

**INELMA**

CHILE

# ENERGIA LIMPIA TRANSFORMADA

PROTECCION, SEGURIDAD Y TRANQUILIDAD  
A SUS EQUIPOS DIGITALES SENSIBLES



- \* FABRICA DE TRANSFORMADORES BAJA Y MEDIA TENSION. TODOS LOS TIPOS
- \* REGULADORES DE VOLTAJE ELECTRONICOS 2% PRECISIÓN
- \* UPS CLASICA STANBY \* UPS INTERACTIVA \* UPS TRUE ON LINE
- \* FILTROS SUPRESORES DE TRANSIENTES PHOENIX CONTAC ALEMANES
- \* SISTEMA DE FILTRAJE ATENUADOR DE ARMONICOS FACTOR K

FABRICACION Y DISTRIBUCION BAJO NORMAS INTERNACIONALES

NEMA



## INFORME DE MEDICIONES ELECTRICAS

### Diagnóstico y Análisis de Perturbaciones

- . Voltajes Monofásicos
- . Voltajes Trifásicos
- . Corriente por cada Fase
- . Variaciones de Frecuencia
- . Distorsión total de Armónicas de voltaje
- . Distorsión total de Armónicas de corriente
- . Armónicas de Voltaje
- . Armónicas de Corriente
- . Potencia Aparente
- . Potencia Efectiva
- . Factor de potencia

## INDIVIDUALIZACION DEL SISTEMA

Empresa : IMPRENTA QUINTERO

Lugar de Medición : TERMINALES DE ALIMENTACION ELECTRICA HP INDIGO

Periodo de la medición : Inicio : 13/10/2015 10:55 Hrs.  
Termino: 16/10/2015 12:14 Hrs.

Normas consideradas para el análisis : Reglamento Eléctrico Chileno  
Norma Americana IEEE 519

**OBJETIVOS: Obsculta y Determinar cuáles son las variables eléctricas que queman los controladores de la maquinas HP INDIGO , para lo cual se medirán las siguientes variables :**

- Medición de Voltajes y Corrientes
- Medición de Distorsión Armónica total en Voltaje y Corriente (THD).
- Medición de Armónicas de Corriente y Voltaje.
- Medición de Potencias.

## INSTRUMENTAL DE MEDICION

Se utiliza un Analizador con capacidad para voltajes trifásicos y monofásicos.

Analizador de calidad de energía eléctrica trifásica, Marca **HT**. Instrumento empleado para el monitoreo de perturbaciones eléctricas en cada una de las fases de alimentación.

Este instrumento utiliza una frecuencia de muestreo de 6400Hz. Esta frecuencia permite visualizar los parámetros en la pantalla en tiempo real.

En este caso se aplica una configuración Trifásica con Neutro.

# MEDICION DE VOLTAJES MONOFASICOS

## Mediciones de Voltaje promedio Máximo Línea - Neutro

- Voltaje Máximo primera fase V1: 229.2 Volts
- Voltaje Máximo segunda fase V2: 230.1 Volts
- Voltaje Máximo tercera fase V3: 228.7 Volts

## Mediciones de Voltaje promedio Mínimo Línea - Neutro

- Voltaje Mínimo primera fase V1: 225.6 Volts
- Voltaje Mínimo segunda fase V2: 226.6 Volts
- Voltaje Mínimo tercera fase V3: 225.1 Volts

En el gráfico N° 1 se puede apreciar el comportamiento del voltaje promedio por fase respecto del cable del neutro:

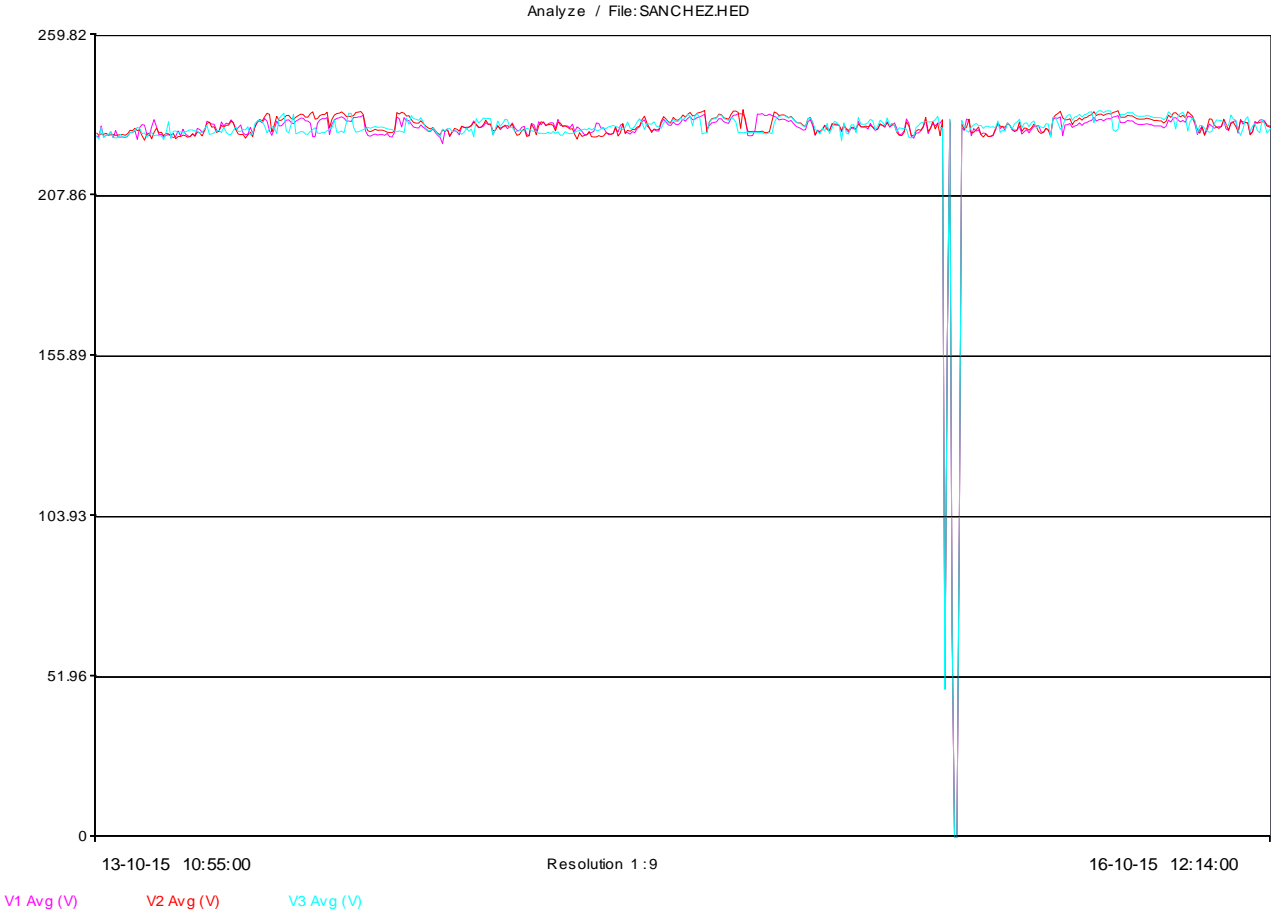


Gráfico N °1

# MEDICION DE VOLTAJES TRIFASICOS

## Mediciones de Voltaje Promedio Máximo entre fases

- Voltaje Máximo V1-V2 : 397.8 Volts
- Voltaje Máximo V2-V3 : 397.3 Volts
- Voltaje Máximo V3-V1 : 396.4 Volts

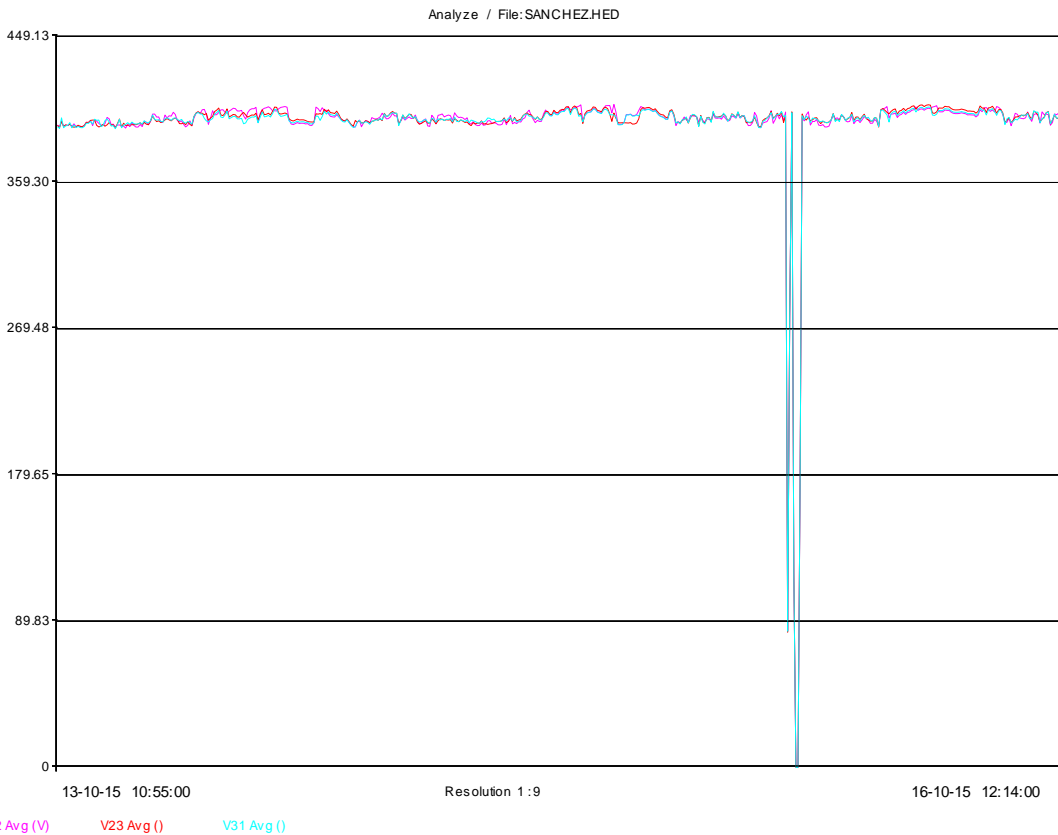
## Mediciones de Voltaje Promedio entre fases

- Voltaje Promedio V1-V2 : 394.5Volts
- Voltaje Promedio V2-V3 : 394.5 Volts
- Voltaje Promedio V3-V1 : 393.6 Volts

## Mediciones de Voltaje Promedio Mínimo entre fases

- Voltaje Mínimo V1-V2 : 391.8 Volts
- Voltaje Mínimo V2-V3 : 391.4 Volts
- Voltaje Mínimo V3-V1 : 390.4 Volts

En el gráfico N° 2 se puede apreciar el comportamiento del voltaje promedio entre fases:



N° 2

Gráfico

# MEDICIONES DE CORRIENTES POR FASE:

## Mediciones de Corriente Promedio Máximo por fase:

- Corriente Primera fase **I1** : 36.5 Amperes
- Corriente Segunda fase **I2** : 30.8 Amperes
- Corriente Tercera fase **I3** : 28.6 Amperes

## Mediciones de Corriente Promedio por fase:

- Corriente Primera fase **I1** : 21.3 Amperes
- Corriente Segunda fase **I2** : 16.2 Amperes
- Corriente Tercera fase **I3** : 17.0 Amperes

## Mediciones de Corriente Promedio mínimo por fase

- Corriente Primera fase **I1** : 5.6 Amperes
- Corriente Segunda fase **I2** : 6.7 Amperes
- Corriente Tercera fase **I3** : 6.8 Amperes

En el gráfico N °3 se puede apreciar el comportamiento de la corriente promedio fase:

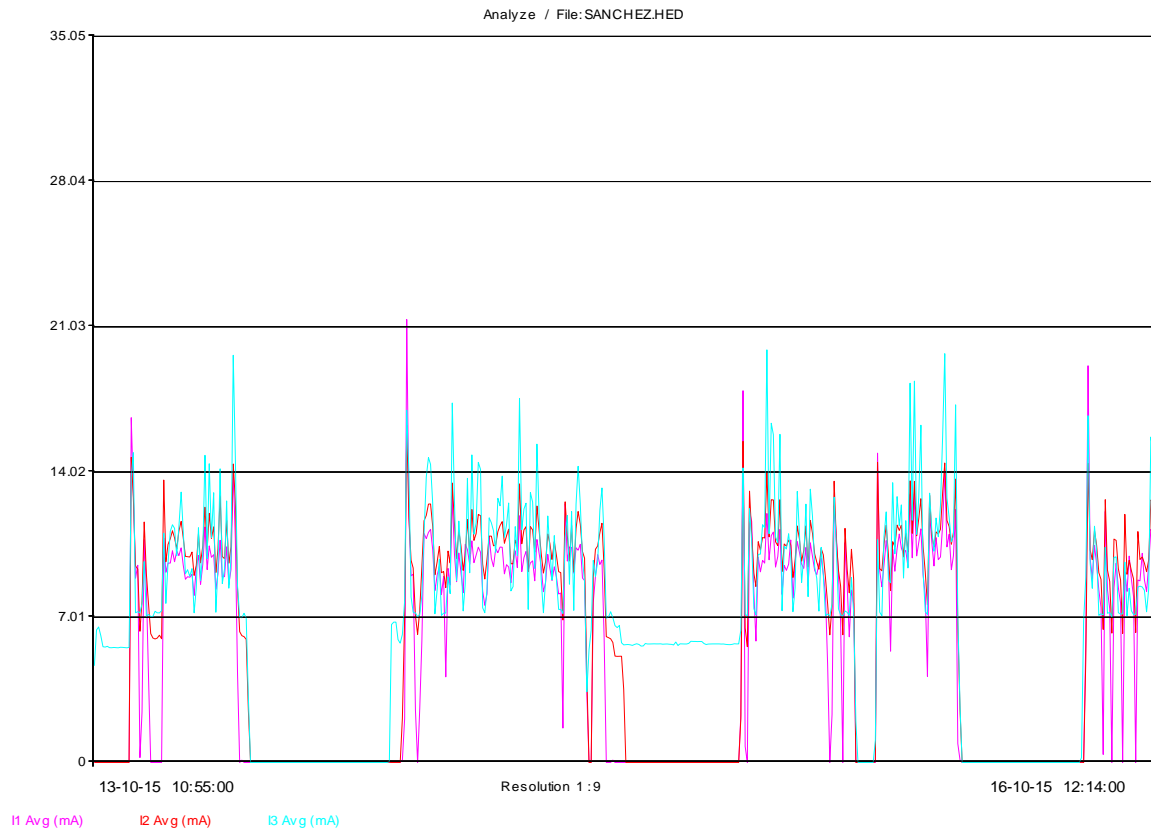


Gráfico N °3

# MEDICION DE DISTORSION ARMONICA TOTAL DE VOLTAJE: THDV

## Mediciones Promedio Máximo de Distorsión Total de Armónicas de Voltaje:

- Distorsión total de Armónicas de voltaje  
Primera fase **THDV1** : 1.76 %
- Distorsión total de Armónicas de voltaje  
Segunda fase **THDV2** : 1.84 %
- Distorsión total de Armónicas de voltaje  
Tercera fase **THDV3** : 1.83 %

En el gráfico N ° 4 se puede apreciar el comportamiento de la Distorsión Armónica Total de voltaje por cada fase:



**Gráfico N ° 4**

# MEDICION DE DISTORSION ARMONICA TOTAL DE CORRIENTE: THDI

## Mediciones Promedio Máximo de Distorsión Total de Armónicas de corriente:

- Distorsión máxima de Armónicas de corriente  
Primera fase **THDI1** : 35.6 %
- Distorsión máxima de Armónicas de corriente  
Segunda fase **THDI2** : 31.4 %
- Distorsión máxima de Armónicas de corriente  
Tercera fase **THDI3** : 15.4 %

En el gráfico N ° 5 se puede apreciar el comportamiento de la Distorsión Total de Amónicas de corriente por cada fase:

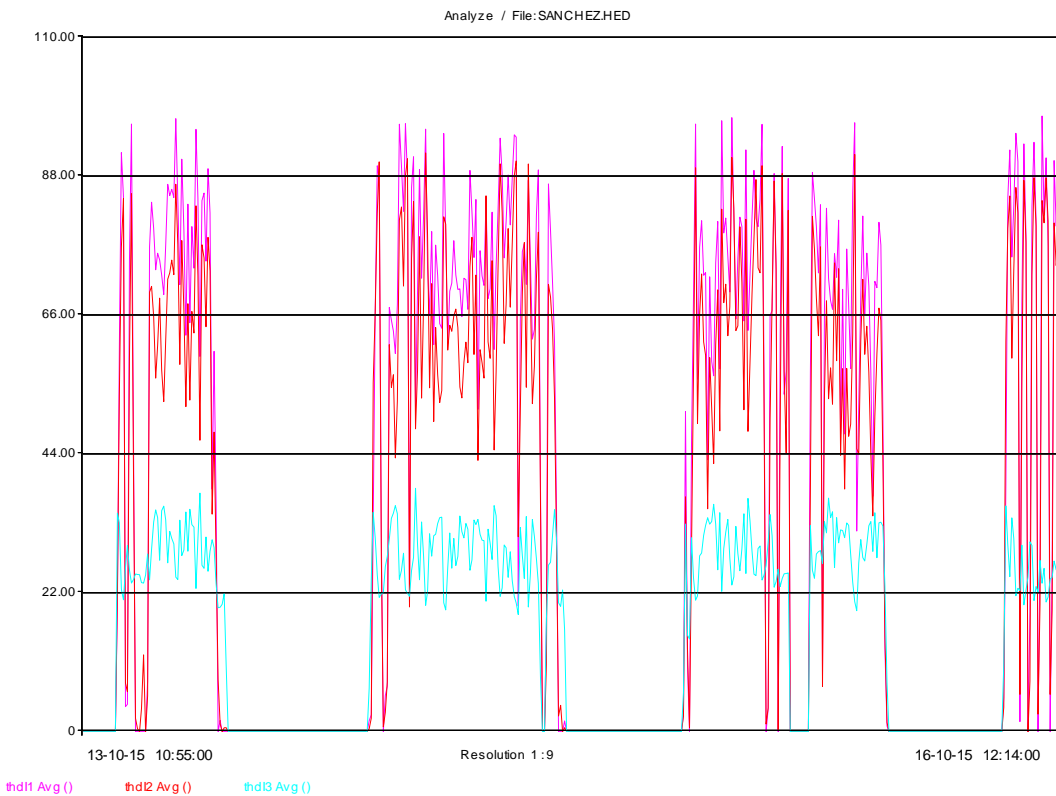


Gráfico N ° 5

# MEDICION DE ARMONICAS DE VOLTAJE

## Mediciones Promedio Máximo de Armónicas de Voltaje Primera Fase:

- 3era. Armónica de voltaje primera fase **H03V1:** 2.68 Volts
- 5ta. Armónica de voltaje primera fase **H05V1:** 3.64 Volts.

En el gráfico N ° 6 se puede apreciar el comportamiento de armónicas de voltaje primera fase:

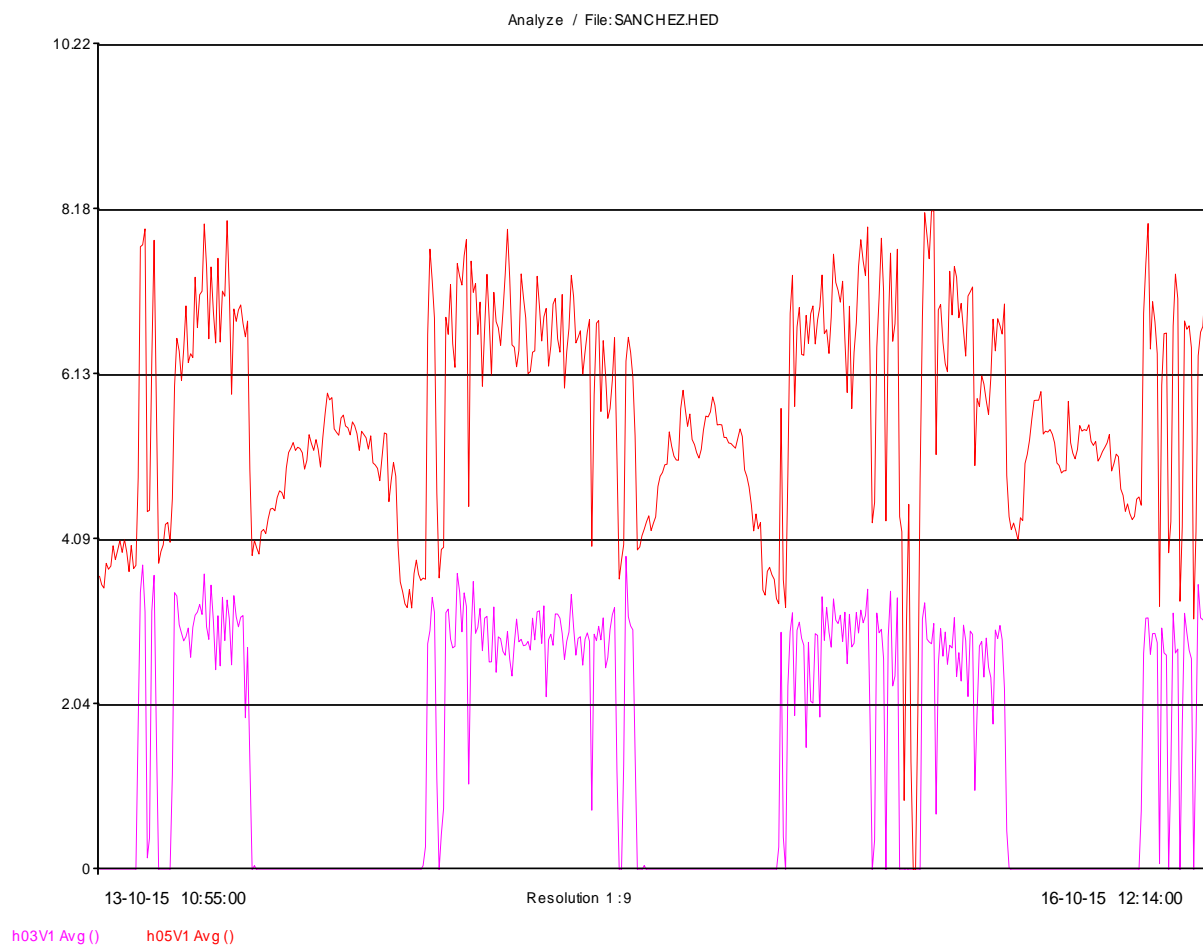


Gráfico N ° 6



**Mediciones promedio Máximo de Armónicas de voltaje Segunda Fase:**

- 3ra. Armónica de voltaje segunda fase **HO3V2** : 4.67 Volts
- 5ta. Armónica de voltaje segunda fase **HO5V2**: 3.69 Volts.

En el gráfico N ° 7 se puede apreciar el comportamiento de Armónicas de voltaje segunda fase.

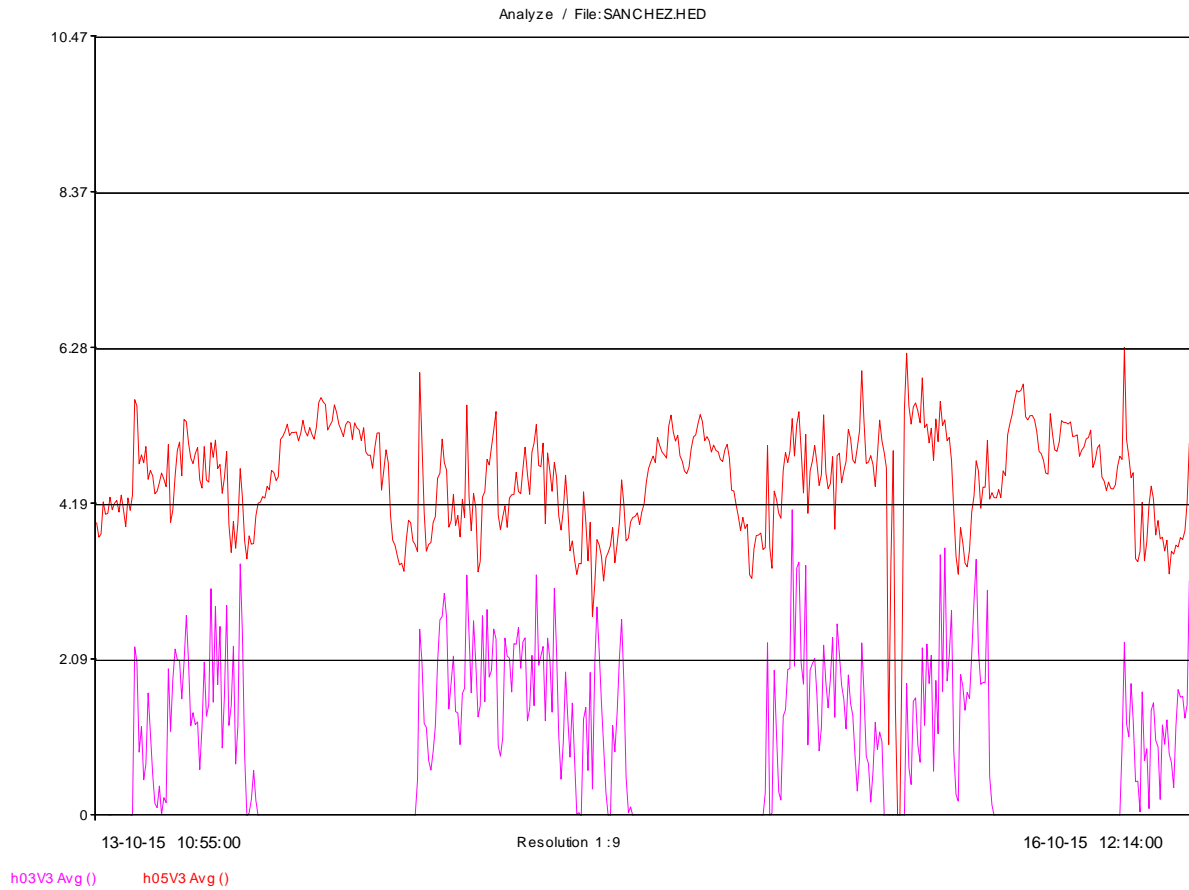


**Gráfico N ° 7**

### Mediciones Promedio Máximo de Armónicas de Voltaje Tercera Fase:

- 3ra Armónica de voltaje tercera fase **HO3V3:** 2.34 Volts
- 5ta. Armónica de voltaje tercera fase **HO5V3:** 3.95 Volts

En el gráfico N ° 8 se puede apreciar el comportamiento de Armónicas de voltaje tercera fase:



**Gráfico N °8**

# MEDICION DE ARMONICAS DE CORRIENTE:

## Mediciones Promedio Máximo de Armónicas de Corriente Primera Fase:

- Promedio Máximo 3ra. Armónica de corriente primera fase **H03I1**: 1.71 A.
- Promedio Máximo 5ta. Armónica de corriente primera fase **H05I1**: 1.49 A.
- Promedio Máximo 7ma. Armónica de corriente primera fase **H07I1**: 0.79 A.

En el gráfico N ° 9 se puede apreciar el comportamiento de Armónicas de corriente primera fase:

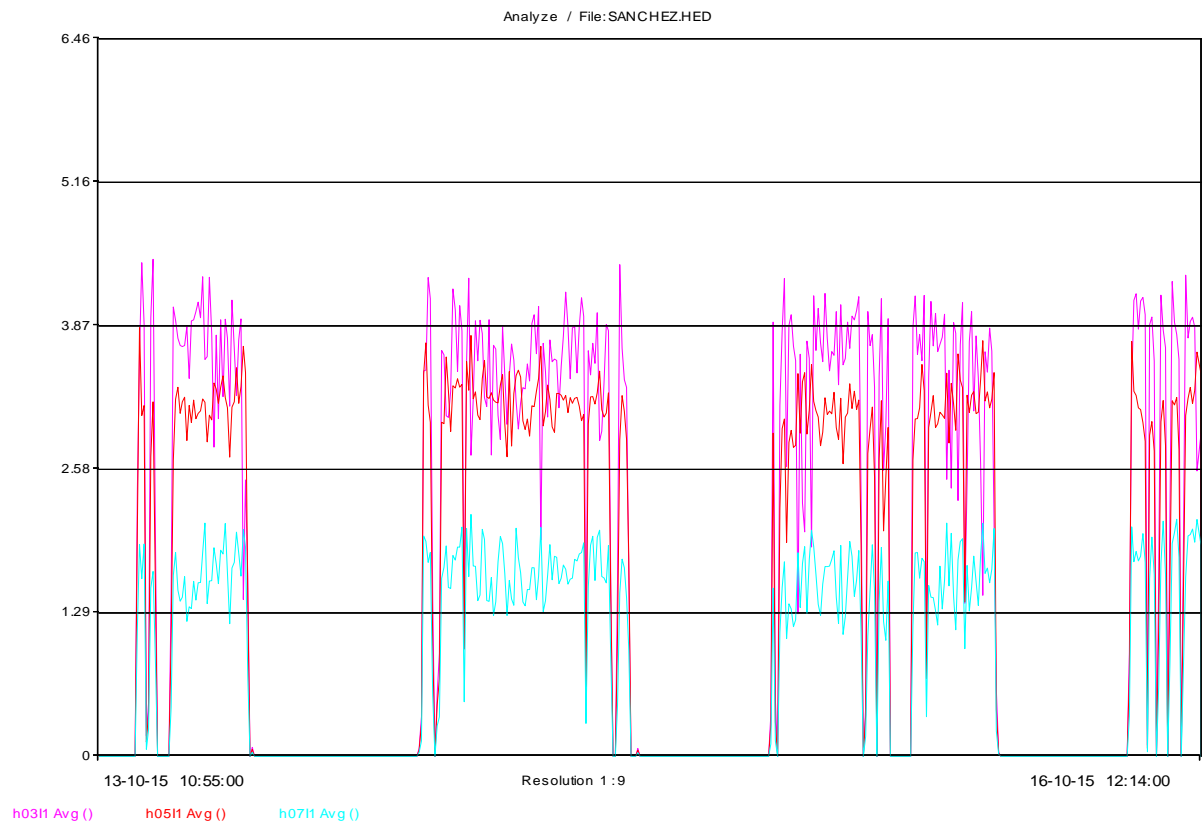


Gráfico N ° 9

## MEDICION DE ARMONICAS DE CORRIENTE:

### Mediciones Promedio Máximo de Armónicas de Corriente Segunda Fase:

- Promedio máximo 3ra. Armónica de corriente segunda fase **HO3I2:** 1.72A.
- Promedio máximo 5ta. Armónica de corriente segunda fase **HO5I2:** 1.24 A.
- Promedio máximo 7ma. Armónica de corriente segunda fase **HO7I2:** 0.77 A.

En el gráfico N ° 10 se puede apreciar el comportamiento de Armónicas de corriente segunda fase:



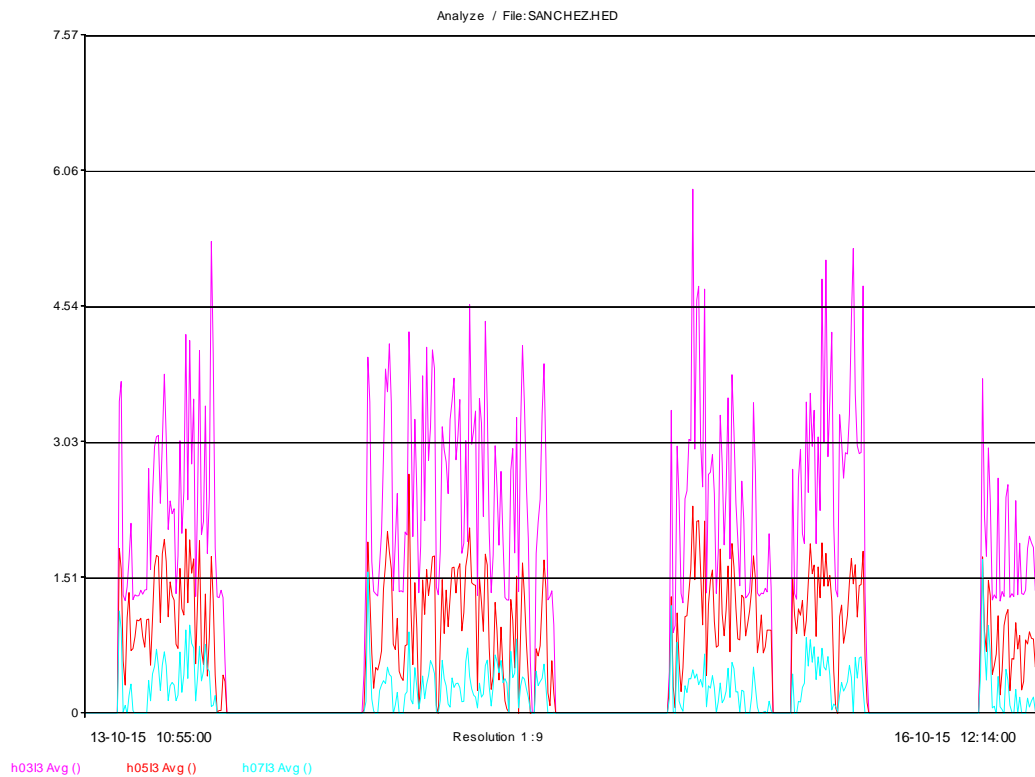
Gráfico N ° 10

## MEDICION DE ARMONICAS DE CORRIENTE:

### Mediciones Promedio Máximo de Armónicas de Corriente Tercera Fase:

- Promedio máximo 3ra. Armónicas de corriente tercera fase **HO3I3**: 1.37 A
- Promedio máximo 5ta. Armónica de corriente tercera fase **HO5I3** : 0.60 A
- Promedio máximo 7ma. Armónica de corriente tercera fase **HO7I3** : 0.17 A

En el gráfico N °11 se puede apreciar el comportamiento de Armónicas de corriente tercera fase:

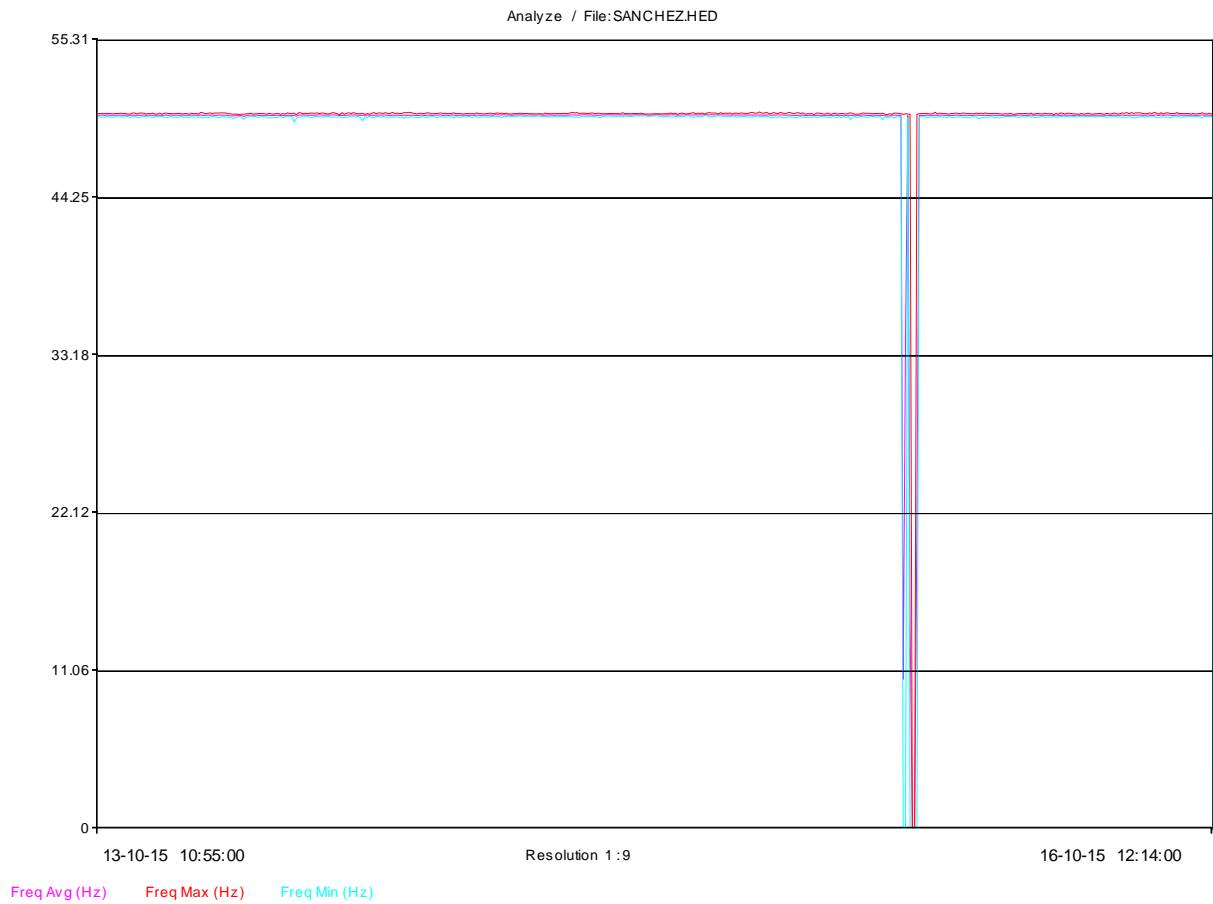


**Gráfico N° 11**

## MEDICION DE LA FRECUENCIA (CICLOS POR SEGUNDO):

### Frecuencia Promedio:

- Promedio Máximo : 50.16 Ciclos por segundo
- Promedio : 50.05 Ciclos por segundo
- Promedio Mínimo : 49.94 Ciclos por segundo



**Gráfico N °12**

# MEDICION DE LA CORRIENTE CIRCULANTE POR EL NEUTRO:

## Corriente por el Neutro:

Corriente por el Neutro Máximo : 32.6 Amperes

Corriente por el Neutro Promedio : 11.6Amperes

Corriente por el Neutro Mínimo : 7.8 Amperes

En el gráfico número 13, se puede apreciar el comportamiento de la corriente por el cable del Neutro:

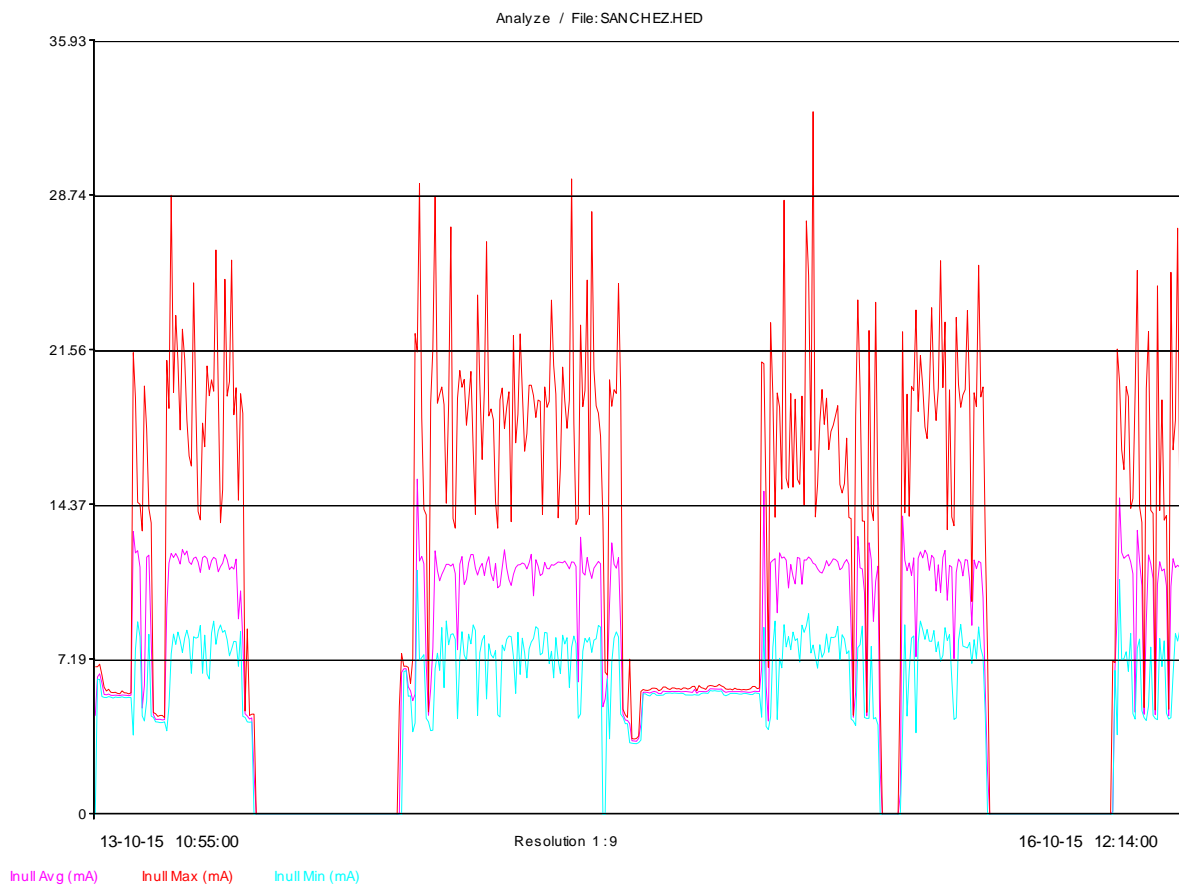


Gráfico N° 13.

# MEDICION DE LA POTENCIA APARENTE EN VOLTS-AMPERES:

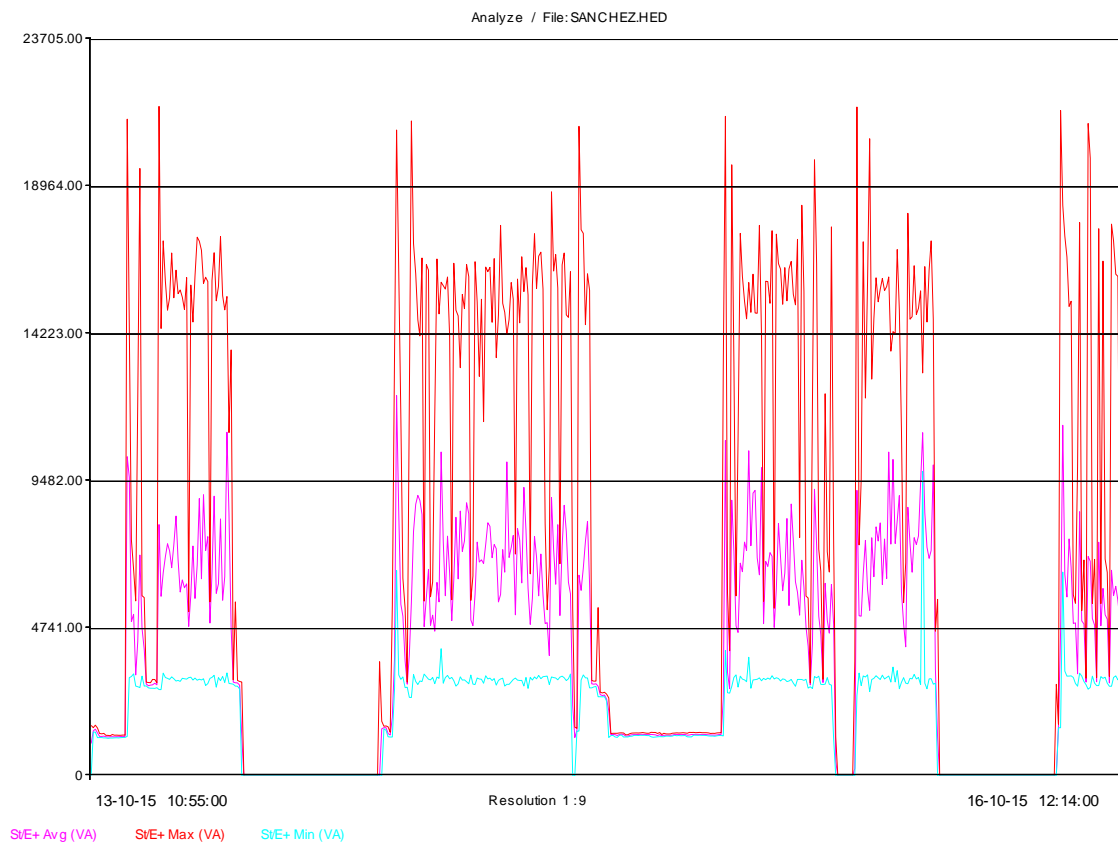
## Potencia Aparente (KVA):

Potencia Aparente Máxima : 21550 Volts-Amperes.

Potencia Aparente Promedio : 12238 Volts-Amperes.

Potencia Aparente Mínima : 1235 Volts-Amperes.

En el gráfico número 14, se aprecia el comportamiento de la potencia aparente en Volts-Amperes:



**Gráfico N° 14.**



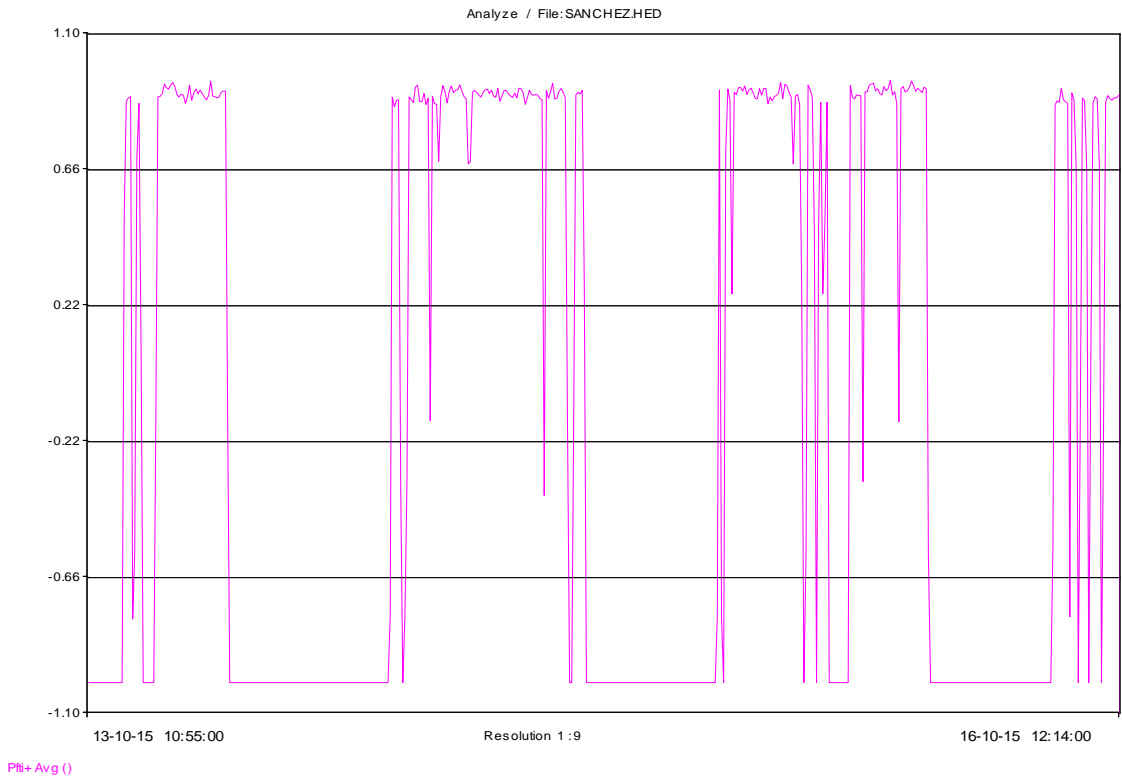
# MEDICION DEL FACTOR DE POTENCIA:

## Factor de Potencia:

Factor de Potencia Máximo : 1.00

Factor de Potencia Promedio : 0.94

En el gráfico número 16, se aprecia el comportamiento del Factor de Potencia promedio:



**Gráfico N° 16.**

## ANALISIS DE LOS RESULTADOS:

- Los registros de Voltajes Monofásicos presentan variaciones dentro del rango de **225 a 230** Volts. . Los valores se encuentran dentro de la normativa del +/- 7 % de variación máxima permitida a la compañía eléctrica.
- Los registros de Voltajes Trifásicos presentan variaciones dentro del rango de **390 a 398** Volts. Los valores se encuentran dentro de los límites permitidos por la normativa del +/- 7 %.
- La distorsión Armónica total en Voltaje **TDHV** presenta valores, en el rango de **1,76 a 1,84** %. Estos valores se encuentran dentro de la normativa del **5** % máximo.
- Se registran datos de la tercera y quinta Armónica de Voltaje con valores en los siguientes rangos:

La tercera armónica presenta valores entre los **2.34 a 4.67** Volts.

La quinta armónica presenta valores entre los **3.64 a 3.95** Volts.

- El consumo de corriente por fases presenta valores máximos con desequilibrio entre las fases:

**I1MAX: 36 A.**

**I2MAX: 30 A.**

**I3MAX: 28 A.**

- En los registros de Armónicas de corrientes, se registran los siguientes rangos:

La tercera Armónica presenta valores en el rango de **0.79 a 1.71** Amperes.

La quinta Armónica presenta valores en el rango de **0.77 a 1.72** Amperes.

La séptima Armónica presenta valores en el rango de **0.17 a 1.37** Amperes.

- La distorsión Armónica total en corriente **TDHI** presenta valores que oscilan entre el **15.4 %** y el **35.6 %**.
- La potencia total medida es de **22 KVA**.
- El Factor de Potencia presenta un comportamiento variable que tiende a un promedio cercano a **0,94**.
- La corriente por el neutro presenta un alto valor máximo de **36.5** Amperes.
- La Frecuencia presenta un comportamiento estable alrededor de los **50,15** Hz.

## **CONCLUSIONES Y CAMBIOS POR DEBEN LLEVARSE A CABO:**

- 1.- El consumo en corriente presenta **un fuerte desequilibrio**. Es necesario equilibrar el consumo de las corrientes por fase. La situación actual produce una alta circulación de corriente por el Neutro de 36.5 amperes máximo.
- 2.- El Factor de Potencia, presenta un promedio de **0.94**. Este valor es bueno pero es necesario corregir y subir a 1.
- 3.- El comportamiento del Voltaje en la salida del estabilizador no presenta variaciones lo que indica que el equipo trabaja en los rangos de 2.3%.
- 4.- La distorsión armónica total en Voltaje (**THDV**) presenta buenos valores alrededor del **1,84 %**, por lo tanto, se encuentra dentro de la normativa del 5 % máximo.
- 5.- La distorsión armónica total en corriente (**THDI**) presenta valores entre **el 15 y 36 %**. Esta distorsión en la corriente, se produce por efecto de las cargas no lineales, fuentes conmutadas y cargas inductivas. **Esta contaminación es muy alta y se disminuye su efecto al instalar un filtro de armónicas lo que disminuye la contaminación de armónicas para proteger cargas críticas.**
- 6.- La potencia total medida se encuentra dentro de la capacidad del estabilizador de voltaje y la frecuencia es muy estable alrededor de los 50,1 Hz.
- 8.- **La corriente por el Neutro presenta valores máximos de 36.5 Amperes. Este valor es muy alto por lo tanto se deben equilibrar las cargas monofásicas.**
- 9.- El situación actual del tablero eléctrico que alimenta las maquinas HP INDIGO no cumple con el estándar que HP exige para el correcto funcionamiento de las maquinas.
- 10.-El estándar de la infraestructura eléctrica que HP exige hoy a sus clientes para el buen funcionamiento de las maquinas es el siguiente:

“cada máquina de tener su propio y exclusivo alimentador y tablero eléctrico, esto quiere decir que tanto el alimentador como el tablero debe ser exclusivo para esa máquina y ninguna otra y ese alimentador no debe alimentar nada más y este debe venir desde el tablero principal y conforme a lo analizado en este estudio y las variables de contaminación de armónicos y otros parámetros eléctricos que agravan lo antes mencionado, se deberá analizar si se debe sobredimensionar el conductor principal y reformar el neutro”
- 11.- Nuestra experiencia como asesores eléctricos de Imagex y como proveedores de los equipos de protección de las maquinas HP INDIGO y de la gran mayoría de las empresas que han adquirido HP INDIGO es que cuando este estándar se cumple , no existe este tipo de contaminación en niveles tan exacerbados como los registrados en este análisis.
- 13.- También se debe analizar la capacidad óhmica de la malla de tierra o puesta a tierra de la planta , ya que si esta es deficiente también agrava más esta situación eléctrica y debe reforzarse y quedar en el estándar que exige el estándar HP y la normativa chilena.
- 15.- En consecuencia y base a lo indicado en este análisis, es importante considerar que la naturaleza de la infraestructura eléctrica de la planta de Imprenta Quintero es de una gran cantidad de maquinas y equipo que son cargas contaminantes tales como fuentes switching , aire acondicionados , motores monofásicos y trifásicos de gran consumo , compresores eléctricos , luminaria generadoras de armónicos tales como tubos fluorescentes o similares etc , etc. Todas estas cargas son cargas que contaminan la red eléctrica y son altamente dañinas para todos los equipos de control digital delicado como lo es la electrónica digital de las HP INDIGO.
- 16.- En conclusión y aun haciendo las normalizaciones que deben realizarse para cumplir con el estándar exigido por HP , no se descarta que para disminuir la distorsión total de armónicas en estos niveles , se deba instalar un FILTRO DE ARMONICAS como última instancia por el alto costo que esta unidad demanda el cual es sobre los USD 12.500. Además de equilibrar las cargas monofásicas conectadas.

Depto Ingeniería y Proyectos Inelma –Gamma.