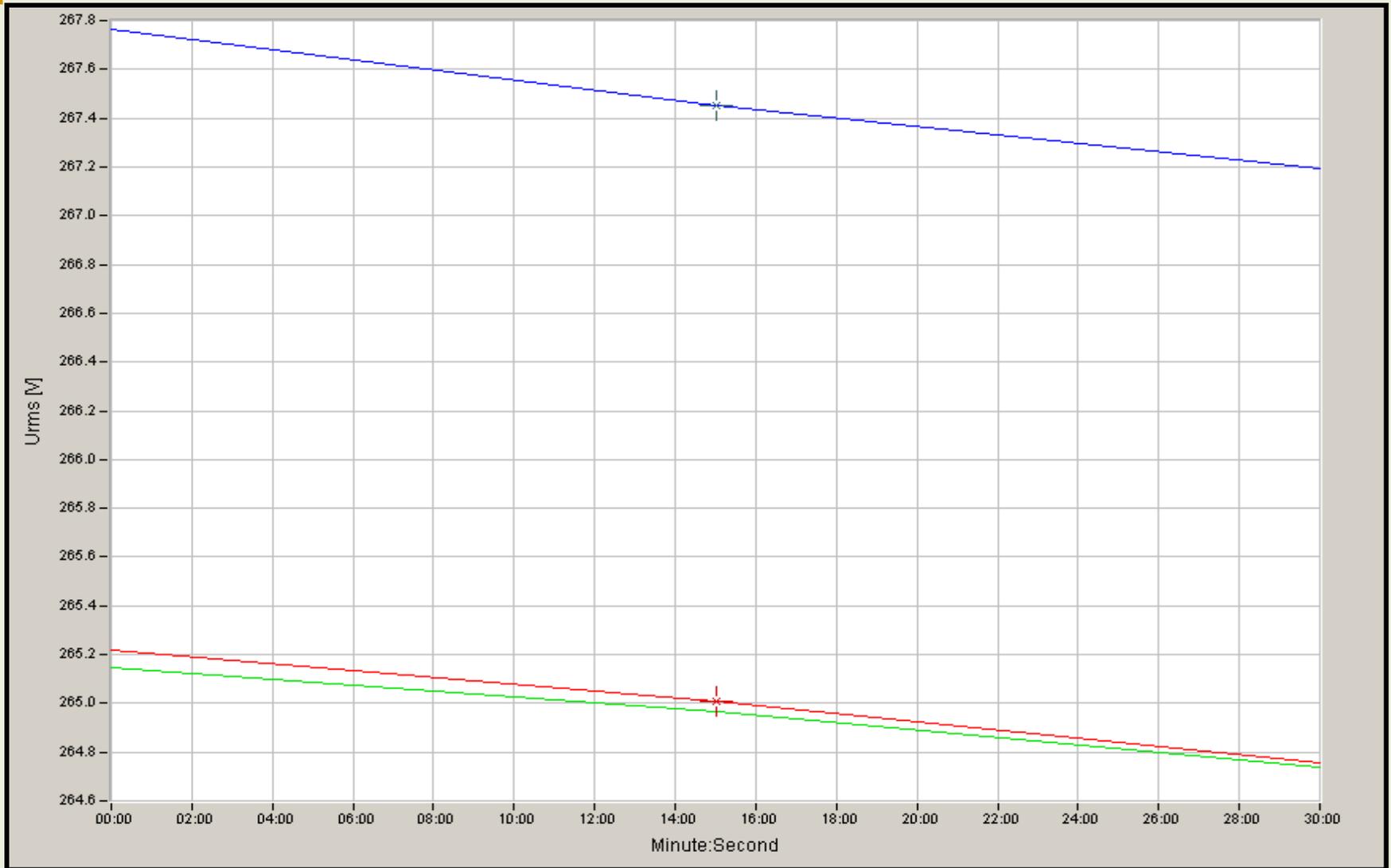
Enero 2010

- $V_{min}=208[V]$
- Fluke 1760
- No existió interrupción

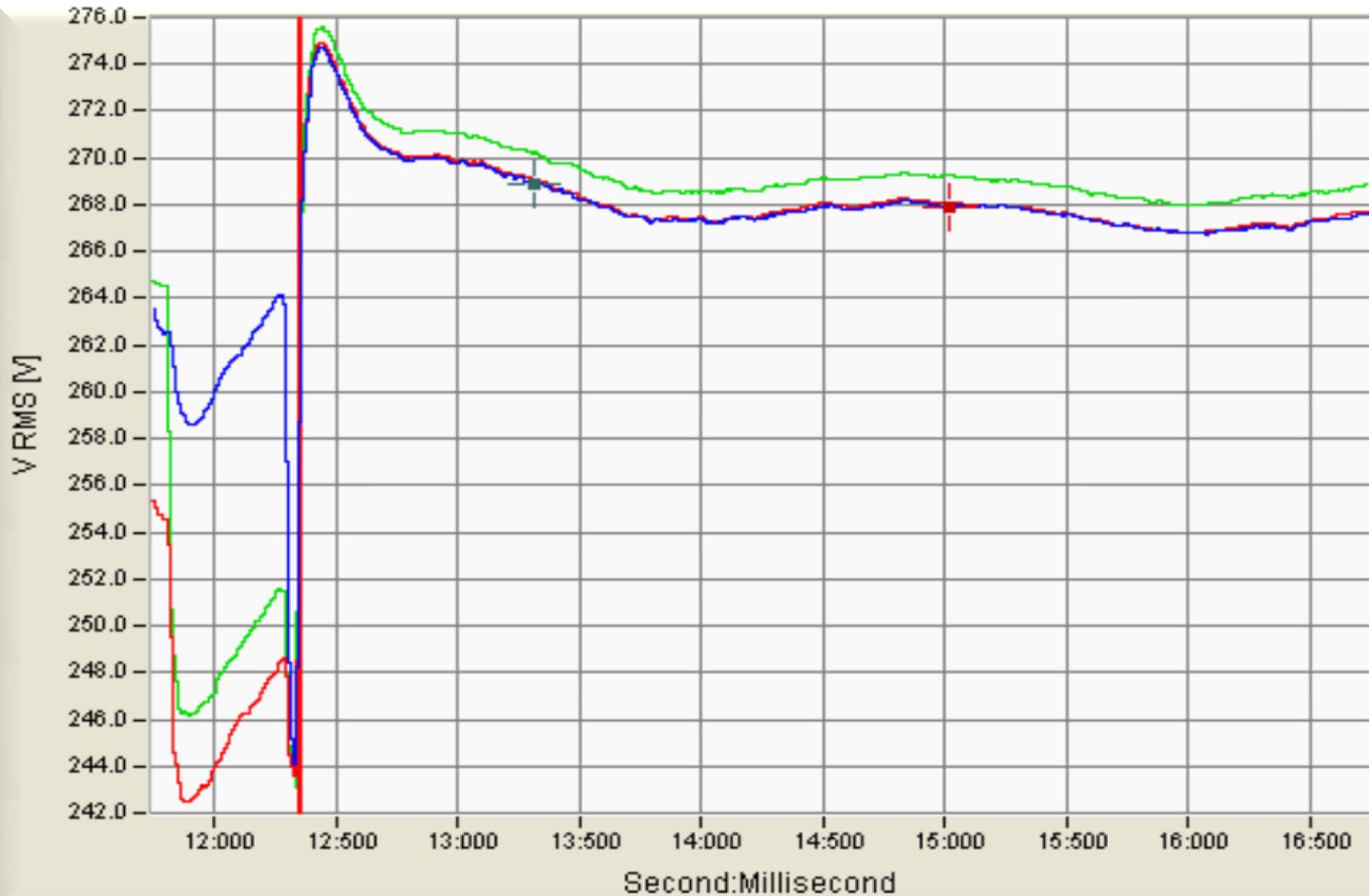
Depresión de tensión (sag)

Las depresiones de tensión son disminuciones de corta duración en la tensión de estado estable y algunas veces duran muchos segundos (0.5 a 30 ciclos y más). Pueden tener efectos muy pequeños sobre cargas sensibles si la caída en la tensión no es mayor del 10%, o pueden tener un mayor efecto (similar a una salida o corte de energía) si la disminución en la tensión es más grande (por ejemplo el 50%).

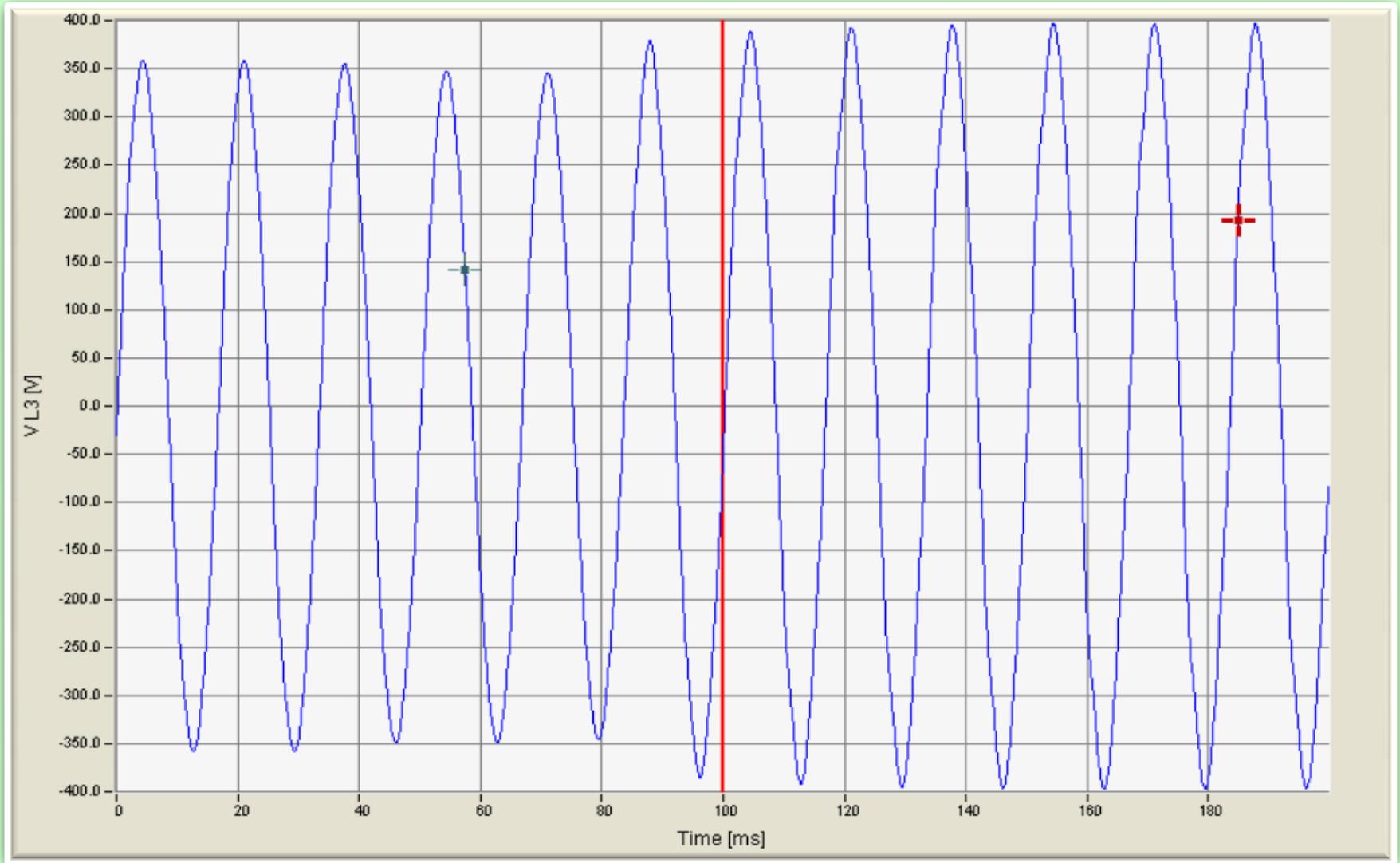
Depresión de tensión (sag)



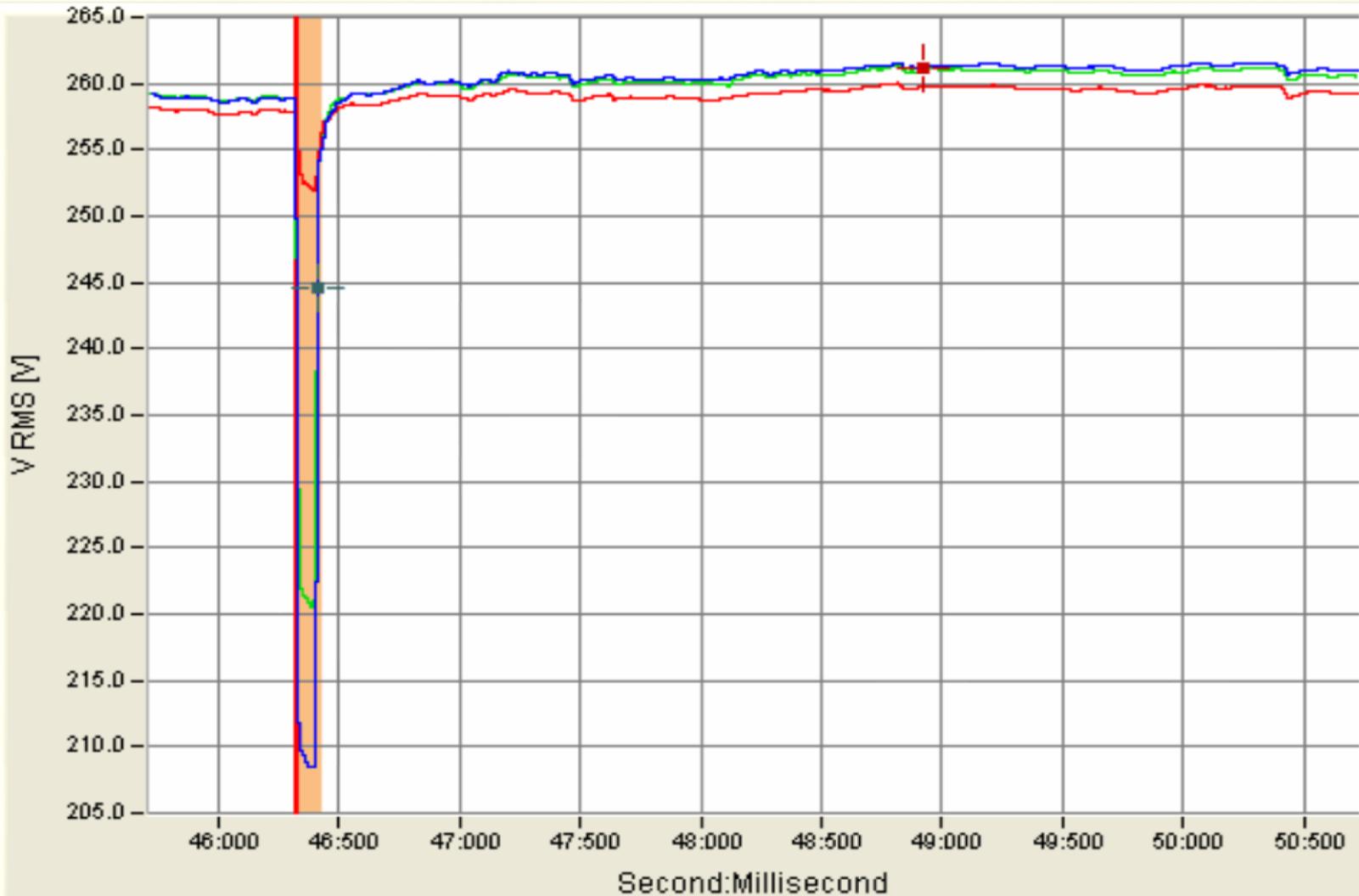
Depresión de tensión (sag)



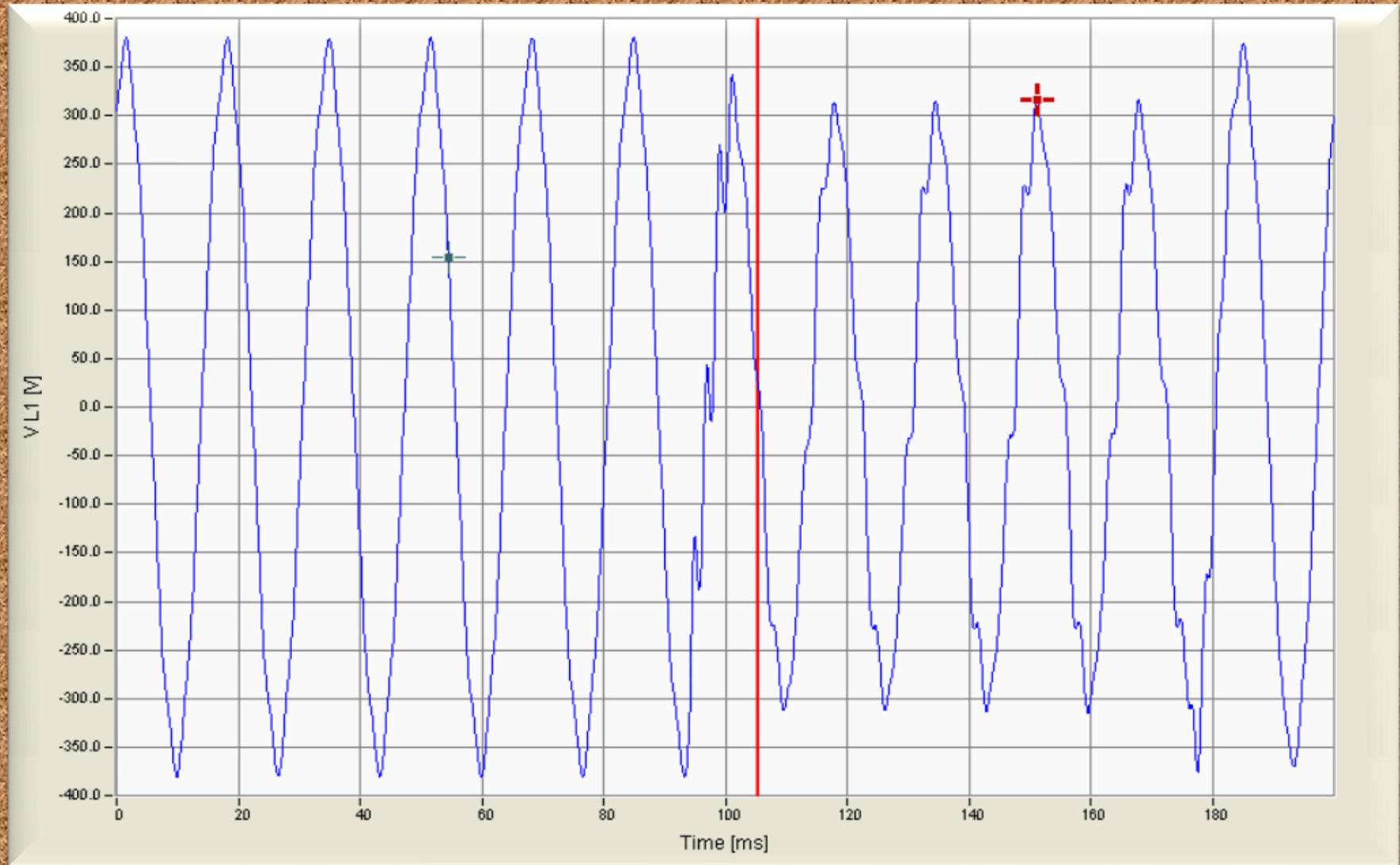
Depresión de tensión (sag)



Depresión de tensión (sag)



Depresión de tensión (sag)



Depresión de Tensión (Sag)- conclusiones

Diciembre 2008

- $V_{prom}=264.7[V]$
- Aprox. 104%
- Topas 1000
- No existió impacto de sag

Abril 2009

- $V_{min}=239[V]$
- Aprox. 94%
- Fluke 1760
- No existió impacto de sag

Enero 2010

- $V_{min}=208[V]$
- Aprox. 82%
- Fluke 1760
- No existió impacto de sag

Salto de tensión (swell)

El salto de tensión es el incremento de tensión puede ser aproximadamente del 30% para sistemas de 4 hilos multiaterrizado y sobre el 70% para sistemas de 3 hilos. La duración de esta sobretensión temporal depende de la protección del sistema y puede ir desde medio ciclo hasta minutos.

La ocurrencia de fallas a tierra en sistemas trifásicos causa que las tensiones en las fases no falladas se eleven con respecto a tierra. La salida de grandes cargas y la conexión de bancos de capacitores son también una de las causas de los saltos de tensión, los cuales pueden afectar el aislamiento de equipos y destruir fuentes electrónicas, varistores y diodos zener.

Salto de tensión - datos

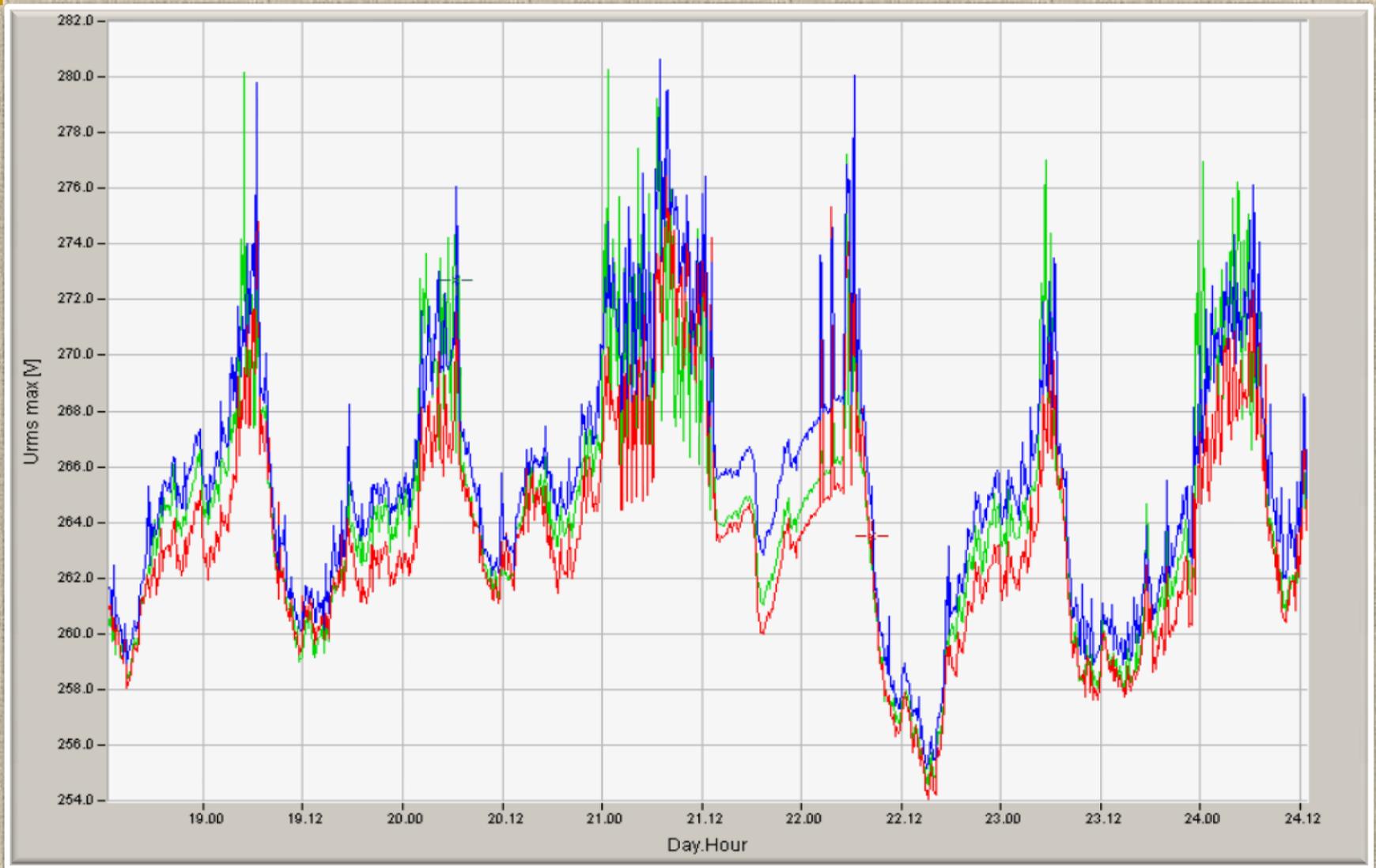
Voltaje nominal [f-n]=254[V]

- V [p.u]=1 p.u

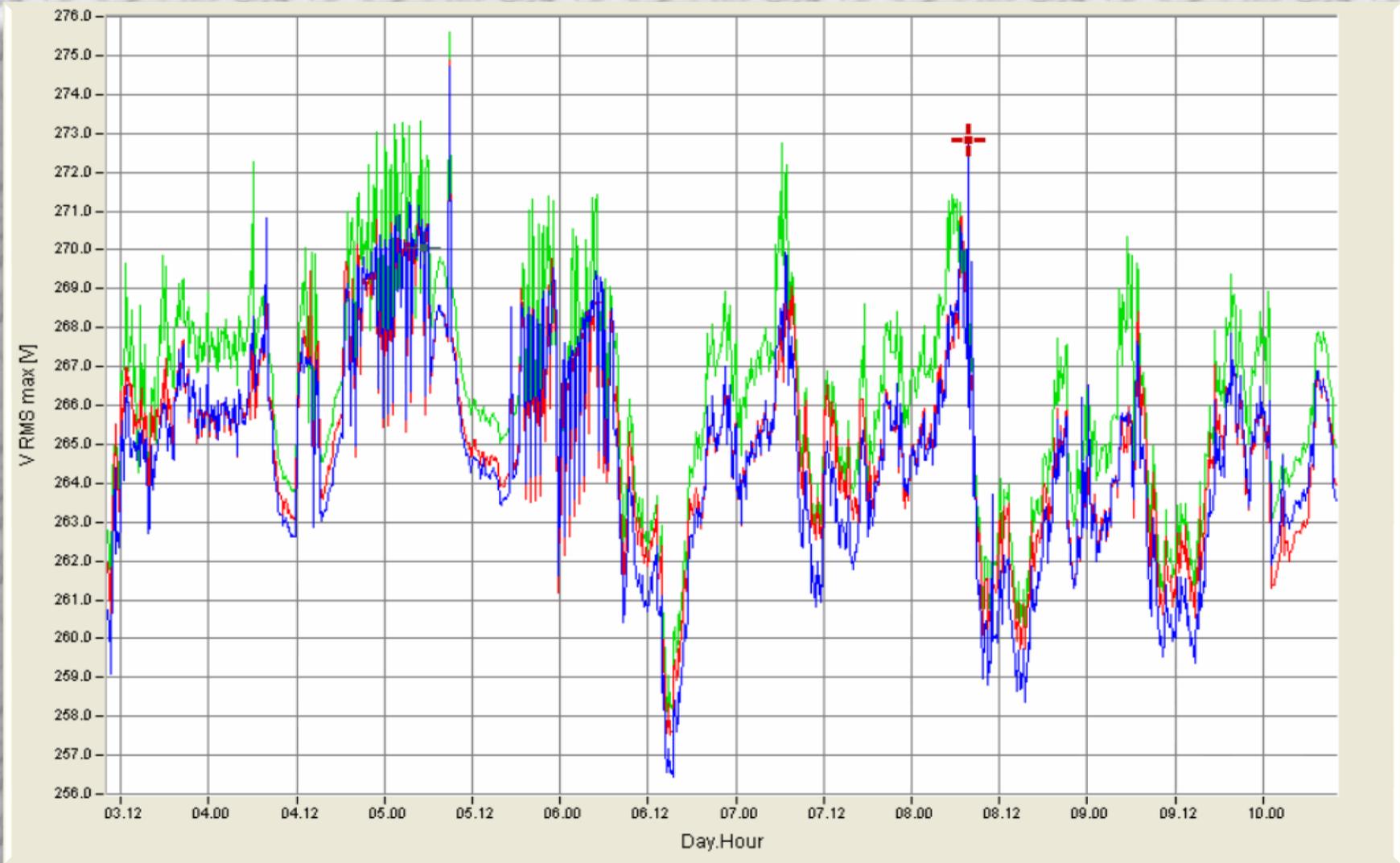
Voltaje nominal [f-n]=280[V]

- V [p.u]=1.1 p.u

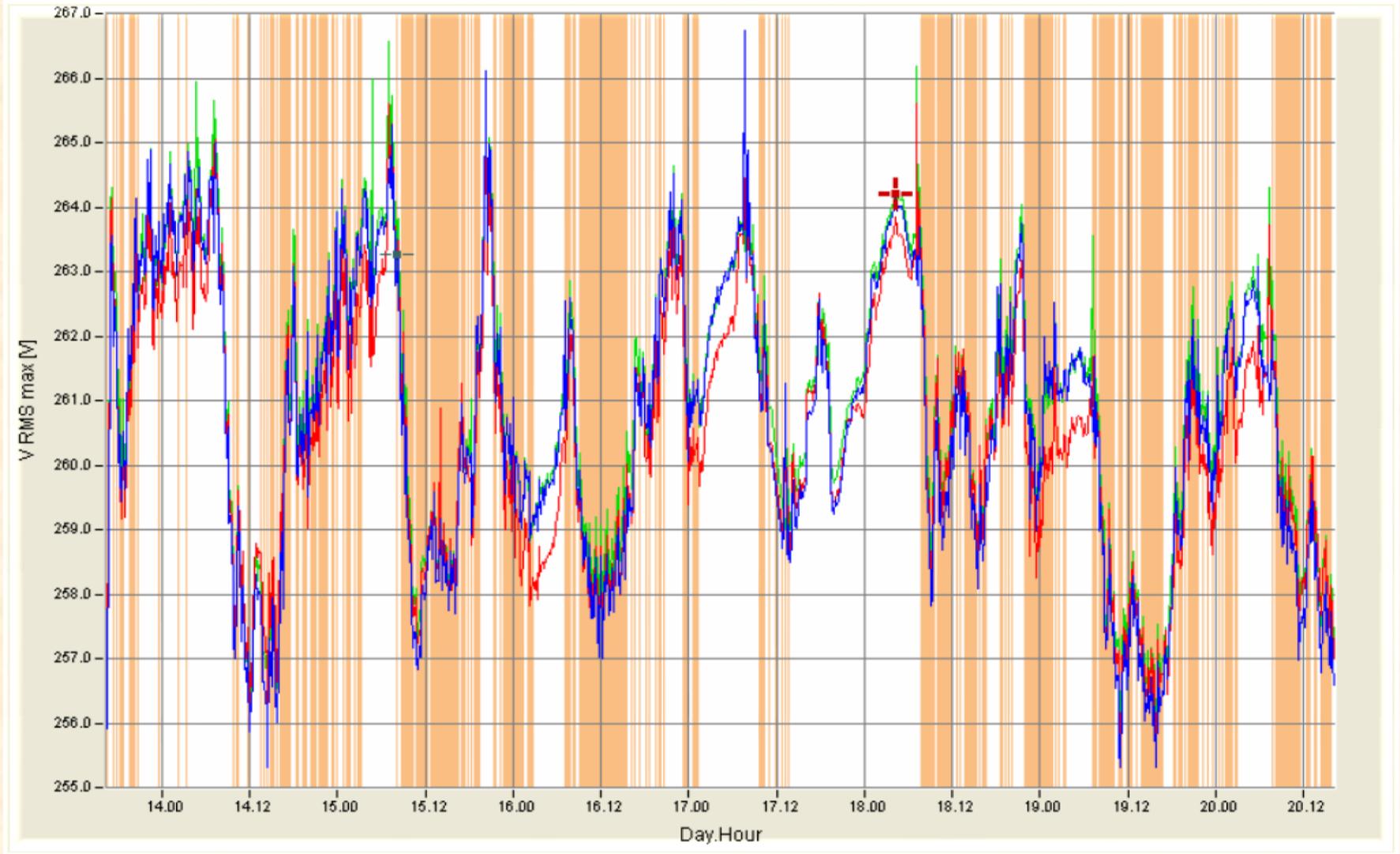
Salto de tensión (swell)



Salto de tensión (swell)



Salto de tensión (swell)



Salto de tensión - conclusiones

Diciembre 2008

- $V_{max}=280.7[V]$
- Topas 1000
- Solo 3 mediciones fueron mayores a 280, por tanto no existe impacto de salto de tensión

Abril 2009

- $V_{max}=275.5[V]$
- Fluke 1760
- No existen saltos de tensión

Enero 2010

- $V_{max}=266.5[V]$
- Fluke 1760
- No existen saltos de tensión

Variaciones de larga duración

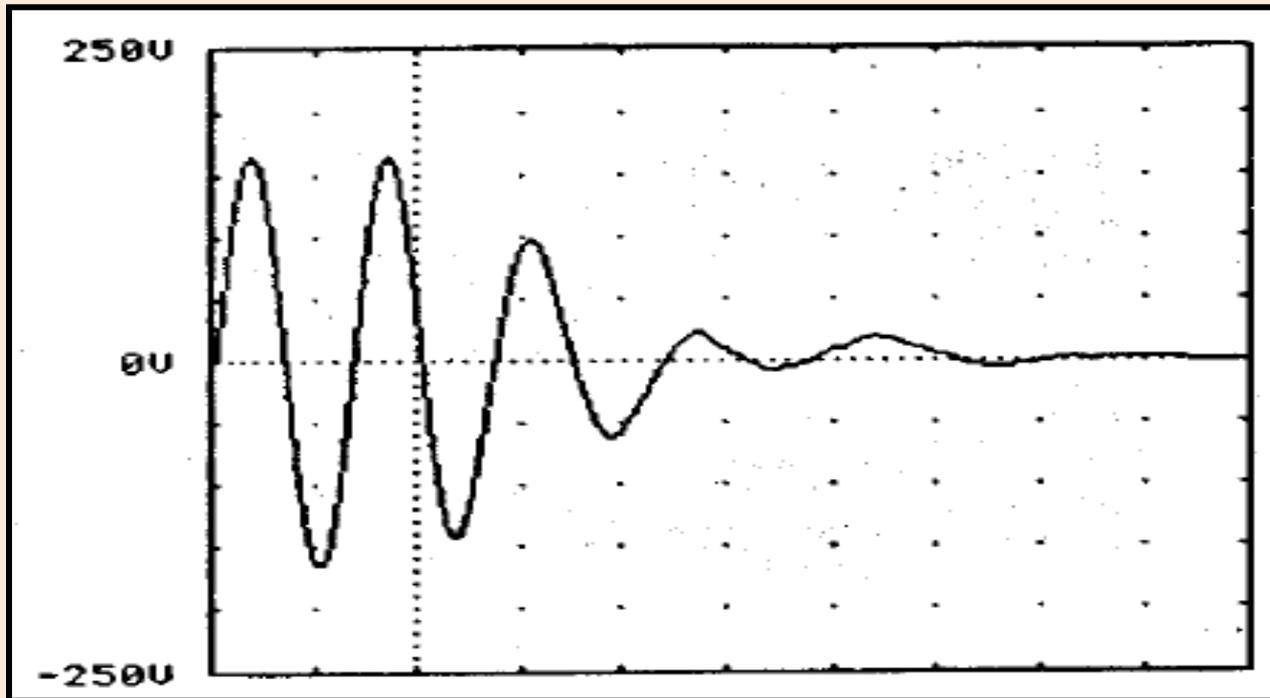
Las variaciones de larga duración tienen que ver con variaciones del valor eficaz de la tensión durante tiempos mayores a 1 minuto, es por esto que se las considera disturbios de régimen permanente.

Es normal que durante la operación del sistema de potencia se presenten desviaciones de la tensión RMS nominal debidas fundamentalmente a:

- Caídas de tensión en transformadores y alimentadores.
 - Compensación reactiva.
 - Cambios de generación y carga.
 - Cortocircuitos remotos, etc.
-

Interrupción sostenida

La interrupción sostenida se considera a la pérdida completa de voltaje por un período de tiempo mayor a un minuto.



Interrupción sostenida - conclusiones

Como se puede observar en las figuras de mínimos voltajes, este parámetro no afecta a la planta BLOQCIM S.A en todas las mediciones realizadas.



Dic-08



Abr-09



Ene-10

Subtensión

Las subtensiones son definidas como una reducción del valor eficaz de la tensión de 0,8 a 0,9 [p.u.] por un período superior a 1 minuto.

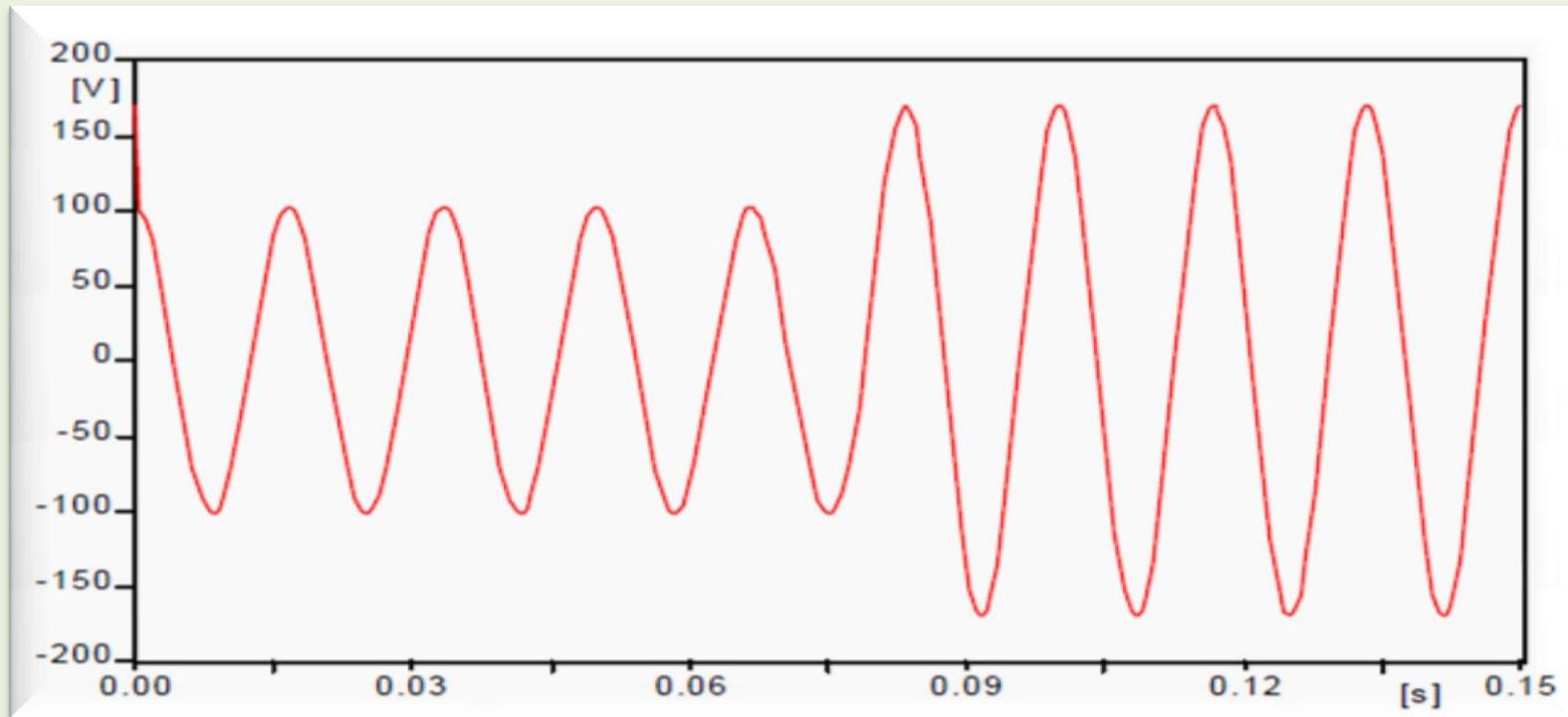
Las subtensiones producen aumento en las pérdidas de los motores de inducción, parada de la operación de dispositivos electrónicos y mal funcionamiento de los sistemas de mando de motores.

Subtensión- conclusiones

Como se puede observar en las figuras de mínimos voltajes, este parámetro no afecta a la planta BLOQCIM S.A en todas las mediciones realizadas.

Sobretensión

Las sobretensiones son caracterizadas por el aumento del valor eficaz de la tensión de 1,1 a 1,2 [p.u.] durante un tiempo superior a 1 minuto.



Sobretensión- conclusiones

Como se puede observar en las figuras de máximos voltajes, este parámetro no afecta a la planta BLOQCIM S.A en todas las mediciones realizadas.

Desequilibrio de tensión

Es definido como la razón entre la componente de secuencia negativa y la componente de secuencia positiva. La tensión de secuencia negativa en los sistemas de potencia es el resultado del desequilibrio de carga lo cual causa un flujo de corriente de secuencia negativa.

Un desequilibrio de tensión puede ser estimado como el máximo desvío de la media de las tensiones de las tres fases dividido por la media de las tensiones, expresado en forma de porcentaje. La principal fuente de desequilibrio de tensión es la conexión de cargas monofásicas en circuitos trifásicos; anomalías en bancos de capacitores.

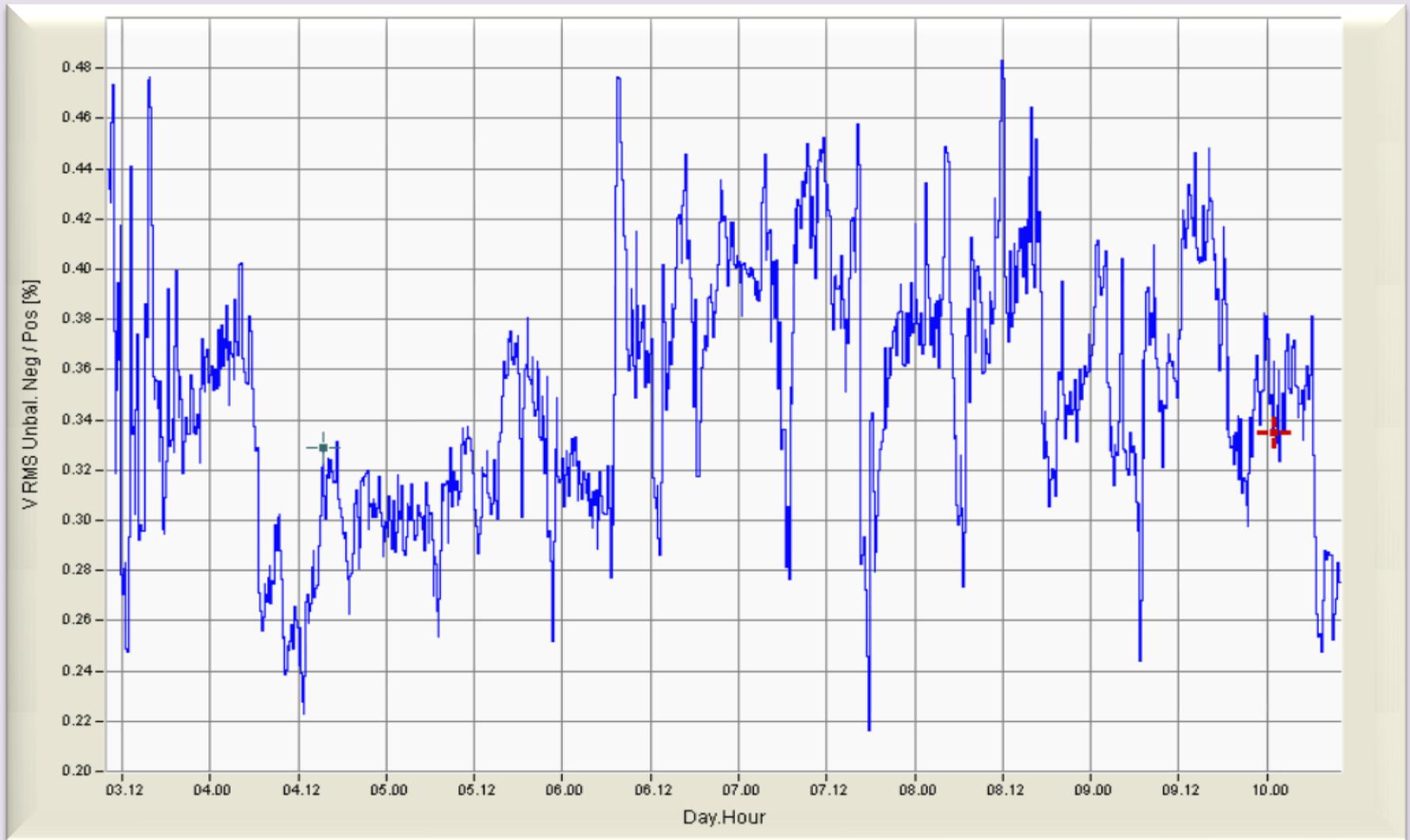
Desequilibrio de tensión

Cabe destacar que solamente para las dos últimas mediciones el equipo puede realizar automáticamente este cálculo, para la primera medición se estimó el valor.

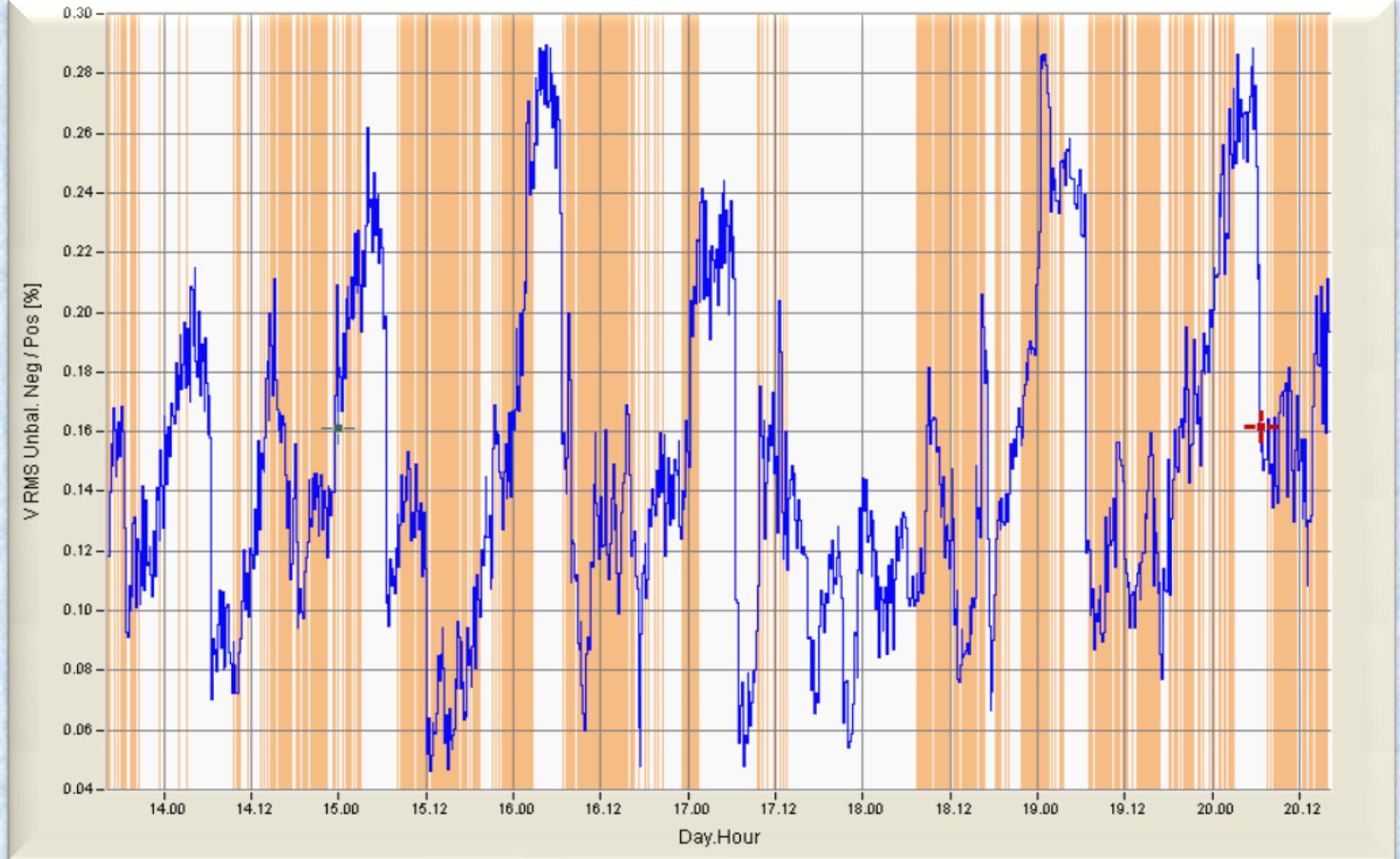
Estos valores para cada una de las mediciones son:

Diciembre 2008:	0.482%
Abril 2009:	0.386%
Enero 2010:	0.225%

Desequilibrio de tensión



Desequilibrio de tensión



Desequilibrio de tensión - conclusiones

Diciembre 2008

- =0.482%
- Topas 1000
- Existe impacto y fue por falla en un paso del banco de capacitor

Abril 2009

- =0.386%
- Fluke 1760
- No existe impacto por desequilibrios de tensión

Enero 2010

- =0.225%
- Fluke 1760
- No existe impacto por desequilibrios de tensión

Transitorios

Los transitorios de tensión son eventos indeseados de naturaleza momentánea. Muchos de estos transitorios son generados por el mismo usuario, otros son el resultado de descargas atmosféricas en la red primaria y por maniobra de equipos.

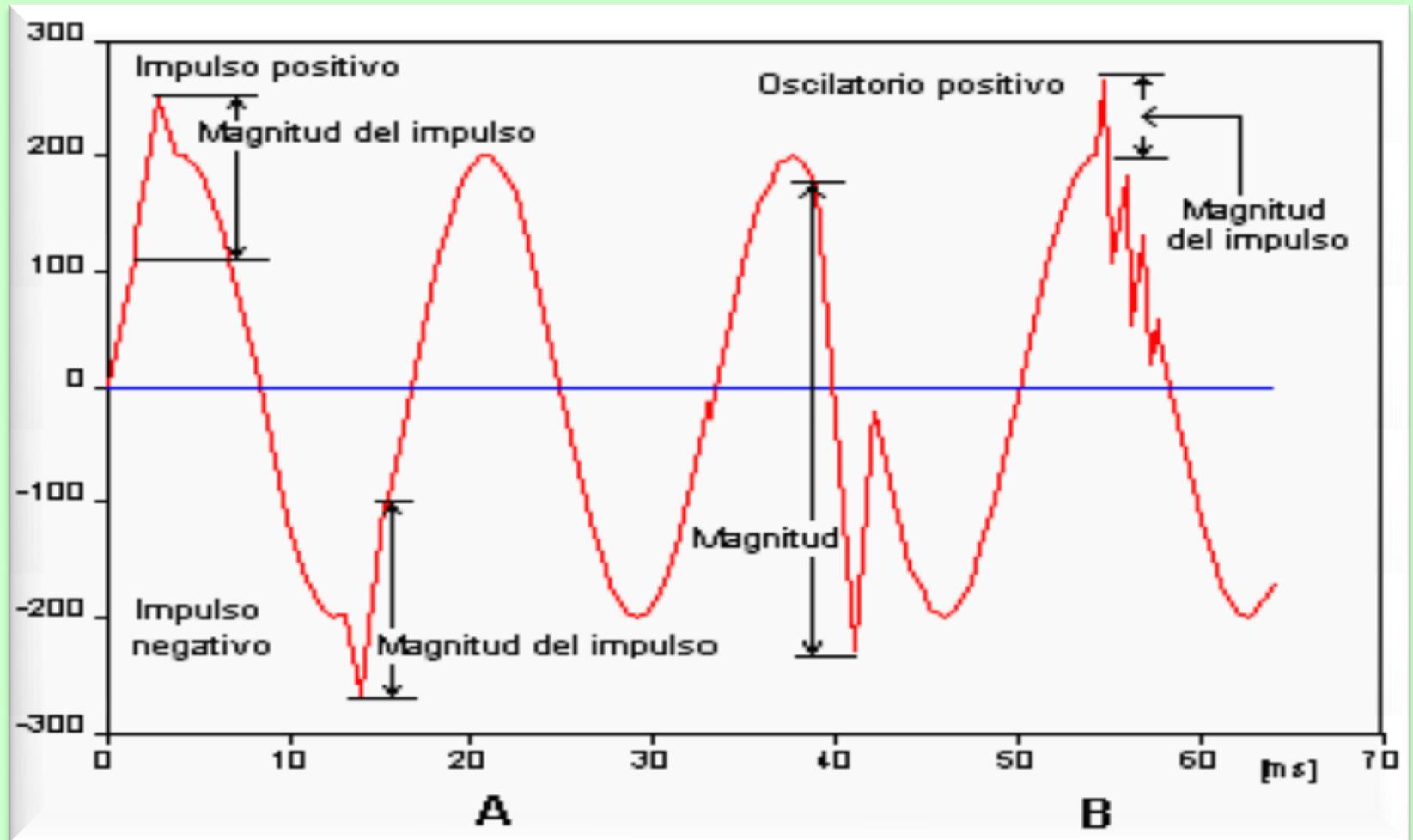
TRANSITORIOS OSCILATORIOS

Estos transitorios duran un ciclo (16.7ms) o más, y tiene frecuencias desde unos pocos cientos de ciclos hasta muchos Mhz.

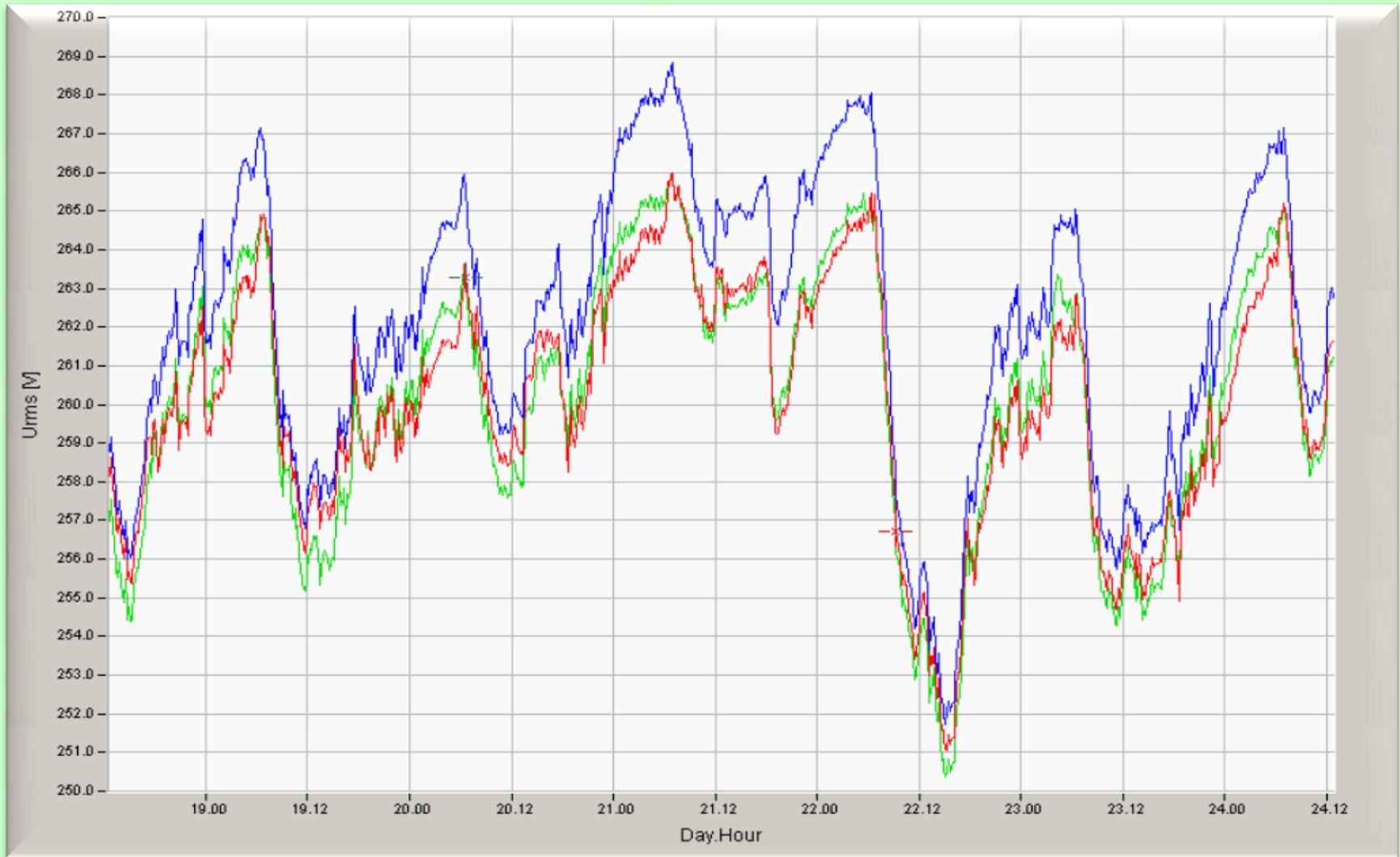
TRANSITORIOS IMPULSIVOS

Estos transitorios duran desde unos pocos microsegundos hasta 200 microsegundos.

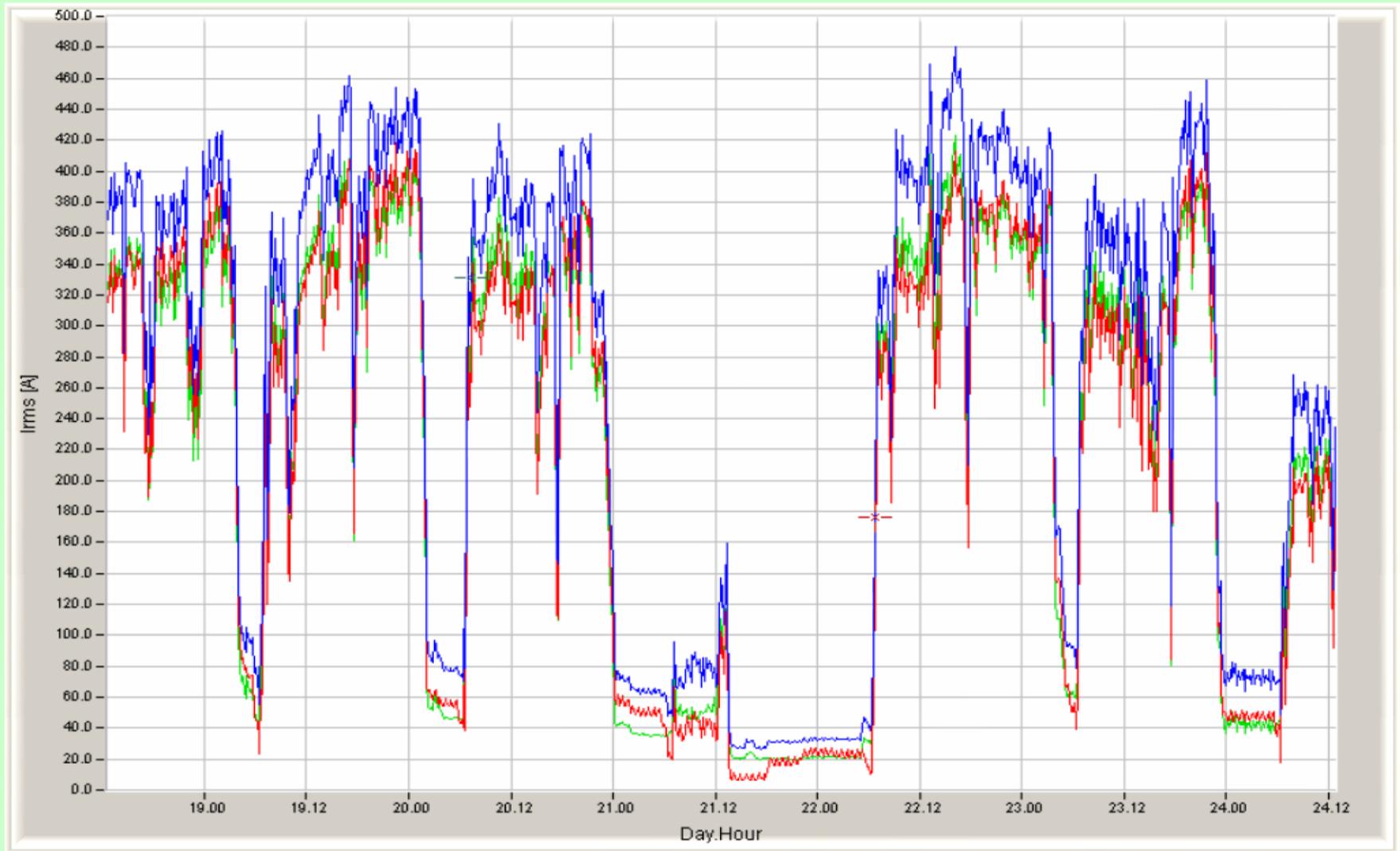
TRANSITORIOS



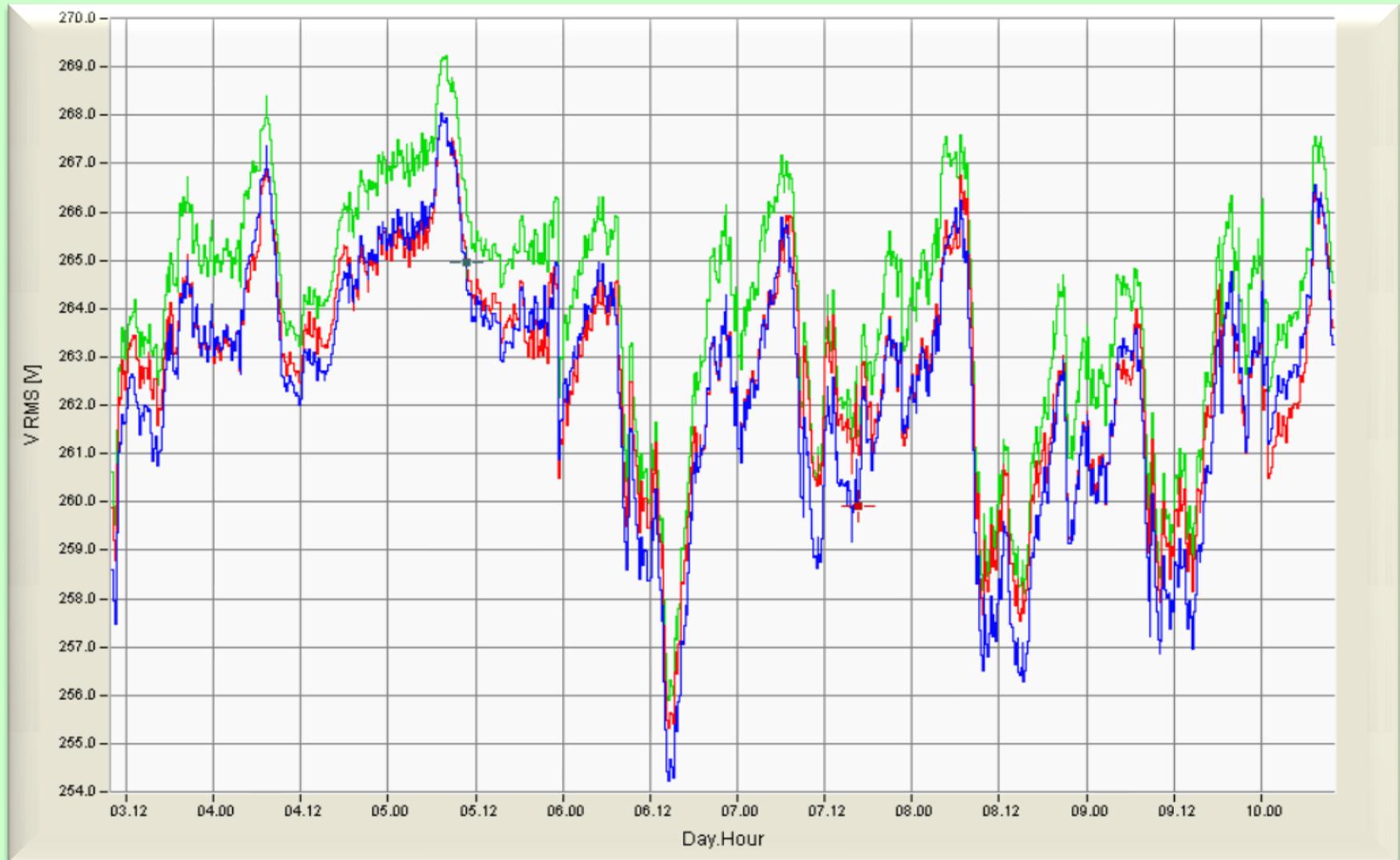
Transitorios oscilatorio [V]



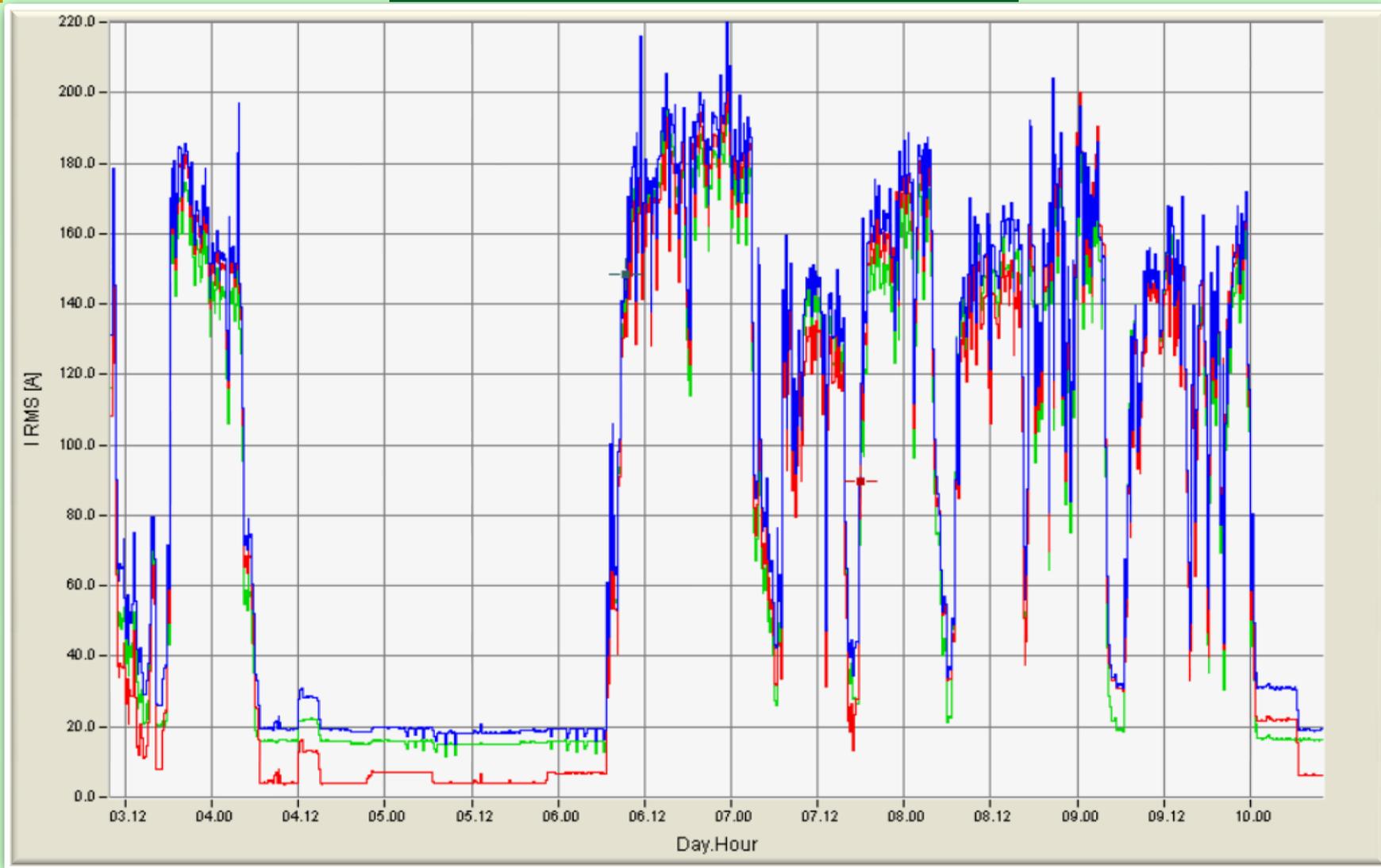
Transitorios oscilatorio [I]



Transitorios oscilatorio [V]

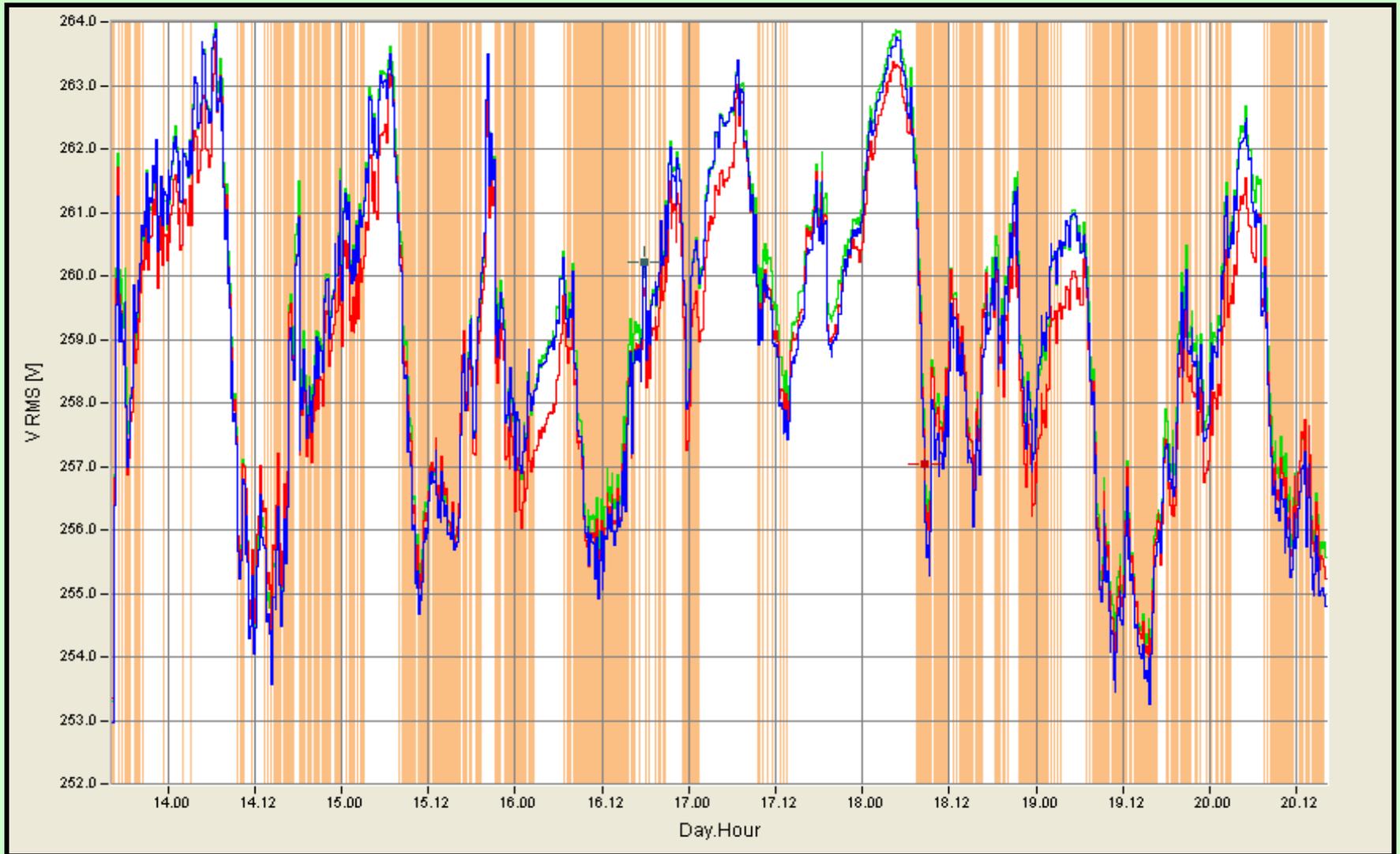


Transitorios oscilatorio [I]

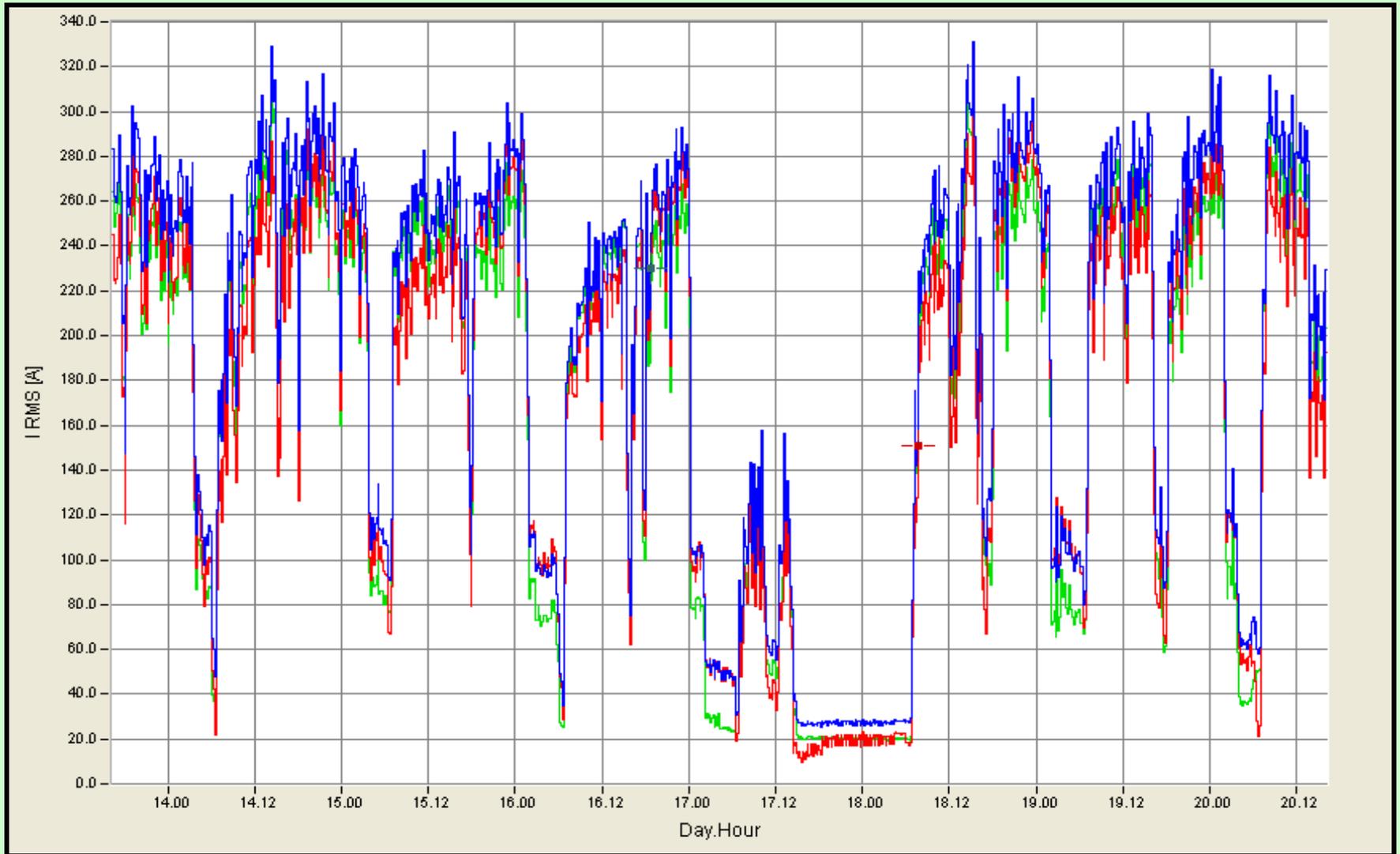


ABRIL 2009 BLOQCIM S.A

Transitorios oscilatorio [V]



Transitorios oscilatorio [I]



Transitorios - conclusiones

Como se pudo observar los valores siempre se mantiene de la misma polaridad, por lo que no existe transitorio oscilatorio en ninguna de las mediciones realizadas.

De igual forma se puede concluir que no existe transitorios impulsivos por lo que no hay impulsos relevantes en la tensión.

Armónicos

Un armónico puede ser definido como “un componente sinusoidal de una onda periódica o cantidad que tiene una frecuencia que es un múltiplo entero de una frecuencia fundamental”. Es decir, un armónico se entiende como tensiones y/o corrientes presentes en un sistema eléctrico a un múltiplo de la frecuencia fundamental (180, 300, 420, 540, 600Hz, etc.).

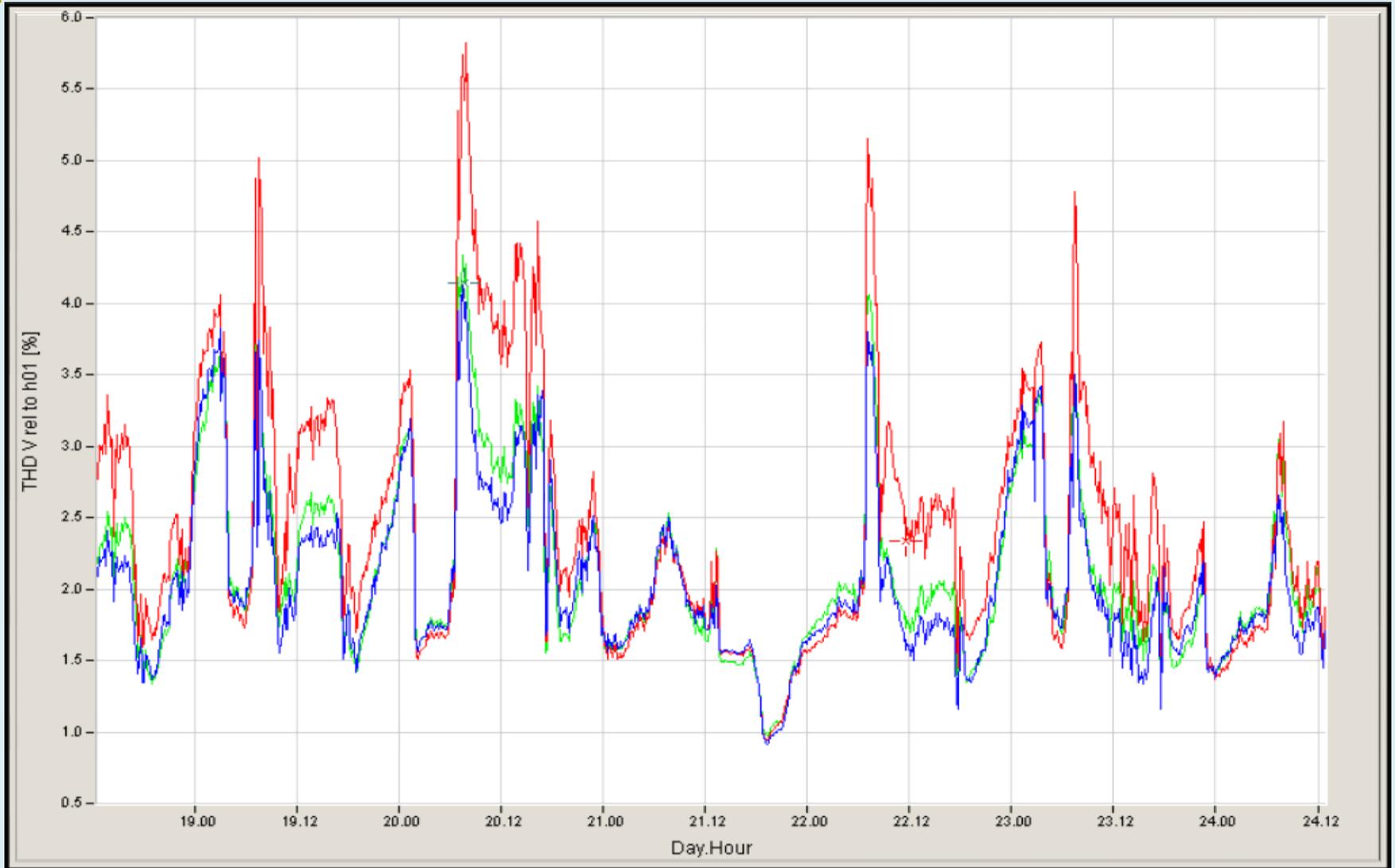
Armónicos - datos

Para el análisis de armónicos de corriente que permita realizar un control en cada una de las presentes mediciones en este estudio, se tomó en consideración la siguiente norma internacional:

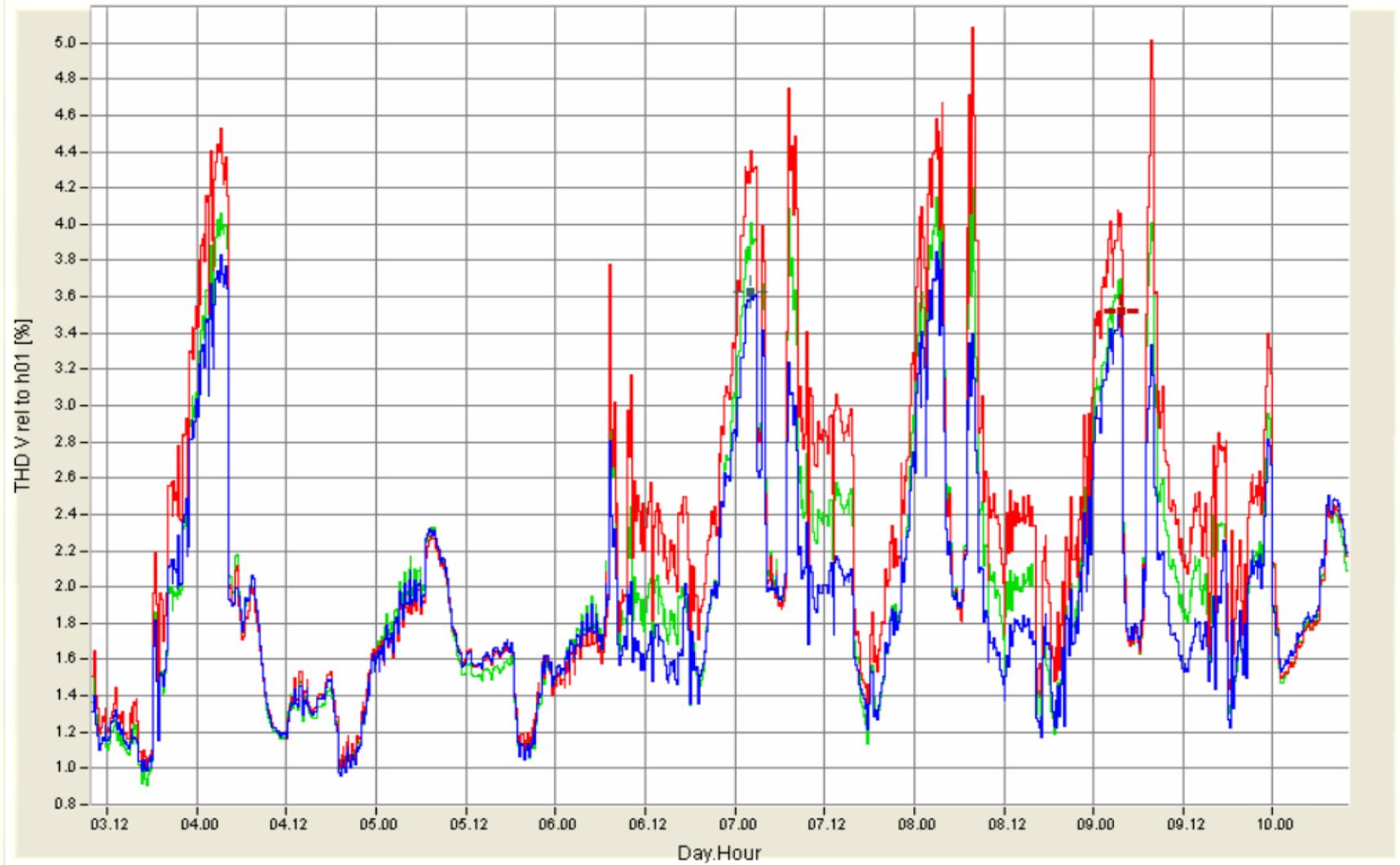
IEEE – Standard -519-1992: “Específica valores máximos del THD de corriente, este valor debe ser como máximo de 20% de la fundamental, para considerar afectado el sistema, el número de datos que sobrepasan el valor máximo (20%) deben superar el 5% de las mediciones tomadas.”

Para el análisis de armónicos de voltaje el THD de voltaje límite debe ser de 8% de la fundamental. (CONELEC 004/01).

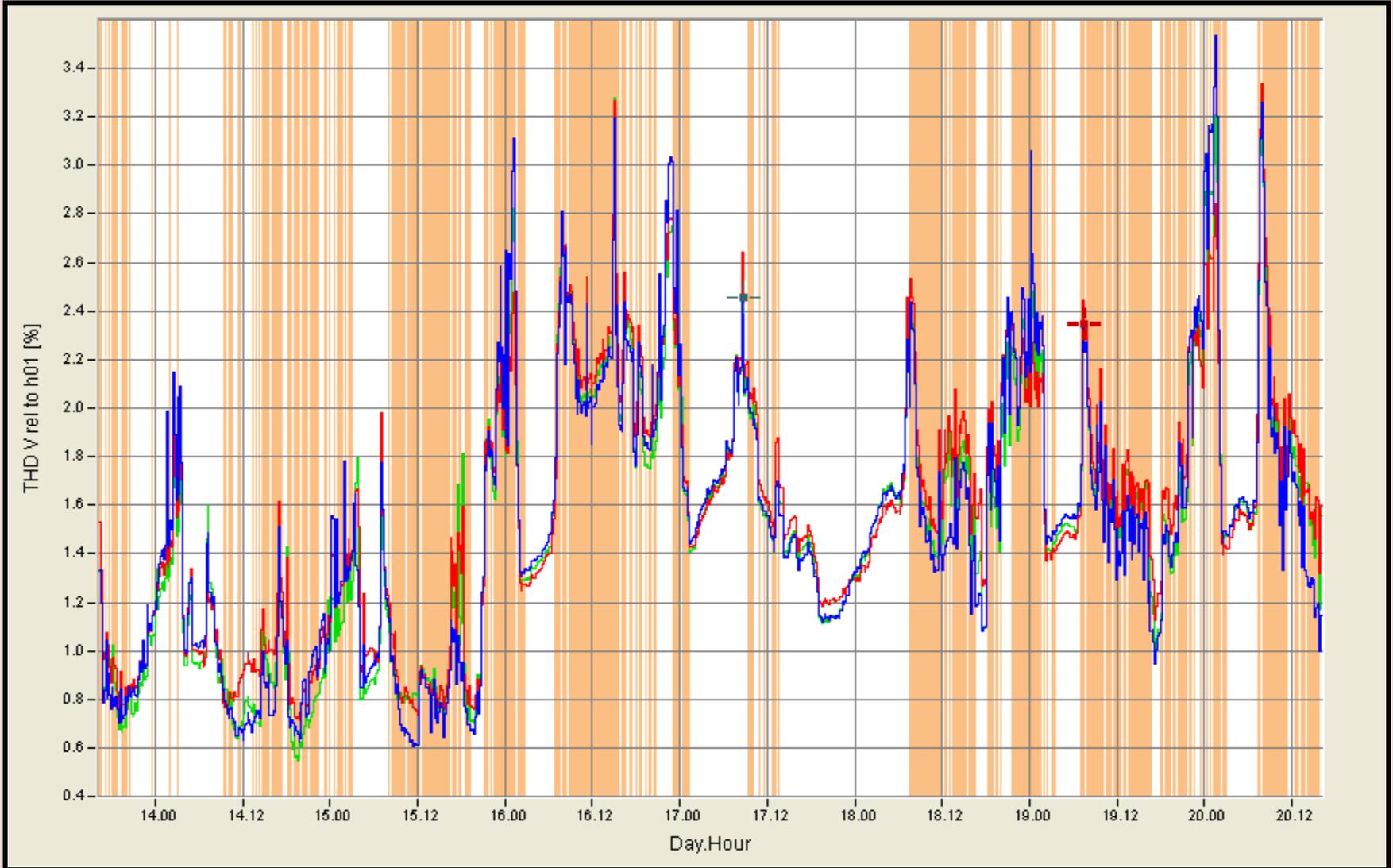
Armónicos [V]



Armónicos [V]



Armónicos [V]



Armónicos [V] - conclusiones

Diciembre 2008

- THDmax=5.75%
- Topas 1000
- No existe problemas de armónicos

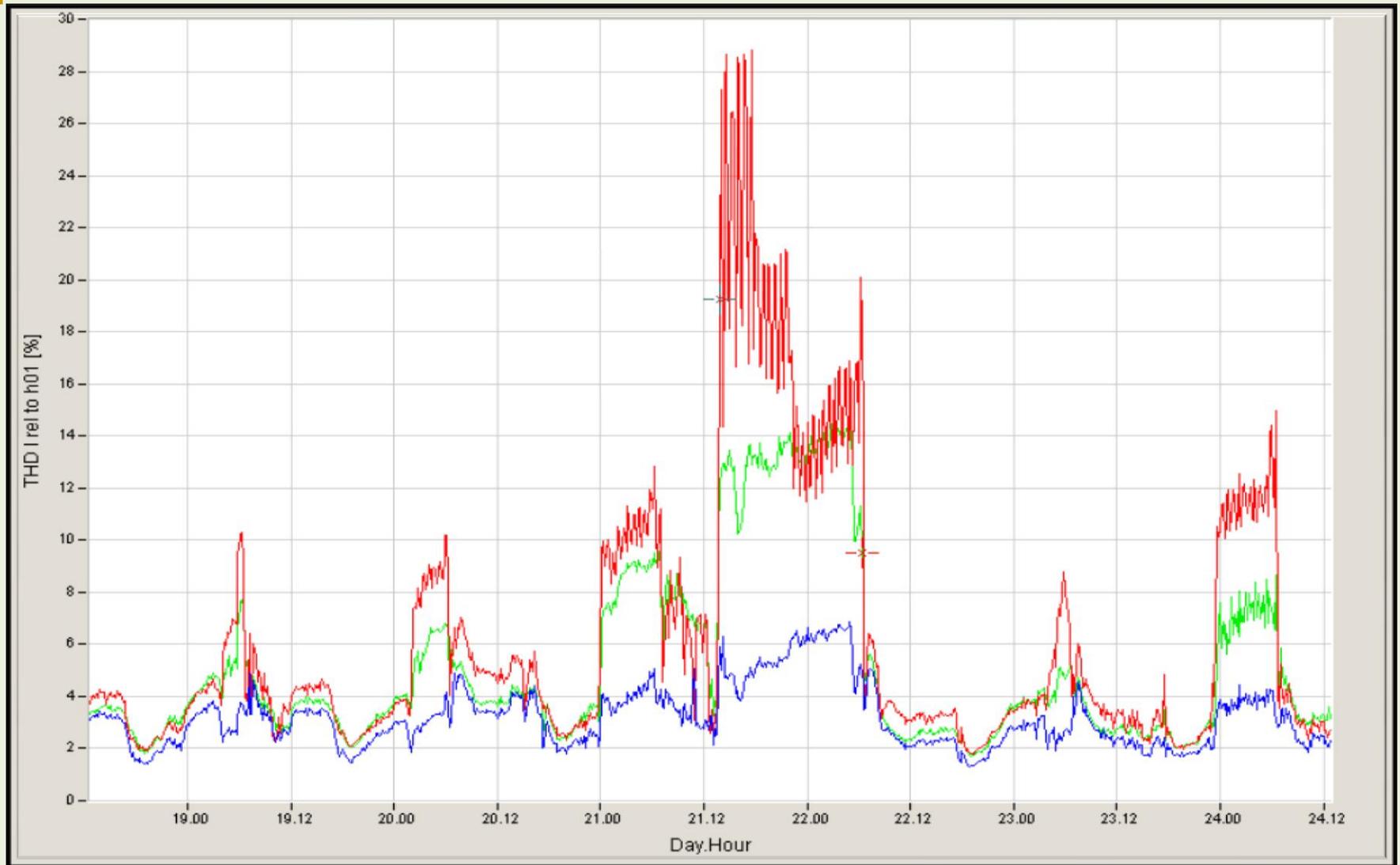
Abril 2009

- THDmax=5.1%
- Fluke 1760
- No existen problemas de armónicos

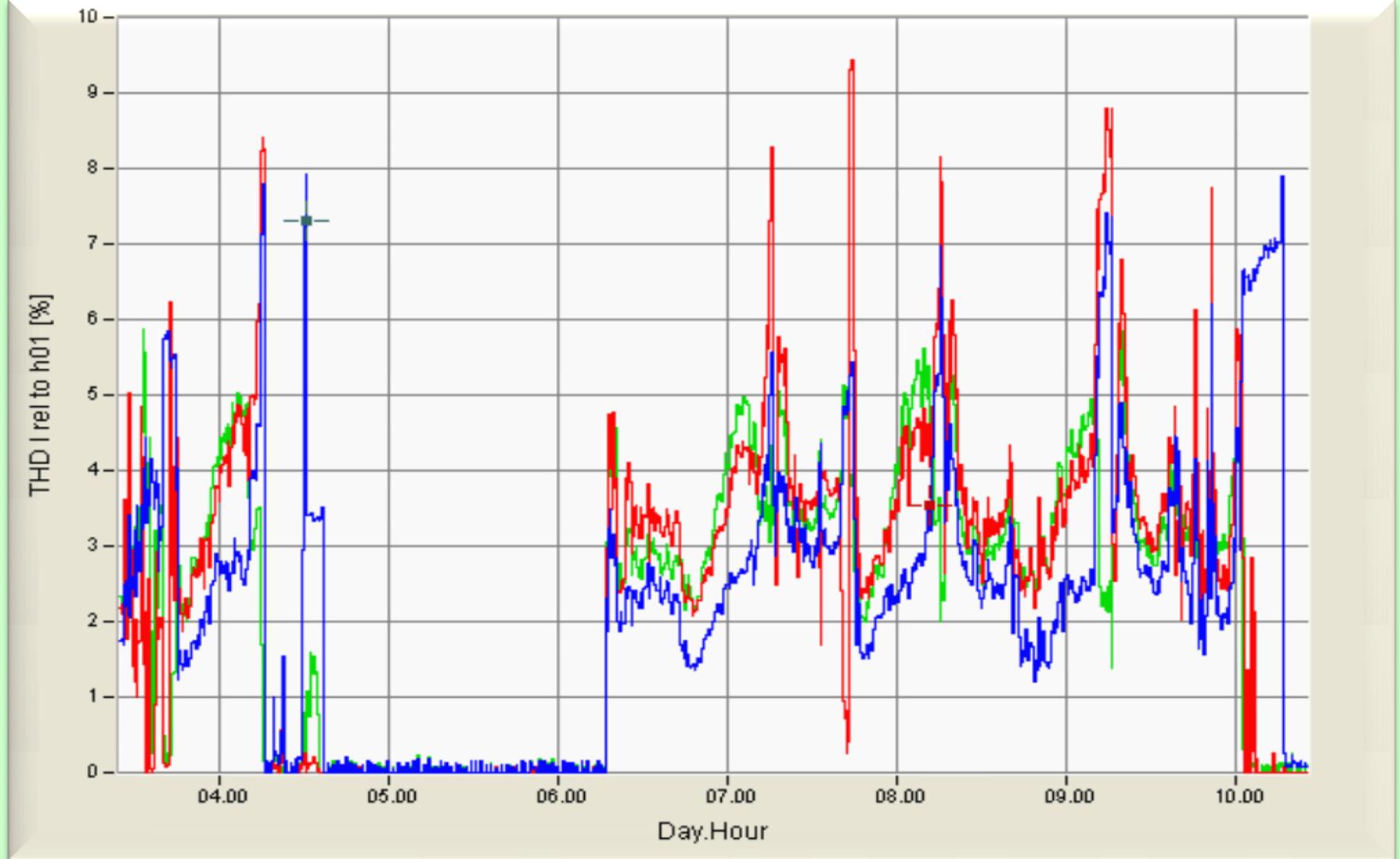
Enero 2010

- THDmax=3.5%
- Fluke 1760
- No existen problemas de armónicos

Armónicos [I]

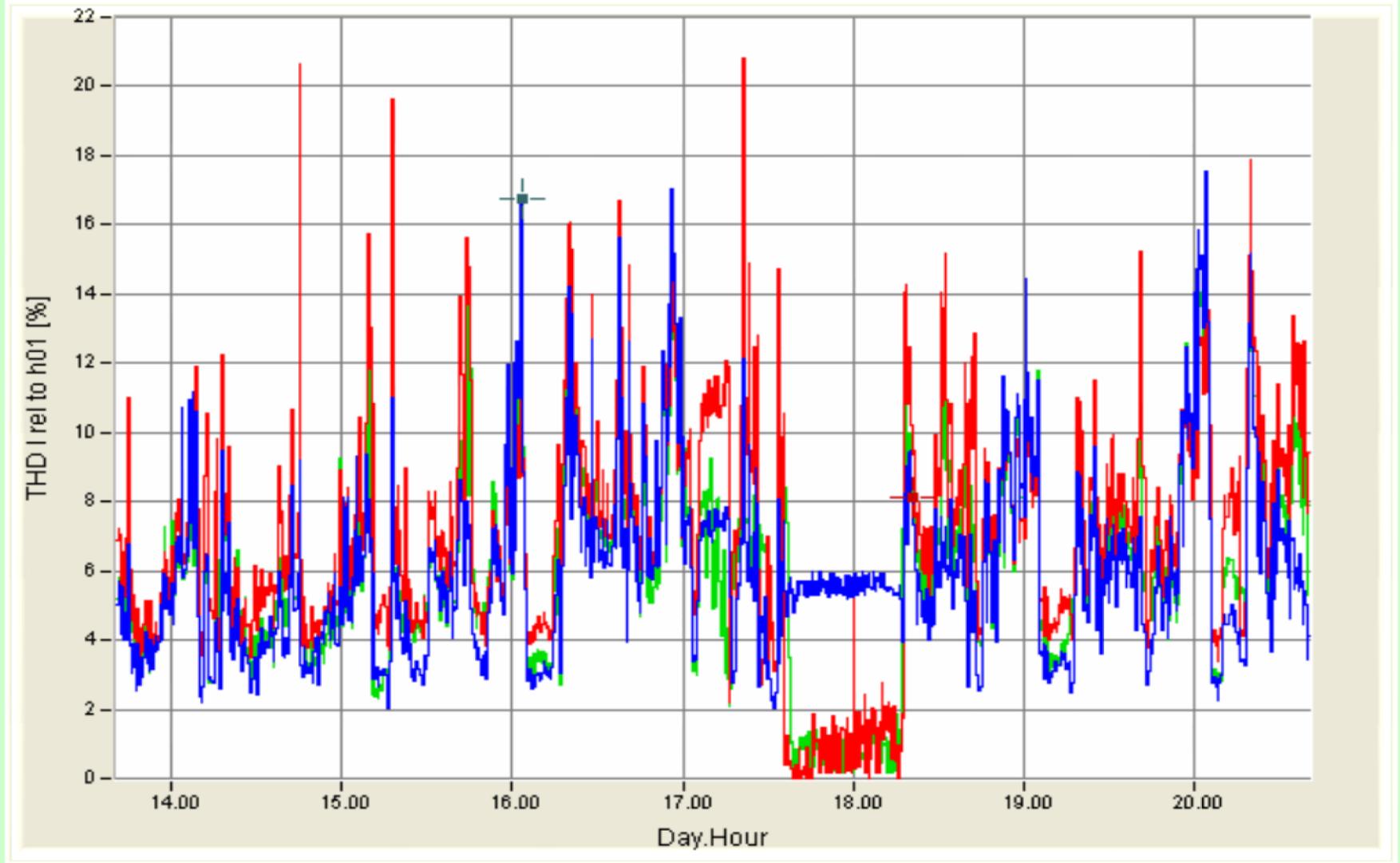


Armónicos [I]



ABRIL 2009 BLOQCIM S.A

Armónicos [I]



Armónicos [I] - conclusiones

Diciembre 2008

- $THD(I_2)=3.58\%$
- Topas 1000
- No existe problemas de armónicos

Abril 2009

- $THD=0.0\%$
- Fluke 1760
- No existen problemas de armónicos

Enero 2010

- $THD(I_2)=0.20\%$
- Fluke 1760
- No existen problemas de armónicos

Corte

Un corte es una conmutación u otro disturbio en la forma de onda de voltaje del sistema con duración menor a medio ciclo la cual es inicialmente opuesta en polaridad a la forma de onda normal, siendo por lo tanto substractiva en términos de la amplitud. Incluye la pérdida completa de voltaje por medio ciclo.

Corte - conclusiones

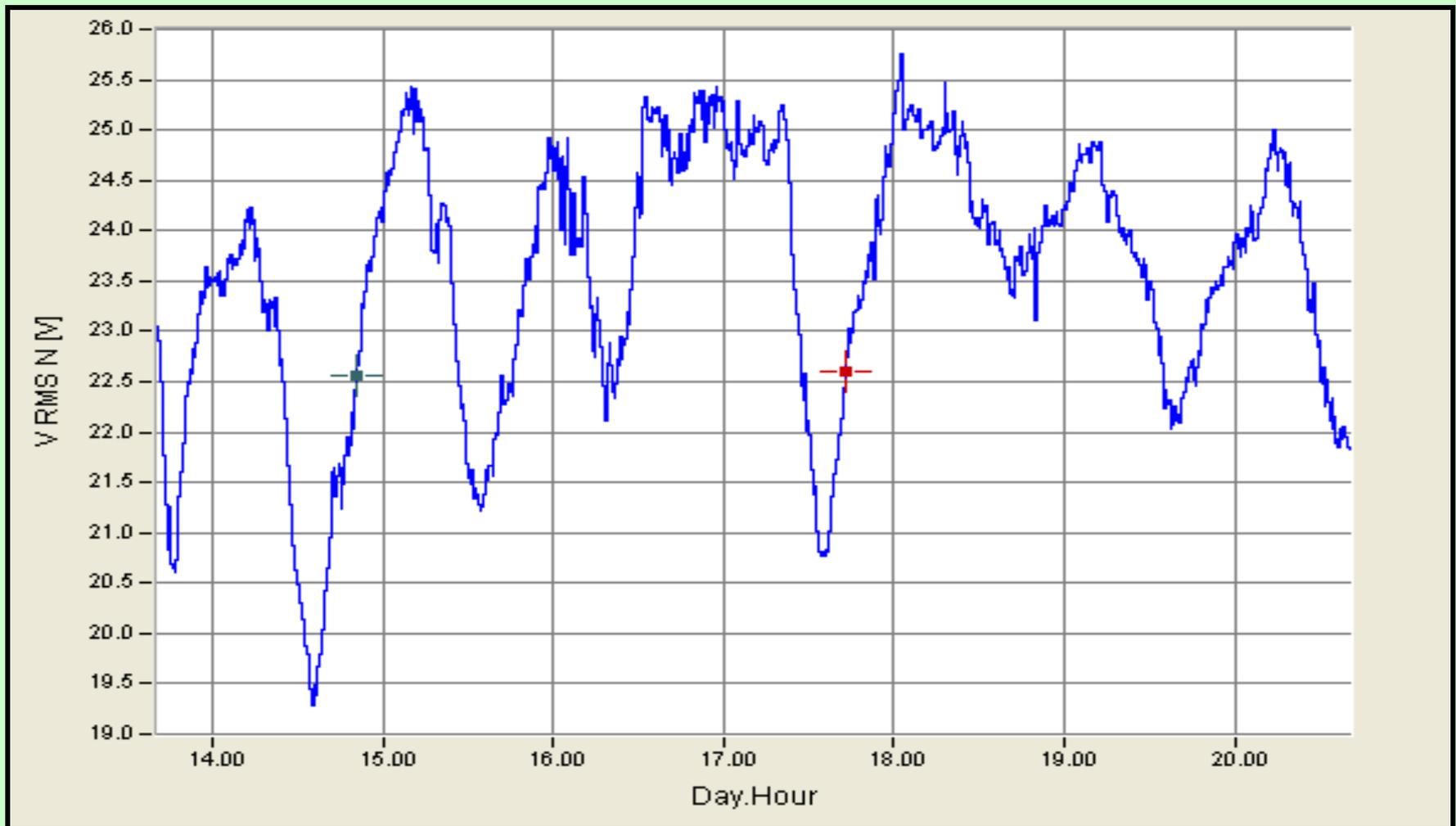
Como no existe un disturbio o corte periódico de tensión nominal de los equipos, cuando la corriente es conmutada de una fase a otra se puede determinar que no existen corte de tensión en BLOQCIM S.A

Ruido

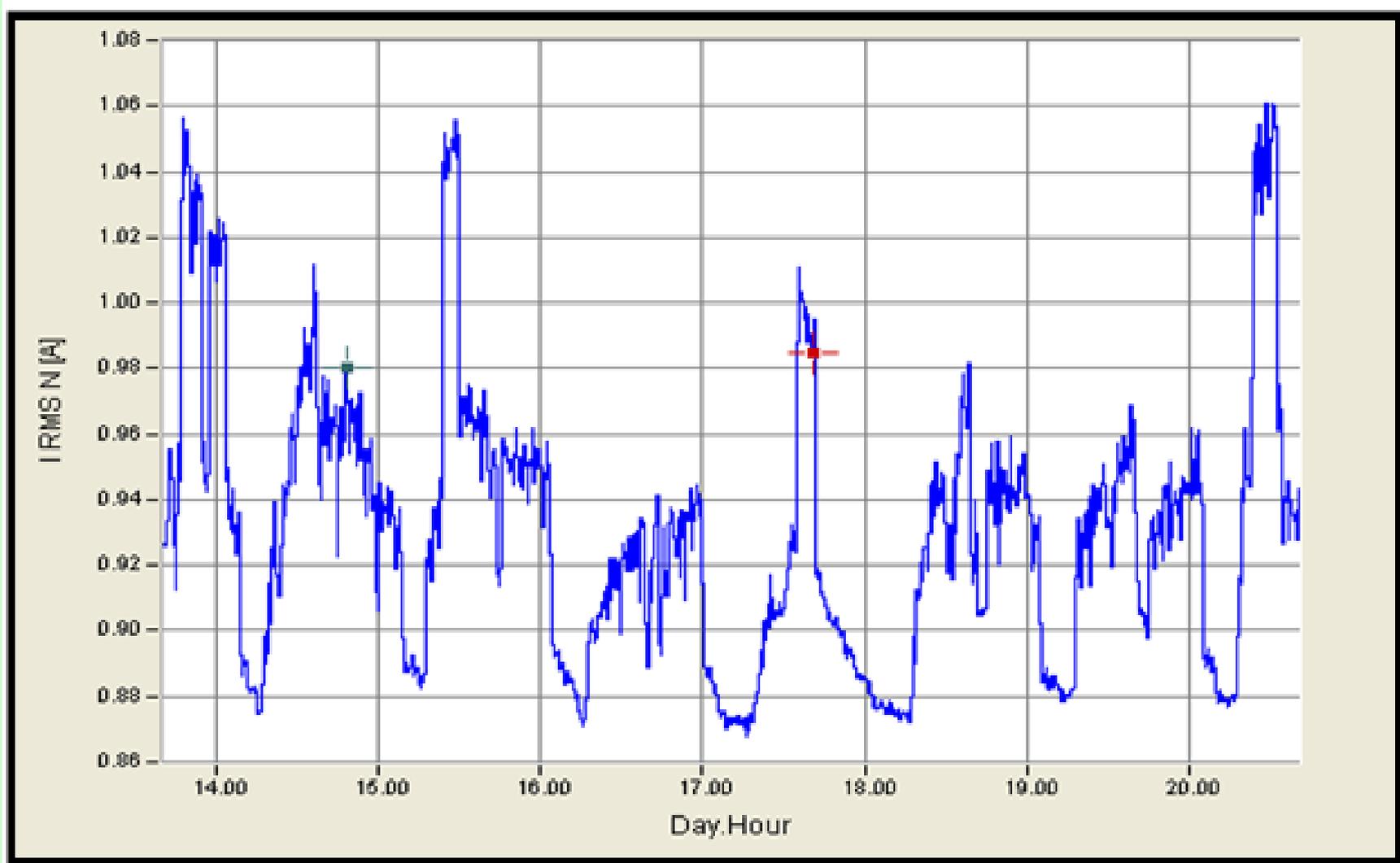
El ruido es la distorsión (no necesariamente periódica) de la forma senoidal del voltaje.

Este es debido a maniobra, transmisores de radio y equipo industrial de arco eléctrico.

Ruido



Ruido



Ruido - conclusiones

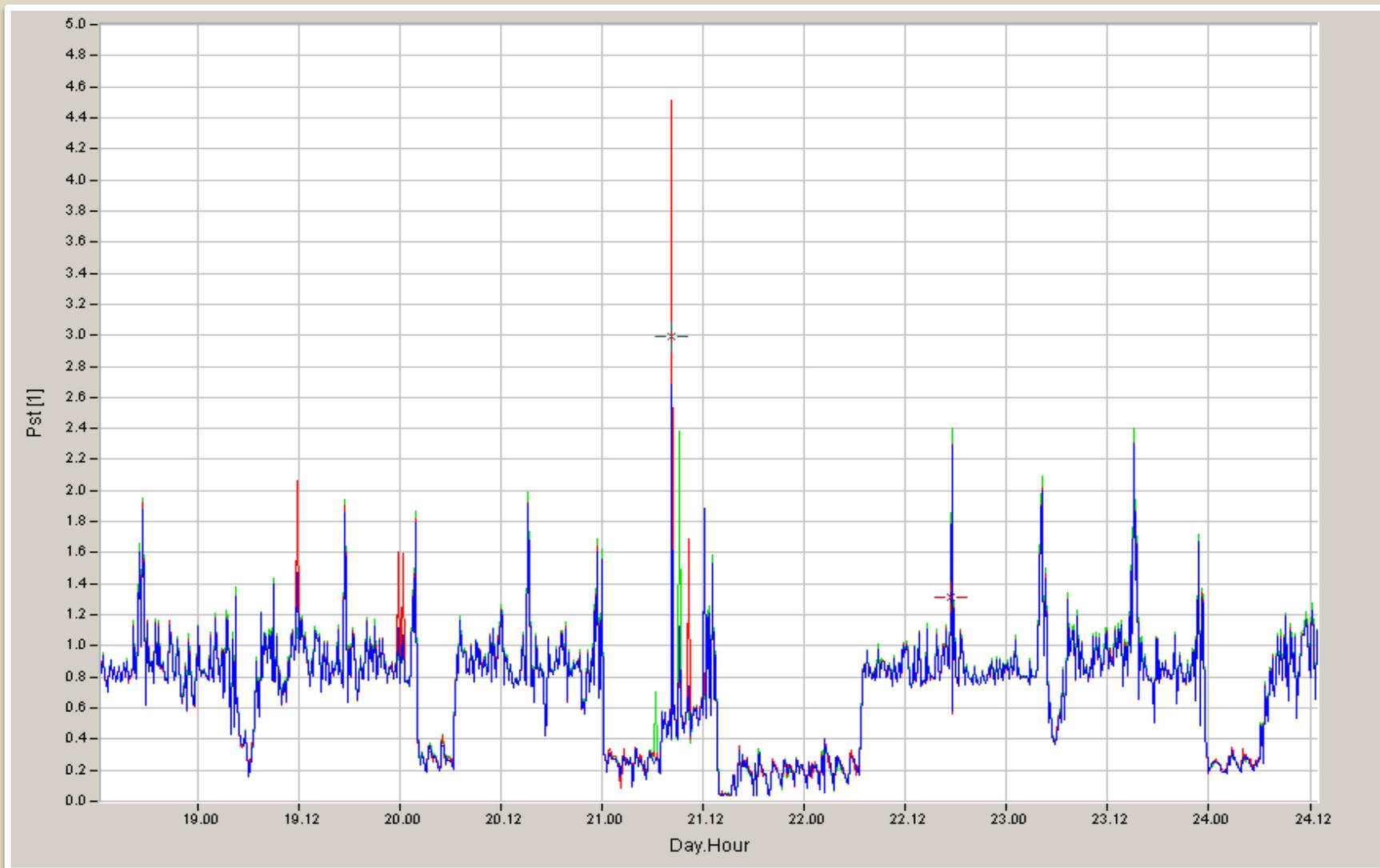
A pesar de existir presencia de voltaje y corriente en el conductor de neutro se puede determinar que no existen ruido en BLOQCIM S.A., ya que el contenido del mismo no influye en el proceso de la planta. Lo que se sugiere a BLOQCIM es revisar su sistema de puesta a Tierra.

Fluctuaciones de tensión (Flickers)

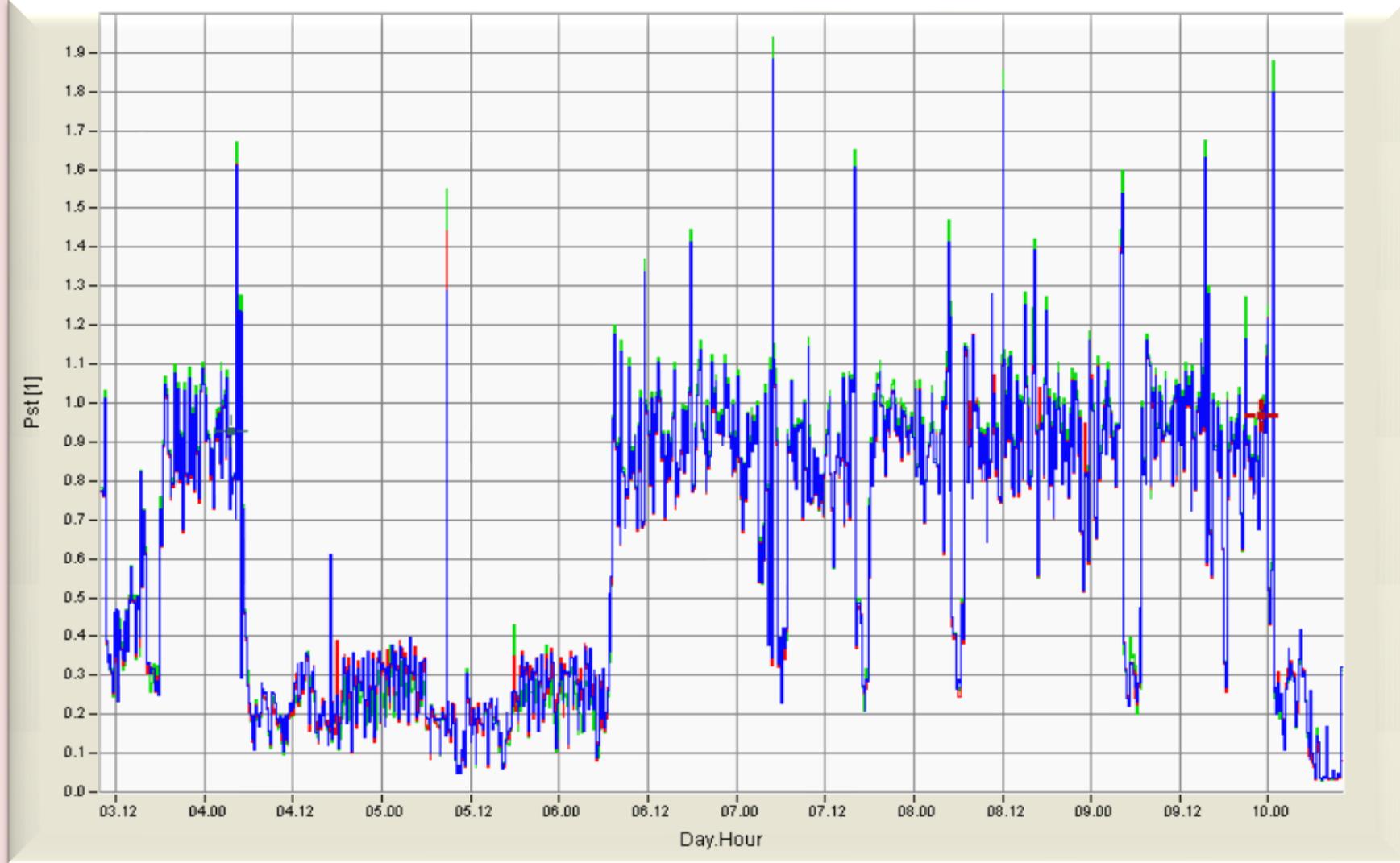
Las fluctuaciones de tensión son debidas principalmente al consumo variable de potencia reactiva, la severidad de estas fluctuaciones es mayor entre más débil sea la red; la fortaleza del sistema se mide en términos de su capacidad de corto circuito en el punto de acople común con la red.

Se considera el limite $P_{st}=1$ como el tope de irritabilidad asociado a la fluctuación máxima de luminancia que puede soportar el ojo humano.

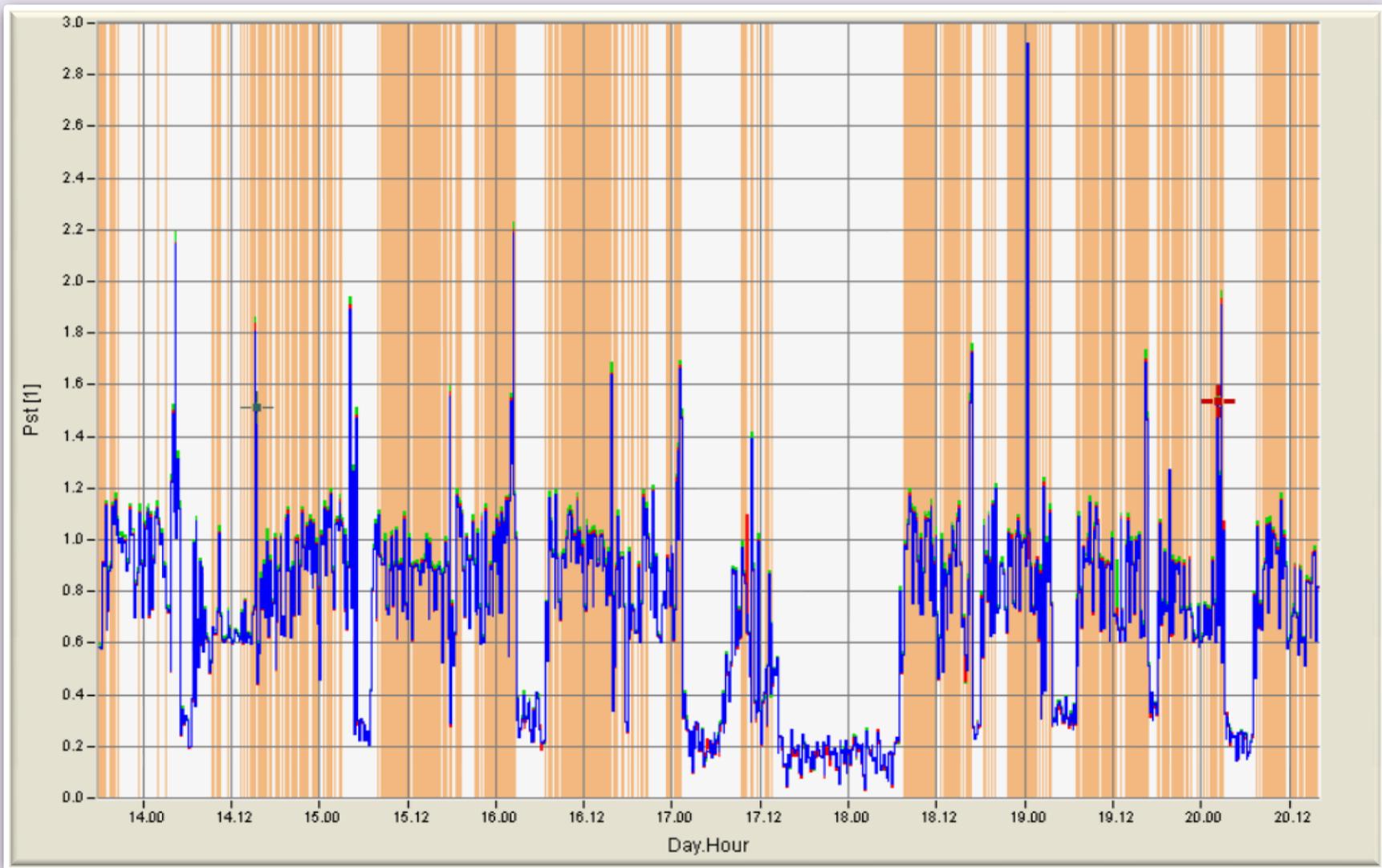
Flickers



Flickers



Flickers



Flickers - conclusiones

DICIEMBRE
2008

- FASE 1=17%
- FASE 2=18%
- FASE 3=19%

EXISTEN PROBLEMAS DE
FLICKERS

ABRIL
2009

- FASE 1=13%
- FASE 2=13%
- FASE 3=17%

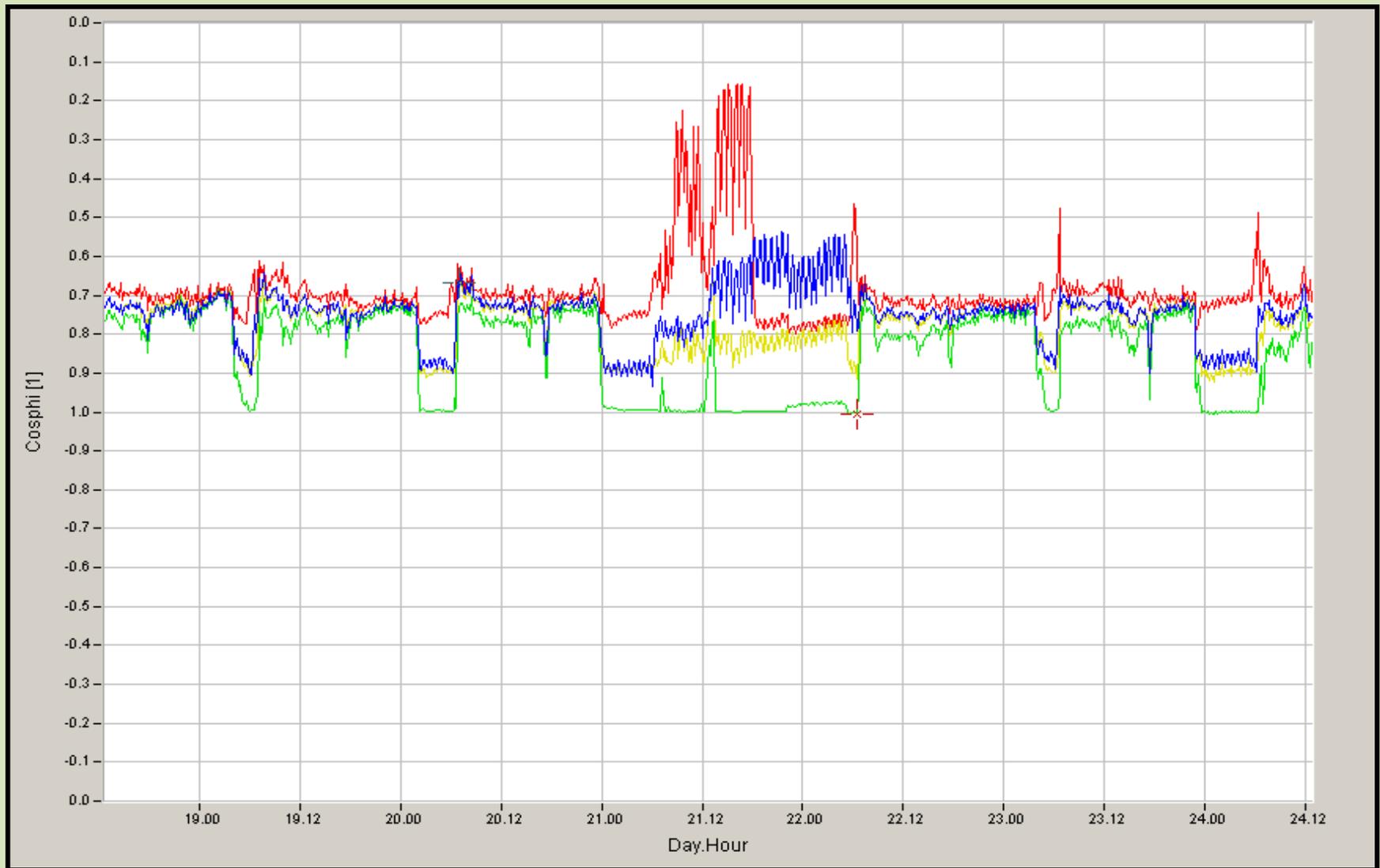
EXISTEN PROBLEMAS DE
FLICKERS

ENERO 2010

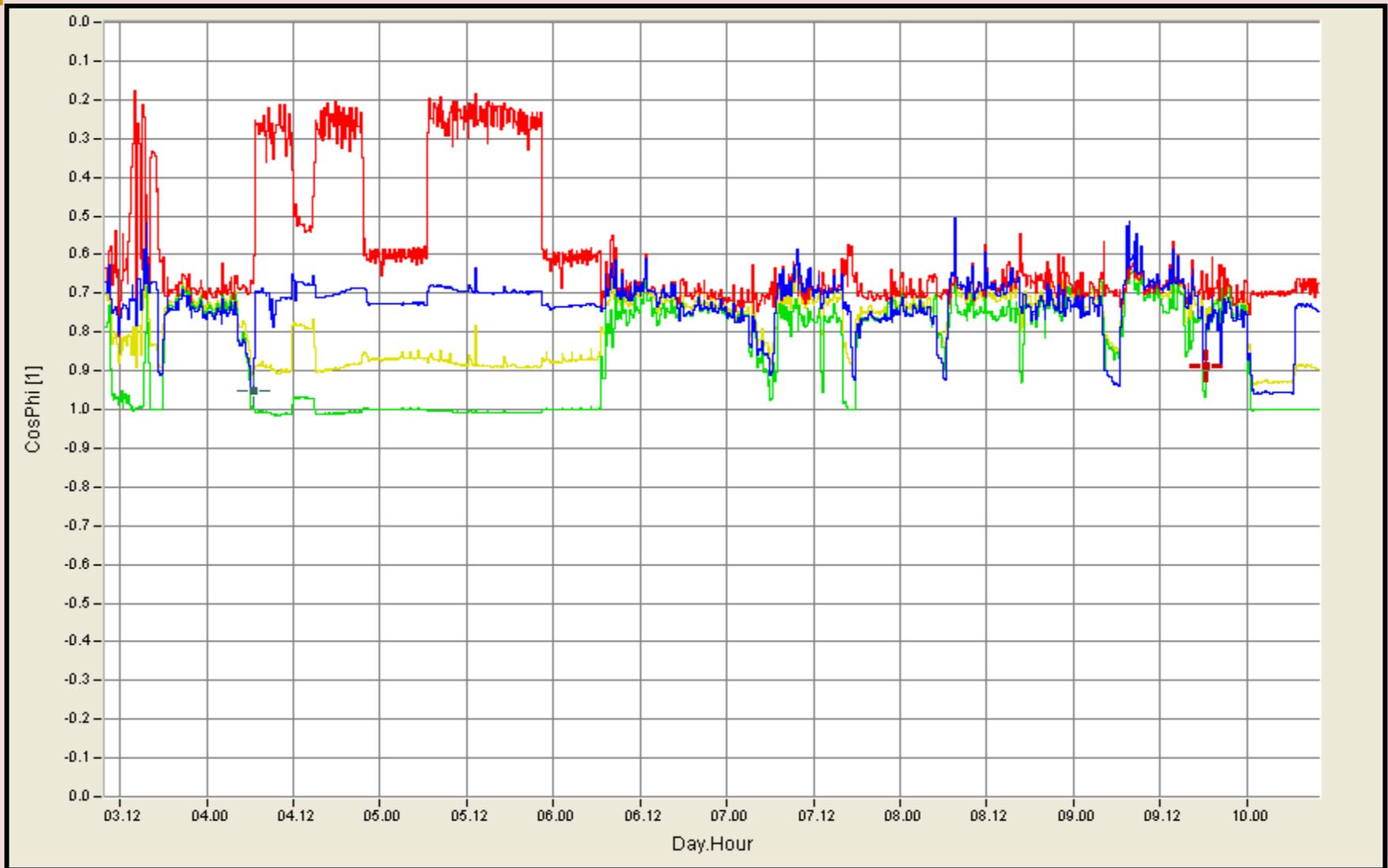
- FASE 1=19%
- FASE 2=19%
- FASE 3=22%

EXISTEN PROBLEMAS DE
FLICKERS

Factor de potencia

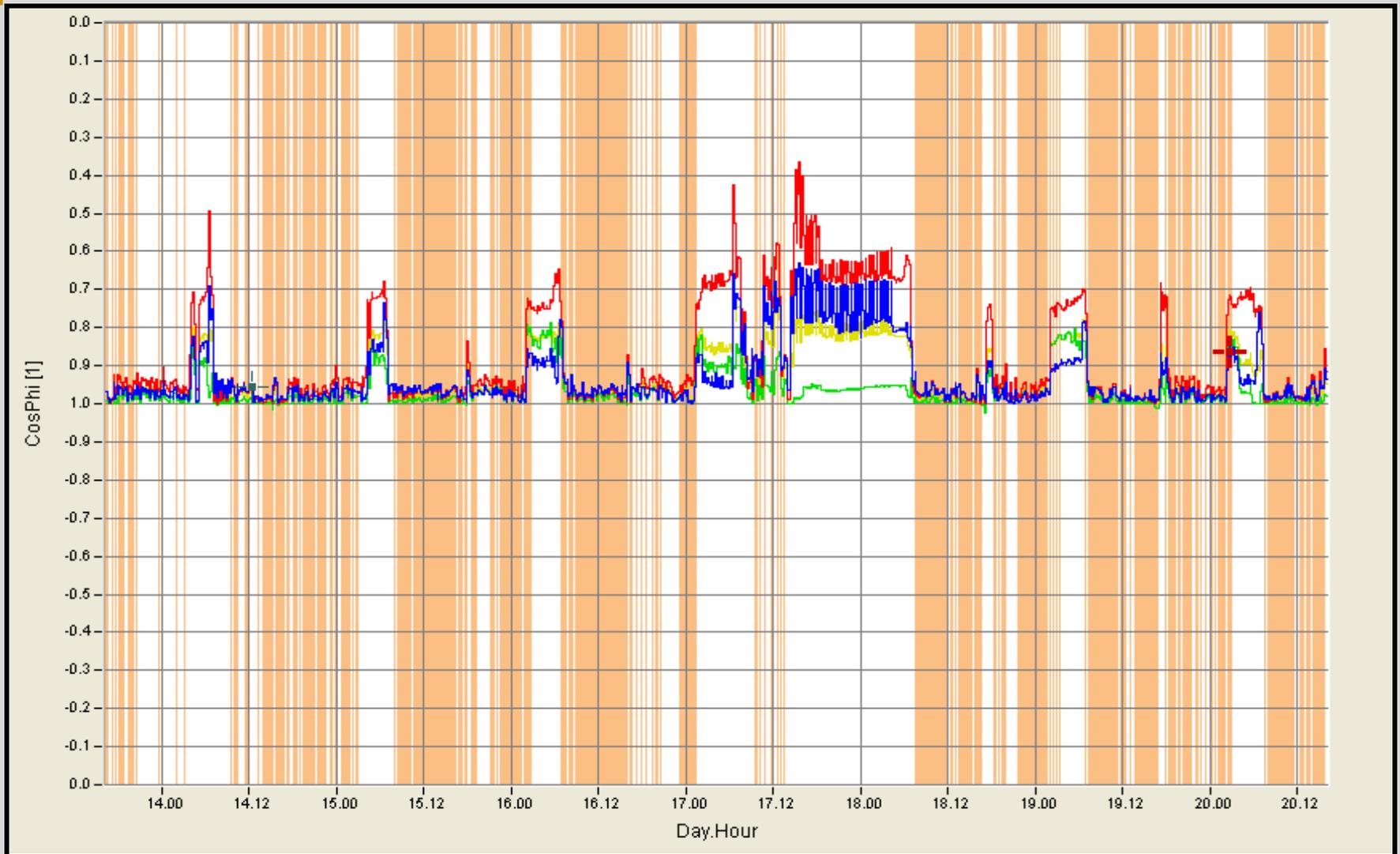


Factor de potencia



ABRIL 2009 BLOQCIM S.A

Factor de potencia



Factor de potencia - conclusiones

DICIEMBRE
2008

- Fp max=0.92
 - Fp promedio=0.77
 - Fp<0.92=100%
- Fp min=0.63

ABRIL
2009

- Fp max=0.93
 - Fp promedio=0.78
 - Fp<0.92=97%
- Fp min=0.53

ENERO
2010

- Fp max=0.99
 - Fp promedio=0.93
 - Fp<0.92=30%
- Fp min=0.69

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

GRACIAS