



Informe de análisis de los datos registrados – 09/12/2009

Punto de medida	Acometida de 30kV – Línea 1		
	Tensión nominal declarada 31,5kV		
	Tensiones	Transformadores de medida 30.000/110V	
	Corrientes	Transformadores de medida 2.000/5A	

Tiempo de registro		Fecha	Hora
	Inicio	23/11/2009	11:50:00
	Fin	04/12/2009	14:15:00

Nota 1: La revisión de los resultados se realiza de acuerdo a la norma europea EN 50160:1999, apartado 3 “Características de la alimentación en Media Tensión”.

Nota 2: El registrador separa los datos en archivos de 128Mb, lo que ha producido 5 fuentes de datos en este estudio. Es ello que en las gráficas mostradas se considerará exclusivamente el periodo comprendido entre el día 23/11/2009 a las 11:50:00 y el 27/11/2009 a las 12:30:18, salvo en aquellos casos (como el estudio de eventos) en que el resto de los registros aporte información relevante.

1. Variaciones de la tensión suministrada

Según normativa: “En condiciones normales de explotación, aparte de las interrupciones, para cada periodo de una semana, el 95% de los valores eficaces de la tensión suministrada promediados en 10 minutos debe situarse en un intervalo $U_c \pm 10\%$ ”.

Suponemos una tensión nominal declarada de 31,5 kV. $U_c \pm 10\% = [28,35 \text{ kV } 34,65 \text{ kV}]$. Esto se debe al que al realizarse la medida en un punto eléctricamente cercano al transformador, es lógico observar una tensión superior a la tensión característica de la red (30kV).

En la imagen de la figura se representan los valores eficaces (medios, máximos y mínimos dentro de intervalos de 10 minutos) de la tensión suministrada.

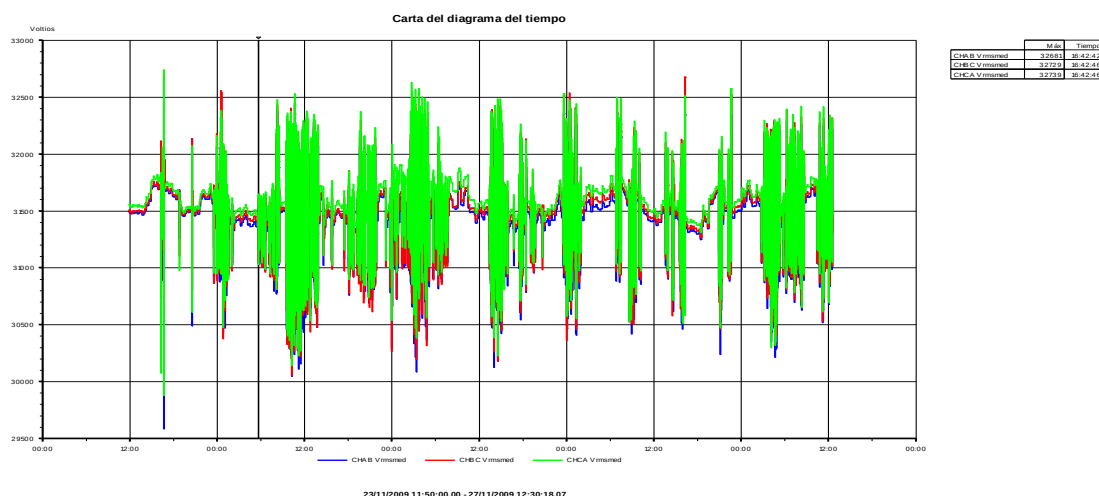


Fig. 1 - Valores eficaces medios de las tensiones de línea promediados en periodos de 10 minutos



La tensión cumple la condición fijada por la norma, al estar la tensión promediada situada en todo momento dentro del margen requerido.

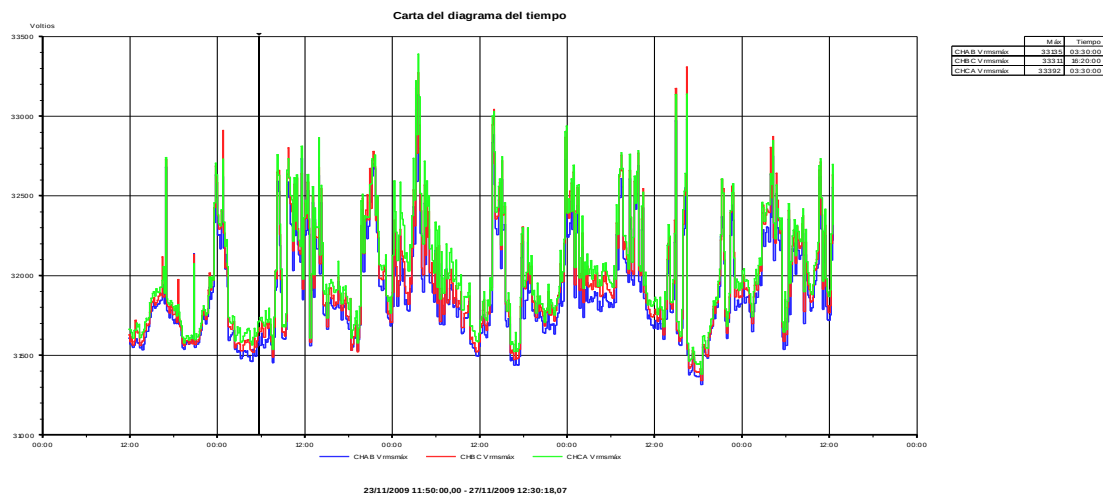


Fig. 2 - Valores eficaces máximos de las tensiones de línea promediados en periodos de 10 minutos

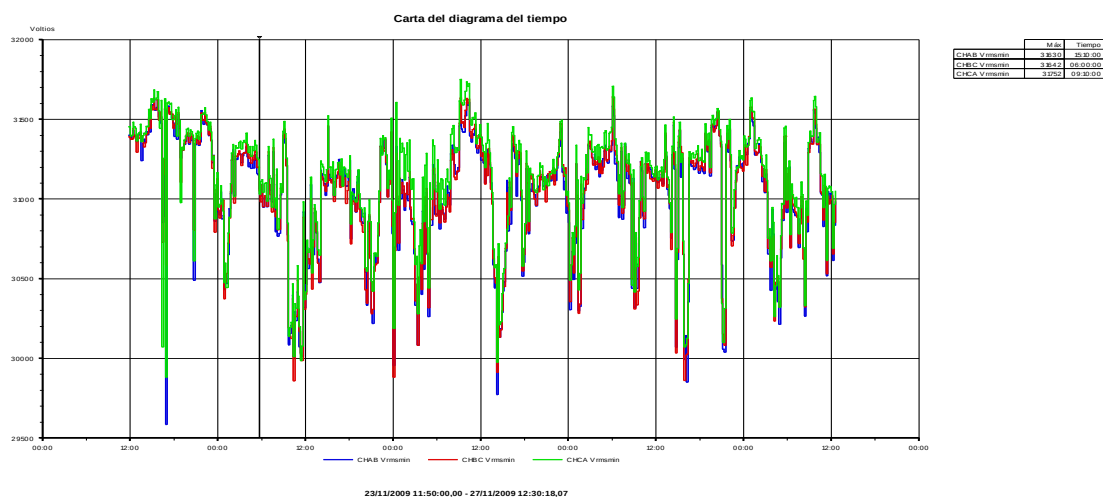


Fig. 3 - Valores eficaces mínimos de las tensiones de línea promediados en periodos de 10 minutos

No se observan variaciones significativas de la tensión que permitan clasificar ninguno de los eventos estrictamente como hueco de tensión según la norma EN51600. No obstante los casos más severos serán estudiados en este informe dentro del apartado 10.

2. Distorsión armónica de la tensión

En el apartado 3.1.1 de la norma UNE 50160 relativo a tensiones armónicas se indica que la tasa de distorsión armónica total de la tensión suministrada (THD) no debe sobrepasar el 8%.

Asimismo en esa misma norma se establecen los niveles de compatibilidad de las tensiones armónicas en redes de MT (ver Tabla 1).



Tabla 1 - Niveles de compatibilidad de las tensiones armónicas en las redes de BT y MT
(en porcentaje de la tensión nominal fundamental)

Órdenes impares no múltiplos de 3		Órdenes impares múltiplos de 3		Órdenes pares	
Orden h	Tensión armónica %	Orden h	Tensión armónica %	Orden h	Tensión armónica %
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,3	6	0,5
13	3	21	0,2	8	0,5
17	2	>21	0,2	10	0,5
19	1,5			12	0,2
23	1,5			>12	0,2
25	1,5				
> 25	0,2 + $1,3 \cdot (25/h)$				

NOTA Tasa total de distorsión armónica (THD): 8%.

Tras analizar las tensiones armónicas referidas al valor nominal de la tensión declarada se ha observado que:

- Los valores máximos del armónico de orden 2 se encuentran muy por encima del nivel de compatibilidad del 2% fijado por la norma. La fase B presenta un índice de distorsión individual del 10,1%, mientras que la A y la C alcanzan un 9,6%.
- El resto de las componentes armónicas individuales se encuentran por debajo de los niveles de compatibilidad.
- Los valores medios de la THD en tensión se encuentran por debajo del 2%, por lo que cumplen sobradamente la normativa (ver figura 4).

Tabla 2 – Tensiones armónicas máximas

Voltaje (tablas máximas)										
Fase	V2	V3	V5	V7	V11	V13	V _{thd}		V _{thd abs}	
	%	%	%	%	%	%	%	Tiempo	V	Tiempo
A	9,6	4,3	2,2	0,6	1,3	1,3	10,4	23/11/2009 16:42:46	3214,3	23/11/2009 16:42:46
B	10,1	3,0	2,2	1,6	1,6	1,6	10,6	26/11/2009 21:14:42	3302,2	23/11/2009 16:42:46
C	9,6	3,0	2,3	1,5	1,8	1,8	10,6	24/11/2009 21:30:15	3312,3	24/11/2009 21:30:15
D										

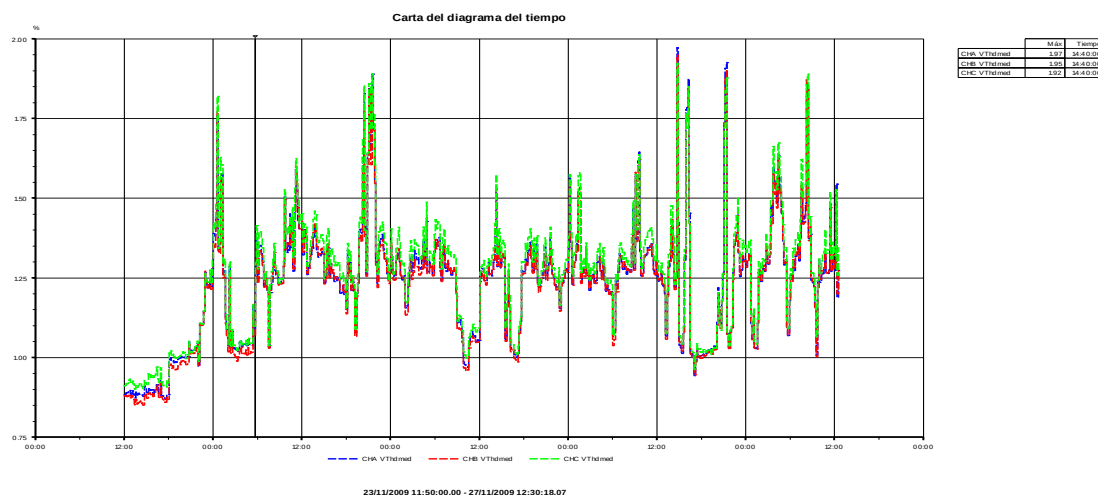


Fig. 4 - Evolución de la THD de las tensiones de fase



3. Análisis de la frecuencia

En el apartado 3.1 de la norma UNE 50160 se especifica que la frecuencia en redes acopladas por conexiones síncronas a un sistema interconectado debe encontrarse comprendida, el 99,5% del año, en el intervalo entre 49,5 Hz y 50,5 Hz. En el registro que se representa a continuación en la figura 5 puede observarse como la frecuencia es una variable bastante estable y en ningún caso excede estos límites. Los valores máximos y mínimos resultan ser 50,102Hz y 49,907Hz respectivamente.

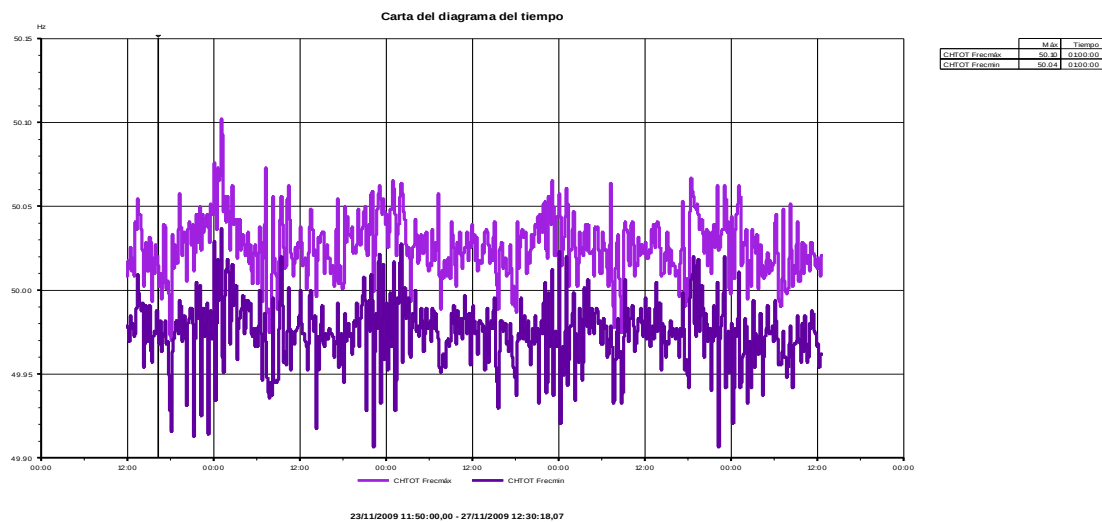


Fig. 5 - Evolución de la frecuencia de la tensión de red (valores máximos y mínimos en intervalos de 10min)

4. Índice de desequilibrio de la tensión

Según el apartado 3.10 de la norma UNE 50160, en condiciones normales de explotación, durante cada periodo de una semana, el 95% de los valores eficaces promediados en 10 minutos de la componente de secuencia inversa de la tensión de alimentación, debe situarse entre el 0% y el 2% de la componente directa.

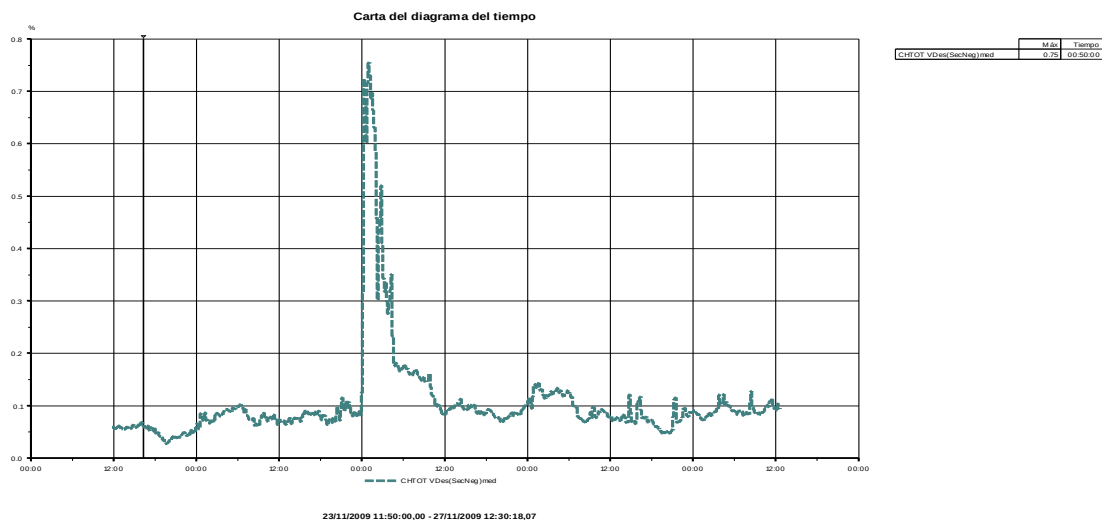


Fig. 6 - Índices de desequilibrio en tensión promediados en 10 minutos: Ratio entre las componentes de secuencia inversa y directa de la tensión de alimentación



Como puede observarse en la figura 6, en ningún caso el desequilibrio alcanza valores superiores al 1% por lo que se considera que la instalación cuenta con un reparto de cargas adecuadamente equilibrado.

5. Variaciones rápidas de la tensión – parpadeo (*flicker*)

La norma UNE 50160 indica que para cada periodo de una semana, el nivel de severidad de larga duración del parpadeo debido a las fluctuaciones de la tensión Plt debería ser menor o igual a 1 durante el 95% del tiempo.

El valor de Plt se construye en periodos de 2 horas a partir de los valores del parpadeo de corta duración (Pst). Un valor de Pst de 1 indica que el 50% de los usuarios notan molestias ante la luz ofrecida por una bombilla incandescente de 60W.

En el registro que se adjunta se observa que aunque mayoritariamente el valor de la tensión Plt se encuentra por debajo de 1, es cierto que en numerosos periodos sobrepasa ligeramente este valor, alcanzando un valor máximo de 1,30 en la fase B. Dado que la norma exige una observación de 1 semana, se han considerado los valores comprendidos entre el día 23 y 29 de noviembre, despreciándose el resto. El resultado ha sido que sólo durante el 85,7% (72/84 periodos de 2 horas) del tiempo el valor de Plt es inferior a 1.

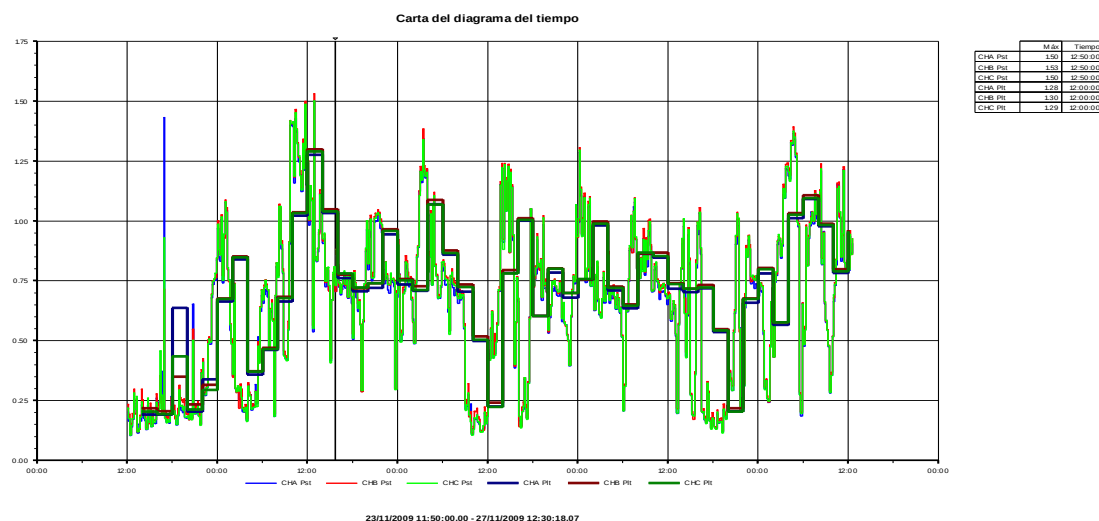


Fig. 7 – Pst y Plt

6. Análisis de las corrientes

Los valores eficaces de las corrientes varían en un intervalo comprendido entre los 1322 A (fase A) y los 125 A (fase A) dependiendo del régimen de carga de la instalación. En las figuras 8, 9 y 10 se muestran las gráficas que presentan la evolución de los valores eficaces medios, máximos, y mínimos de las corrientes de las 3 fases.

Finalmente en la figura 11 se muestra un registro temporal obtenido en el mismo intervalo de 10 minutos en que se produjo el registro del máximo valor eficaz de corriente obtenido, y que corresponde a la fase A.

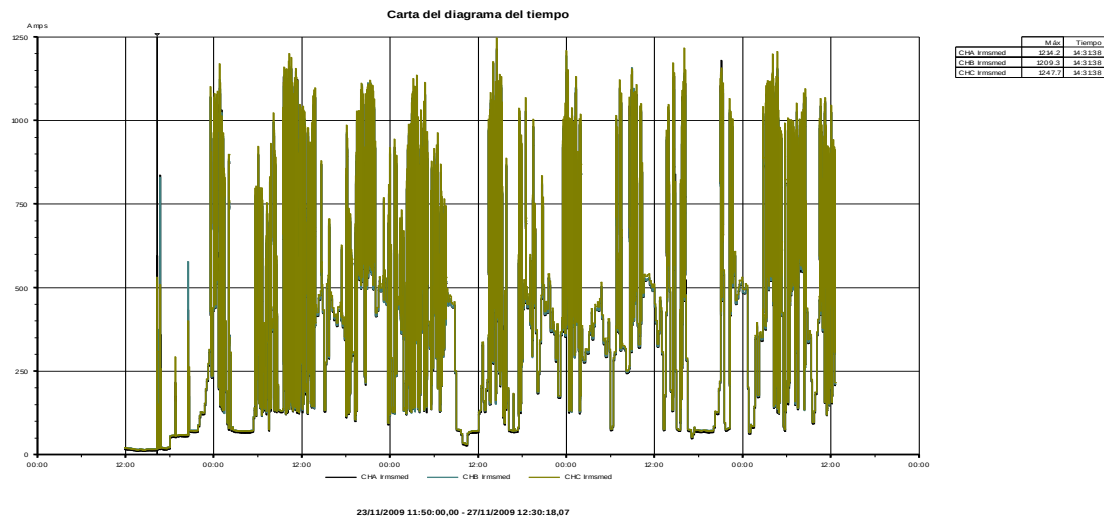


Fig. 8 - Valores eficaces medios de las corrientes

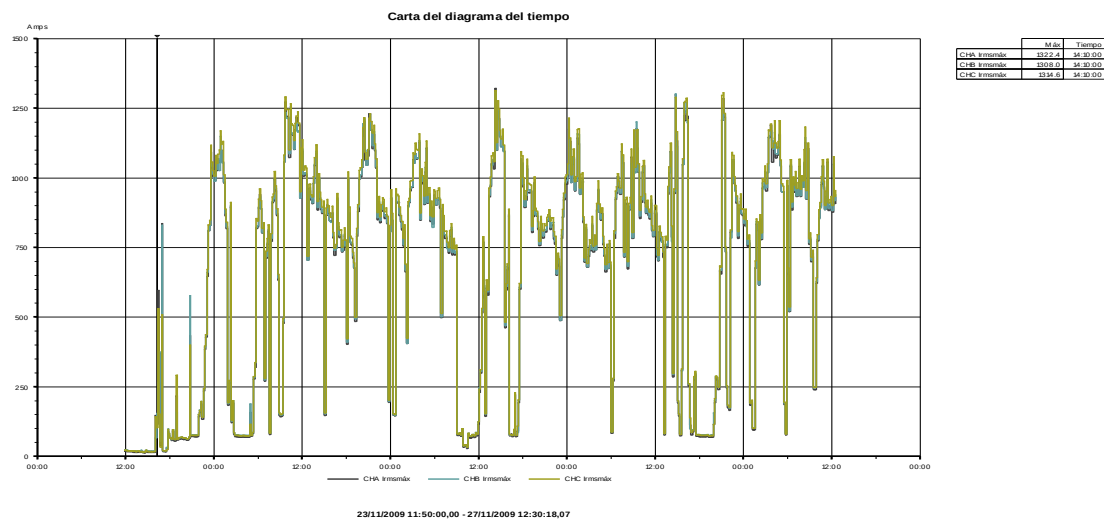


Fig. 9 - Valores eficaces máximos de las corrientes

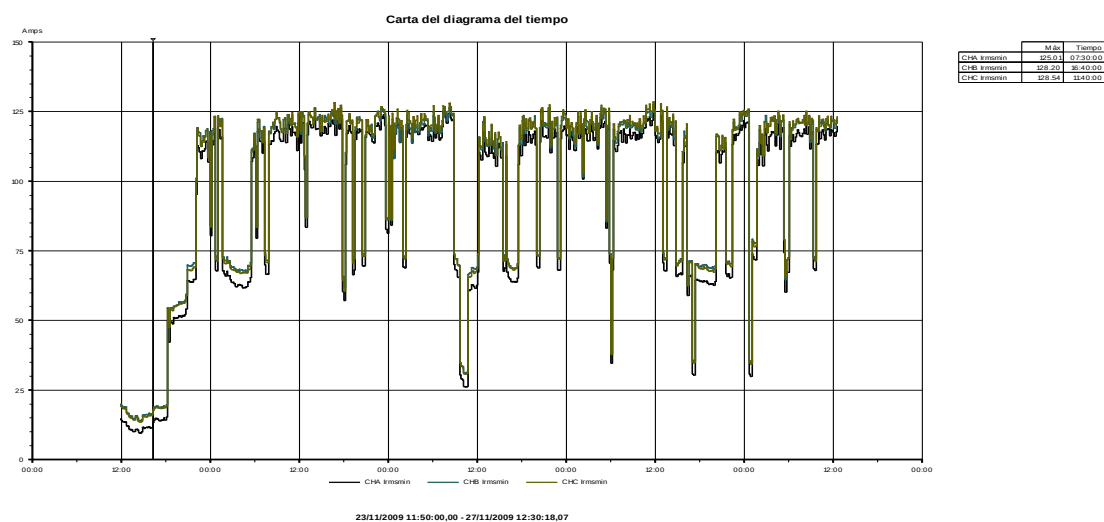


Fig. 10 - Valores eficaces mínimos de las corrientes

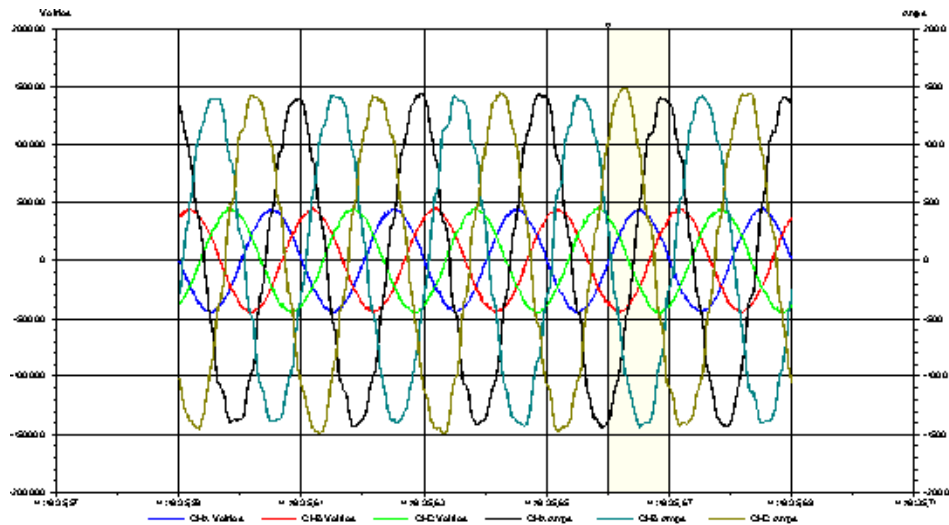


Fig. 11 – Registro obtenido en el intervalo de 10min en el que tuvieron lugar las corrientes máximas

7. Distorsión armónica de la corriente

En relación a la distorsión armónica de la corriente, dado que la normativa UNE no describe los niveles de compatibilidad en instalaciones industriales, se ha tomado como referencia la norma americana IEEE-519 donde sí se describen. Esta norma incorpora un conjunto de recomendaciones que se han utilizado como referencia en la elaboración de la normativa CEI existente en relación a la calidad de suministro eléctrico.

Los límites establecidos a la distorsión armónica de la corriente en esta norma, como en las normas UNE relativas a equipos de más de 16 A, se determinan en función de la relación entre la potencia de cortocircuito en el punto donde se realiza la medida y la potencia nominal de la carga. Cuanto mayor sea esa relación, menos restrictivos son esos límites.

Tabla 3. Límites a la distorsión de corriente para sistemas generales de distribución (120 V a 69 kV)

Distorsión armónica						
IEEE-519						
Máxima distorsión del armónico I_h en % de I_L						
Orden del armónico individual (armónicos impares)						
I_{CC}/I_L	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	TDD
$< 20^*$	4,0	2,0	1,5	0,6	0,3	5,0
20-50	7,0	3,5	2,5	1,0	0,5	8,0
50-100	10,0	4,5	4,0	1,5	0,7	12,0
100-1000	12,0	5,5	5,0	2,0	1,0	15,0
> 1000	15,0	7,0	6,0	2,5	1,4	20,0

$$TDD\% = \frac{\sqrt{I_2^2 + \dots + I_n^2}}{I_L} \cdot 100$$

Dado que nos encontramos en una red fuerte, con elevada potencia de cortocircuito los límites van a ser más tolerantes.

Suponiendo que la relación I_{CC}/I_L fuese mayor de 100, las tasas de distorsión armónica individual deberían ser inferiores al 12% y la TDD debería ser inferior al 15%.



Los valores medios del THD se encuentran en las tres fases entorno al 5%. Los elevados valores que se alcanzan en algunos momentos no son significativos al corresponderse con niveles de bajo valor de carga de la instalación. Este hecho se constata rápidamente al observar la figura 13, en la que aparece el valor absoluto de la distorsión armónica en corriente.

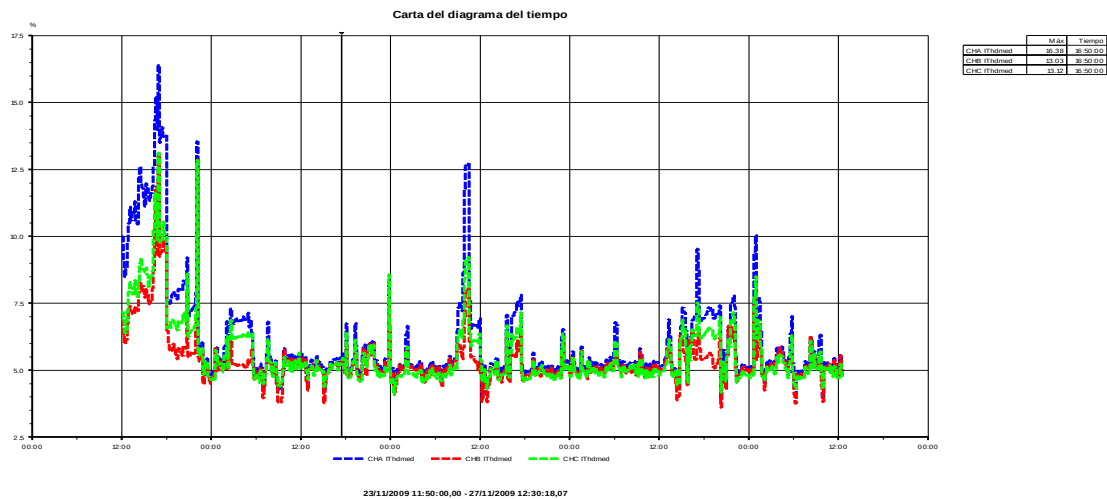


Fig. 12 – THD medio de las corrientes de fase (por definición, en % sobre el fundamental)

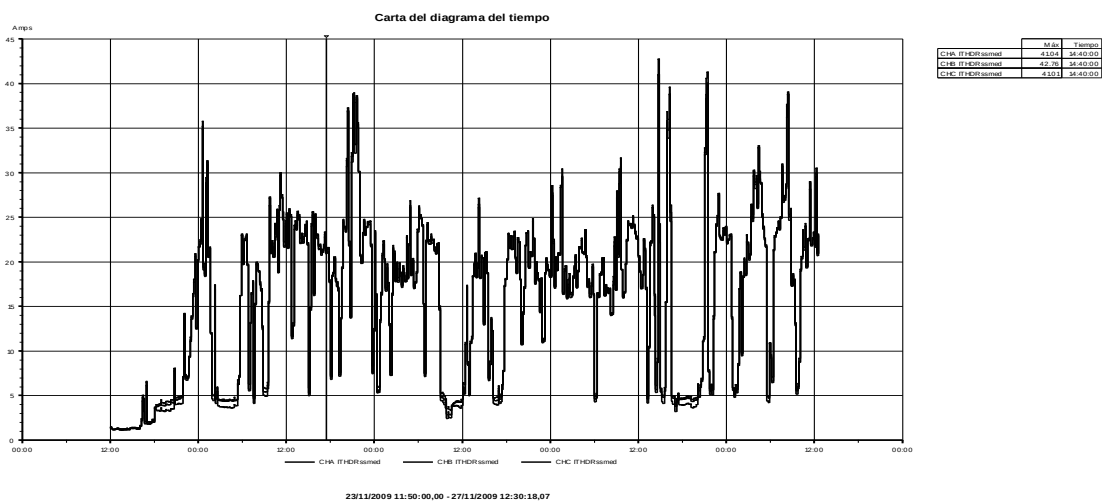


Fig. 13 – Distorsión armónica de las corrientes de fase (expresada en Amperios)

Los valores máximos del THD alcanzan valores entorno al 11%. Por las mismas razones aludidas en el apartado anterior, no son significativos algunos valores puntuales alcanzados con funcionamientos a cargas bajas, y que llegan al 69% (fase C). Ver figura 14.

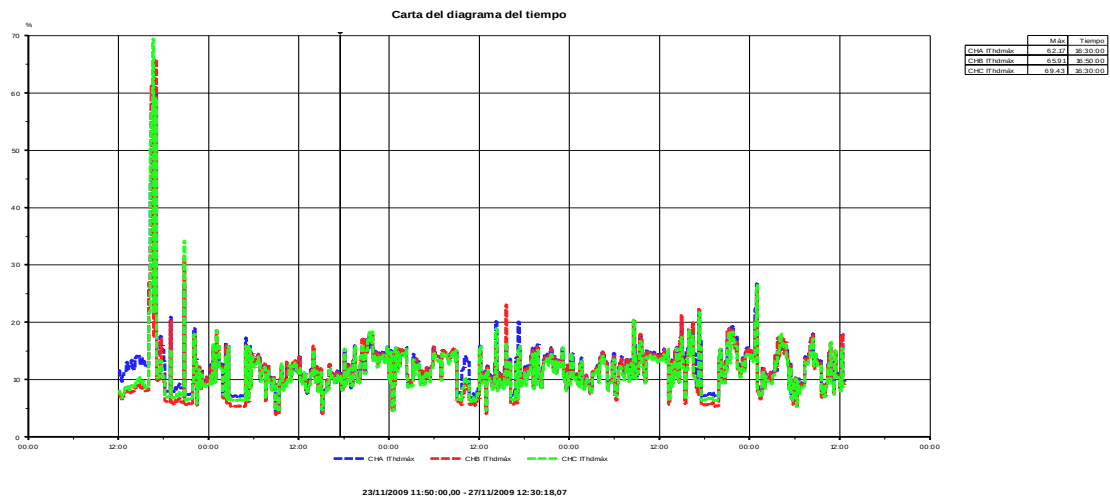


Fig. 14 – THD máximo de las corrientes de fase (por definición, en % sobre el fundamental)



8. Potencias demandadas

8.1 Potencia Activa

El nivel de potencia media demandada (en intervalos de 10 min) oscila entre valores muy bajos correspondientes a la parada de la planta y unos 20 MW cuando ésta se encuentra a plena carga.

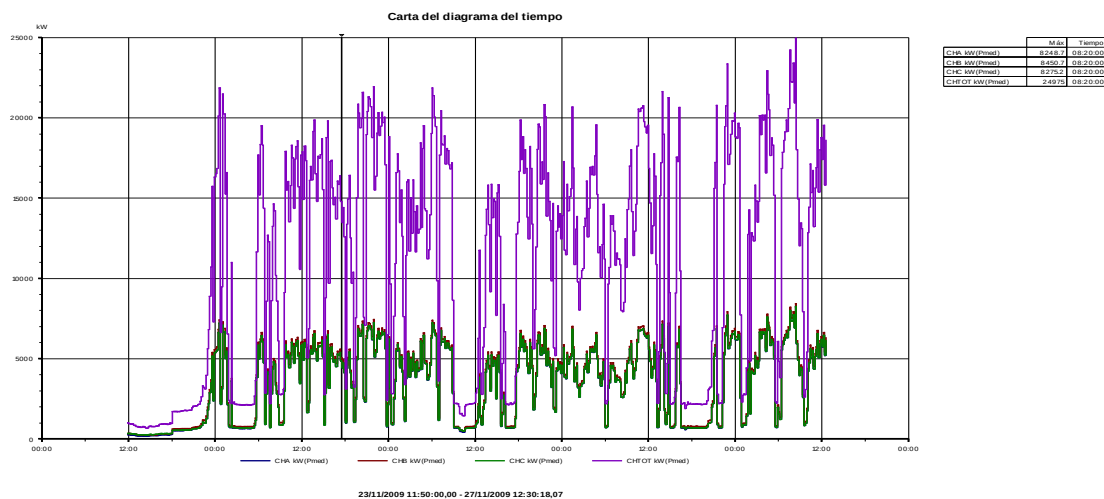


Fig. 15 – Potencia activa media total y de cada una de las fases

8.2 Potencia Reactiva

El nivel de potencia reactiva media demandada (en intervalos de 10 min) oscila entre valores muy bajos correspondientes a la parada de la planta y unos 18 MVar cuando ésta se encuentra a plena carga.

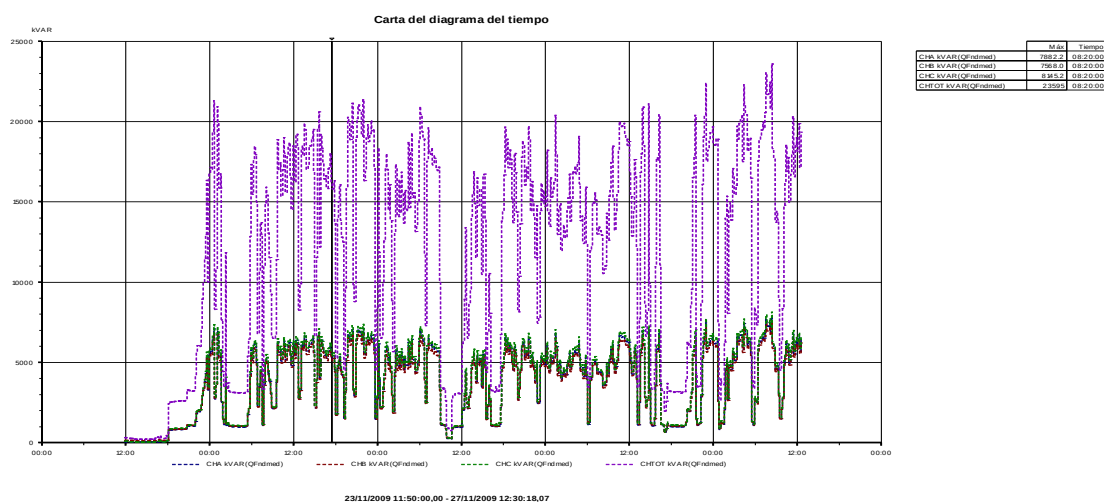


Fig. 15 – Potencia reactiva media total y de cada una de las fases a la frecuencia fundamental



8.3 Factor de potencia

El factor de potencia es muy bajo, situándose normalmente en torno a 0,6 ind.

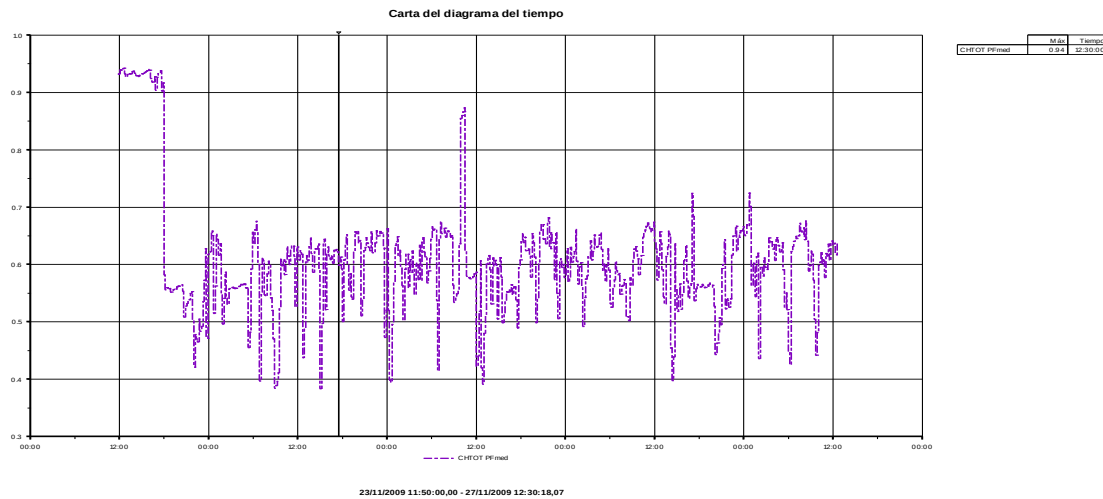


Fig. 16 – Factor de Potencia medio

9. Energía consumida

La figura 16 muestra la evolución de la energía activa consumida en el tiempo de registro.

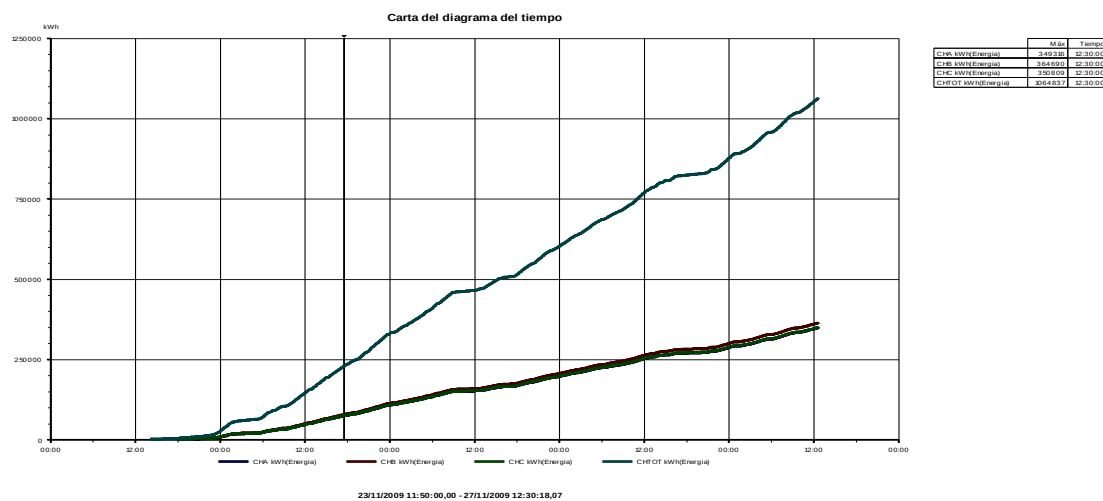


Fig. 16 – Energía activa demandada total y de cada fase

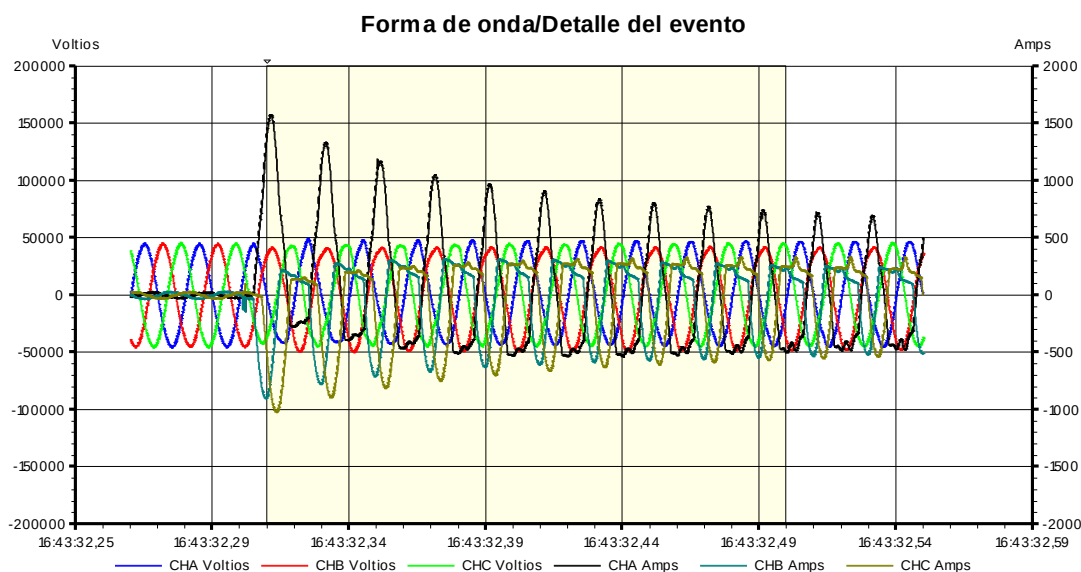


10. Eventos

Los niveles de disparo programados en el aparato registrador han dado lugar al registro de una serie de eventos de calidad de suministro. En concreto, leves huecos de tensión y transitorios rápidos poco significativos. Sólo los primeros son comentados aquí.

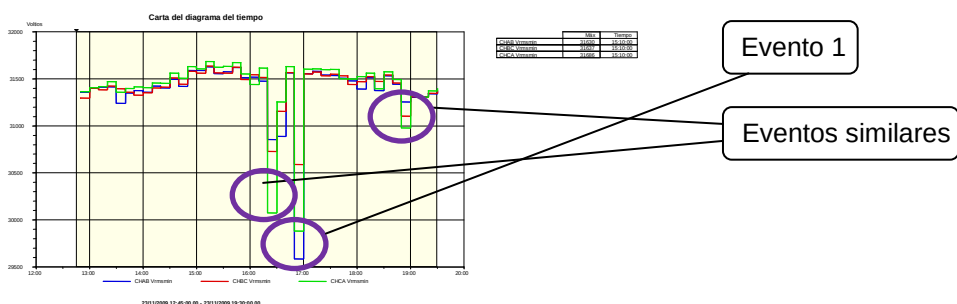
Evento 1: Instante de ocurrencia - 23/11/2009 – 16:43:32

Con la planta parada, aparece un hueco de tensión de unos 10 ciclos, en lo que parece ser la energización de algún dispositivo. Podría tratarse por la apariencia de las variables de la energización de un transformador. La tensión más afectada (V_{CA}) alcanza un valor eficaz durante el hueco de 29.883V (-9,49% sobre la tensión asignada, y por tanto no estaría dentro de lo que la norma EN 50160 califica como hueco de tensión).



ABVrms BCVrms CAVrms Instantaneous Sag à 23/11/2009 16:43:32
CATEGORÍA: Sag Instantánea De la Duración Corta
ABV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios
ABV Magnitud: 30244.2 Voltios
Duración: 0.190 sec (9.50 cicl)
BCV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios
BCV Magnitud: 30590.1 Voltios
Duración: 0.190 sec (9.50 cicl)
CAV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios
CAV Magnitud: 29882.9 Voltios
Duración: 0.190 sec (9.50 cicl)

Si bien este es el evento más significativo que tiene lugar en estos minutos, en realidad, existen otros 2 procesos transitorios similares con las mismas características formales, que alcanzan sin embargo profundidades de hueco inferiores. En la representación que sigue del valor eficaz mínimo de las tensiones en estos minutos, se pueden distinguir claramente, estos eventos y ver la severidad de cada uno de ellos.

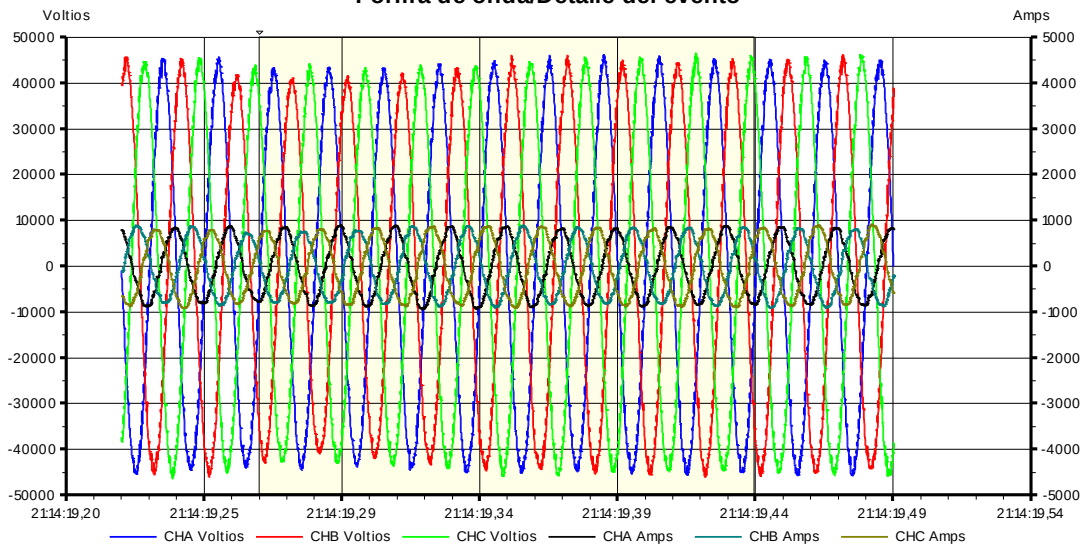




Evento 2: Instante de ocurrencia - 28/11/2009 – 21:14:19

Con la planta en funcionamiento, aparece un hueco de tensión que podemos calificar como externo a la propia planta, dado que las corrientes demandas no sufren variaciones significativas. Se trata de un hueco de tensión de unos 9 ciclos en que la tensión V_{BC} es la más afectada alcanzando su valor eficaz un valor de 28.921V (-9,18% sobre la tensión asignada).

Forma de onda/Detalle del evento



ABVrms BCVrms CAVrms Instantaneous Sag à 28/11/2009 21:14:19

CATEGORÍA: Sag Instantánea De la Duración Corta

ABV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios

ABV Magnitud: 30296.9 Voltios

Duración: 0.180 sec (8.99 cicl)

BCV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios

BCV Magnitud: 28921.3 Voltios

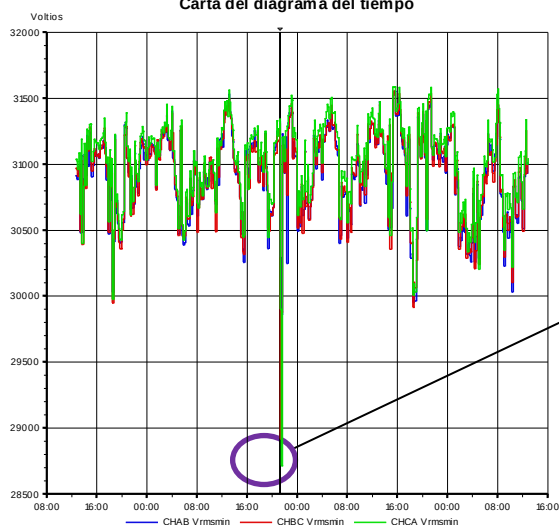
Duración: 0.180 sec (8.99 cicl)

CAV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios

CAV Magnitud: 29900.9 Voltios

Duración: 0.180 sec (8.99 cicl)

Carta del diagrama del tiempo



	Máx	Tiempo
CHAB Vrmsmn	31554	15:30:00
CHBC Vrmsmn	31557	15:20:00
CHCA Vrmsmn	31588	15:20:00

Evento 2

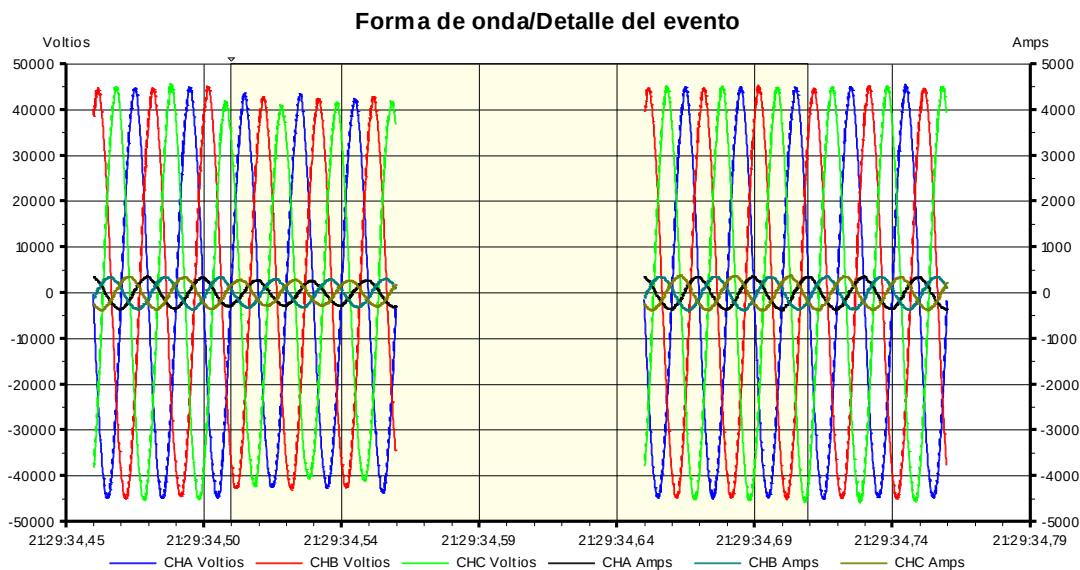
27/11/2009 12:31:52,96 - 30/11/2009 12:53:07,07



Evento 3: Instante de ocurrencia - 28/11/2009 – 21:29:34

Con pocos minutos de diferencia sobre el anterior, aparece un nuevo hueco de tensión con una duración superior a 10 ciclos. También parece ser un fenómeno de procedencia externa, dado que las corrientes no se modifican durante el evento. En este caso la tensión más afectada es la V_{CA} que alcanza los 28.717V (-9,12% sobre el valor asignado).

La programación con que contaba en ese instante el registrador, hizo que la captura del hueco no fuera completa. Se observa su inicio y finalización. En la zona de sombra pueden haberse alcanzado valores inferiores a los registrados.



ABVrms BCVrms CAVrms Instantaneous Sag à 28/11/2009 21:29:34

CATEGORÍA: Sag Instantánea De la Duración Corta

ABV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios

ABV Magnitud: 29865.8 Voltios

Duración: 0.210 sec (10.49 cicl)

BCV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios

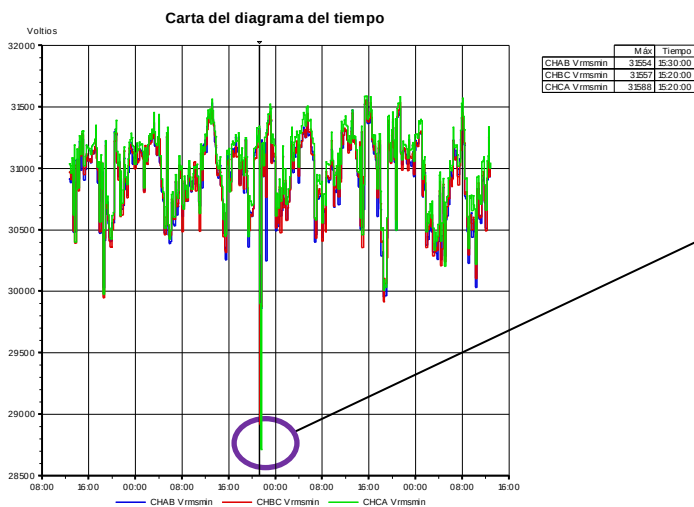
BCV Magnitud: 29882.8 Voltios

Duración: 0.210 sec (10.49 cicl)

CAV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios

CAV Magnitud: 28717.1 Voltios

Duración: 0.210 sec (10.49 cicl)



Evento 3

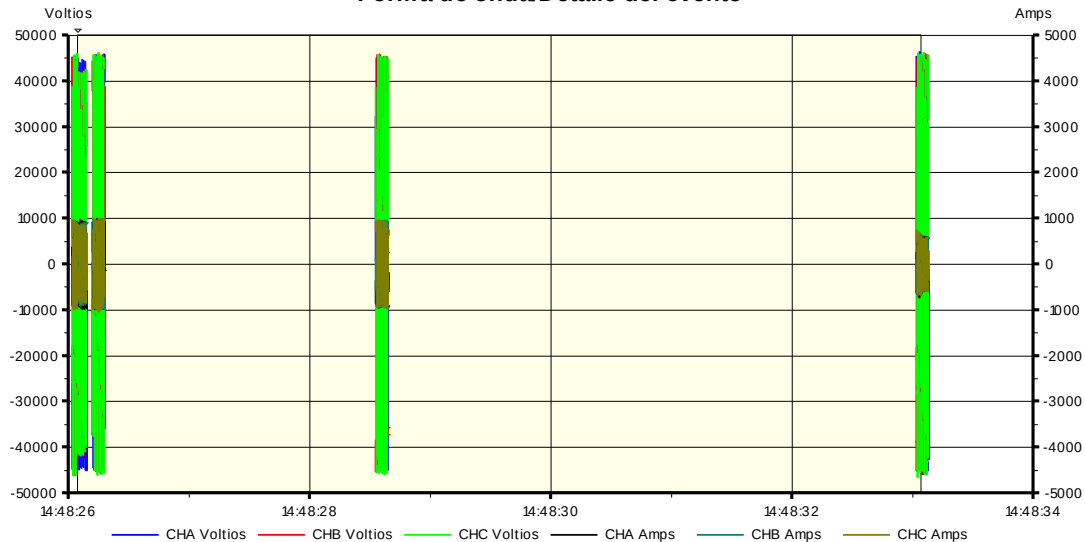
27/11/2009 12:31:52,96 - 30/11/2009 12:53:07,07



Evento 4: Instante de ocurrencia - 30/11/2009 – 14:48:26

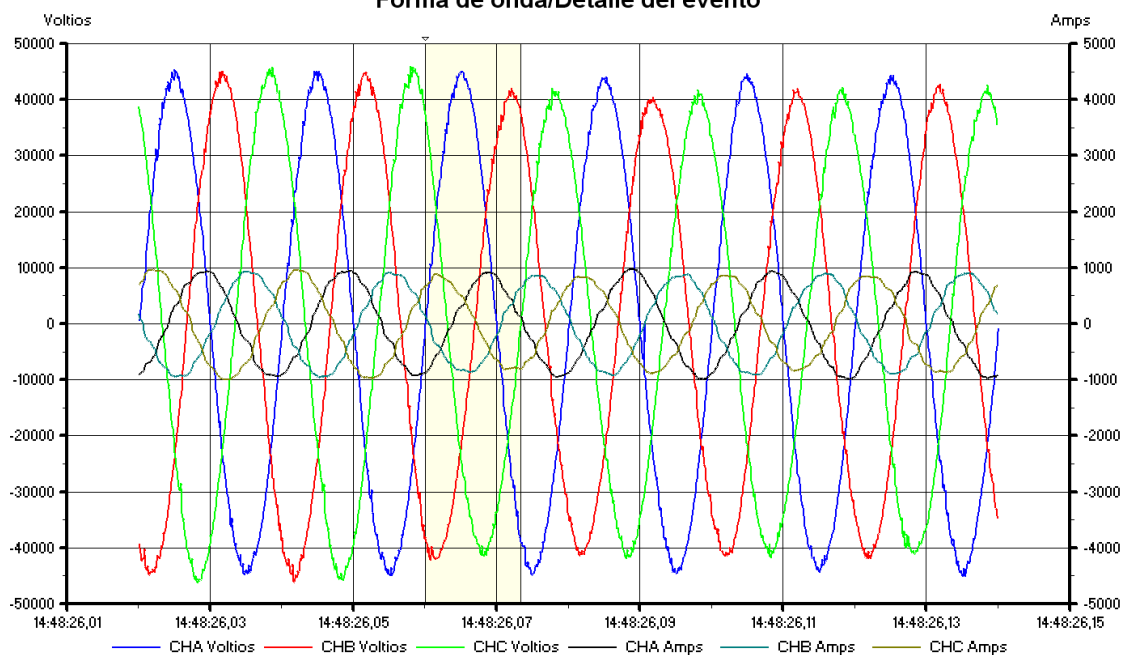
De nuevo se trata de un hueco procedente de aguas arriba. Las corrientes no se ven afectadas. Es un hueco de 7 segundos de duración, en que la tensión más afectada, que es la V_{CA} , alcanza los 28.480V (-9,04% sobre el valor asignado). De nuevo el registro se ve truncado debido a su larga duración para la programación del registrador.

Forma de onda/Detalle del evento



ABVrms BCVrms CAVrms Temporary Sag à 30/11/2009 14:48:26
CATEGORÍA: Sag Temporal de la Duración Corta
ABV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios
ABV Magnitud: 30863.6 Voltios
Duración: 7.000 sec (350.00 cicl)
BCV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios
BCV Magnitud: 28671.9 Voltios
Duración: 7.000 sec (350.00 cicl)
CAV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios
CAV Magnitud: 28480.2 Voltios
Duración: 7.000 sec (350.00 cicl)

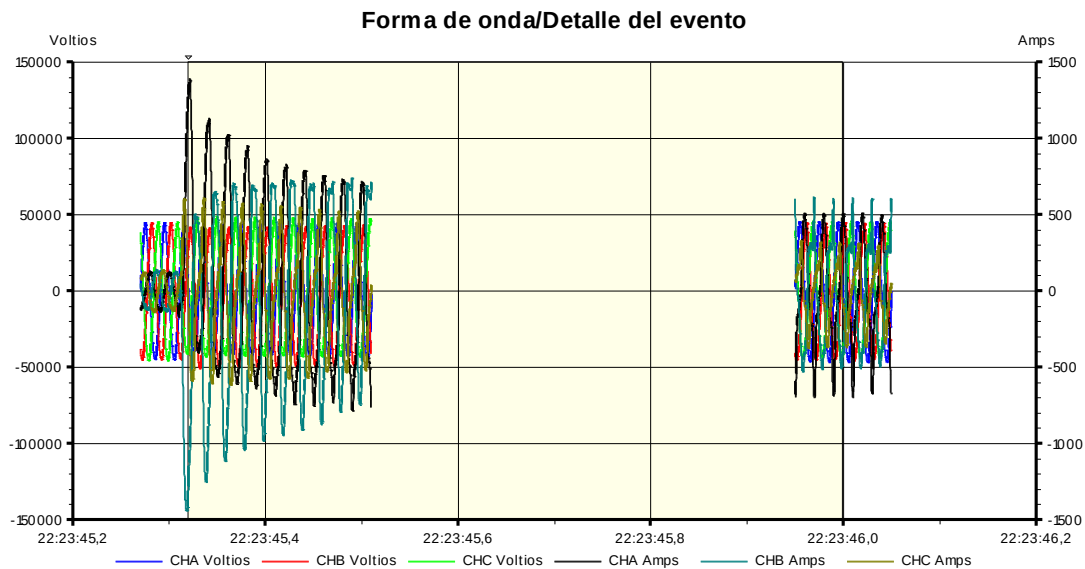
Forma de onda/Detalle del evento





Evento 5: Instante de ocurrencia - 03/12/2009 – 22:23:45

A la vista del evento, parece tratarse de una nueva energización de un transformador, partiendo de bajas corrientes de demanda, por lo que se deduce que se trata de una nueva puesta en marcha de la planta. El hueco dura en este caso 34 ciclos, con una profundidad máxima en la tensión V_{AB} de 28.714V (-9,12% de la tensión asignada). Aunque este es el evento más severo está flanqueado por otros 2 de iguales características.



ABVrms BCVrms CAVrms Momentary Sag à 03/12/2009 22:23:45

CATEGORÍA: Sag Momentánea De la Duración Corta

ABV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios

ABV Magnitud: 28714.0 Voltios

Duración: 0.680 sec (33.98 cicl)

BCV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios

BCV Magnitud: 29872.0 Voltios

Duración: 0.680 sec (33.98 cicl)

CAV Umbral cruzado: 31050.0 Voltios

CAV Magnitud: 30104.1 Voltios

Duración: 0.680 sec (33.98 cicl)

