

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



COMPARACIÓN DE MÉTODOS PARA OBTENER LA DIRECCIONALIDAD DE ARMÓNICOS EN UNA SUBESTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELÉCTRICISTA

PRESENTADO POR:

ARTURO ADRIAN ROJAS PICOY

**PROMOCIÓN
2006- I**

**LIMA – PERÚ
2010**

**COMPARACIÓN DE MÉTODOS PARA OBTENER LA
DIRECCIONALIDAD DE ARMÓNICOS EN UNA
SUBESTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN**

Agradezco a Dios, a mis padres; Adrian que desde lo alto está conmigo y Modesta que a mi lado me dá la fuerza de seguir adelante, así como también a mis hermanos Laura, Faustino y Adrián.

SUMARIO

Hoy en día muchas empresas eléctricas y usuarios se han visto enfrentados en la necesidad de optimizar sus procesos para mejorar la eficiencia en el uso de la energía eléctrica. El aumento en la eficiencia se ha conseguido mediante la incorporación masiva de Convertidores Estáticos, para controlar y transformar la energía eléctrica, estos equipos se caracterizan por que demandan corrientes no sinusoidales de la red, originando distorsiones en las tensiones y corrientes. Ante la proliferación de cargas no lineales en las instalaciones eléctricas industriales y domiciliarias, los diferentes niveles de armónicos en los sistemas eléctricos han incrementado, ocasionando problemas en todo el sistema eléctrico.

Para la solución de estos problemas se tienen dos formas de analizarlo: una forma es en el de establecer el umbral de tensión y/o corriente armónica (mediante Normas IEC y Std IEEE-519 y otras), en donde algunas de estas se basan en la compatibilidad electromagnética y otros en el intento de controlar la emisión de armónicos, esta forma de control perjudica en mayor proporción a los clientes. Y la otra forma se basa en la identificación del o de los clientes que están originando los armónicos mediante la aplicación de diversos métodos de direccionalidad de armónicos.

El presente informe de suficiencia trata sobre la aplicación de estos diversos métodos de direccionalidad de armónicos, para la ubicación del o de las fuentes de armónicos se compararan diversos métodos para un mismo caso de estudio y se observaran las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. Se realizará el estudio del análisis en una Subestación de media tensión en 10 kV, esta subestación tiene un alto contenido del quinto armónico, el cual se analizará por métodos existentes y la utilización de equipo analizador de redes. Finalmente se recomendará los métodos prácticos más apropiados dependiendo del sistema a tratar..

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	
ANTECEDENTES	
1.1 Objetivo	3
1.2 Alcances	3
1.3 Limitaciones	3
CAPITULO II	
CALIDAD DE ENERGÍA	
2.1 Suministro ideal de energía	4
2.2 Calidad de tensión	6
2.3 Calidad de corriente	6
2.4 Síntomas y causas que afectan la calidad de energía	7
2.4.1 Síntomas de problemas a causa de perturbaciones eléctricas	7
2.4.2 Causas de perturbaciones dentro de una instalación eléctrica.	8
2.4.3 Causas de perturbaciones desde el sistema de distribución hacia una instalación eléctrica	8
2.5 Niveles de tensión en el sistema eléctrico del Perú	9
2.6 Compatibilidad electromagnética	10
CAPITULO III	
PERTURBACIONES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE ENERGÍA	
3.1 Disturbios relacionados con la calidad de energía	12
3.1.1 Interrupciones	12
3.1.2 Tensiones transitorios	13
3.1.3 Disturbios	14
3.1.4 Armónicas	16
3.1.5 Ruido de alta frecuencia	18
3.1.6 Disturbios eléctricos	18
3.2 Tipos de carga	21

3.3	Teorema de Fourier	25
3.4	Distorsión armónica	28
3.5	Factores de distorsión armónica	29
3.6	Flicker	30
3.6.1	Origen del flicker	31
3.6.2	Índices de flicker	32
3.6.3	Límites de emisión	33

CAPITULO IV

MÉTODOS PARA LA OBTENER LA DIRECCIONALIDAD DE ARMÓNICOS

4.1	Ubicación y determinación de las fuentes armónicas	35
4.1.1	Ubicación de las fuentes dominantes de armónicos en sistema monofásico y trifásico balanceado	35
4.1.2	Ubicación de las fuentes no dominantes de armónicos en sistema monofásico y trifásico balanceado	36
4.2	Evaluación del nivel de emisión de armónicos de una carga perturbadora particular	38
4.3	Método desconectado la carga a analizar	40
4.4	Método de evaluación desconectando un elemento Shunt Auxiliar	42
4.5	Métodos sin desconectar la carga a analizar	44
4.5.1	Método de mediciones simultaneas de armónicos de corriente y tensión de cargas	44
4.5.2	Método basado en la técnica de instrumentación virtual (VI)	47
4.5.3	Método sobre el cálculo de ITHD y VTHD	50

CAPITULO V

PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DIRECCIONALIDAD DE ARMÓNICOS DE LA SUBESTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN EN UNA PLANTA INDUSTRIAL

5.1	Diagrama unifilar de la planta industrial	52
5.2	Equipo utilizado en la subestación	54
5.3	Datos registrados por el equipo de medición	55

CAPITULO VI

COMPARACIÓN Y ANALISIS DE MÉTODOS DE APLICACIÓN PARA LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SUBESTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

6.1	Comparación de los métodos de direccionalidad de armónicos	58
6.2	Análisis de los métodos de direccionalidad de armónicos.	62
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
	ANEXOS	70
A.	Gráficos de THD y correlación lineal del tablero general alimentación a máquinas CNC	
B.	Gráficos de THD y correlación lineal del tablero general y taller máquinas 15 y 18	
C.	Mediciones en el tablero general alimentación a máquinas CNC	
D.	Mediciones en el tablero general y Taller máquinas 15 y 18	
	BIBLIOGRAFÍA	102

PROLOGO

El propósito de este informe es mejorar las condiciones desfavorables de la calidad del servicio de electricidad que tienen efectos inmediatos sobre el bienestar de los consumidores y/o suministradores. Si hay una interrupción del servicio eléctrico los usuarios tienen costos asociados a la imposibilidad de utilizar sus equipos eléctricos, la empresa suministradora tiene costos asociados con la energía dejada de vender y a los costos que supone reducir el número de interrupciones y su duración a su vez con una mala imagen ante sus consumidores. De igual forma si hay condiciones de mala calidad de tensión de suministro se generan condiciones de operación ineficiente de los equipos eléctricos, reducción de su vida útil, e incluso daño permanente o bien pérdidas de materia prima en sectores industriales que viene asociado a altos costos de compensación a la empresa suministradora. Es por este motivo en que se ha incidido en la capacitación del personal técnico.

En algunos países es normado el factor de potencia, lo que induce a las empresas distribuidoras y a los clientes a instalar condensadores para mejorarlos. Estos condensadores en conjunto con la impedancia inductiva del sistema crean problemas de resonancia que de producirse afectan de manera significativa al sistema eléctrico.

Estos problemas encontrados y que han venido apareciendo con el desarrollo de las naciones a conllevado a las entidades reguladoras a la normalización de los niveles de emisión de armónicos. En este contexto se tienen dos enfoques: El primero que consiste en establecer límites de máximos permisibles de las tensiones y/o corrientes armónicas e inclusive del THD de tensión y/o corriente (Ejemplo: NTCSE). En este enfoque también se dan límites de tensiones y corrientes armónicas basados en los criterios de compatibilidad electromagnética (Ejemplo: IEEE-519 y Normas IEC 1000-4-7).

El segundo enfoque trata de establecer un equilibrio de responsabilidades entre los fabricantes de equipo, los clientes y las empresas que generan, transmiten y distribuyen la energía eléctrica. Pero no es suficiente para ubicar el origen de las corrientes armónicas, por lo que muchas investigaciones sobre este punto se han desarrollado y aún se siguen desarrollando otras más debido a la complejidad de este tema.

La direccionalidad de armónicos se describe como una complejidad en su análisis, en donde muchos investigadores han planteado no solo la necesidad de saber el flujo de los armónicos sino lo más importante la dirección y la cuantificación de los armónicos.

Debo mencionar que la información extraída, se encuentran el trabajos de investigación realizados por el consejo internacional de grandes redes eléctricas (CIGRE 36.05 / CIRED 2) en calidad de tensión, la comisión de integración energética regional (CIER), la tesis de direccionalidad de armónicos presentados a la UNI-FIEE, Cursos de información de Calidad de energía de Tecsup, la Universidad Nacional de Ingeniera y información extraída de páginas web.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1 Objetivo

La Comparación de Métodos para obtener la Direccionalidad de Armónicos en una Subestación en Media Tensión tiene los siguientes objetivos:

- a) Describir técnicas, metodologías de medición, seleccionar el método más adecuado y práctico de la direccionalidad de armónicos sin desconectar la carga.
- b) Conocer los recursos necesarios para la medición, el análisis de las medidas registradas mediante instrumentos de calidad de energía.
- c) Conocer los estándares actuales de las principales organizaciones electrotécnicas tanto nacionales e internacionales en lo referente al control de la distorsión armónica.

1.2 Alcances

En el presente informe se obtendrá una metodología adecuada para la direccionalidad de los armónicos utilizando un equipo de analizador de redes, para luego así demostrar que algunos armónicos sobrepasan el límite de lo permitido por la norma.

1.3 Limitaciones

El estudio de direccionalidad de armónicos tiene sus limitaciones al realizar su análisis, dependiendo de la forma de evaluación durante el proceso, sea conectada o no conectada la carga a analizar al suministro, esto produce la paralización de la industria, trayendo como consecuencias pérdidas económicas.

CAPITULO II

CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El desarrollo tecnológico actual ha generado un nuevo concepto de calidad de energía. El cual está relacionado con las perturbaciones electromagnéticas y eléctricas que puedan afectar las condiciones eléctricas de un suministro (tensión y/o corriente) y ocasionar el mal funcionamiento o daño a equipos eléctricos y procesos industriales. El nuevo concepto de calidad de la energía eléctrica está relacionado básicamente en la calidad de tensión y calidad de corriente.

La calidad de la energía que se consume en los sectores productivos es tan importante que se refleja directamente en la productividad y rentabilidad de las empresas, así debemos conocer los parámetros y la terminología que se utilizan dentro de esta área a fin de poder aspirar al desarrollo tecnológico, considerando la normatividad existente en el país.

2.1 Suministro ideal de energía

El sistema de suministro de energía eléctrica está formado por el conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de energía eléctrica. Este mecanismo está dotado de mecanismos de control, seguridad y protección.

Constituye un sistema integrado que además de disponer de sistema de control distribuido, está regulado por un sistema de control centralizado que garantiza una explotación racional de los recursos de generación y una calidad de servicio acorde con la demanda de los usuarios, compensando los posibles incidencias y fallas producidas. Con este objetivo, tanto la red de transporte como las subestaciones asociadas a ella pueden ser propiedad, en todo o en su mayor parte y en todo caso, estar operadas y gestionadas por una entidad independiente de las compañías propietarias de las centrales generadoras y de las distribuidoras o comercializadoras de electricidad.

Asimismo, el sistema precisa de una organización económica centralizada para planificar la producción y la remuneración a los distintos agentes del mercado si, como ocurre actualmente en muchos casos, existen múltiples empresas participando en las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización.

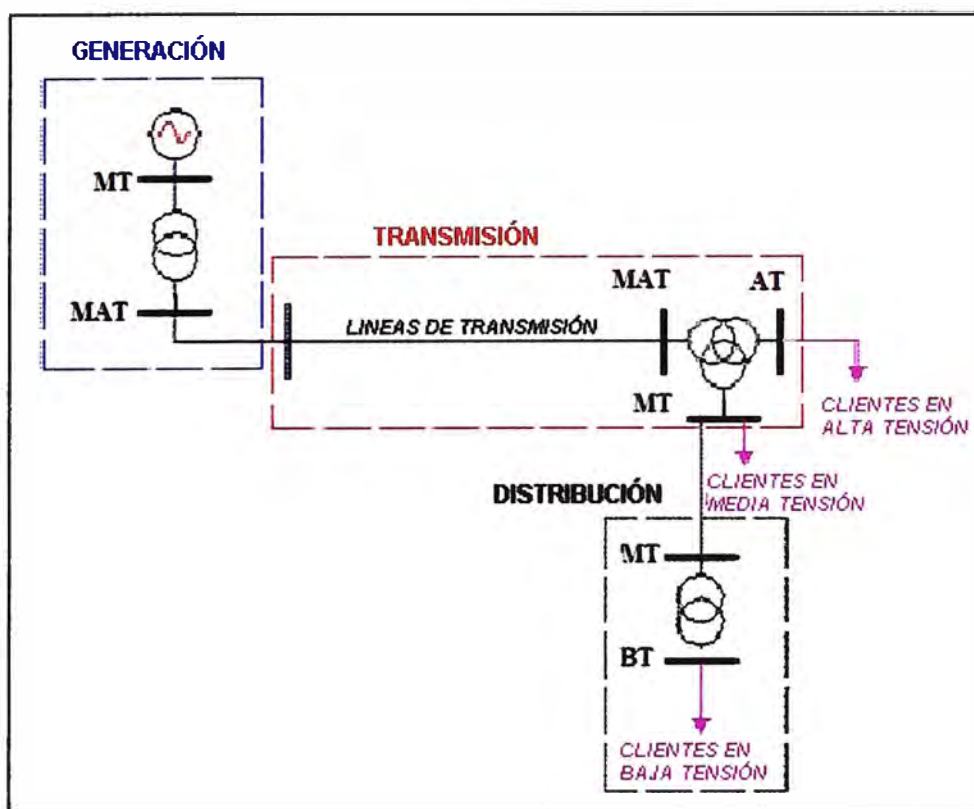


Fig. 2.1: Sistema Eléctrico: generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica

La calidad de Energía Eléctrica se refiere a fenómenos electromagnéticos que perturban la operación del sistema eléctrico de potencia. Actualmente, la creciente utilización de equipos que incorporan la electrónica de potencia y otros mecanismos de alta eficiencia, en general disminuye la calidad de energía de un sistema eléctrico.

Entre los factores más frecuentes se pueden citar: Aparición de armónicos y fenómenos de resonancia con consecuencias destructivas para los equipos del sistema eléctrico. Corrientes de switcheo originadas por conexiones/desconexiones de bancos de condensadores estáticos, líneas de transmisión, transformadores de potencia, etc. Variaciones de tensión de corta duración (flicker, sags, entre otros) produciendo efectos negativos en los sistemas eléctricos de potencia e inclusive en las personas. Aumento en la cuenta de energía eléctrica o recargos por bajo factor de potencia.

En términos técnicos se considera que el suministro ideal de energía eléctrica es de 220 VCA en baja tensión, con una curva de tensión y corriente senoidal perfecta, de frecuencia y amplitud constante y desfasadas 120 grados exactamente y con una frecuencia de 60 Hz. (ciclos por segundo).

Cualquier desviación alguna de estas condiciones ideales, puede interpretarse como una deficiencia en la calidad de la energía eléctrica que fluye por la red. Esta deficiencia de la calidad será más notoria y posiblemente de peores consecuencias cuando más grande

sea la perturbación que esté sacando a la red de sus condiciones de calidad ideal o perfecta.

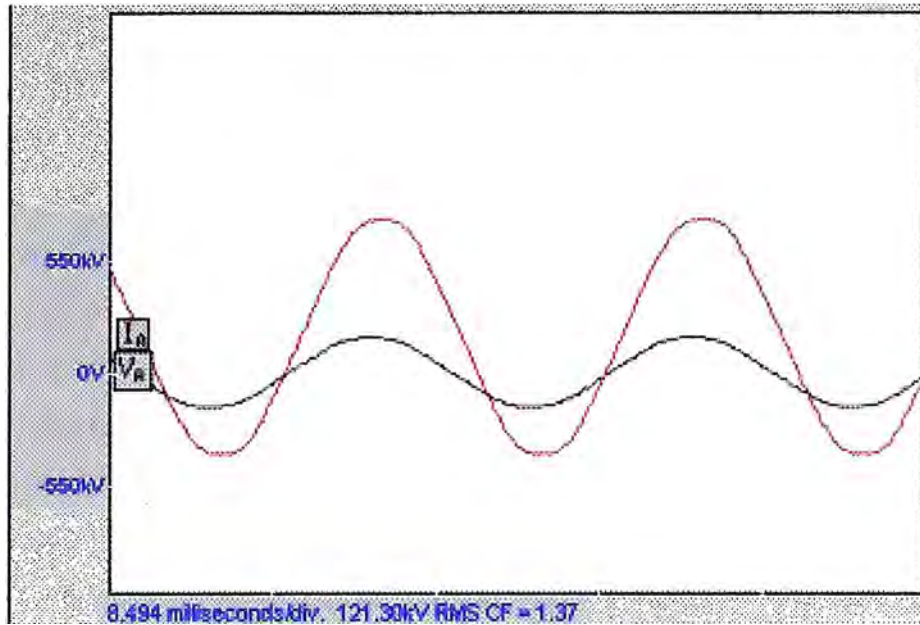


Fig. 2.2: muestra la onda de tensión y de corriente que utiliza una carga cualquiera, se observa que existe un desfase entre la onda de tensión y corriente.

2.2 Calidad de tensión

La calidad de tensión se hace referencia a la calidad de la forma de onda de tensión es decir a su forma de onda, a la amplitud y frecuencia, para hacer la entrega a los clientes, niveles de tensión que permitan un optimo funcionamiento de sus equipos contribuyendo a elevar la calidad de vida y el desarrollo de la comunidad.

La característica ideal de la onda de tensión ideal es aquella que tiene forma sinusoidal con amplitud y frecuencia determinadas e invariables así como simetría de fases (en los sistemas trifásicos) como se demuestra:

$$v(t) = V_m \text{Sen}(wt) \quad (2.1)$$

Los niveles de tensión mencionados se encuentran regulados por la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos (NTCSE).

2.3 Calidad de corriente.

Al igual que calidad de tensión, la calidad de corriente está relacionado con la forma de onda de la corriente: es decir la amplitud, la frecuencia, y la forma de onda.

La corriente ideal es aquella que tiene forma de onda sinusoidal y frecuencia y amplitud constante:

$$i(t) = I_m \text{Sen}(wt - \varphi) \quad (2.2)$$

$$\text{Energía} = \int_t v(t) \cdot i(t) \cdot dt \quad (2.3)$$

2.4 Síntomas y causas que afectan la calidad de energía

En los últimos tiempos, las empresas distribuidoras de electricidad reciben cada vez más quejas con respecto a perturbaciones de tensión, los cuales provocan el mal funcionamiento de las instalaciones eléctricas y sus cargas. Esto se debe principalmente a la utilización cada vez mayor de cargas sensitivas a perturbaciones de tensión. Una carga sensitiva es aquélla que suele desconectarse o reiniciarse debido a una perturbación de la tensión de suministro. Las cargas de este tipo en su mayoría están basadas en la electrónica. Las perturbaciones siempre estarán presentes en los sistemas eléctricos, pero es fundamental mantenerlas a un nivel lo más reducido posible, sin que influya en el normal funcionamiento del proceso productivo del suscriptor.

Las operaciones de conmutación, tales como la conexión y desconexión de grandes cargas, provocan variaciones súbitas de la carga y por lo tanto de la tensión. Por supuesto la influencia de dichas perturbaciones en el punto de conexión depende del tamaño de la carga y la distancia del punto de origen de la perturbación.

Tampoco es posible evitar completamente que dichas perturbaciones, ni siquiera cuando el suministro eléctrico ha sido planificado para conseguir la máxima confiabilidad, ya que el proceso de gran extensión del suministro de distribución de energía sobre todo el aéreo, está sometido tanto a influencias atmosféricas como a fallos imprevisibles en los equipos, como también a instalaciones eléctricas con grandes bloques de cargas y sistemas de puesta a tierra mal diseñados o deteriorados.

Por lo general cuando una instalación eléctrica es víctima de perturbaciones de tensión, los consumidores culpan a la empresa distribuidora de electricidad, sin darse cuenta que en ocasiones el problema puede estar dentro de la misma instalación. Por lo cual las empresas de distribución deben invertir recursos en el análisis de perturbaciones y determinar hasta qué punto son responsables. Mencionaremos a continuación los síntomas y causas que afectan a la calidad de energía eléctrica:

- Síntomas de problemas a causa de las perturbaciones eléctricas.
- Causa de perturbaciones dentro de una instalación eléctrica.
- Causa de perturbaciones desde el sistema de distribución hacia una instalación eléctrica.

2.4.1 Síntomas de problemas a causa de perturbaciones eléctricas

Cuando un equipo eléctrico presenta fallas que no son atribuibles a su diseño, se dice que el suministro de energía le pueda estar afectando. A continuación mencionamos una

serie de fallas que pueden ser atribuibles a perturbaciones de tensión. Entre las cuales podemos encontrar:

- Errores en el almacenamiento de datos en discos duros (PC`s),
- Salidas inesperados de equipos electrónico
- Fallas de componentes electrónicos
- “Reset” o iniciación de equipos de control.

2.4.2 Causas de perturbaciones dentro de una instalación eléctrica

A continuación se menciona una serie de equipos y fallas comunes que pueden causar perturbaciones en la tensión dentro de una instalación e influyan en el buen desempeño de las cargas sensibles anexas a esta misma instalación:

- Motores con velocidad variable.
- Cargas controladas por electrónica de potencia.
- Falla en el cableado interno o en el tablero.
- Cierre de contactores o relés.
- Arranque o paradas de motores.
- Presencia de arqueos, causada por malas conexiones.
- Equipos para soldar metales.
- Dimmer para luces.
- Inestabilidad en UPS, motores y generadores.
- Cargas no lineales.
- Grandes cantidades de corrientes de secuencia negativa en los neutros.
- Grandes bloques de iluminación (Eje. Estacionamientos).
- Falta de continuidad en el sistema de tierra.

2.4.3 Causas de perturbaciones desde el sistema de distribución hacia una instalación eléctrica

Estas son fallas típicas de circuitos de distribución aéreos y fenómenos, que pueden causar perturbaciones de tensión y verse reflejadas en el suscriptor:

- Tormentas eléctricas.
- Desconexión o conexión de bancos de condensadores.
- Arranque o paradas de grandes motores.
- Puentes de conexión rotos.
- Falla a nivel de la red de distribución, siendo la más común la de fase-tierra.

- Contaminación.
- Y hasta la intervención de terceros.

2.5 Niveles de tensión en el sistema eléctrico del Perú

La energía eléctrica es la forma de energía más utilizada. Gracias a la flexibilidad en la generación y transporte se ha convertido para la industria en la forma más extendida de consumo de energía. El transporte por líneas de alta tensión es muy ventajoso y el motor eléctrico tiene un rendimiento superior a las máquinas térmicas. Los inconvenientes de esta forma de energía son la imposibilidad de almacenamiento en grandes cantidades y que las líneas de transmisión son muy costosas.

Las instalaciones para generación y el transporte de la energía eléctrica utilizan generalmente corriente alterna, debido a que es más fácil reducir o elevar la tensión por medio de transformadores. Para el transporte de una cantidad de energía dada, si se eleva la tensión disminuye la intensidad de corriente necesaria, esto disminuye las pérdidas que son proporcionales al cuadrado de la intensidad. Posteriormente, para la distribución se reduce la tensión en las subestaciones que gradúan la tensión según se utilicen en la industria o en instalaciones domiciliarias.

Una central eléctrica utiliza una fuerza motora para hacer girar un generador eléctrico con diversas fuentes de energía. Se pueden clasificar las centrales eléctricas según la energía aprovechada en:

- a. Central hidroeléctrica: utiliza la energía obtenida en los saltos de agua (energía hidráulica).
- b. Central termoeléctrica: utiliza la energía obtenida de los combustibles fósiles (carbón, fueloil, etc.)
- c. Central nuclear: utiliza la energía obtenida mediante reactores nucleares.
- d. Centrales de recursos renovables: utiliza energía de recursos renovables: energía solar, eólica, mareomotriz y geotérmica.

El Código Nacional de Electricidad (CNE) menciona el orden de los niveles de tensión que se muestra a continuación:

- **Baja tensión (B.T.):** Corresponde a tensiones menores a 1kV (1000 V)
- **Media tensión (M.T.):** Corresponde a tensiones por encima de 1 kV y menores a 30 kV.
- **Alta tensión (A.T.):** Corresponde a tensiones por encima de 30 kV. y menores a 100 kV
- **Muy alta tensión (M.A.T):** Corresponde a tensiones encima o iguales a 100 kV

En nuestro país, el sistema eléctrico de baja tensión es limitado por un transformador

DY con neutro no puesto a tierra, con una relación de transformación 10 / 0,22 kV y las cargas monofásicas toman energía de la tensión de línea. Actualmente se esta normalizando en redes de baja tensión 0,38 – 0,22 kV

2.6 Compatibilidad electromagnética

Por Compatibilidad Electromagnética (CEM) se entiende la capacidad de un dispositivo, equipo o sistema, para funcionar satisfactoria en su ambiente electromagnético sin introducir disturbios electromagnéticos intolerables a ningún elemento en ese ambiente.

Se entiende por ambiente electromagnético natural a la totalidad de los fenómenos electromagnéticos que existen en un determinado sitio.

Según la normativa internacional recogida en el informe técnico de la IEC 61000-1-3: “La capacidad de cualquier aparato, equipo o sistema para funcionar de forma satisfactoria en su entorno electromagnético sin provocar perturbaciones electromagnéticas sobre cualquier cosa de ese entorno”

En un proceso de compatibilidad electromagnética existen tres factores que intervienen en la interacción (ver la Fig. 2.3):

- La fuente de interferencia electromagnética,
- El mecanismo de acople
- El sistema perturbado

Los rayos emiten una señal de interferencia o disturbio (de carácter eléctrico y magnético) y se encuentran dentro de la categoría de fuentes de interferencia electromagnética.

La emisión de la señal de interferencia (*EI*) de la fuente se cuantifica a través de su magnitud y puede afectar a los equipos de una forma indeseable a través de la generación de una señal de interferencia de una amplitud dada (*AI*) que puede ser una corriente, una tensión, una potencia, un campo, etc.

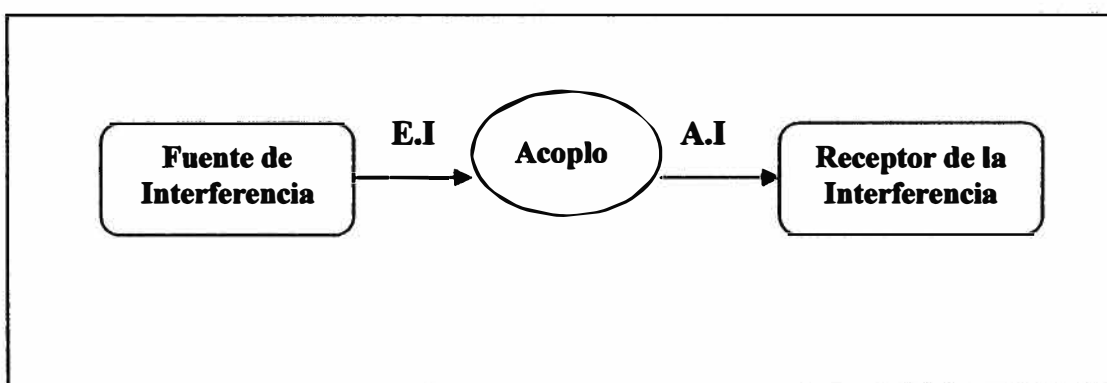


Fig. 2.3: Modelo elemental de interferencia en una dirección.

La compatibilidad debe ocuparse de dos problemas diferentes, que dan lugar a dos ramas de la misma:

- a) La Interferencia Electromagnética – IEM, se define entonces, como cualquier perturbación electromagnética que se manifiesta en la degradación de la operación, el mal funcionamiento o la falla de un dispositivo, equipo o sistema eléctrico, electrónico o de telecomunicaciones. Aunque tradicionalmente, el concepto ha sido asociado con fenómenos de radiación o conducción de campos electromagnéticos, este tiene una acepción más amplia que incluye fenómenos como armónicos, transitorios, rayos, descargas electrostáticas, ruido, fluctuaciones de tensión, etc.
- b) Inmunidad o Susceptibilidad a la interferencia – EMS, es la habilidad del equipo para resistir la interferencia hasta cierta amplitud, sin llegar al estado de operación errónea. Un ejemplo típico sería el aislamiento de los transformadores de distribución, los cuales pueden soportar tensiones de impulsos atmosféricos hasta cierto valor sin resultar afectados por los rayos.

El acoplamiento C , describe la relación mutua entre los circuitos de corriente en los cuales la energía es transferida de un circuito a otro, como en la ecuación (2.4)

$$EI \times C = AI \quad (2.4)$$

Así que la compatibilidad electromagnética siempre es un equilibrio entre estos dos fenómenos de perturbaciones electromagnéticas de ambos de la línea de energía o campo electromagnéticos por una parte y la inmunidad de cada dispositivo para operar a pesar de la presencia de perturbaciones por otra parte.

CAPITULO III

PERTURBACIONES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE ENERGÍA

Se denomina perturbaciones eléctricas a cualquier problema manifestado en la tensión y la corriente o desviaciones de frecuencia que ocasionan una falla u operación inadecuada del equipo eléctrico

3.1 Disturbios relacionados con la calidad de energía

Los problemas relacionados con la energía eléctrica de calidad tienen muchos nombres y descripciones; fuentes, transitorios, corte de suministro y ruido son algunas de las descripciones más comunes dadas a los problemas, se menciona a continuación definiciones y terminologías relacionadas con la calidad de energía eléctrica:

- Interrupciones
- Tensiones transitorios
- Disturbios
- Armónicas
- Ruido de alta frecuencia
- Disturbios eléctricos

3.1.1 Interrupciones.

Una interrupción o paralización es una pérdida completa de tensión que por lo común puede ser corta como 30 ciclos o durar hasta varias horas, o en algunos casos días. Las interrupciones suelen ser causadas por la operación inducida de los interruptores automáticos de circuito o de los fusibles. Algunas de estas interrupciones podrían clasificarse como prolongadas, mientras que otras podrían considerarse como temporales o momentáneas:

a. Interrupciones prolongadas

Son el tipo más reconocible de perturbación. Se presentan ordinariamente como resultado de fallas eléctricas permanentes. El suministrador de energía eléctrica diseña los sistemas de transmisión y distribución eléctrica a manera de aislar las fallas permanentes y las interrupciones prolongadas resultantes, el área más pequeña posible.

b. Interrupciones momentáneas

Son pérdidas temporales totales de tensión y las origina a menudo la operación de los dispositivos automáticos de protección por sobrecorriente. Muchas fallas eléctricas que ocurren en los circuitos de distribución son de naturaleza temporal. Al interrumpir brevemente la corriente de falla generada por estas condiciones temporales, con un dispositivo automático de despeje de fallas, puede lograrse que la falla temporal se resuelva sin dañar los conductores del circuito ni el equipo.

3.1.2 Tensiones transitorias

Las variaciones de tensiones consisten en la amplitud de la onda de tensión y por lo tanto en el valor rms de la señal. [ANSI C84.11982 recomienda que no se excedan los rangos específicos de 0.9 a 1.1 p.u]. Típicamente las tensiones transitorias son ocasionadas por operaciones de conmutación o descargas atmosféricas. Los transitorios pueden ser generados por los usuarios debido a la conexión y desconexión de sus propias cargas o pueden ser causados por las operaciones de conmutación de la compañía suministradora, tales variaciones de tensión pueden ser divididas en dos categorías:

a. Bajo tensión:

Se llama así a los decrementos en las tensiones rms en la forma de onda que ocurren a la frecuencia fundamental y donde el tiempo de duración es mayor a unos cuantos segundos. Normalmente se habla de un bajo tensión cuando se tienen valores menores al 10% del valor nominal como se indica en la Fig. 3.1. Los descensos de tensión son niveles de tensión más bajos que el nominal durante periodos de 2 Seg o menos.

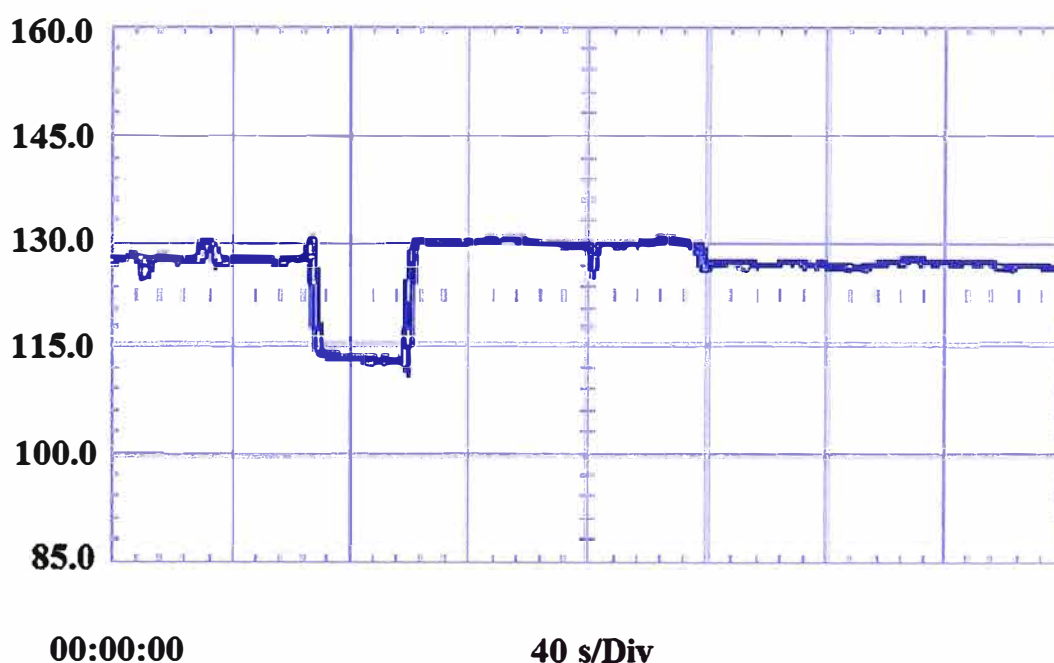


Fig. 3.1: Señal de bajo tensión registrado en la señal rms de tensión

La disminución de la tensión puede ocurrir como consecuencia de:

- Grandes cargas como motores o soldadores eléctricos que estén en el mismo circuito.
- Caída total de tensión de las líneas en el circuito de distribución, por arranque de motores.
- Por fallas eléctricas en los circuitos alimentados desde la misma fuente de generación.

La experimentación de una tensión de servicio o utilización de larga duración menor que el límite adecuado nominal de bajo tensión de operación, se puede considerar que esta experimentando una situación de bajo tensión.

b. Sobretensión:

Se llama así a los incrementos en las tensiones rms en la forma de onda que ocurren a la frecuencia fundamental y donde el tiempo de duración es mayor a unos cuantos segundos como se indica en la Fig. 3.2 Normalmente se habla de un sobretensión cuando se tienen valores de al menos 10% arriba del valor nominal. Pueden ocasionarlos las descargas de rayos o la interrupción de cargas grandes.

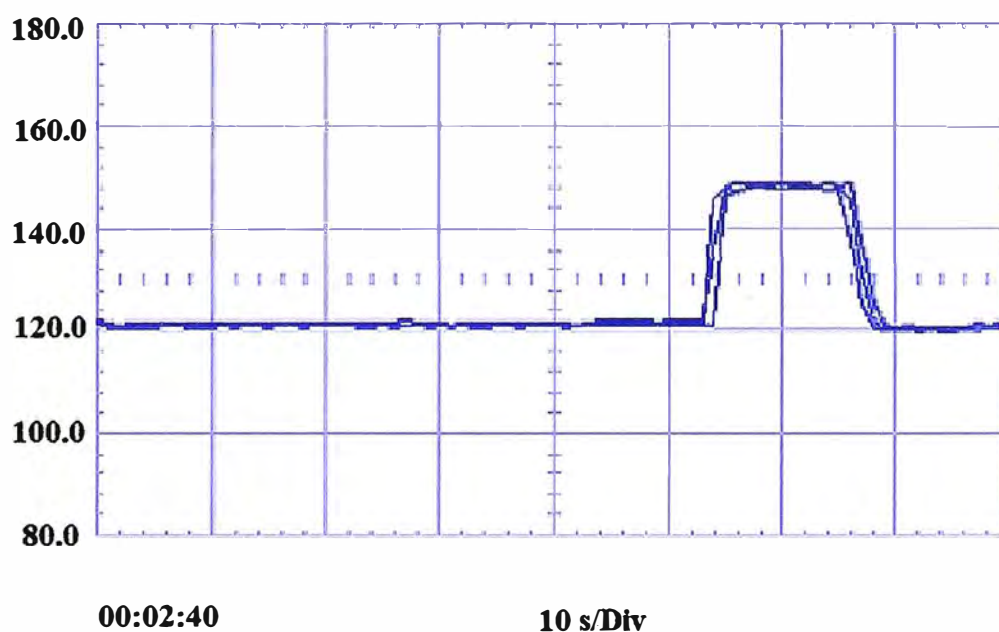


Fig. 3.2: Sobretensión registrado en la señal rms de tensión

3.1.3 Disturbios

Un disturbio es un transitorio de corta duración en la forma de onda de tensión de C.A el cual se caracteriza por una breve discontinuidad repentina en la forma de onda. Puede ser de cualquier polaridad y puede ser aditivo o sustractivo de la forma de onda nominal, estas perturbaciones se pueden presentar en cualquier sistema eléctrico tanto en la magnitud y frecuencias distintas a los valores fundamentales (60 Hz). Estas perturbaciones se manifiestan como sobre tensión, bajos tensiones, impulsos transitorios, distorsión ruido,

etc. Los disturbios tienen dos tipos de orígenes, los externos y los internos al Sistema Eléctrico. Los disturbios de origen externos son los producidos por las descargas atmosféricas (rayos) en las líneas eléctricas, contactos incidentales entre dos líneas eléctricas principalmente de los orígenes internos son producidos por la operación de dispositivos de desconexión, conmutación electrónica (PLC's, Computadoras, etc.) arranque de motores entre otros.

Un disturbio puede tener una duración extremadamente corta y alta magnitud. Las instalaciones están sometidas a una gran cantidad de disturbios (fluctuaciones de tensión y corriente con bases de tiempo muy pequeñas con valores de 6000 V / 3000 A según IEEE 587 Cat B). Estos disturbios pueden ser de origen atmosféricos o eléctricos.

Un disturbio se observa como un impulso de corta duración de gran amplitud que aparece superimpuesto en la forma de onda de tensión o corriente. Los disturbios se clasifican en dos categorías:

a. Disturbios en forma de impulso:

También conocido como pico transitorio de tensión, es un cambio repentino de la condición de estado estable de tensión, corriente o ambos el cual es unidireccional en polaridad (principalmente positivo o negativo). El transitorio impulsivo es caracterizado normalmente por su elevación y tiempo de decaimiento en el cual puede ser obtenido de su contenido espectral ver Fig. 3.3

Los eventos transitorios involucran altas frecuencias. Ellos pueden excitar la frecuencia natural de circuitos del sistema eléctrico y producir Transitorios oscilatorios.

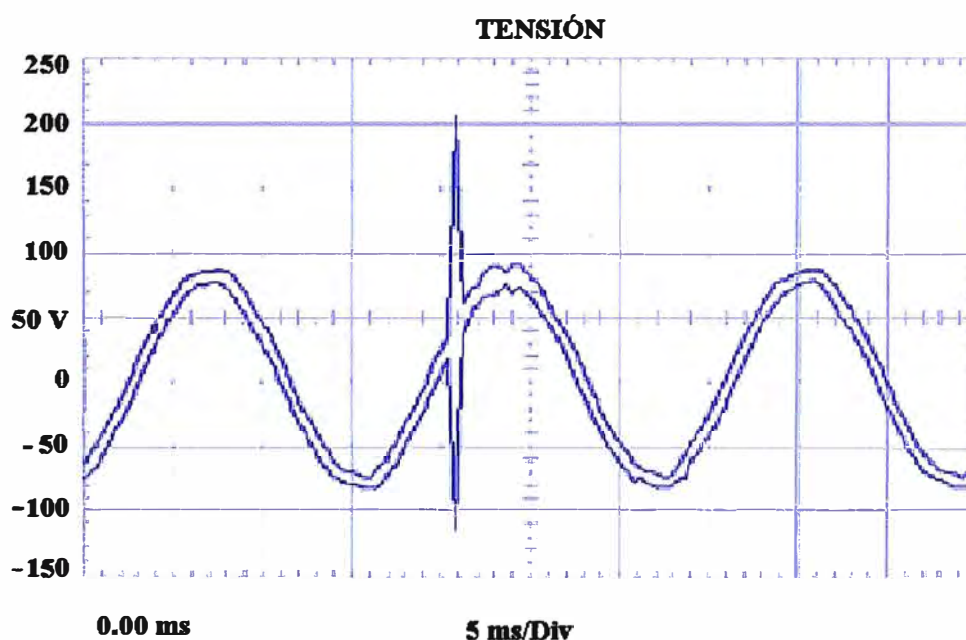


Fig. 3.3: Impulso transitorio en una señal de tensión.

Por ejemplo, un transitorio de 1.2×50 ms, 2000 V, nominalmente se eleva desde cero hasta su valor pico de 2000 Voltios en 1.2 ms y entonces decae a la mitad de su valor pico en 50 ms.

b. Disturbio Oscilatorio:

Es un cambio repentino de la condición de estado estable de la tensión, corriente o ambos, el cual incluye valores de ambas polaridades, positivos y negativos. Un transitorio oscilatorio consiste de una tensión o corriente cuyos valores instantáneos cambian rápidamente de polaridad. Esto es descrito por su contenido espectral (frecuencia predominante) así como su duración y magnitud. Uno de los impulsos oscilatorios más comunes ocurre cuando capacitores para corrección de factor de potencia son switcheados en el sistema de potencia, ver Fig. 3.4

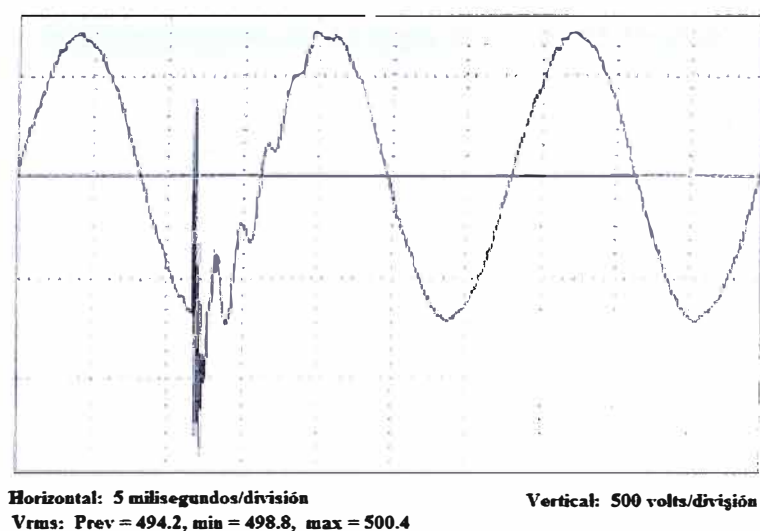


Fig. 3.4: Disturbio oscilatorio

3.1.4 Armónicas

Son señales senoidales de frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la señal de tensión o corriente. Estas señales se suman a la señal de frecuencia fundamental produciendo deformación en la onda senoidal original. La distorsión armónica es una forma de ruido eléctrico. Las cargas lineales, las que toman corriente en producción directa de tensión aplicado, no generan grandes niveles de armónicas. Las cargas no lineales no toman corriente en pulsos. Estas corrientes de pulsos crean caídas de tensión en todo sistema como resultado de la interacción de la corriente con la impedancia del sistema. Las distorsiones de tensiones creadas por las cargas no lineales pueden crear distorsión de tensión más allá del sistema de cableado de los terrenos de la planta, a través del sistema de la compañía, en las instalaciones de otro usuario. Las cargas concentradas que generan grandes niveles de terceras armónicas pueden dar lugar a

una corriente de neutro mucho más alta que la que normalmente se encuentra en circuitos en los que las corrientes de retorno de las diferentes fases se anulan.

El alimentar a ciertas cargas estas formas de onda distorsionadas y sus componentes armónicas asociadas pueden provocar algunos efectos adversos tales como el calentamiento de motores y transformadores debido a las perdidas inducidas por las altas frecuencias, calentamiento de banco de capacitores, daño por falla en el equipo y operación no apropiada de interruptores (termomagneticos y fusibles). Los controles electrónicos pueden operar erráticamente particularmente cuando ellos dependen de una onda senoidal limpia para sincronización o propósitos de control.

Es una deformación que se presenta en la onda de tensión debido a la operación normal de las cargas no-lineales, cuya curva tensión-corriente es no-lineal, es decir que la forma de consumir la corriente es independiente de la onda senoidal de tensión de alimentación produciendo tal distorsión. Para efectos de comparación, en las dos figuras siguientes se muestran tanto la tensión y corriente en terminales de una carga lineal como en una no lineal.

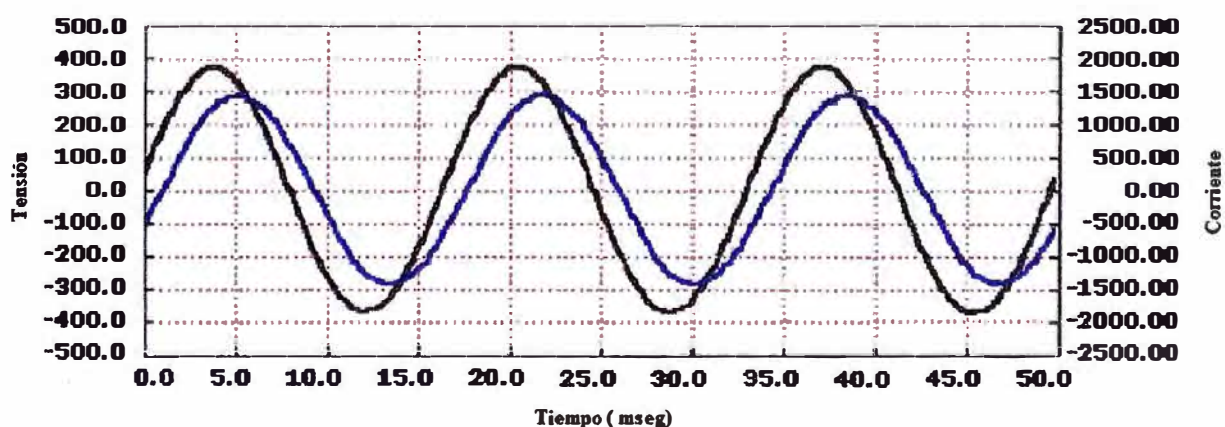


Fig. 3.5: El comportamiento tensión-corriente es senoidal en una carga lineal

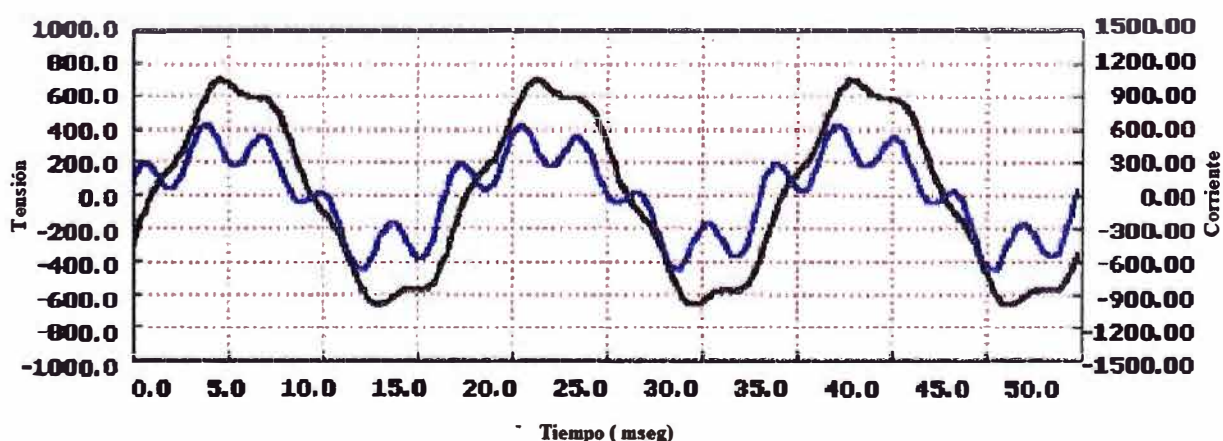


Fig. 3.6: Deformación de las señales de tensión y corriente por efecto de carga no lineal

3.1.5 Ruido de Alta Frecuencia.

El ruido eléctrico se produce en sistemas de potencia debido a la operación normal de dispositivos electrónicos, circuitos de control, equipo de formación de arco, cargas con rectificadores de estado sólido y fuentes de energía switchables. Los impulsos se les llaman en ocasiones “puntas de conmutación” o “transitorios”. Los rayos y las operaciones de interrupciones pueden ocasionar impulsos y transitorios.

El ruido es un impulso repetitivo sobrepuesto en la onda senoidal de potencia. Los transmisores de radio, lámparas fluorescentes, cargadores de acumuladores, computadoras y conexiones eléctricas flojas pueden ocasionar ruido eléctrico.

Se define como señales eléctricas indeseables que producen efectos indeseables en equipo electrónico sensitivo. Su contenido espectral es de un ancho de banda menor a 2000 KHz súper impuesto sobre la señal de tensión o corriente, para tensión existen dos tipos, modo normal o transversal, que es entre línea y línea o línea y neutro y modo común, cuando se presenta entre línea y tierra o neutro y tierra. También puede encontrarse presente en los conductores neutros o bien en líneas de señales. Las perturbaciones de modo común son voltajes medidos entre ya sea una fase energizada y tierra o ambos. Las perturbaciones de modo transversal son tensiones medidos solamente entre conductores que lleven corriente. Las perturbaciones de modo transversal pueden volverse de modo común por el mutuo acoplamiento entre otros conductores y tierra cuando viajan por todo el sistema eléctrico.

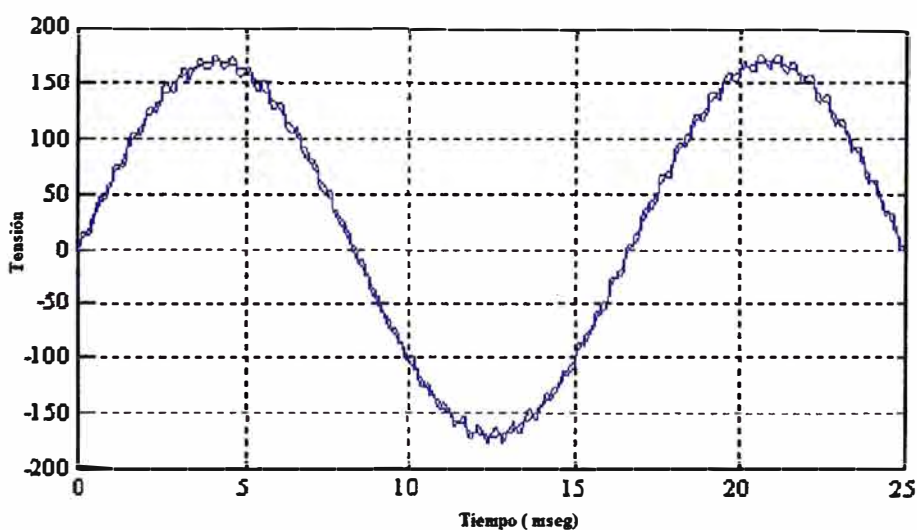


Fig. 3.7: Señal de tensión con presencia de señales de alta frecuencia

3.1.6 Disturbios eléctricos

Podemos decir que el objetivo de la calidad de energía es encontrar caminos efectivos para corregir los disturbios y variaciones de tensión en el lado del cliente y proponer

soluciones para corregir las fallas que se presentan en el lado del sistema de las compañías suministradoras de energía eléctrica, para lograr con ello un suministro de energía eléctrica de calidad. Los disturbios en el sistema son variaciones o perturbaciones que se pueden presentar en cualquier sistema eléctrico tanto en magnitud como en frecuencias distintas a los valores fundamentales. Entre las cuales encontramos:

a. Tensiones transitorias:

Las sobretensiones transitorias se refieren a variaciones en la forma de onda de tensión que dan como resultado condiciones de sobretensión durante una fracción de ciclo de la frecuencia fundamental. Las fuentes comunes de estos transitorios son los rayos, operación de los dispositivos de interrupción de los sistemas eléctricos y el arqueo de conexiones flojas o fallas intermitentes.

La operación de interruptores es frecuente en un sistema de energía. Se efectúan una gran variedad de operaciones de desconexión o de conexión para los trabajos de rutina o bien en forma automática por los sistemas de protección y control. Las operaciones típicas de interruptores son:

- Líneas de transmisión.
- Cables.
- Capacitores.
- Reactores en derivación.
- Transformadores.
- Generadores / Motores.

Otra clase de transitorios por operación de interruptores son los que generan el salto de arco en aislamiento y por reencendido de cortocircuitos. Estos fenómenos son equivalentes al cierre de un interruptor y generan sobretensiones por operación de interruptores son típicamente proporcionales a la tensión de la frecuencia de la red. El contenido de frecuencia de los transitorios de interrupción depende de los parámetros del sistema. Los transitorios ocasionados por la operación de interruptores en sistemas de alto tensión, es decir, superiores a 230 kV, pueden ser bastantes altos y deben controlarse para evitar la necesidad de aislamiento de mas alto grado.

b. Sag y Bajo tensión:

Son decrementos en la tensión o corriente que ocurren a la frecuencia fundamental con magnitudes entre el 10% y el 90% del valor nominal que duran de 0.5 ciclos a 1 minuto. Estos son normalmente causados cuando cargas pesadas tales como motores son puestos en

operación. Estas cargas tienen corrientes de arranque de seis a diez veces su corriente nominal por lo que llegan a efectuar la señal de tensión, ver Fig. 3.9

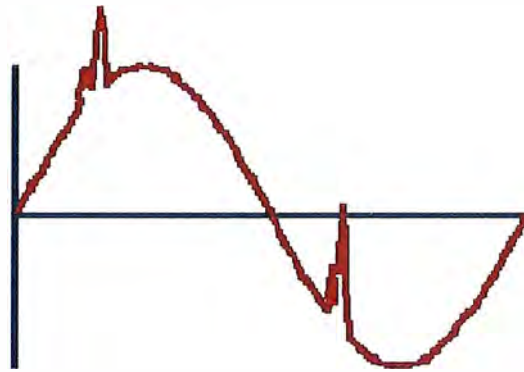
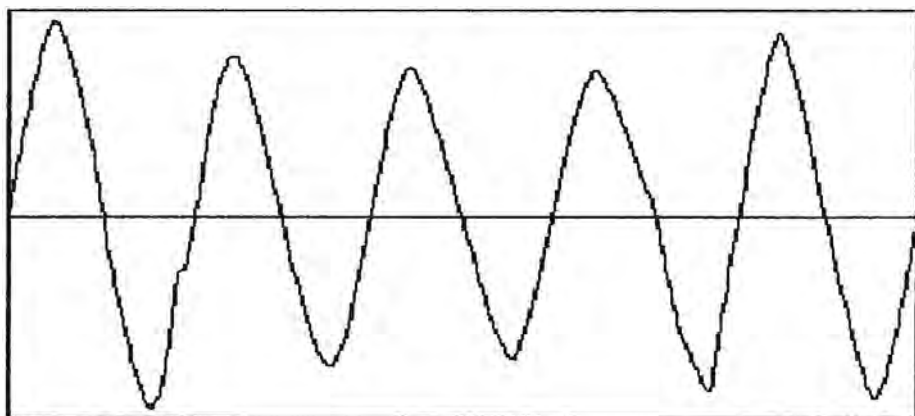


Fig. 3.8: Transitorio en una onda senoidal



Horizontal: 10 milisegundos/division

Vertical: 38 voltios/division

Fig. 3.9: Sag registrado en una señal de tensión.

c. Swells y Alto tensión:

Un incremento temporal en el valor RMS de tensión de más del 10% del valor nominal que ocurre a la frecuencia fundamental con duración de 0.5 ciclos a 1 minuto. Ver Fig. 3.10

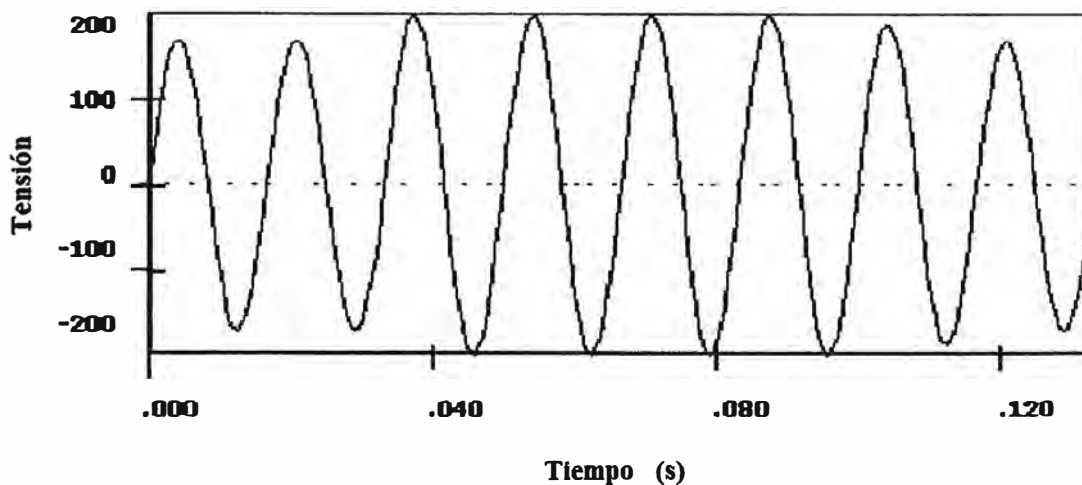


Fig. 3.10: Swell registrado en una señal de tensión

d. Notch:

Es un disturbio periódico en la forma de onda de la tensión causado por la operación normal de aparatos electrónicos cuando la corriente es conmutada de una fase a otra. Ya que estos eventos ocurren continuamente, ellos pueden ser caracterizados a través del espectro armónico de la señal de tensión afectada. Sin embargo ya que las frecuencias asociadas con este efecto son bastantes altas y pueden no ser fácilmente caracterizadas con el equipo de medición normalmente usado para análisis de Armónicas el Notching es tratado como un caso especial, ver Fig. 3.11

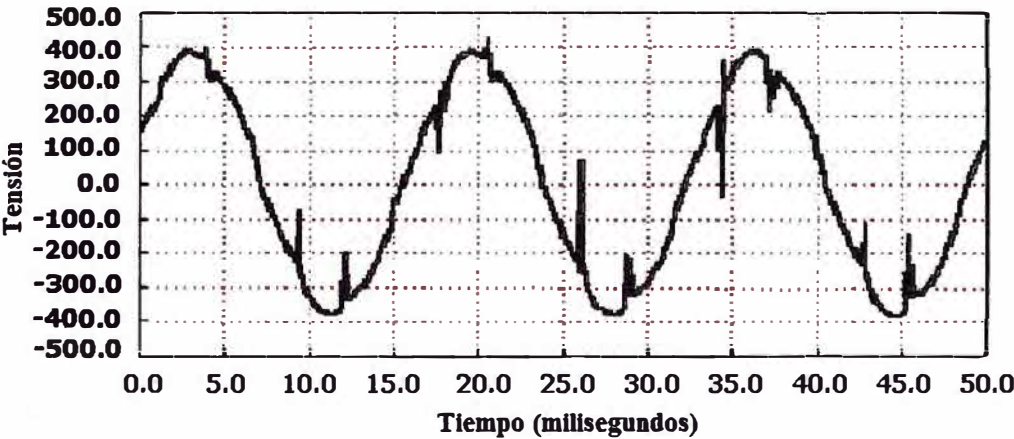


Fig. 3.11: Onda de tensión con Notches

3.2 Tipos de carga

Se llama carga a cualquier dispositivo que usa corriente de una determinada fuente de poder eléctrica.

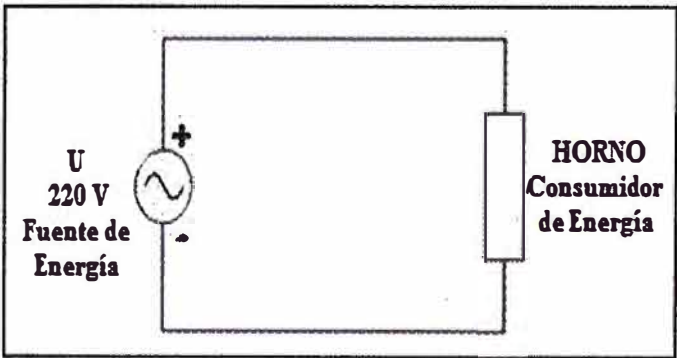


Fig. 3.12: muestra una carga “Horno” conectado a una fuente de energía

Entre los tipos de carga tenemos:

a. Carga lineal

Para estudiar las características de los sistemas eléctricos es usual considerar los resultados de la interconexión de diferentes bloques básicos:

- La fuente de alimentación, usualmente una tensión sinusoidal, provocando corrientes senoidales.

- El consumo, usualmente constituido por resistencias, inductancias y condensadores de valores fijos.

Cuando se aplica una tensión senoidal directamente a cargas tales como resistencias, inductancias, capacitores o una combinación de ellos, se produce una corriente proporcional que también es senoidal, por lo que se les denominan cargas lineales.

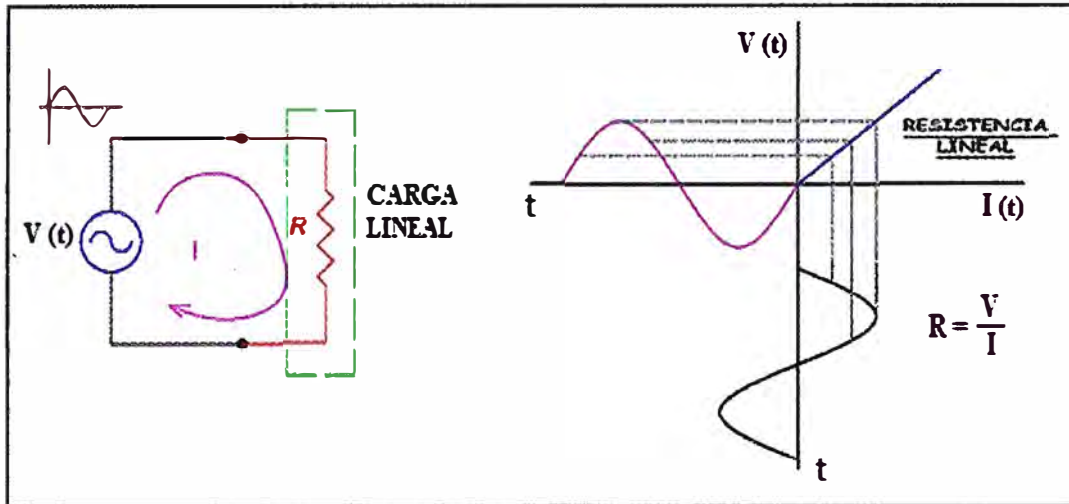


Fig. 3.13: Carga lineal. La corriente y la tensión siempre son proporcionales a lo largo de la línea de su impedancia.

Los estudios de electrotecnia se han realizado principalmente sobre cargas lineales y no es de extrañar pues si bien existían causas de no linealidad (por ejemplo la saturación de transformadores y motores), la suposición de carga lineal no cambiada sustancialmente los resultados con respecto a los valores medidos experimentalmente.

Así, cuando el consumo es un calefactor eléctrico de 1000 W y la tensión es 220 V efectivos, la tensión y la corriente tendrán la forma de la Fig. 3.14. Si el consumo es un motor de 1/6 HP, rendimiento 80%, factor de potencia 0,85, la tensión y la corriente tendrán la forma de la Fig. 3.15.

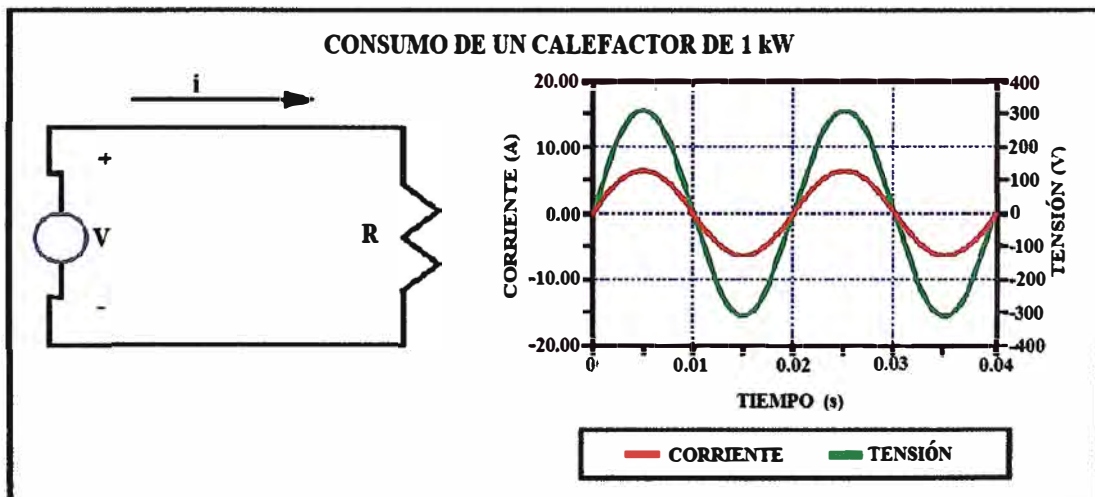


Fig. 3.14: Consumo de un calefactor de 1 kW

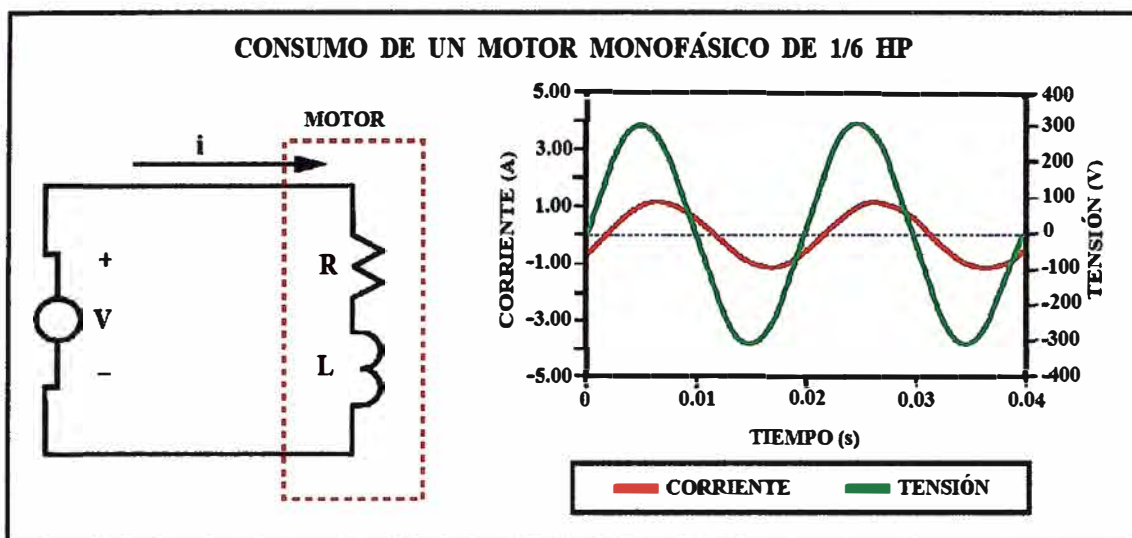


Fig. 3.15: Consumo de un motor monofásico de 1/6 HP

En resumen, si la tensión es sinusoidal la corriente también lo es y en general, existe un desfase entre ellos.

b. Carga no lineal

La electrónica de potencia puso a disposición de los hogares y las empresas productivas diversos equipos capaces de controlar el producto final: iluminación variable, velocidad ajustable, etc. Así, aproximadamente un 50% de la energía eléctrica pasa por un dispositivo de electrónica de potencia antes que ésta sea finalmente aprovechada. La electrónica de potencia hace uso de diodos, transistores y tiristores, y prácticamente todos ellos trabajan en el modo de interrupción (switching). Esto significa que trabajan esencialmente en 2 estados:

- **Estado de conducción;** corresponde a un interruptor cerrado. La corriente por el dispositivo puede alcanzar valores elevados, pero la tensión es nula y, por tanto, la disipación de potencia en él es muy pequeña.
- **Estado de bloqueo;** corresponde a un interruptor abierto. La corriente por el dispositivo es muy pequeña y la tensión es elevada; así, la disipación de potencia en el dispositivo es también pequeña en este estado.

Todos los semiconductores de potencia pasan rápidamente de un estado a otro, mediante circuitos que consumen usualmente menos de 5 W se realiza el control de estos dispositivos.

La Fig. 3.16 muestra un dispositivo para controlar la corriente en un consumo lineal constituido por una inductancia y una resistencia. La tensión es interrumpida por los semiconductores y deja de ser sinusoidal; la corriente es nula en determinados intervalos de tiempo.

El usuario puede controlar los instantes de conducción y por tanto variar la tensión y la corriente. Al resultar corrientes no sinusoidales se habla de distorsión armónica y de consumos no-lineales.

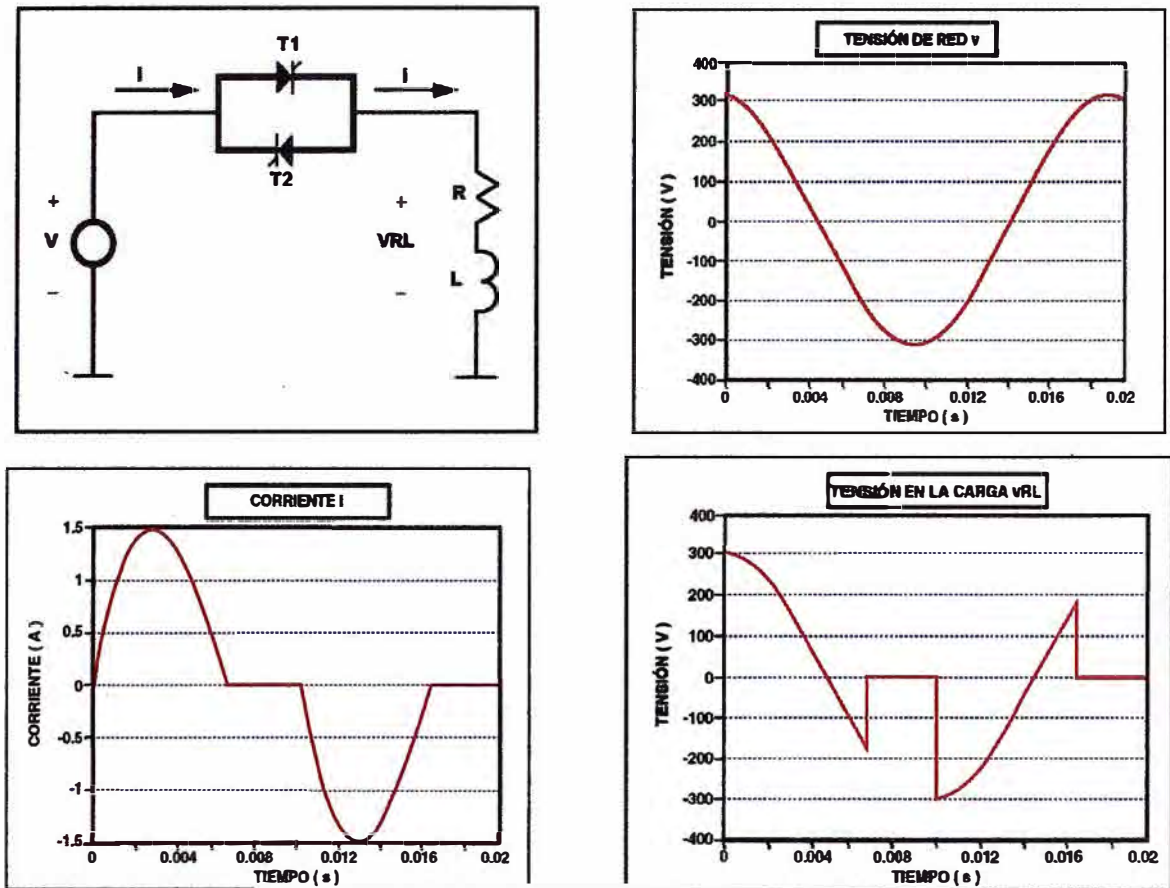


Fig. 3.16: Dispositivo de control de la corriente y la tensión de un circuito lineal.

En los circuitos en los que su curva corriente – tensión no es lineal, la tensión aplicada no es proporcional a la corriente, resultando una señal distorsionada con respecto a la senoidal.

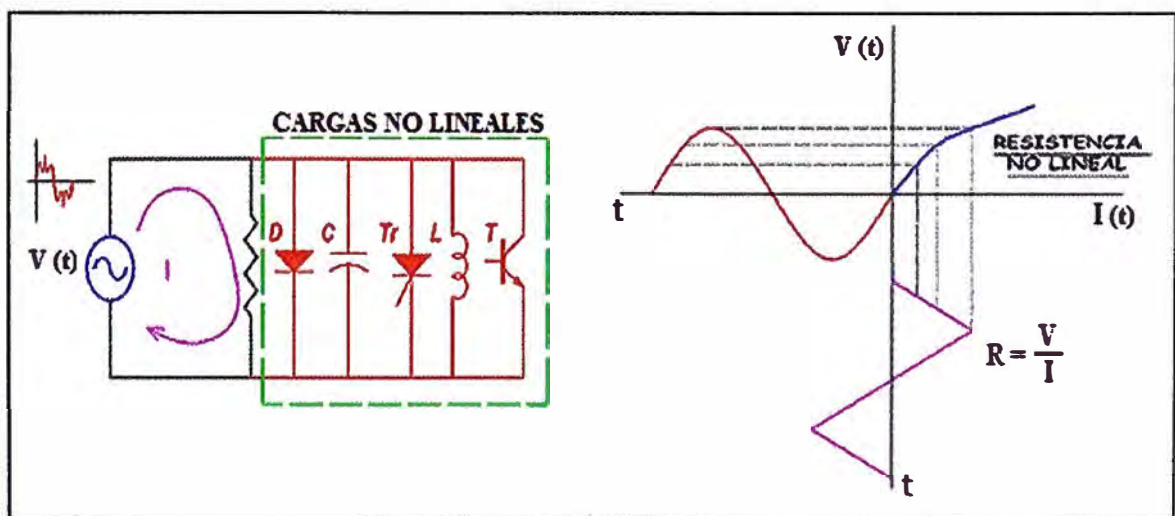


Fig. 3.17: Carga no lineal de una resistencia controlada por SCR en la que la corriente y la tensión no son proporcionales

La curva característica corriente – tensión de la carga define si es o no lineal su comportamiento y no se debe pensar que todos los equipos que tienen semiconductores por definición son no lineales. Existen aplicaciones donde se emplean SCR's conectados en antiparalelo con control de cruce por cero en los que prácticamente no existe distorsión, considerándose lineales y por otro lado una resistencia con control de fase es una carga no lineal.

La distorsión armónica en los sistemas eléctricos es provocada por las cargas no lineales, contaminando la red y pudiendo afectar incluso a otros usuarios que únicamente posean cargas lineales.

3.3 Teorema de Fourier

Gracias al **teorema de Fourier**, desarrollado por el matemático francés Fourier (1807-1822) y completado por el matemático alemán Dirichlet (1829), es posible demostrar que toda función periódica continua, con un número finito de máximos y mínimos en cualquier período, puede desarrollarse en una única serie trigonométrica uniformemente convergente a dicha función, llamada **serie de Fourier**.

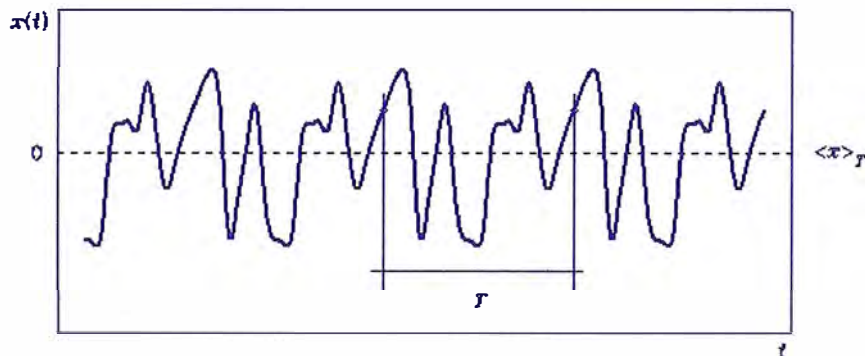


Fig. 3.18: Ejemplo de vibración periódica

En concreto, suponiendo que la función $x(t)$ de la Fig. 3.18 tuviera un período T , es decir, que se repitiera transcurrido el tiempo T tal que $x(t) = x(t+T)$, para todo t , dicha función puede desarrollarse en una serie de la forma:

$$x(t) = a_0 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} \left[a_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + b_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \right] \quad (3.1)$$

Las funciones $\sin(2\pi kt/T)$ y $\cos(2\pi kt/T)$ representan funciones armónicas simples de frecuencia.

$$\omega_k = \frac{2\pi k}{T} \text{ rad / seg.} \quad (3.2)$$

Por lo tanto, la serie anterior puede interpretarse como la suma de finitas ondas armónicas simples de amplitudes dadas por a_k para las coseno, b_k para las seno y con frecuencias ω_k

Las amplitudes a_k y b_k reciben el nombre de **coeficientes de Fourier** y pueden obtenerse evaluando las integrales:

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt \\ a_k &= \frac{2}{T} \int_0^T x(t) \cos \frac{2\pi kt}{T} dt \\ b_k &= \frac{2}{T} \int_0^T x(t) \sin \frac{2\pi kt}{T} dt \end{aligned} \quad (3.3)$$

El coeficiente a_0 corresponde al valor medio de la función en el período T , es decir,

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt = \langle x \rangle_T \quad (3.4)$$

y puede hacerse cero si se escoge adecuadamente el cero del eje x , de modo que coincida con la media de x , a lo largo de su período T . Entonces, $a_0 = \langle x \rangle_T = 0$, tal como se muestra en la Fig. 3.18.

En la Fig. 3.19 se muestra la representación gráfica de cada uno de los coeficientes de Fourier para una hipotética vibración $x(t)$. Representamos en dos cuadros distintos los conjuntos $\{a_k\}$ y $\{b_k\}$ que definen el eje de ordenadas de cada cuadro. El eje de abscisas es el mismo en los dos y queda definido por la frecuencia ω_k de cada una de las ondas armónicas simples. Hay que prestar atención al hecho de que el eje de frecuencias es discreto, y que su unidad de escala viene dada por:

$$\Delta\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (3.5)$$

y por lo tanto, cuanto mayor sea el período T , menor será el espacio entre las frecuencias y por consiguiente será mayor la resolución frecuencial que podamos obtener.

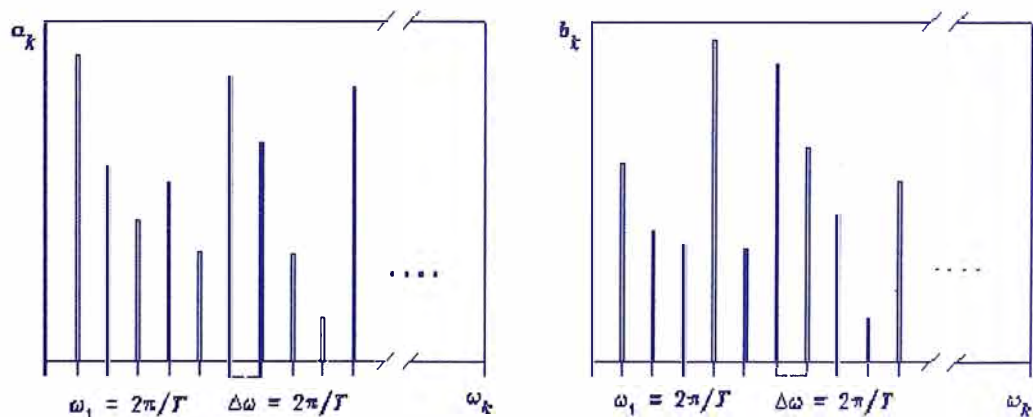
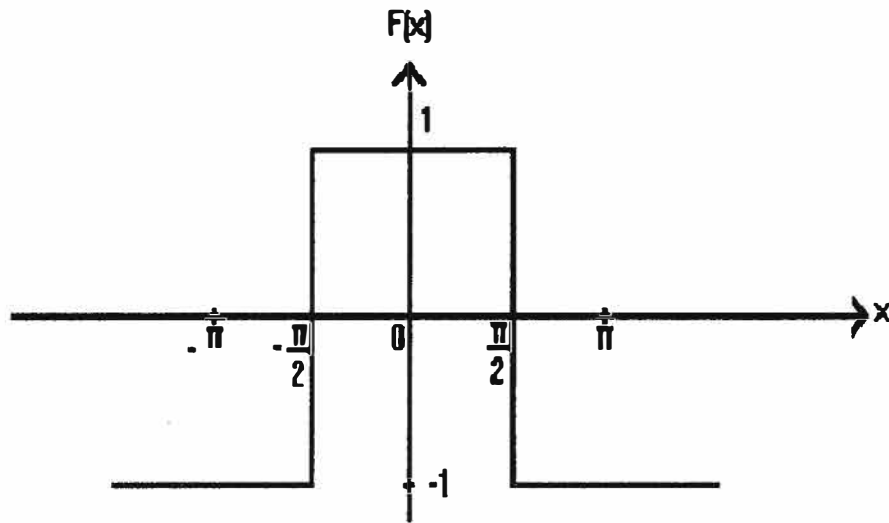


Fig. 3.19: Representación gráfica de los coeficientes de Fourier.

Ejemplo:

Calculo de las armónicas de una señal cuadrada.



En esta señal se cumple: $a_0 = 0$

$$b_n = 0$$

$$a_1 = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} F(\theta) \cos n\theta \cdot d\theta = \frac{1}{\pi} \left[\int_{-\pi}^{-\pi/2} -\cos\theta \cdot d\theta + \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos\theta \cdot d\theta + \int_{\pi/2}^{\pi} -\cos\theta \cdot d\theta \right] = \frac{\pi}{4} \quad (3.6)$$

Evaluando los restantes coeficientes se obtiene:

$$F(\omega t) = \frac{4}{\pi} \left[\cos(\omega t) - \frac{1}{3} \cos(3\omega t) + \frac{1}{5} \cos(5\omega t) - \frac{1}{7} \cos(7\omega t) + \dots \right] \quad (3.7)$$

La señal cuadrada tiene 33% de 3ª armónica, 20% de 5ª armónica, etc. El correspondiente espectro de frecuencias se observa en la Fig. 3.20.

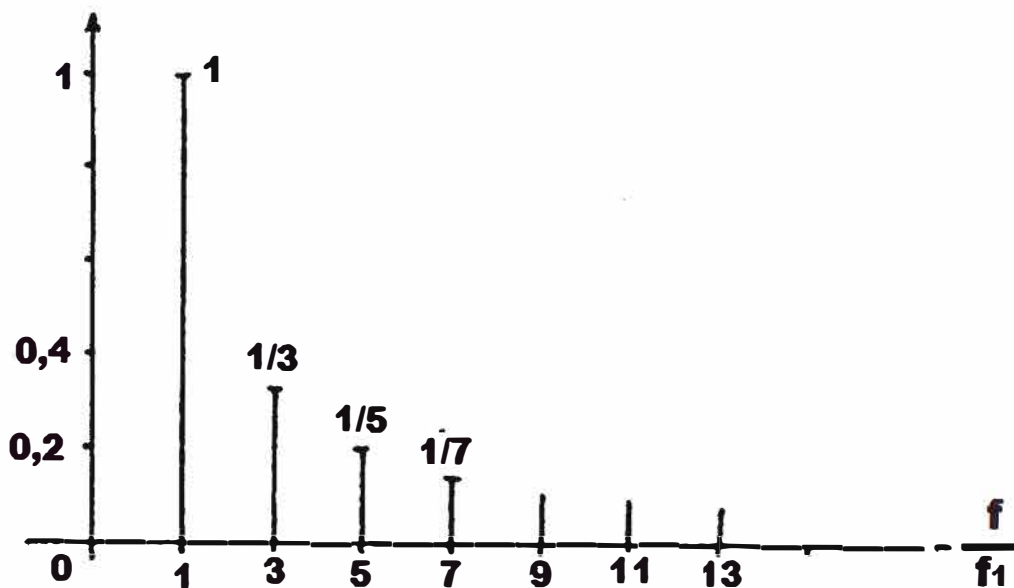


Fig. 3.20: Espectro de frecuencias de la señal cuadrada

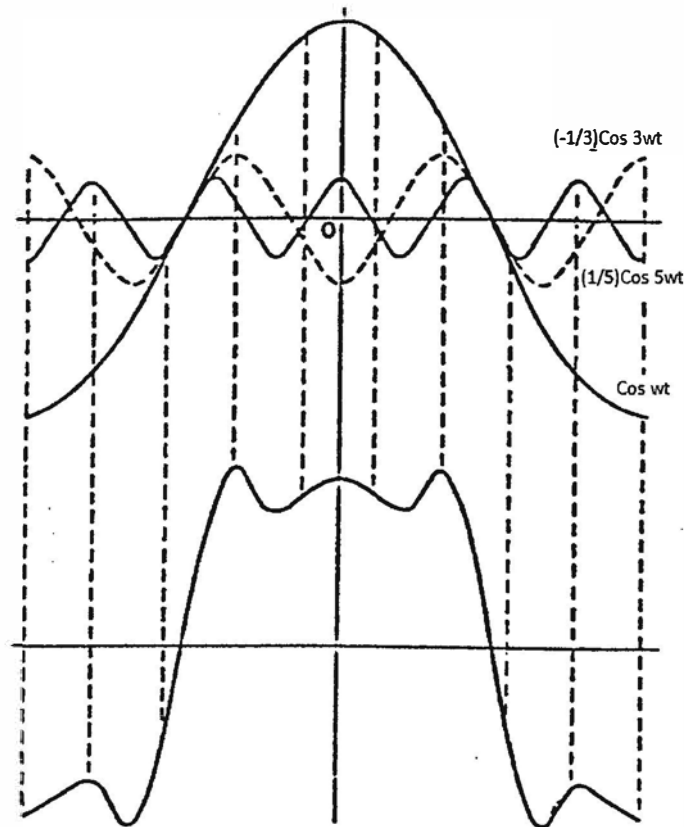


Fig. 3.21: Muestra la reconstrucción de la señal cuadrada a partir de las armónicas 3°, 5° y de la señal fundamental.

3.4 Distorsión armónica

Cuando la tensión o la corriente de un sistema eléctrico tienen deformaciones con respecto a la forma de onda senoidal, se dice que la señal está distorsionada. La distorsión puede deberse a:

- a) Fenómenos transitorios tales como arranque de motores, conmutación de capacitores, efectos de tormentas o fallas por cortocircuito entre otras.

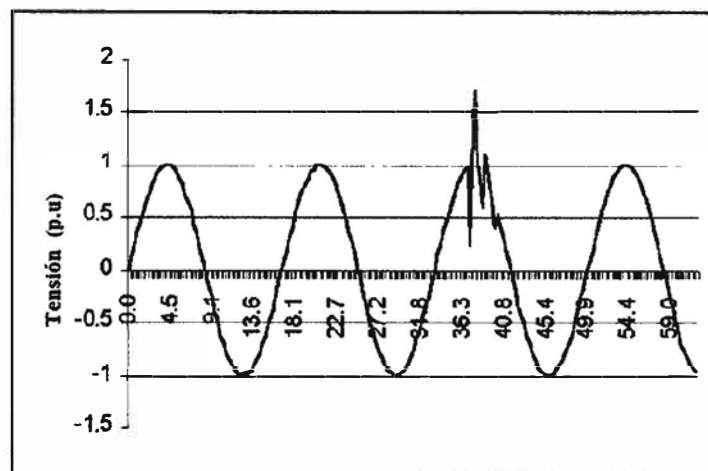


Fig. 3.22: Efecto en la tensión por la conmutación de capacitores

- b) Condiciones permanentes que están relacionadas con armónicas de estado estable. En los sistemas eléctricos es común encontrar que las señales tendrán una cierta distorsión

que cuando es baja, no ocasiona problemas en la operación de equipos y dispositivos. Existen normas que establecen los límites permisibles de distorsión, dependiendo de la tensión de operación y de su influencia en el sistema.

Características de la distorsión armónica

- a. Cuando la onda de corriente o de tensión medida en cualquier punto de un sistema eléctrico se encuentra distorsionada, con relación a la onda sinusoidal que idealmente deberíamos encontrar, se dice que se trata de una onda contaminada con componentes armónicas.
- b. Para que se considere como distorsión armónica las deformaciones en una señal, se deben de cumplir las siguientes condiciones:
 - Que la señal tenga valores definidos dentro del intervalo, lo que implica que la energía contenida es finita
 - Que la señal sea periódica, teniendo la misma forma de onda en cada ciclo de la señal de corriente o tensión.
- c. Permanente, cuando la distorsión armónica se presenta en cualquier instante de tiempo, es decir, que no es pasajera.

3.5 Factores de distorsión armónica

Entre los factores de distorsión armónicos tenemos:

a. Porcentaje individual de armónicos

Esta magnitud representa la razón del valor eficaz de un armónico respecto al valor eficaz de la fundamental (V_1). Según la NTCSE el porcentaje de armónicos es con respecto al valor nominal.

$$V_h (\%) = \frac{V_h}{V_1} * 100\% \quad (3.8)$$

Distorsión individual de tensiones:

$$DVh = \frac{V_h}{V_1} * 100\% \quad (3.9)$$

Donde:

V_h = amplitud o valor efectivo de la armónica h-esima

V_1 = amplitud o valor efectivo de la fundamental

Distorsión Individual de Corrientes:

$$DIh = \frac{I_h}{I_1} * 100\% \quad (3.10)$$

b. Distorsión Total de Armónicos (THD)

Las corrientes armónicas al circular por el sistema de potencia producen caídas de tensión armónicas que son capaces de distorsionar la onda de tensión de suministro.

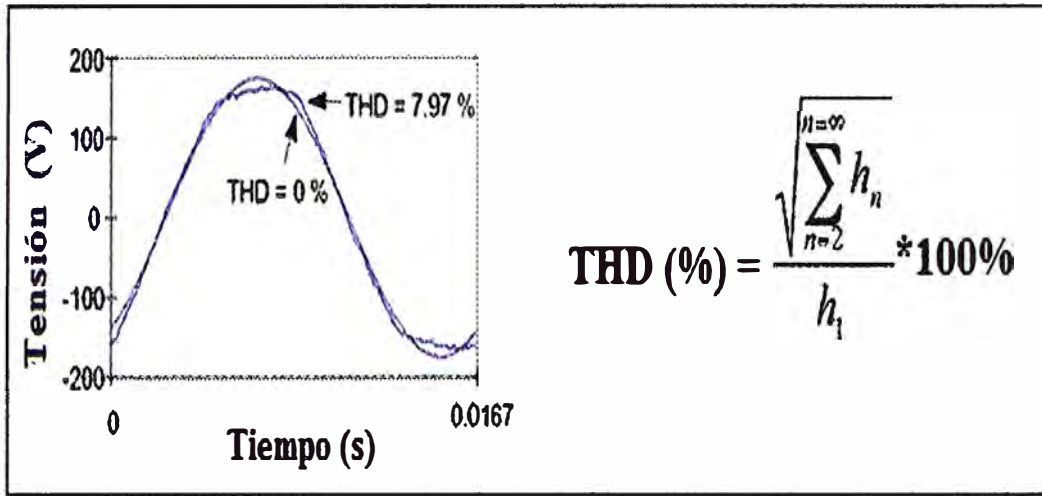


Fig. 3.23: La forma de evaluar una tensión o una corriente distorsionada es a través del parámetro denominado distorsión total armónica (THD)

Distorsión Total de Voltajes:

$$THD_V = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2}}{V_1} * 100\% \quad (3.11)$$

Distorsión Total de Corrientes:

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} * 100\% \quad (3.12)$$

La distorsión armónica total (THD) da una medida del grado de distorsión de la variable. En una señal sinusoidal $THD = 0$. En cambio, a medida que aumentan las armónicas, aumenta el valor del THD.

3.6 Flicker

El “Flicker” o parpadeo es el fenómeno de variación de la intensidad luminosa que afecta la visión humana, principalmente en el rango de fracciones de 0.1 Hz a 25 Hz. Este fenómeno depende de los niveles de percepción de los individuos. Sin embargo, se ha comprobado estadísticamente que la visión humana responde a una curva de respuesta de frecuencia cuya sensibilidad máxima está en 8.8 Hz, en que variaciones de 0.25% de tensión ya producen fluctuaciones luminosas en lámparas que son perceptibles como “parpadeo”. Se produce por consumos de naturaleza esencialmente variable como hornos de arco, soldadoras de arco, laminadores siderúrgicos, partidas y paradas de grandes motores, sistemas de tracción eléctrica de C.A., compresores, bombas, grupos elevadores.

Este tema cobra vigencia pues estos efectos se superponen a las perturbaciones armónicas y se hacen mayores en la medida que crece la relación de consumo no lineal sobre la potencia de cortocircuito en el punto de acoplamiento común.

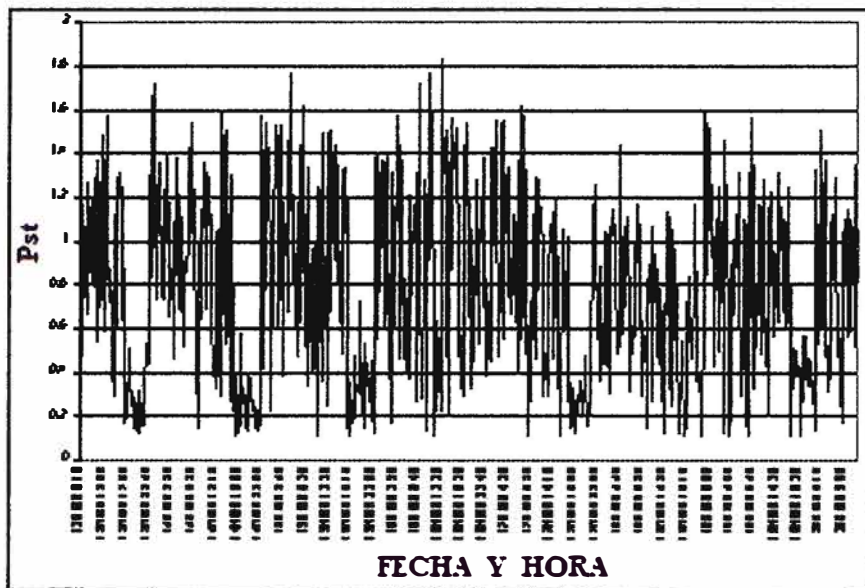


Fig. 3.24: Niveles de Flicker producido por un horno de arco

Entre los terminos mas importantes para conocer la caracteristica del flicker tenemos:

- Indices de flicker
- Limites de emisión
- Origen del flicker

3.6.1 Origen del flicker

Las fluctuaciones de tensión son originadas por las cargas no lineales conectadas al sistema eléctrico cuya demanda no es constante en el tiempo. En determinadas circunstancias, y dependiendo del punto de conexión, pueden dar lugar a la generación del “flicker”.

Los principales equipos perturbadores son del tipo industrial tales como:

- Hornos de arco
- Máquinas de cargas fluctuantes
- Equipos de soldadura
- Mal funcionamiento del sistema de iluminación
- Interarmónicos
- Molinos trituradores
- Ventiladores de mina
- Laminadores
- Compresores

3.6.2 Índices de flicker

La evaluación de la severidad del “flicker” se puede hacer a partir de dos criterios basados en las medidas de un día o de una semana, respectivamente.

Los resultados se obtienen mediante tratamiento estadístico de los valores registrados en los índices Pst y Plt.

a. Coeficiente de seguridad a corta duración (Pst)

Según la Norma IEC 61000-4-15 (versión anterior 868) el flicker ha sido avaluado con las siguientes especificaciones:

- Lámpara de 60 W, 230 V, 50 Hz
- Lámpara de 60 W, 120 V, 60 Hz

En ambos casos el valor del Pst debe ser como máximo igual a 1.

El coeficiente de severidad a corto plazo evalúa la severidad del “flicker” en períodos cortos de tiempo, con intervalos de observación de 10 minutos. El valor del Pst se expresa en unidades p.u., de modo que, para valores de Pst superiores a 1, se considera que el “flicker” es perceptible y afecta a la visión.

El cálculo de los índices Pst causados por varias cargas perturbadoras esta representado por la siguiente formula:

$$Pst = \left(\frac{\sum i.Psti.m}{m} \right) \quad (3.13)$$

Psti = índice de severidad de fluctuaciones rápidas de tensión (flicker) de corto plazo individual.

Con la finalidad de simplificar los cálculos el Pst es reemplazado por un indicador equivalente del flicker, Ast. :

$$Ast = Pst^3 \quad (3.14)$$

Esta situación da una relación lineal para la evaluación de la perturbación total generada por múltiples fuentes de Flicker.

b. Coeficiente de seguridad de larga duración (Plt)

Evalúa la severidad del “flicker” a largo plazo, con intervalos de observación de dos horas. Se calcula a partir de doce valores consecutivos de Pst de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Plt = \frac{\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} Pst^3 i}}{12} \quad (3.15)$$

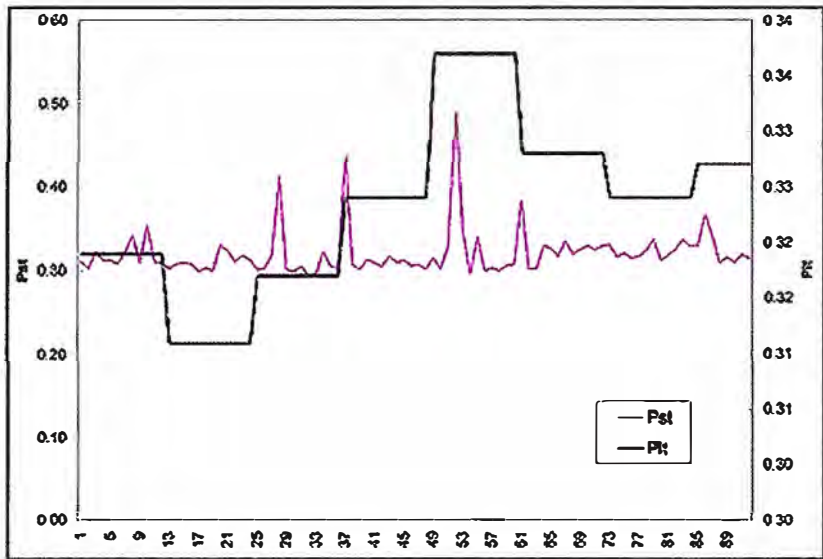


Fig. 3.25: Tensión de flicker medido en Pst y Plt

3.6.3 Limites de emisión

- a) En el Perú la NTCSE señala el nivel admisible de emisión de flicker para las empresas de electricidad.
- b) El índice de severidad por flicker (Pst) no debe superar la unidad (Pst 1) en Muy Alta, Alta, Media y Baja Tensión.

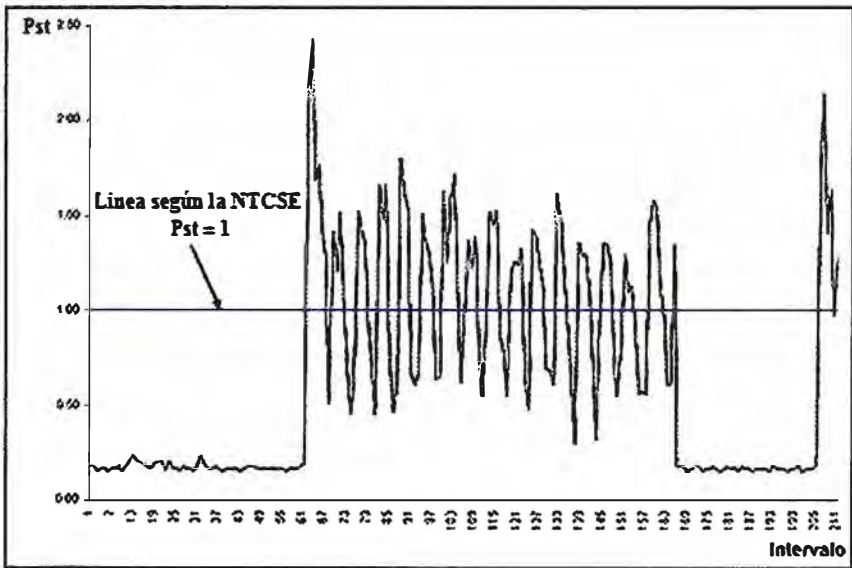


Fig. 3.26: Nivel máximo de Pst igual a 1 según la NTCSE

CAPITULO IV

MÉTODOS PARA LA OBTENER LA DIRECCIONALIDAD DE ARMÓNICOS

Las industrias son muy conscientes del impacto de la emisión de armónicos en la calidad de energía. Un informe técnico de la IEC (IEC 61000-3-6) se ha publicado, proponiendo direcciones para estipular los límites de emisión de armónicos. El objetivo es evitar que se superen los niveles de planificación del sistema de potencia cuando todas las cargas no lineales estén trabajando simultáneamente.

Sin embargo comprobar posteriormente si se cumplen los límites es una tarea muy difícil. El problema es que la mayoría de los consumidores están utilizando cargas lineales junto con cargas no lineales. Las corrientes armónicas que fluyen en la conexión de los consumidores, son por lo tanto el resultado de armónicos procedentes de la red de suministro y el consumidor dentro de un sistema.

Se estudia la problemática de calcular la ubicación de las fuentes armónicas. Medición del ángulo de fase entre las corrientes y tensiones armónicas da la dirección del “flujo de potencia armónico” de cada armónico en particular , permitiendo declarar en algunas circunstancias, que el sistema del consumidor se comporta mas bien como una fuente o como una carga, pero de ninguna manera una determinación fiable del nivel de emisión de armónicos.

Los métodos de cálculos analizados son revisados con el fin de evaluar el flujo armónico. El número de equipos de medición colocados en el sistema de potencia suele ser limitado (por razones de costo) y la calidad de estimaciones es en función del número y ubicación de medidas. El problema general de analizar es la localización óptima de sensores para el cálculo de parámetros.

De igual forma se estudia el problema de determinar el nivel de emisión de armónicos de una carga individual distorsionante. Los métodos de evaluaciones mencionadas se clasifican de la siguiente manera: evaluación en conmutación con la carga considerada o la conmutación con una carga auxiliar que desvía el elemento a analizar y la evaluación sin la conmutación es decir sin desconectar la carga a analizar.

4.1 Ubicación y determinación de las fuentes armónicas

Para la ubicación y determinación de de las fuentes armónicas se tendrá en cuenta el termino de punto de acoplamiento común (PAC), entre el usuario o carga perturbadora y los posibles afectados.

Este es el punto de la red de distribución, más próximo (eléctricamente) de un usuario, al que están o pueden ser conectados otros usuarios. El PAC se puede encontrar en el primario o secundario del transformador según donde se encuentre la carga perturbadora.

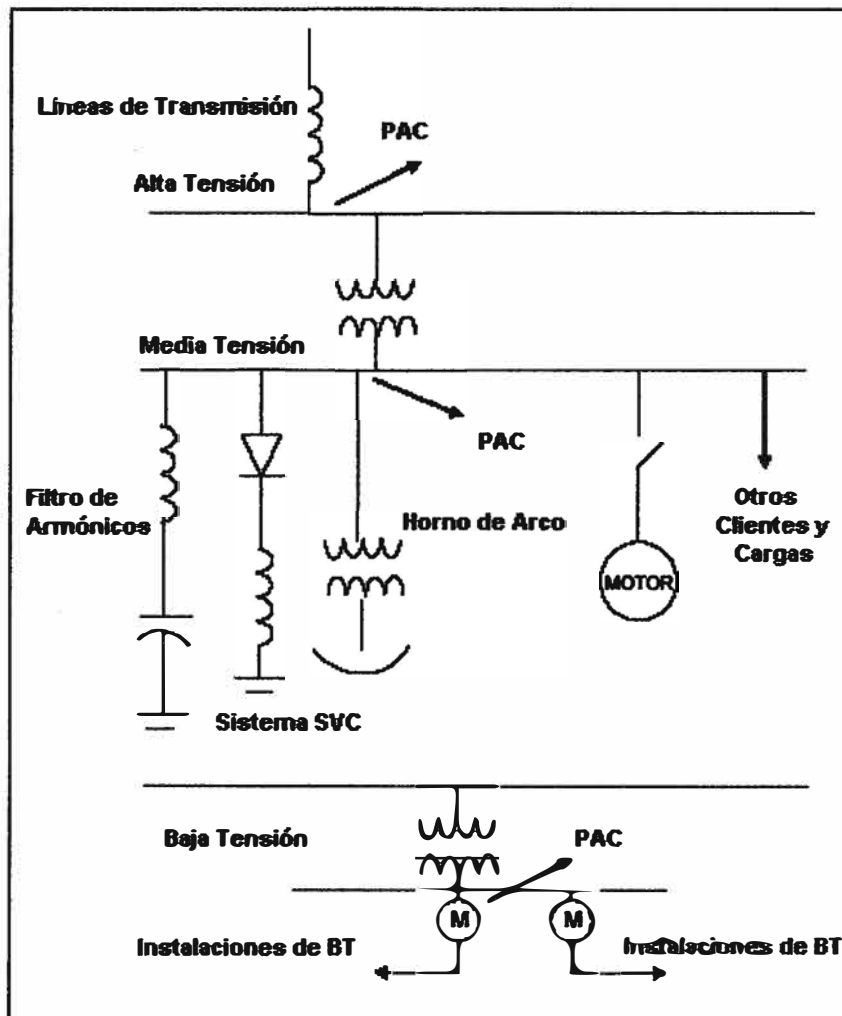


Fig. 4.1: Diagrama unificado de una muestra de un sistema donde se observan varias localidades donde es posible tomar como PAC

4.1.1 Ubicación de las fuentes dominantes de armónicos en sistema monofásico y trifásico balanceado

Las fuentes dominantes de armónicos pueden localizarse mediante la determinación del flujo de Potencia de armónicos, en varios puntos del sistema. De hecho si un subsistema (de carga de alimentación) es lineal, se consumirá potencia activa de armónicos de la red. Utilizando el flujo normal de energía y por convención de signos, significa que la potencia activa que fluye desde la red a este subsistema es positivo ($P_h \geq 0$) para cada frecuencia de

armónicos. De lo contrario, si el subsistema considerado contiene fuentes importantes de armónicas (como cargas no lineales), algunas frecuencias armónicas pueden existir en el cual la potencia activa que fluye hacia atrás de la red ($P_h < 0$).

La potencia activa no nula solo puede ser producida por las corrientes y tensiones de la misma frecuencia. Bajo el supuesto caso que el sistema sea balanceada y simétrica, la base del análisis del flujo de potencia es tomar un número entero de ciclos de frecuencia fundamental para una tensión y corriente correspondiente, resolverlos en sus componentes armónicas y para calcular el flujo de potencia en cada armónico definido por:

$$P_h = V_h I_h \cos(\theta_{vh} - \theta_{ih}) \quad (4.1)$$

Donde:

- h es el número armónico (el número entero mayor que 1).
- P_h es la potencia activa en la h armónica (W),
- V_h y I_h [respectivo a la Tensión (V) y Corriente (A)] son los valores r.m.s. de tensión y corriente armónica,
- θ_{vh} y θ_{ih} , son los ángulos de fase de tensión y corriente en cada armónico.

4.1.2 Ubicación de las fuentes no dominantes de armónicos en sistema monofásico y trifásico balanceado

En algunos casos en redes de distribución se plantean que las fuentes de Armónicos pueden adquirir el signo positivo o bien negativo, a pesar de la presencia de cargas perturbadoras. Esto depende principalmente del nivel de generación de armónicos de la red restante, que puedan presentar diferencias considerables tanto en el día como en la noche.

La Fig. 4.2, muestra un ejemplo en donde los dos principios de cargas no lineales, se conectan a circuitos diferentes, suministrados por un solo alimentador. En donde las curvas típicas de tensiones armónicas y potencias activas se dan en la Fig.4.2, mientras los diagramas fasoriales se demuestran en la Fig. 4.3. Vale la pena señalar que las amplitudes de voltaje puedan permanecer prácticamente sin cambios, mientras la potencia activa sea invertida. Por otra parte, la potencia activa de armónicos pueden ser cero, mientras la carga sigue siendo un importante contribuyente de la distorsión armónica total. A partir de este ejemplo se hace evidente que la simple lectura de los fasores armónicos en el PAC no se podrá obtener suficiente información sobre la naturaleza de las cargas perturbadoras acopladas. Incluso las mediciones independientes de la tensión y corriente armónica en los puntos 1 y 2 no son concluyentes a menos que sean analizados en conjunto. Cuando están presentes múltiples fuentes, la potencia total del armónico activo que sale de una red

(suma de todos los flujos de armónicos de potencia activa) podría ser considerada como el mejor índice de presencia de una carga perturbadora.

En general, es necesario tener en cuenta muchos factores para juzgar si las cargas que distorsionan están presentes:

- La medida simultánea de la frecuencia fundamental ($h=1$) la Potencia Activa puede ser útil para establecer alguna correlación
- Las mediciones deberían ser hechas en los puntos diferentes de la red y analizadas juntos.
- La Potencia total armónico activa también debería ser considerado además de flujos de potencia individuales armónicos.
- Las medidas deberían ser realizadas durante un período largo (unos días, incluyendo un fin de semana).

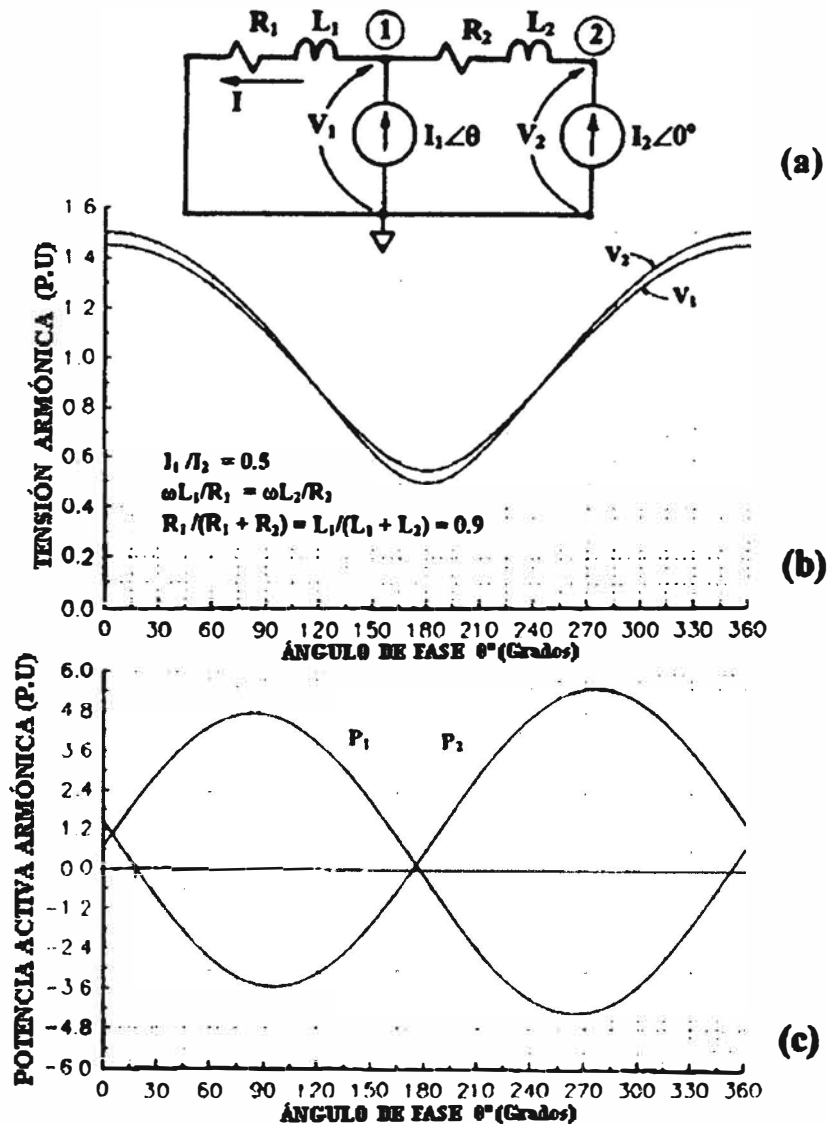


Fig. 4.2: Sistema de dos fuentes con cargas no lineales: (a) Circuito Equivalente, (b) Tensión de armónicos, (c) Potencia de armónicos

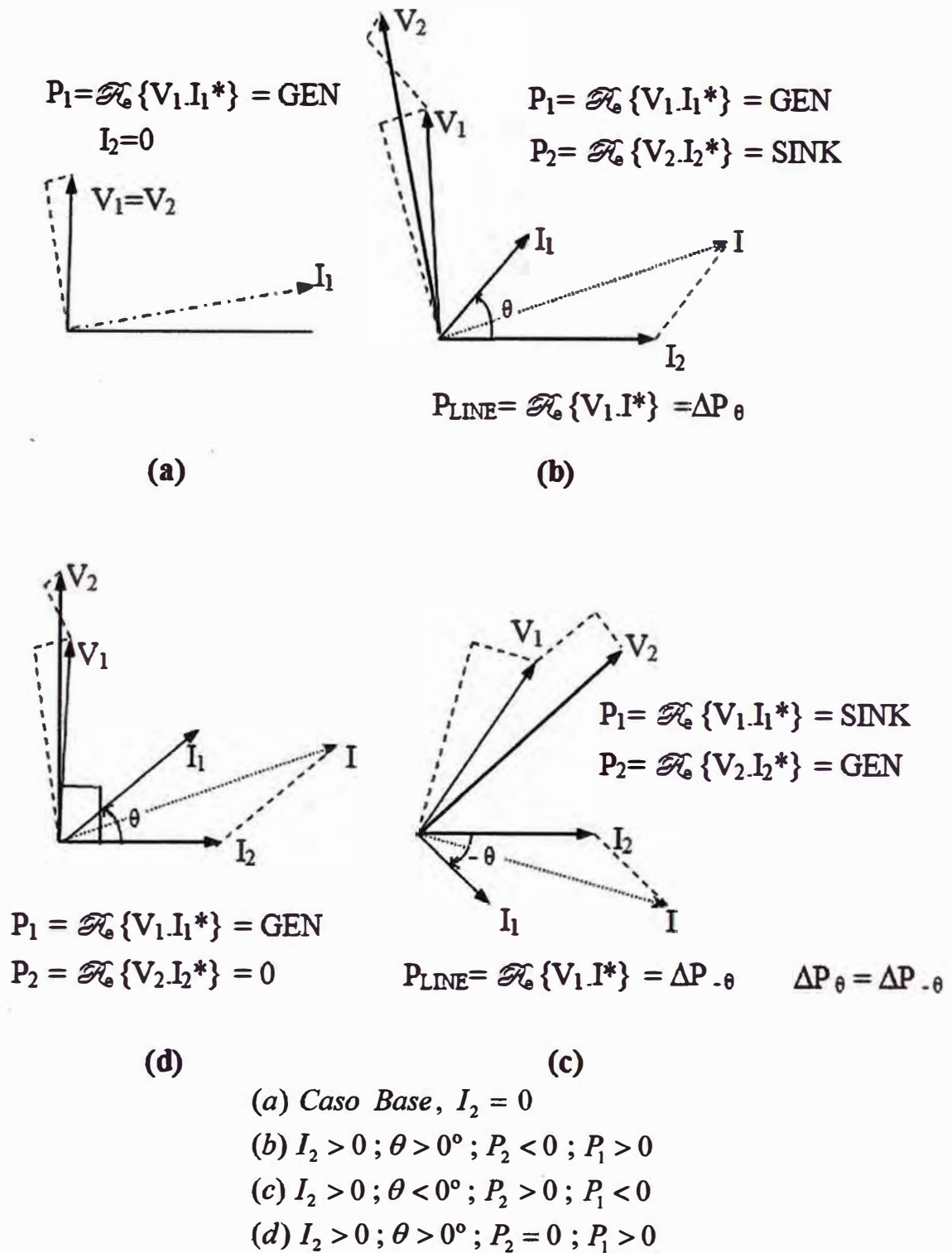


Fig. 4.3: Sistema de dos fuentes con cargas no lineales: Diagrama fasorial para la Fig. 4.2

4.2 Evaluación del nivel de emisión de armónicos de una carga perturbadora particular

En cada frecuencia de (inter) armónicos, el nivel de tensión de emisión de armónicos de una carga en particular que distorsionan, se define como la tensión de (inter) armónicos que se derivarían de esta carga en el punto de acoplamiento común (PAC) si ninguna otra carga de deformación estuviera presente.

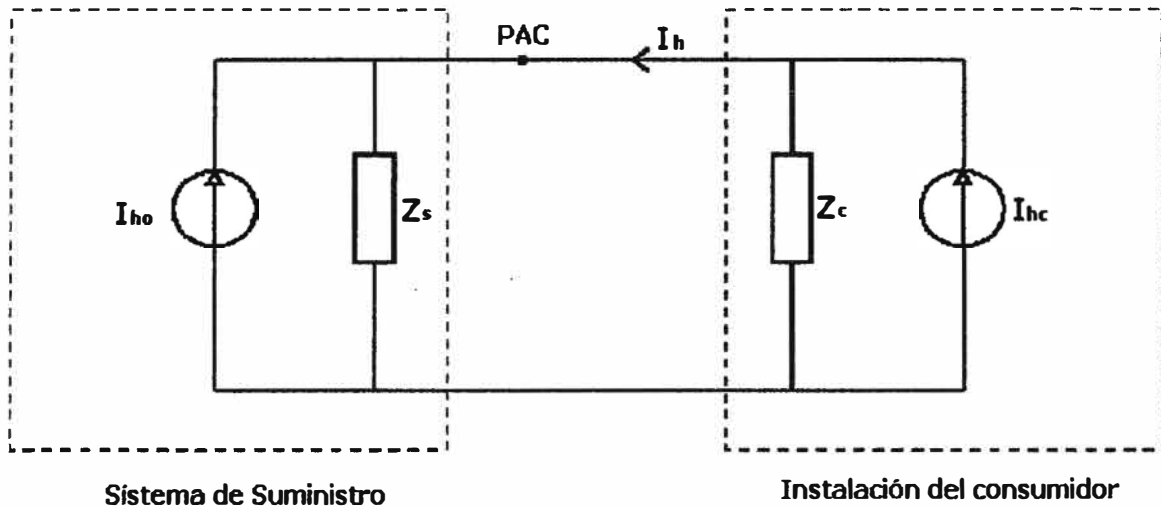


Fig. 4.4: Circuito equivalente para la definición del nivel de emisión de un consumidor en particular

La Fig. 4.4 muestra el circuito eléctrico equivalente que se utilizarán para hacer frente a este problema. Este circuito equivalente se basa en los siguientes supuestos:

- Los fenómenos se supone que son trifásico balanceado.
- La red, se supone que es lineal es decir, que pueden ser representados por elementos de impedancia constante en cada frecuencia.

La segunda suposición no siempre puede ser verificada: las cargas de sistemas de distribución pueden exponer algunas no linealidades dependiendo su composición.

Para cada uno de las frecuencia de armónicas, el sistema de potencia en el PAC y la instalación del consumidor (incluyendo la carga inquietante o carga distorsionadora) puede ser representada por un sistema Norton equivalente en paralelo, que consiste en una impedancia y una fuente ideal armónica de corriente. Los símbolos se explican a continuación:

- **I_{ho}** es la fuente equivalente de corriente armónica en el sistema de suministro.
- **Z_s** es la impedancia armónica del sistema de suministro visto del PAC,
- **I_{hc}** es la fuente equivalente de corriente armónica en las cargas del consumidor, representando las cargas perturbadoras.
- **Z_c** es la impedancia armónica de las cargas del consumidor vistas del PAC,
- **I_h** es la corriente armónica que fluye del consumidor al sistema de suministro, en el PAC.

El nivel de emisión de tensión armónico es definido como:

$$V_{hc} = \frac{Z_s Z_c}{Z_s + Z_c} I_{hc} \quad (4.2)$$

Aunque la atención haya sido enfocada en los párrafos anteriores sobre la evaluación de niveles de emisión de voltaje armónicos, el nivel de emisión armónico de corriente también puede ser obtenido con los métodos repasados.

En cada uno de los interarmónicos de frecuencia, el nivel de emisión de corriente armónica de una carga de deformación en particular es definido como la corriente interarmónica que sería inyectada por esta carga en el punto de acoplamiento común (PAC) sin que ninguna otra carga distorsionadora estuviera presente. Refiriendo otra vez a la Fig. 4.4, tenemos:

$$I_{h\text{ emiss}} = \frac{Z_c}{Z_s + Z_c} I_{hc} = \frac{V_k + Z_c I_k}{Z_s + Z_c} = \frac{V_{hc}}{Z_s} \quad (4.3)$$

4.3 Método desconectando la carga a analizar

La idea básica de este método es de obtener dos mediciones, obtenidas con el interruptor en ON y OFF, para así de esta manera determinar el nivel de emisión de armónicos del consumidor al sistema de suministro.

En la Fig. 4.5, el interruptor S_1 es usado unir la carga del consumidor con el sistema de suministro.

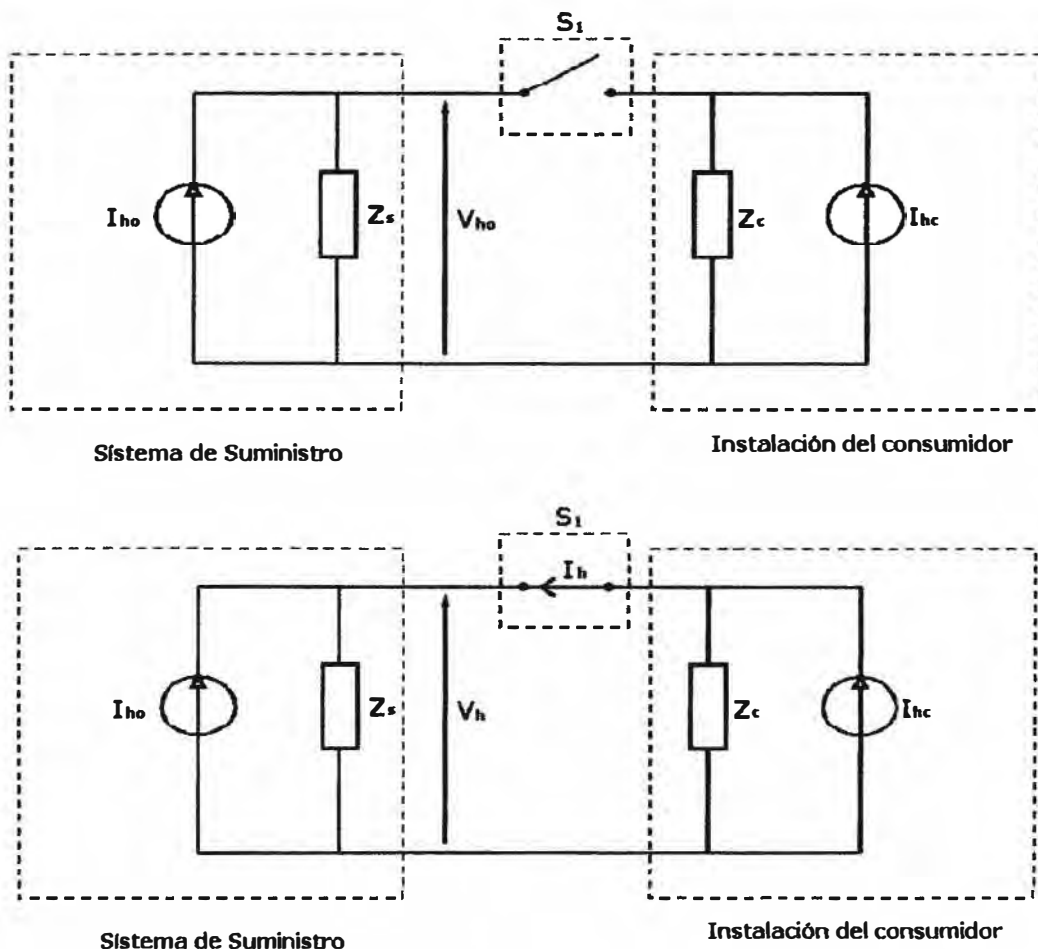


Fig. 4.5: Evaluación del nivel de emisión ON y OFF a la carga considerada

Cuando el interruptor S_1 está abierto, la medida del tensión armónico en el PAC da $V_{ho} = Z_s I_{ho}$.

Cuando el interruptor S_1 está cerrado, asumiendo que tanto Z_s como I_{ho} están desbalanceados con respecto a la situación anterior, podemos escribir las ecuaciones siguientes:

$$\begin{aligned} V_h &= Z_s (I_h + I_{ho}) = Z_s I_h + V_{ho} \\ V_h &= Z_c (I_{hc} - I_h) \end{aligned} \quad (4.4)$$

De donde obtenemos:

$$I_{hc} = \frac{Z_s + Z_c}{Z_s Z_c} V_h - \frac{V_{ho}}{Z_s} \quad (4.5)$$

Finalmente, el nivel de emisión del consumidor es calculado como:

$$V_{hc} = \frac{Z_s Z_c}{Z_s + Z_c} I_{hc} = V_h - \frac{Z_c}{Z_s + Z_c} V_{ho} \quad (4.6)$$

En casos simplificados donde $|Z_s| \ll |Z_c|$, esta ecuación simplemente se puede dar como:

$$V_{hc} \cong V_h - V_{ho} \quad (4.7)$$

En la utilización de este método, hay que tratar con dos tensiones armónicos (fasores) que se derivan de los diferentes circuitos (ellos son medidos en momentos diferentes). Por consiguiente, una medida de la corriente I_h (cuando el interruptor S_1 está cerrado) es necesaria para determinar la diferencia de fase entre V_h y V_{ho} , por el uso de la relación $V_h - V_{ho} = Z_s I_h$ (véase Ec.4.7), tensiones instantáneas registrados en el PAC, antes y después de la conmutación de la carga.

Ventajas del método:

- la conmutación ON y OFF de la carga perturbadora es una operación bastante común,
- Solo es necesario realizar dos mediciones la de tensión armónico y de la corriente en el PAC (en el caso simplificado donde $|Z_s| \ll |Z_c|$, es sólo necesario medir la tensión armónico).
- Podría realizarse para la identificación individualizada de cargas perturbadoras. Esto es posible en algunas plantas industriales.

Desventajas del método:

- Es necesario el conocimiento exacto de Z_s y Z_c (excepto en el caso simplificado),
- en sentido estricto, este método proporciona los resultados instantáneos que son válidos para el momento de la prueba sólo, que pueden variar con la variación de la carga.
- El solo hecho de interrumpir el circuito afectaría el servicio al consumidor, sin tomar en cuenta el costo de la energía dejada de vender.

4.4 Método de evaluación desconectando un elemento shunt auxiliar

Este método sólo es aplicable cuando una impedancia Shunt del consumidor, puede ser conectada separadamente del sistema de suministro. La impedancia de esta rama debe ser también conocida exactamente tan exactamente sea posible (por ejemplo: banco de capacitores, filtros, etc.)

Esta situación es representada en la Fig. 4.6, donde el interruptor S2 es usado para conectar el elemento Shunt Auxiliar Z_{sh} a la red.

Cuando el interruptor S2 está abierto (la situación 1), la tensión armónica en el PAC está dada por:

$$\begin{aligned} V_{h1} &= Z_s(I_{h1} + I_{ho}) \\ V_{h1} &= Z_c(I_{hc} - I_{h1}) \end{aligned} \quad (4.8)$$

Cuando el interruptor S2 está cerrado (situación 2), estas ecuaciones serian:

$$\begin{aligned} V_{h2} &= Z_s(I_{h2} + I_{ho}) \\ V_{h2} &= \frac{Z_{sh} Z_c}{Z_{sh} + Z_c}(I_{hc} - I_{h2}) \end{aligned} \quad (4.9)$$

(Z_{sh} siendo la impedancia del elemento shunt auxiliar conectada).

Eliminando Z_c , Z_s de las dos ecuaciones anteriores, obtenemos las expresiones siguientes. Ellos dan la fuente corriente perturbadora I_{hc} y la impedancia equivalente vista en el PAC, expresado únicamente en la función de Z_{sh} y las tensiones y corrientes armónicos medido.

$$I_{hc} = \frac{V_{h2} I_{h1} - V_{h1} I_{h2} - V_{h2} V_{h1} / Z_{sh}}{V_{h2} - V_{h1}} \quad (4.10)$$

$$Z_{tot} = \frac{1}{\frac{1}{Z_{sh}} + \frac{1}{Z_c} + \frac{1}{Z_s}} = \frac{Z_{sh}(V_{h1} - V_{h2})}{V_{h1}} \quad (4.11)$$

y, finalmente, el nivel de emisión de armónicos debido a la carga que distorsiona resulta:

$$V_{hc} = Z_{tot} I_{hc} = V_{h2} + Z_{sh} I_{h2} - Z_{sh} I_{h1} \frac{V_{h2}}{V_{h1}} \quad (4.12)$$

Como en el método anterior, la principal dificultad en aplicar esta formula es que V_{h1} , I_{h1} y V_{h2} , I_{h2} , son derivadas desde diferentes circuitos (no medidas al mismo tiempo). Si la magnitud de los niveles de emisión de armónicos es investigada (como se hace usualmente) el problema resulta más simple.

En efecto los vectores V_{h1} , I_{h1} , V_{h2} y I_{h2} pueden ser escritos más explícitamente como:

$$\begin{aligned} V_{h1} &= V_{h1} \angle 0 \\ I_{h1} &= I_{h1} \angle \alpha_1 \\ V_{h2} &= V_{h2} \angle \theta_o \\ I_{h2} &= I_{h2} \angle (\alpha_2 + \theta_o) \end{aligned} \quad Ec.(4.13)$$

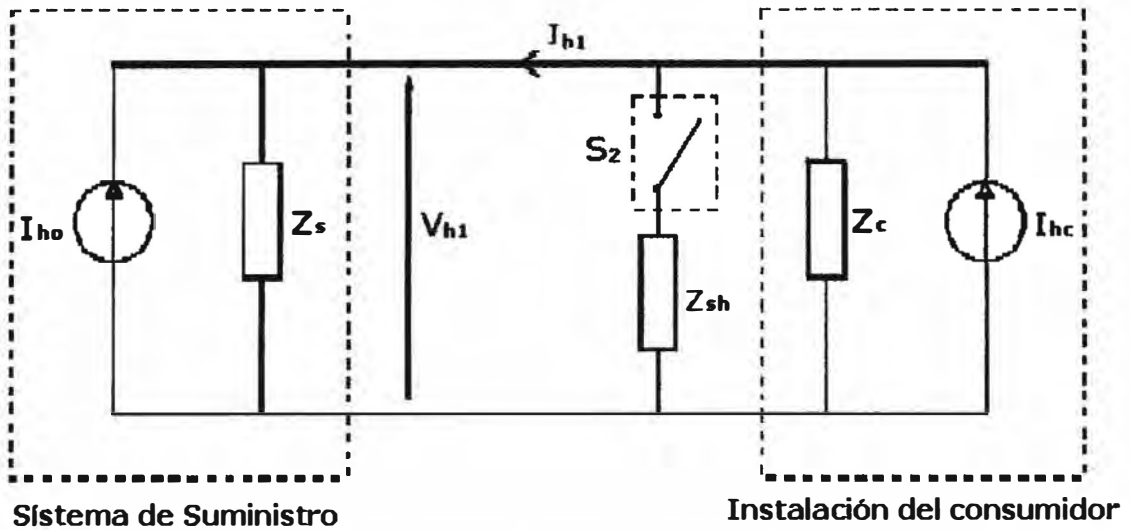


Fig. 4.6: (a) Evaluación de nivel de emisiones, antes de aperturar el elemento shunt auxiliar de derivación

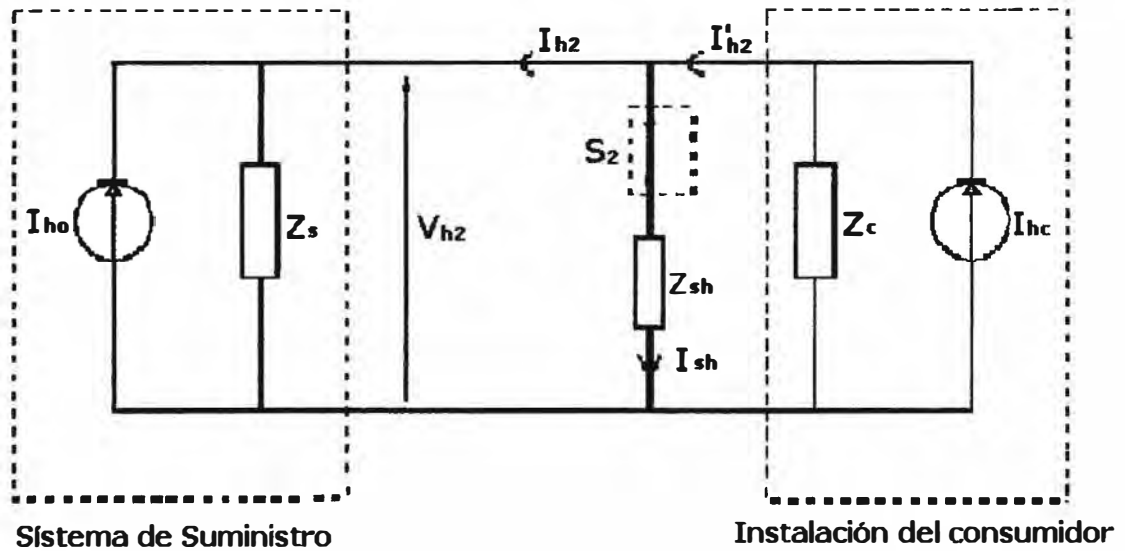


Fig. 4.6: (b) Evaluación de nivel de emisiones, aperturando el elemento shunt auxiliar de derivación

Donde el ángulo de fase del factor V_{h1} es tomado como referencia. El ángulo de fase de la impedancia Z_{sh} es ψ . Rescribiendo las ecuaciones de V_{hc} tenemos:

$$\begin{aligned}
 V_{hc} &= V_{h2} \angle \theta_0 + Z_{sh} I_{h2} \angle (\theta_0 + \alpha_2 + \psi) - \frac{Z_{sh} I_{h1} V_{h2} \angle (\theta_0 + \alpha_1 + \psi)}{V_{h1}} \\
 &= (V_{h2} \angle 0 + Z_{sh} I_{h2} \angle (\alpha_2 + \psi) - \frac{Z_{sh} I_{h1} V_{h2} \angle (\alpha_1 + \psi)}{V_{h1}}) (1 \angle \theta_0)
 \end{aligned} \tag{4.14}$$

Y la magnitud de V_{hc} es:

$$|V_{hc}| = \left| V_{h2} \angle 0 + Z_{sh} I_{h2} \angle (\alpha_2 + \psi) - \frac{Z_{sh} I_{h1} V_{h2} \angle (\alpha_1 + \psi)}{V_{h1}} \right| \tag{4.15}$$

Esta fórmula es conveniente porque las magnitudes de V_{h1} , I_{h1} , V_{h2} y I_{h2} son tanto como las diferencias angulares α_1 y α_2 son medidas mientras solamente la impedancia Z_{sh} es necesario conocerla.

Además, si la corriente esta fluyendo a través de la impedancia Z_{sh} puede ser también medida (magnitud I_{sh} , ángulo de fase - ψ con respecto a V_{h2}), la fórmula sería:

$$|V_{hc}| = \left| V_{h2} \angle 0 + \frac{V_{h2} I_{h2} \angle (\alpha_2 + \psi)}{I_{sh}} - \frac{V_{h2}^2 I_{h1} \angle (\alpha_1 + \psi)}{I_{sh} V_{h1}} \right| \quad (4.16)$$

y obtenemos la expresión sin dato de impedancia.

Además, si la corriente $I'_{h2} = I'_{h2} \angle (\theta_0 + \alpha'_2)$ mostrada en la Fig. 4.6 (b), puede ser medida, el nivel de emisión de armónicos será:

$$|V_{hc}| = \left| Z_{sh} I'_{h2} \angle \alpha'_2 - \frac{Z_{sh} I_{h1} V_{h2} \angle (\alpha_1 + \psi)}{V_{h1}} \right| \quad (4.17)$$

o

$$|V_{hc}| = \left| \frac{V_{h2} I'_{h2}}{I_{sh}} \angle \alpha'_2 - \frac{I_{h1} V_{h2}^2 \angle (\alpha_1 + \psi)}{I_{sh} V_{h1}} \right| \quad (4.18)$$

En este caso, la precisión de la evaluación de la emisión del nivel de los armónicos será más determinante que la precisión de los datos medidos.

Una de las formulas precedidas debería ser usada para determinar el nivel de emisión, dependiendo en las posibilidades de la medición y/o la precisión del conocimiento de la impedancia shunt Z_{sh} .

Ventajas del método:

- Los filtros o los bancos de condensadores tienen por lo general un interruptor.
- La influencia de la precisión del dato de la impedancia en los resultados será reducido comparado con el método basado en la desconexión de la carga analizada o a considerar.

Desventajas del método:

- La presencia de un shunt auxiliar es necesario.
- Este método provee resultados que son validos sólo para el momento de la prueba.

4.5 Métodos sin desconectar la carga a analizar.

Dentro de los métodos sin desconectar la carga a analizar podemos mencionar:

Método de mediciones simultaneas de armónicos de corriente y tensión de cargas

- Método basado en la técnica de instrumentación virtual (VI)
- Método sobre el cálculo de ITHD y VTHD

4.5.1 Método de mediciones simultaneas de armónicos de corriente y tensión de cargas

a. Correlación simple de la mediciones de armónicos de corriente y tensión

La medición simultánea y la adquisición mediante el procesamiento en el tiempo real FTT

de la tensión y la corriente armónica en el punto de acoplamiento común PAC puede ser usado para modelar una distorsión armónica.

El análisis se hace para cada armónica como se muestra en la Fig. 4.7 y se utilizan los valores rms de la tensión y corriente, como en la Fig. 4.8 (Red de 132 kV con rectificador de diodo de corriente alterna / corriente directa; presenta 5° y 7° armónico).

El nivel de distorsión de la red es muy estable (como por ejemplo en la Fig. 4.7 que es durante toda la noche), una buena correlación se observa entre las amplitudes de tensión y corriente.

Si aplicamos una regresión polinomial a los datos podemos obtener una representación analítica de la carga y también dar una estimación de la amplitud del nivel de armónico inicial de la red (V_{h0}), que se obtiene mediante la extrapolación para $I_h = 0$.

Sin embargo, cuando el nivel de distorsión de la red es muy variable (ver Fig. 4.8) el grado de correlación encontrado es negativo.

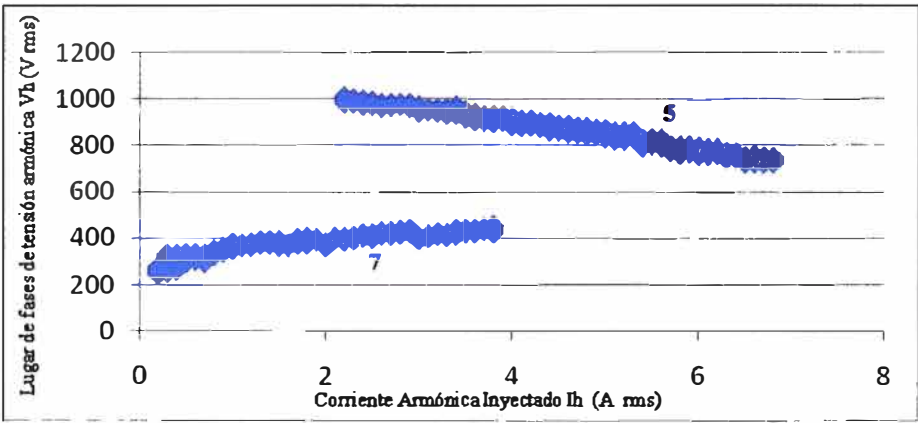


Fig. 4.7: Tensión armónico Vs corriente armónico, de orden 5° y 7°

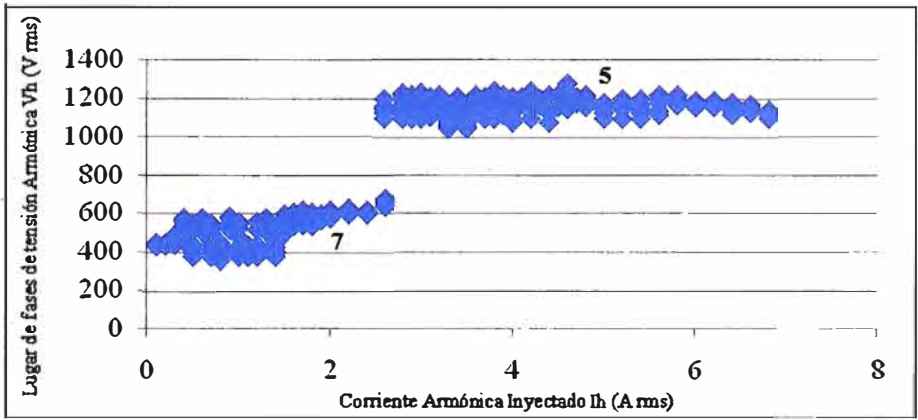


Fig. 4.8: Tensión armónico Vs corriente armónico, de orden 5° y 7°

Por lo tanto, cuando el nivel de distorsión es muy variante, este método da una interesante información acerca del comportamiento de la carga distorsionadora y el efecto de su incremento o decremento con el nivel de distorsión inicial de la red.

Ventajas del método:

- Permite determinar la contribución de corriente armónica tanto de la red como de la carga.
- Es fácil de implementar.

Desventajas del método:

- Este método no funciona para todos los casos.
- No permite separar la contribución de la corriente armónica.

b. Regresión doble para las mediciones de la fuente de alimentación del circuito equivalente.

Este método se basa en la posible correlación entre la corriente armónica I_h y la tensión armónica V_h medido en el punto de conexión de los consumidores.

Recurriendo a la Fig. 4.4, se menciona $V_{h0} = Z_s I_{h0}$ la ecuación básica que rige el circuito,

$$V_h = V_{h0} + Z_s I_h = (V_{h0x} + jV_{h0y}) + (Z_{sx} + jZ_{sy})(I_{hx} + jI_{hy}) \quad (4.19)$$

Separando la parte Real e Imaginaria de los fasores y asumiendo lo siguiente:

- El sistema de suministro se encuentra balanceado (V_{h0} se considera balanceado)
- La componente resistiva de Z_s es insignificante (es decir $Z_{sx} = 0$ y $Z_s = jZ_{sy}$) la cual nos lleva a:

$$\begin{aligned} V_{hx} &= V_{h0x} - Z_{sy} I_{hy} \\ V_{hy} &= V_{h0y} + Z_{sy} I_{hx} \end{aligned} \quad (4.20)$$

Basado en la primera ecuación, una regresión lineal realizada con el par de mediciones (I_{hy} , V_{hx}) proporcionara mediciones de los coeficientes V_{h0x} y Z_{sy} . Del mismo modo según la segunda ecuación, un análisis de regresión lineal realizado en el par de mediciones (I_{hx} , V_{hy}) proporcionara mediciones de los coeficientes V_{h0y} y Z_{sy} .

Los resultados de estas regresiones deben ser analizados:

- Si los valores identificados para Z_{sy} son iguales en ambas regresiones, los supuestos valores iniciales (es decir, la estabilidad de V_{h0} y $Z_{sx} = 0$) se cumplen y los resultados son validos. V_{h0} se puede calcular en cualquier momento, a partir de Z_s y los valores medidos de V_h y I_h .
- Si los valores identificados para Z_{sy} son bastante próximos entre sí, su promedio puede ser tomado como una buena medición de la impedancia de fuente de alimentación. En este caso, se recomienda volver a calcular V_{h0} en cualquier momento de la Z_s obtenidos y los valores medidos de V_h y I_h y tomar el valor medio como medida de la alimentación de tensión equivalente.

- Si las dos regresiones dan valores muy diferentes para Z_{sy} la hipótesis de la estabilidad no son válidos y la conclusión no puede sacarse ninguna. V_{h0} se puede calcular en cualquier momento, desde el Z_s obtenidos y los valores medidos de V_h y I_h .

4.5.2 Método basado en la técnica de instrumentación virtual (VI)

Toda señal como se puede definir de la siguiente forma:

$$w(t) = \text{Re} \left[\sqrt{2} \sum_{h=0}^{+\infty} W_h e^{j\phi_h} e^{jh\omega_1 t} \right] \quad (4.21)$$

En la ecuación anterior el símbolo $\text{Re}[\]$ denota la parte real de $[\]$; h denota el orden del armónico; W_h y ϕ denota el valor rms y el ángulo de fase, respectivamente, de la componente de la señal a la h^{ava} frecuencia; W_1 denota la frecuencia angular a frecuencia fundamental o industrial ϕ .

La distorsión armónica puede ser caracterizada por medio del THD. En la ecuación anterior N_w es la componente de armónica de mayor frecuencia con una amplitud significativa.

La $\{N_w\}$ para cada orden de armónico puede dividirse en dos: $\{N_s\}$ y $\{N_l\}$; $\{N_s\} \cap \{N_l\} = \phi$

El subconjunto $\{N_s\}$ esta formado por los armónicos que cumplen la condición: $P_h \geq 0$; inclusive cuando $h = 1$. Excepto para cargas como lámparas incandescentes u otros en donde P_h no esta relacionada con la conversión de la energía del proceso.

El subconjunto $\{N_l\}$ esta formado por los armónicos que cumplen la condición: $P_h < 0$. Se puede decir que N_s es relevante para ambos la fuente de energía y la fuente de distorsión armónica localizado al lado de la fuente de energía y N_l es relevante para la fuente de distorsión armónica al lado de la carga.

$$THD_{\omega} = \sqrt{\sum_{h \neq 1}^{N_w} \left(\frac{W_h}{W_1} \right)^2} \quad (4.22)$$

Por lo tanto la señal puede dividirse en dos componentes:

$$\omega(t) = \omega_s(t) + \omega_l(t) \quad (4.23)$$

Donde:

$$\omega_s(t) = \sum_{h \in \{N_s\}} \omega_h(t) \quad (4.24)$$

$$\omega_l(t) = \sum_{h \in \{N_l\}} \omega_h(t) \quad (4.25)$$

$$THD_{\omega_s} = \sqrt{\sum_{h \neq 1, h \in \{N_s\}} \left(\frac{W_h}{W_1} \right)^2} \quad (4.26)$$

De esta manera pueden definirse dos diferentes THD, el primero de ellos referido a ω_s y el segundo de ellos referido a ω_l de la siguiente forma:

$$THD_{\omega_s} = \sqrt{\sum_{h \neq 1 | h \in \{N_s\}} \left(\frac{W_h}{W_1} \right)^2} \quad (4.27)$$

Caracteriza la distorsión de la señal que causa pérdidas en la carga y es por lo tanto atribuida a la contaminación armónica existente en fuente de energía de la red:

$$THD_w = \sqrt{\sum_{h \neq 1}^{N_w} \left(\frac{W_h}{W_1} \right)^2} \quad (4.28)$$

Mide la contribución a la distorsión armónica asociadas a las pérdidas en el lado de la fuente de energía y que es atribuida a la carga o operación del cliente.

Las ecuaciones (4.27) y (4.28) pueden ser definidas tanto para la tensión como para la corriente pero además cumplen la siguiente relación:

$$THD_{\omega} = \sqrt{(THD_{\omega_s})^2 + (THD_{\omega_l})^2} \quad (4.29)$$

a. Índice de corriente armónica

Se define de la siguiente forma:

$$HI = \frac{\sqrt{\sum_{h \in \{N_l\}} I_h^2}}{\sqrt{\sum_{h \in \{N_s\}} I_h^2}} \quad (4.30)$$

La presencia de un alto índice indica la gran responsabilidad de las distorsiones armónicas al cliente; un valor bajo de este índice, en la presencia del mismo THD de corriente indica la gran responsabilidad de la fuente de energía para los armónicos que pasan por el punto de medición.

b. Corrientes conformes y corrientes no conformes

La corriente $i(t)$ con valor I_{rms} puede ser descompuesta en corrientes conformes $i_c(t)$ y en corrientes no conformes $i_{nc}(t)$. La corriente $i_c(t)$ es la porción de la corriente $i(t)$ que retiene el mismo nivel de distorsión que la tensión $v(t)$ y se calcula de la siguiente manera:

$$i_c(t) = \text{Re} \left[\sqrt{2} \sum_{h=1}^{N_w} U_h Y_1 e^{j(\phi_h - \phi_1)} e^{jh\omega_l t} \right] \quad (4.31)$$

Donde $Y_1 e^{-j\phi_1}$ es la admitancia compleja a frecuencia fundamental y U_h es el valor rms de la armónica h . El valor rms de I_c es por lo tanto $I_c = Y_1 U$ donde U es el valor rms de la tensión. La corriente no conforme es:

$$i_{nc}(t) = i(t) - i_c(t). \quad (4.32)$$

La corriente no conforme es generada por ambas, variadores de velocidad o cargas no lineales, cargas lineales que tienen parámetros que dependen de la frecuencia. La corriente conforme i_c es atribuible a la fuente de energía y i_{nc} es atribuible a la carga.

c. Problemas de medición

El problema de medición que se pudieran presentar sería debido a la sensibilidad y precisión de las mediciones cuando los instrumentos utilizados son basados en DSP (Procesamiento digital de señales). Esto es debido a que cuando el DSP es usado en la medición de por ejemplo el THD se basa en la comparación entre combinaciones lineales del mismo dato muestra, las contribuciones sistemáticas a la incertidumbre afectan cualquier valor mostrado kW o w(t) tendiendo a compensar cada uno.

La medición de las cantidades de las ecuaciones. (4.22) y (4.30) requieren del análisis del signo de la potencia para cada armónica, por lo tanto el efecto de la propagación retrasada de las señales de tensión y corriente deberían ser consideradas así como también la condición de los dispositivos. La estimación de cualquier potencia activa P_h es afectada por el llamado ángulo de error, denotado de la siguiente forma:

$$\frac{\Delta P_h}{P_h} = \varepsilon_h Q_h \quad (4.33)$$

Donde ε_h y Q_h son el ángulo de error y el factor de calidad de la impedancia equivalente en la cual P_h es disipada, respectivamente.

Así para determinar sin incertidumbre el signo de P_h es necesario satisfacer la siguiente condición: $\varepsilon_h Q_h < 1$.

Es posible determinar ε_h mediante procedimientos de calibración y luego corregir sus efectos, por lo tanto la condición arriba mencionada es fácilmente satisfecha para equipos clase A de acuerdo a la IEC 1000-4-7 y 1000-4-30.

Ventajas del método:

- Permite dividir una señal en dos: una que distorsiona la forma de onda y otra que no.
- Permite determinar la corriente que es inyectada a la carga y que la carga inyecta a la red.

Desventajas del método:

- Es necesario medir el ángulo de la tensión y corriente armónica de manera muy precisa. (clase A o mejor de acuerdo a la IEC 1000-4-7).
- El algoritmo para determinar la corriente conforme y no conforme es complicado para su análisis.

4.5.3 Método sobre el cálculo de ITHD y VTHD

a. Método práctico sobre la base del cálculo de ITHD y del VTHD

Este método fue propuesto por Emmanuel; en donde la energía eléctrica es generada a una frecuencia fundamental y su forma de onda es casi perfectamente sinusoidal. Los equipos generalmente son diseñados para trabajar en condiciones de poco nivel de distorsión, pero cuando existe un nivel de tensión armónica estos equipos no trabajan adecuadamente. Para situaciones prácticas, más que el 99 % de potencia activa suministrada a una carga es asumida como secuencia positiva a 60 Hz. Por lo tanto, es lógico separar la potencia a 60 Hz con las que no son a 60Hz. Esta separación es basada en el valor rms de la corriente y de la tensión fundamental, V_1 , I_1 , y la componente total armónica V_H , I_H

La tensión y la corriente se pueden separar de los armónicos ($n > 2$):

$$V^2 = V_1^2 + V_h^2 \dots V_H^2 = \sum_{h=1} V_h^2 \quad (4.34)$$

$$I^2 = I_1^2 + I_h^2 \dots I_H^2 = \sum_{h=1} I_h^2 \quad (4.35)$$

$$S = VI$$

$$S^2 = S_1^2 + S_N^2 \quad (4.36)$$

Tiene dos componentes $S_1 = V_1 I_1$; $S_1 = P_1 + jQ_1$ es la potencia aparente a 60Hz, y:

$$S_N^2 = D_I^2 + D_V^2 + S_H^2 \quad (4.37)$$

Es la potencia aparente a una frecuencia diferente de 60 Hz.

$$D_I = V_1 I_H = \text{Potencia Distorsionada de Corriente.}$$

$$D_V = V_H I_1 = \text{Potencia Distorsionada de la Tensión.}$$

$$S_H = V_H I_H = \text{Potencia Aparente Armónica.}$$

Ambos términos D_I y D_V son potencias no activas y representa los VA contribuidos por la interacción entre la tensión a 60 Hz con las corrientes armónicas de frecuencia distinta a la frecuencia fundamental (60 Hz) y la tensión armónica a frecuencia distinta de la fundamental (60 Hz) con la corriente a 60 Hz respectivamente. El término S_H contiene la potencia armónica P_H y la potencia armónica no activa contribuida por las tensiones y las corrientes. Reemplazando se tiene:

$$(S_N / S_1) = \sqrt{(V_I I_H / V_1 I_1)^2 + (V_H I_I / V_1 I_1)^2 + (V_H I_H / V_1 I_1)^2} \quad (4.38)$$

$$(S_N / S_1) = \sqrt{(ITHD)^2 + (VTHD)^2 + (ITHD.VTHD)^2} \quad (4.39)$$

Esta ecuación muestra que S_N es una función de la distorsión de la corriente y tensión.

Esta ecuación se puede aproximar a:

$S_N \approx (ITHD)S_1$, cuando $VTHD < 5\%$ y $ITHD > 20\%$ el error de usar esta estimación es menos que 1 %. Esto cubre la mayoría de cargas no lineales. Cuando $ITHD < 20\%$:

$$S_N \approx S_1 \sqrt{(ITHD)^2 + (VTHD)^2} \text{ da un error del 15 \%}.$$

La responsabilidad de la carga ó de la red se determina por medio de la siguiente comparación:

Si: $ITHD < VTHD$ El armónico no es producido por la carga.

Si: $ITHD > VTHD$ El armónico es producido por la carga.

Si: $ITHD \approx VTHD$ El armónico es producido por la carga y la red.

Ventajas del método:

- Es un método práctico para determinar la responsabilidad del origen de las corrientes armónicas.
- Es fácil de implementar.

Desventajas del método:

- No proporciona la corriente armónica inyectada por la red a la carga y por la carga a la red.
- Es muy difícil concluir en un resultado cuando $ITHD$ y $VTHD$ están por el mismo orden.

b. Método del comportamiento de THD

Si el comportamiento de THD de tensión y corriente siguen la misma tendencia en un determinado periodo típico, en este sentido haciendo lógica si la carga genera corriente armónica, esta afectara la tensión armónica dado que $V_h = I_h \cdot Z_h$, entonces si V_h e I_h ó $VTHD$ y $ITHD$ tienen el mismo comportamiento, se puede afirmar que la carga genera la distorsión, caso contrario son generados por el sistema.

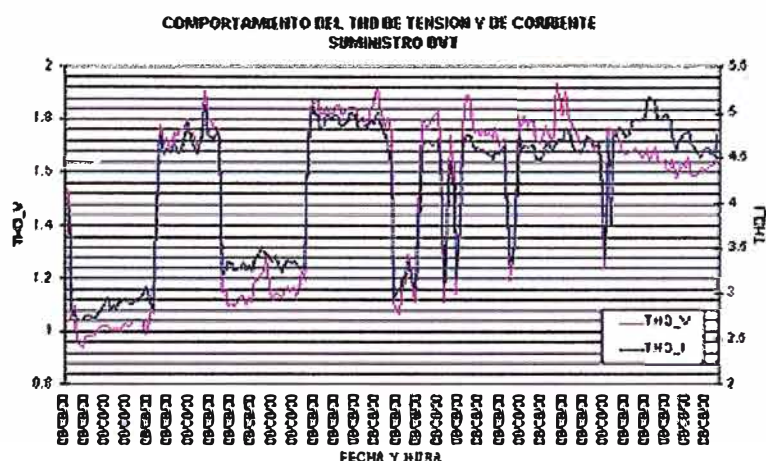


Fig. 4.9: grafica de comportamiento del VTHD y ITHD en un periodo

CAPITULO V

PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DIRECCIONALIDAD DE ARMÓNICOS DE LA SUBESTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN EN UNA PLANTA INDUSTRIAL

Para la realización de actividades, se realizó el estudio a una empresa industrial que se dedica al rubro de fabricación de piezas metálicas para maquinarias, mediante fundición de metales y mecanizado de los mismos.

La industria cuenta con dos transformadores de 100 kVA, distribuidos en dos tableros generales para máquinas CNC, sistema de fuerza e iluminación según el diagrama unifilar. La información que se obtiene son los resultados del monitoreo y registro de los parámetros eléctricos de calidad y las perturbaciones que se puedan presentar en el sistema eléctrico, colocados en las subestaciones donde se encuentran los transformadores en el lado de baja tensión.

El registro de las mediciones se realizó de una manera que fueron desconectados los bancos de condensadores de los tableros generales, lo cual motivó que registrara un factor de potencia bajo, como se muestra en el anexo C y D.

Se registro según el anexo C y D: tensiones, corrientes, frecuencias, potencia activa, factor de potencia, ITHD, VTHD, en las tres fases, y armónicos del 2° al 18° orden en una sola fase.

Hay que considerar en el análisis que durante las horas de punta del servicio eléctrico (6:00pm a 11:00pm), la planta industrial utiliza su grupo electrógeno para alimentar sus cargas del tablero general de alimentación a las máquinas CNC (punto 1), sacando fuera de servicio la red de suministro exterior.

5.1 Diagrama unifilar de la planta industrial

La subestación en media tensión en 10 kV de la planta industrial, cuenta con tableros generales en los contactores a la salida de los transformadores y tableros en cada máquina, como se muestra a continuación en la Fig. 5.1, hay que considerando que el equipo registrador de red se coloco en los puntos [1] y [12].

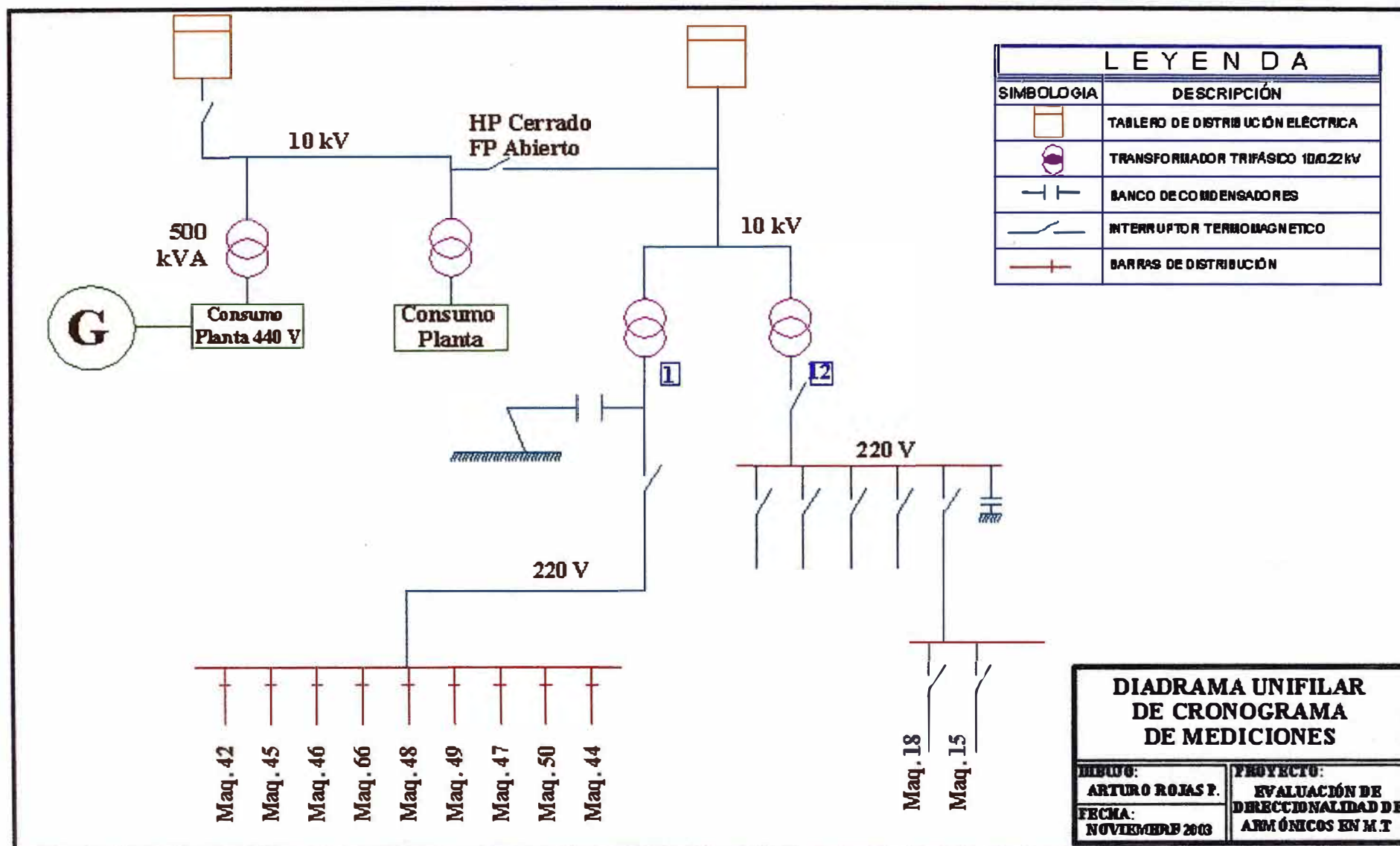


Fig. 5.1 : Diagrama unifilar de cronograma de mediciones evaluados en los puntos [1] y [12]

5.2 Equipo utilizado en la subestación

Para realizar las mediciones, se determinó por la utilización de un equipo analizador de red MAVOLOG 10S, de fabricación Alemana, la cual está diseñado especialmente para la detección de características de la alimentación de energía eléctrica y de control normalizado de los niveles de compatibilidad correspondientes (calidad de tensión).

El equipo en mención tiene la opción de acoplarse a un dispositivo de registro de análisis de oscilaciones armónicas FFT/FSA. A continuación detallamos las características del equipo:

Equipo: MAVOLOG 10S + FFT/FSA

Marca: GOSSEN METRAWATT

Fabricación: Alemana

Precisión: Tensión: $\pm 0,2\%$ vM

Corriente: $\pm 0,2\%$ vM

Potencia: $\pm 0,4\%$ vM

Frecuencia: $\pm 1,1\%$ vM

Método de medición: valor efectivo (TRMS), DIN 40110-1 y 2

Tiempo de calculo: 1 segundo

Impedancia: 2,4 Mohm

Ratio de tensión: 1

Registro de oscilaciones armónicas: hasta 40 armónicas para tensión y corriente

Precisión del análisis de armónicas: clase B según EN 61000-4-7

Precisión del análisis de flikers: según EN 61000-4-15



Fig. 5.2: Equipo analizador de red MAVOLOG 10S

5.3 Datos registrados por los equipos de medición

De la información de los resultados del monitoreo y registro de los parámetros eléctricos de calidad y perturbaciones que se pueden presentar en el sistema eléctrico de las zonas medidas. En cuanto a las distorsiones se han considerado:

- Armónicos de tensión
- Armónicos de corriente

Ambos han sido evaluados en intervalos de medición de 10 minutos. Estas mediciones están presentadas en parámetros medidos Vs tiempo en hoja Excel que se adjunta en el anexo C y D del informe.

Las mediciones han sido realizadas en las instalaciones eléctricas de la industria, desde el 29 de Octubre al 19 de noviembre del 2003.

A continuación mostramos los gráficos resúmenes de las distorsiones eléctricas en las zonas medidas, que son el tablero general de alimentación a las máquinas CNC (punto 1) y el tablero general taller y máquinas 15 y 18 (punto 12), todas a la salida de los transformadores de 10/0.22 kV . (ver diagrama unifilar)

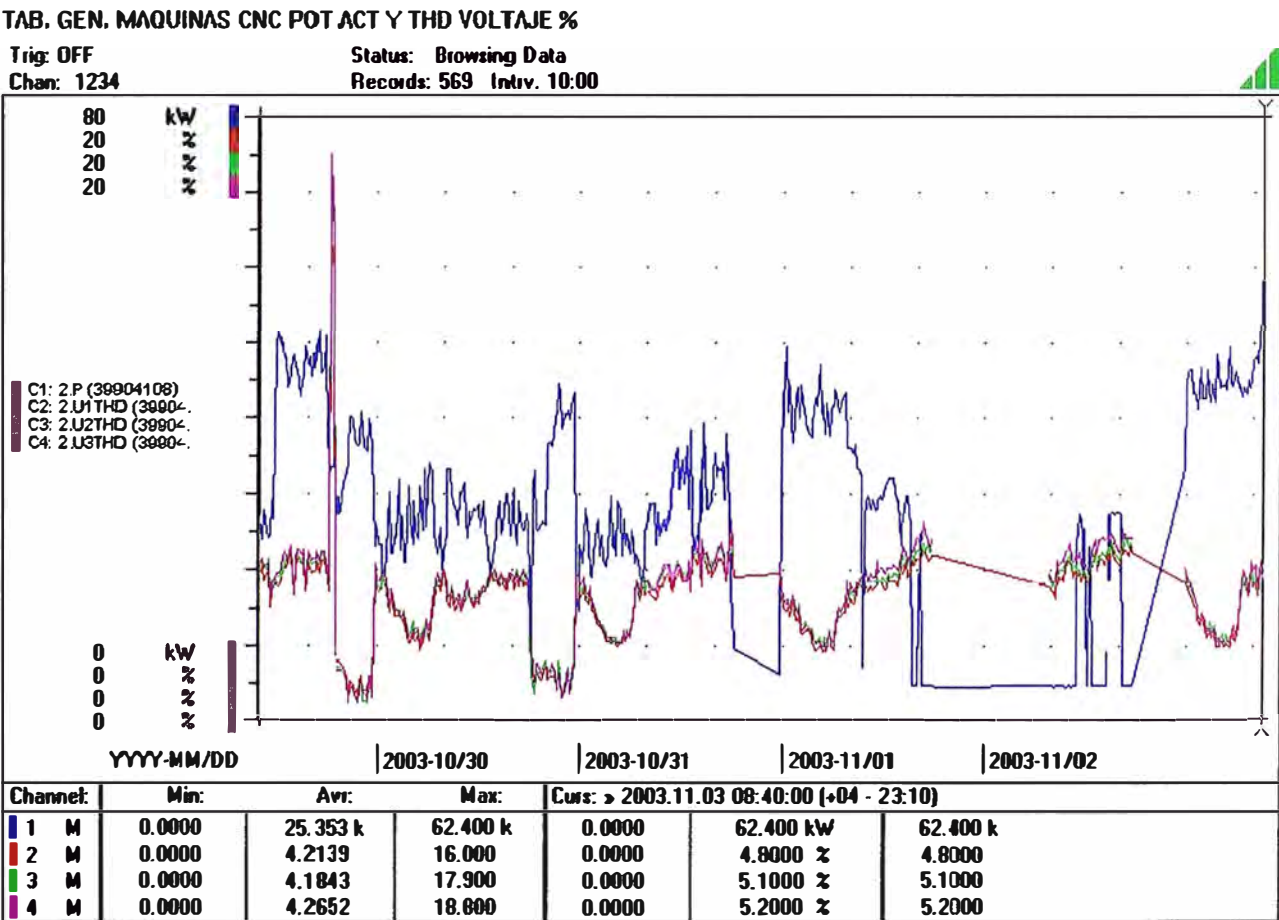


Fig. 5.3: Representación grafica del equipo analizador MAVOLOG 10S, de los THD de tensión de las tres fases en el tablero general de alimentación a las máquinas CNC

TAB. GEN. MAQUINAS CNC THD CORRIENTE A

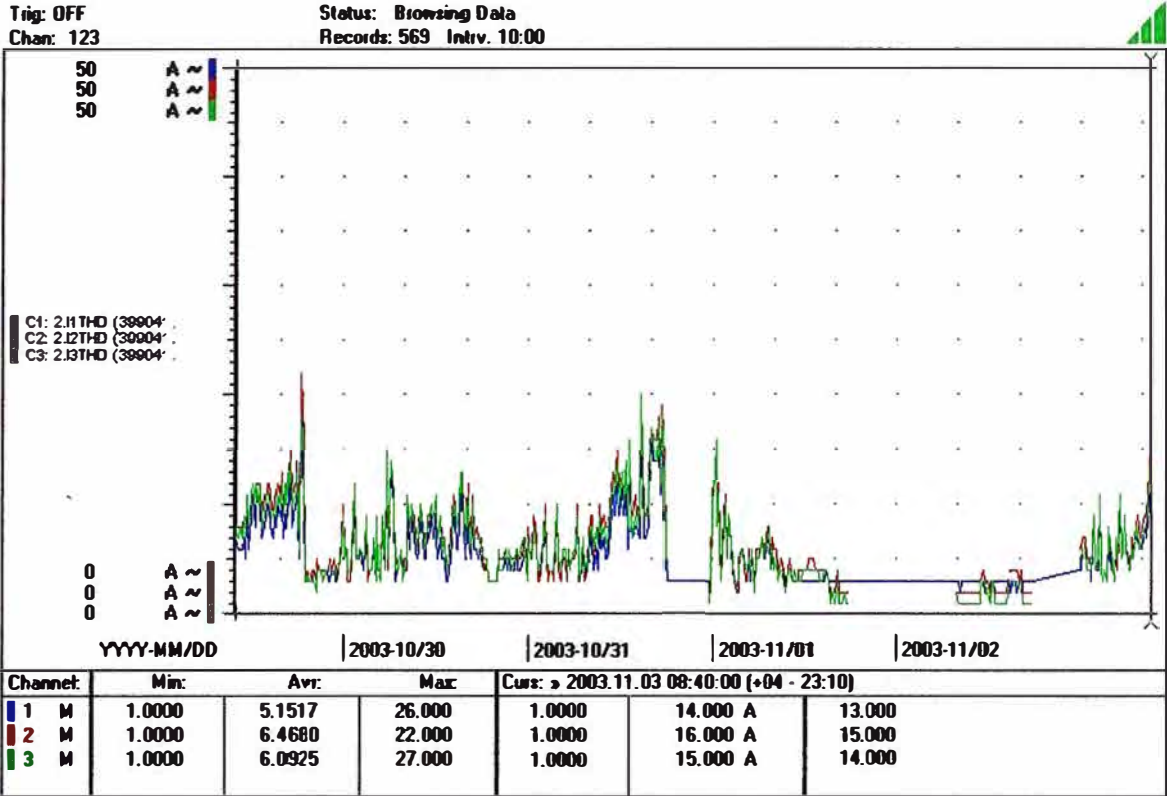


Fig. 5.4: Representación grafica del equipo analizador MAVOLOG 10S, de los THD de corriente de las tres fases en el tablero general de alimentación a las máquinas CNC.

TAB. GEN. TALL MAQ 18 Y 15 POT ACT Y THD VOLT %

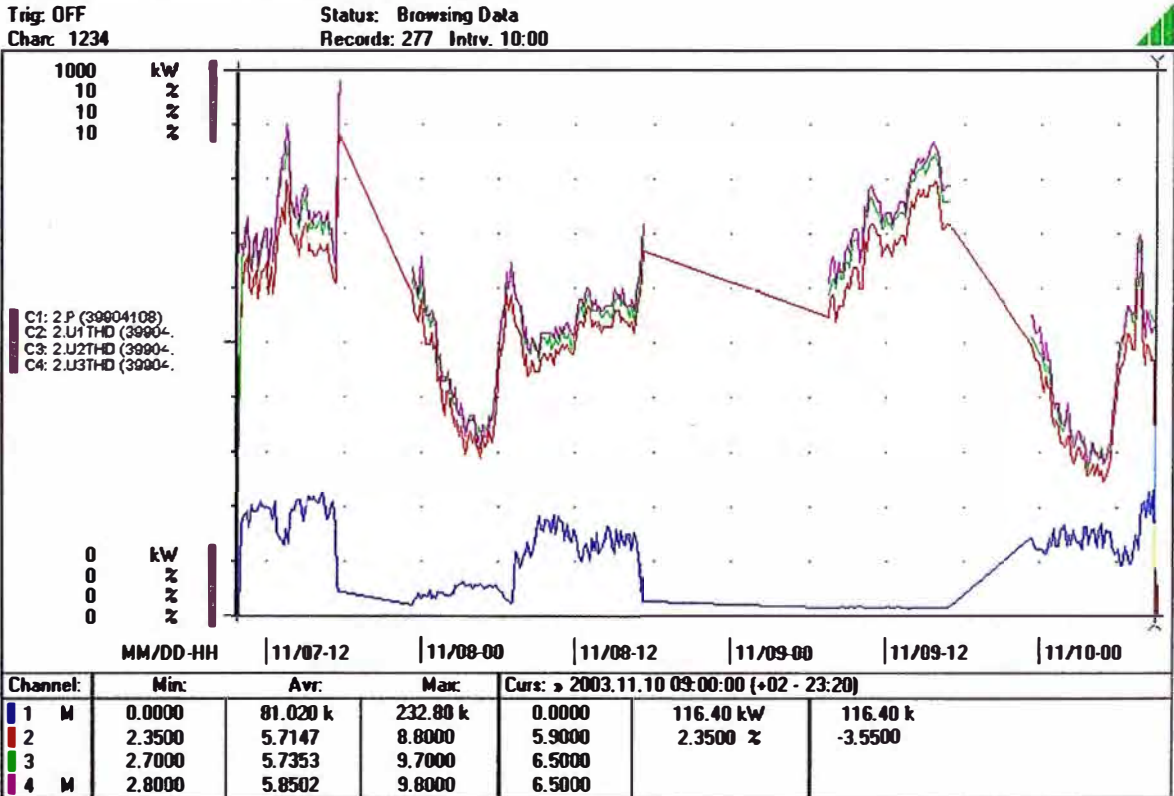


Fig. 5.5: Representación grafica del equipo analizador MAVOLOG 10S, de los THD de tensión de las tres fases en el tablero general taller y máquinas 15 y 18

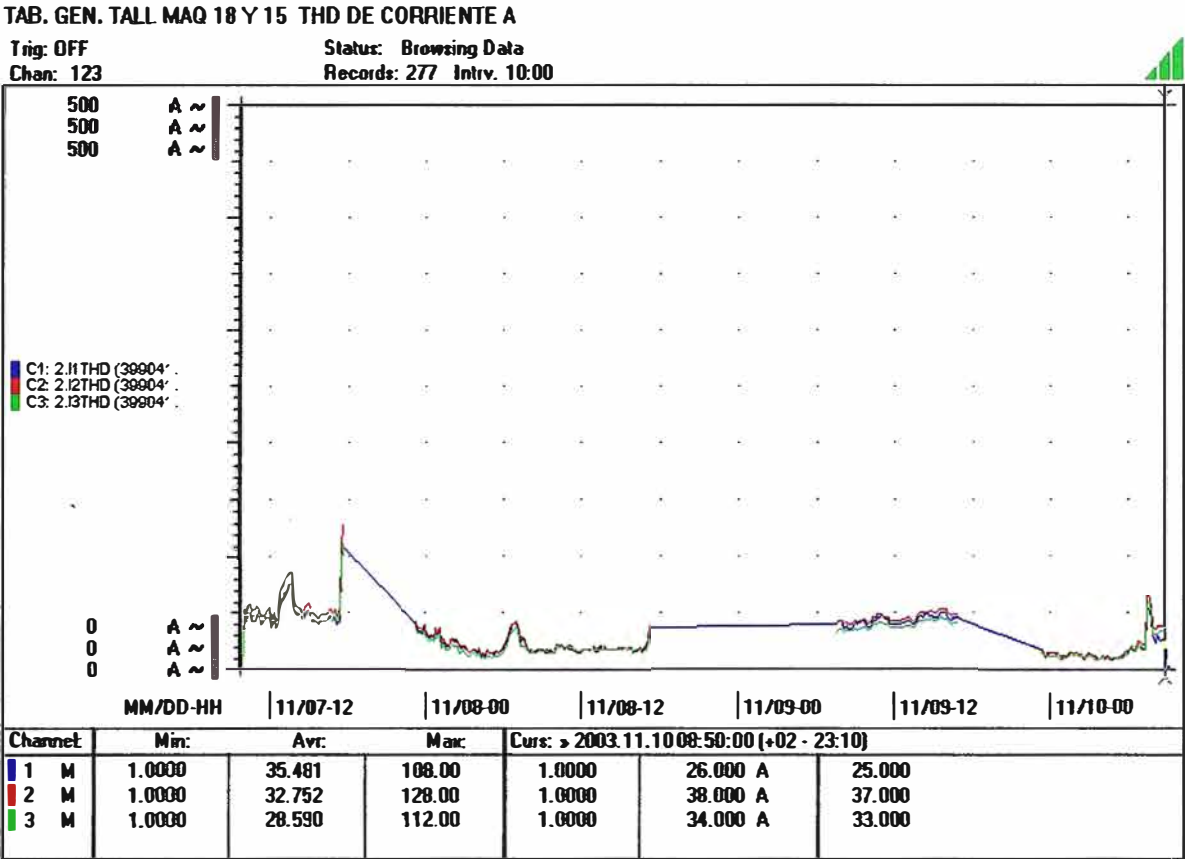


Fig. 5.6: Representación grafica del equipo analizador MAVOLOG 10S, de los THD de corriente de las tres fases en el tablero general taller y máquinas 15 y 18

CAPITULO VI

COMPARACIÓN Y ANALISIS DE MÉTODOS DE APLICACIÓN PARA LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SUBESTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

Como podemos apreciar hay una variedad de métodos que se pueden aplicar para determinar el origen de las corrientes armónicas. En este caso analizaremos el comportamiento de un sistema eléctrico sin desconectar la carga según los datos que obtenemos al realizar las mediciones.

Tenemos como datos las tensiones y corrientes armónicas de las tres fases en todo el periodo de medición, para lo cual utilizaremos el método de correlación entre la tensión y la corriente armónica en una fase, el método práctico sobre la base del cálculo de ITHD y del VTHD (método de Emmanuel) y el método de comportamiento del THD.

6.1 Comparación de los métodos de direccionalidad de armónicos

La comparación realizada entre los métodos mencionados, todos estos métodos dirigen a una sola determinación, siendo los casos en que el suministrador entregue armónicos al consumidor ó que el consumidor entregue armónicos al suministrador, cada uno de los métodos tiene su criterio a analizar, para esto nos prestamos de la información mencionada en el capítulo IV del presente informe.

Cabe señalar que el análisis de algunos métodos tratados es de manera analítica muy difícil de llegar a una certera conclusión, dado que requiere mucha información.

Se tiene un cuadro comparativo de los métodos de direccionalidad analizados con la carga desconectada y con la carga conectada, mencionando los criterios y sus respectivas aplicaciones en forma resumida, ver tabla 6.1(a), 6.1(b) y 6.2.

Del mismo modo se presenta en los anexos A y B, los diagramas estadísticos de graficas y correlaciones lineales, para cada uno en los puntos analizados en el PAC, es decir en los tableros generales de alimentación a las maquinas CNC y tablero general para taller y maquinas 15 y 18, desarrollados con los criterios empleados en cada uno de los método que requiera, la ayuda de la información registrada del equipo analizador MAVOLOG 10S, donde muestra el registro obtenido en hoja Excel que se adjunta en el anexo C Y D.

Tabla 6.1 (a): Cuadro comparativo resumida de métodos de direccionalidad de armónicos sin desconectar la carga (criterios)

MÉTODOS DE DIRECCIONALIDAD SIN DESCONECTAR LA CARGA		
MEDICIONES SIMULTÁNEAS DE ARMÓNICOS DE CORRIENTE Y TENSIÓN	MÉTODO BASADO EN TÉCNICAS DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL	MÉTODO PRÁCTICO SOBRE EL CÁLCULO DE ITHD Y VTHD
Criterio	Criterio	Criterio
1.1 Correlación simple: usando equipo analizador de armónicos de tensión y corriente en el PAC. Se analiza para cada armónico demostrando que si existe correlación de tendencia lineal, se dice que la carga es la única fuente generadora de armónicos analizada. 1.2 Regresión doble: basado en la posible hipótesis entre I_h V_h medido en el punto de conexión de consumidores (la carga genera armónicos). El sistema de suministro es balanceado $V_{h0} = Z_s \cdot I_{h0}$ la componente resistiva es insignificante Z_s: $V_{hx} = V_{h0x} - Z_{sy} \cdot I_{hy}$ $V_{hy} = V_{h0y} + Z_{sy} \cdot I_{hx}$ Si: Z_{sy} es igual en ambas regresiones los valores son validos	La distorsión armónica puede ser caracterizada por medio del THD. Mide la contribución a la distorsión armónica asociada a las perdidas en el lado de la fuente de energía y que atribuida a la carga o operación del cliente. 1.1 El índice de corriente armónica HI: si HI es alto indica la responsabilidad a la carga. Si HI es bajo indica la responsabilidad a la fuente. 1.2 Corrientes conformes y no conformes: La corriente I_{rms} puede descomponerse en I_c y I_{nc}. I_{nc} es atribuible a la carga I_c es atribuible a la fuente.	En la práctica el suministro de la potencia activa a la carga es mayor a secuencia positiva y 60 Hz, lo cual se puede separar las de 60 Hz y las que no es a 60 Hz, esto es basado en valores eficaces de corriente y tensión, fundamentalmente con la componente armónica. 1.1 Método de Enmanuel: menciona la responsabilidad de la carga o de la red por medio de la siguiente comparación. Si: $ITHD > VTHD$ (carga) Si: $ITHD < VTHD$ (red) Si: $ITHD \approx VTHD$ (sistema) 1.2 Comportamiento de THD: Si el comportamiento del $VTHD$ y $ITHD$ siguen la misma tendencia en un determinado periodo típico, entonces la carga genera armónico, caso contrario son generados por el sistema.

Tabla 6.1 (b): Cuadro comparativo resumida de métodos de direccionalidad de armónicos sin desconectar la carga (aplicaciones)

MÉTODOS DE DIRECCIONALIDAD SIN DESCONECTAR LA CARGA		
MEDICIONES SIMULTÁNEAS DE ARMÓNICOS DE CORRIENTE Y TENSIÓN	MÉTODO BASADO EN TÉCNICAS DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL	MÉTODO PRÁCTICO SOBRE EL CÁLCULO DE ITHD Y VTHD
Aplicaciones	Aplicaciones	Aplicaciones
Ventajas: • Permite determinar la contribución de la I_h de la red como de la carga. • Fácil de implementar Desventaja: • No funciona para todos los casos. • No permite separar la contribución de la corriente armónica	Ventajas: • Permite dividir una señal en dos: una que distorsiona la forma de onda y otra que no. • Permite determinar la corriente que es inyectada a la carga y que la carga inyecta a la red. Desventajas: • Es necesario medir el ángulo de la tensión y corriente armónica de manera muy precisa. (Clase A o mejor de acuerdo a la IEC 1000-4-7). • El algoritmo para determinar la corriente conforme y no conforme es complicado para su análisis.	Ventajas: • Es práctico para determinar la responsabilidad del origen de las corrientes armónicas. • Fácil de implementar Desventajas: • No proporciona la corriente armónica inyectada por la red a la carga y por la carga a la red. • Es muy difícil concluir en un resultado cuando el ITHD y VTHD están por el mismo orden.

Tabla 6.2: Cuadro comparativo resumida de métodos de direccionalidad de armónicos desconectado de la carga.

MÉTODOS DE DIRECCIONALIDAD DESCONECTADO LA CARGA

MÉTODO DESCONECTANDO LA CARGA A ANALIZAR

Criterio

La idea básica es obtener dos mediciones, obtenidas con el interruptor ON y OFF, para así de esta manera determinar el nivel de emisión de armónicos del consumidor al sistema de suministro.

En la utilización del método, hay que tratar con dos voltajes armónicos que se derivan de los diferentes circuitos (ellos son medidos en momentos diferentes) obteniendo la corriente I_h (cuando el S_1 esta cerrado) que es necesario determinar la diferencia de fase entre V_h y V_{h0} , por el uso de $V_h - V_{h0} = Z_s \cdot I_h$

Aplicaciones:

Ventajas:

- La conmutación ON y OFF de la carga perturbadora es una operación bastante común
- Solo es necesario realizar dos mediciones de la tensión armónico y de la corriente en el PAC (caso simplificado donde $|Z_s| \ll |Z_c|$, es solo necesario medir la tensión armónica.
- Podría realizarse la identificación individualizada de cargas perturbadoras. Esto es posible solo en algunas industrias.

Desventajas:

- Es necesario el conocimiento exacto de Z_s y Z_c (excepto caso simplificado)
- Proporciona resultados instantáneos que son validos para el momento solo de la prueba, ya que puede variar la carga.
- El hecho de interrumpir el circuito afectaría el servicio al consumidor, produciendo energía dejada de vender.

MÉTODO DESCONECTANDO UN ELEMENTO SHUNT AUXILIAR

Criterio

Es aplicable cuando se tiene una impedancia Shunt del consumidor, puede ser conectada separadamente del sistema de suministro. La impedancia de esta rama debe ser bien conocida en lo posible (ejemplo: banco de capacitores, filtros, etc.)

Aplicaciones:

Ventajas:

- Los filtros o bancos de condensadores tienen por lo general un interruptor.
- La influencia del dato de la impedancia en los resultados será reducido comparado con el método anterior (método desconectando la carga a analizar)

Desventajas:

- La presencia de un shunt auxiliar es necesario.
- Este método prevee resultados que son validos solo para el momento de la prueba.

6.2 Análisis de los métodos de direccionalidad de armónicos

Para realizar el análisis tenemos que tener en cuenta el registro de medidas en dos puntos; tablero general de alimentación a las maquinas CNC y el tablero general taller y máquinas 15 y 18, que se encuentran dentro de la planta industrial, que es alimentado por un suministro exterior y por un sistema de grupo electrógeno.

El análisis de comparación a los tres métodos desarrollados se realizo teniendo presente como métodos prácticos para su determinación de direccionalidad de armónicos.

En el primer método de correlación simple se tiene en cuenta los niveles de armónicos individuales la que mas predomina son la 5° y 7° armónica tanto en tensión como en corriente para lo cual se realizo por método estadístico una correlación simple (linealidad) demostrándose que la dispersión en la 5° armónica de corriente y tensión determina la linealidad y por consiguiente lo indicado en mencionado método la direccionalidad es debido a la carga. Del mismo modo para el caso del segundo y tercer método se analizó los ITHD y VTHD realizando sus respectivas graficas respecto a los periodos de tiempo registrados por el equipo analizador.

Presentamos el análisis realizado en los puntos donde se encuentran: el tablero general de alimentación a las máquinas CNC y el tablero general taller y máquinas 15 y 18, puntos [1] y [12] respectivamente del diagrama unifilar, siendo PAC del suministro con la carga.

a. Análisis en el tablero general de alimentación a las máquinas CNC

La evaluación del registro para este tablero se desarrollo por un periodo de 6 días en forma discontinua, realizando interrupciones temporales por horas, del grafico de THD respecto a los periodos de tiempo de registro (cada 10 minutos) mostrado en la Fig. 6.1 Se observa que en los 6 días, muestra una distorsión no muy uniforme entre ITHD y VTHD, el cual presenta una direccionalidad de armónicos no es muy frecuente a que los armónicos salen de la carga o entre a ella, para ello se analiza por periodos dividiéndolos en seis evaluaciones, las tres primeras son continuas y las restantes en periodos cortos de 9 o 18 horas por día en determinados momentos.

A continuación se muestra en la tabla 6.3 la comparación entre los métodos prácticos de direccionalidad de armónicos, el análisis de comparación se desarrollo para 6 evaluaciones, tomando los criterios de cada método y de los gráficos obtenidos en el anexo A, para el tablero general de alimentación a las máquinas CNC (diagrama ITHD – VTHD y diagrama de correlación lineal).

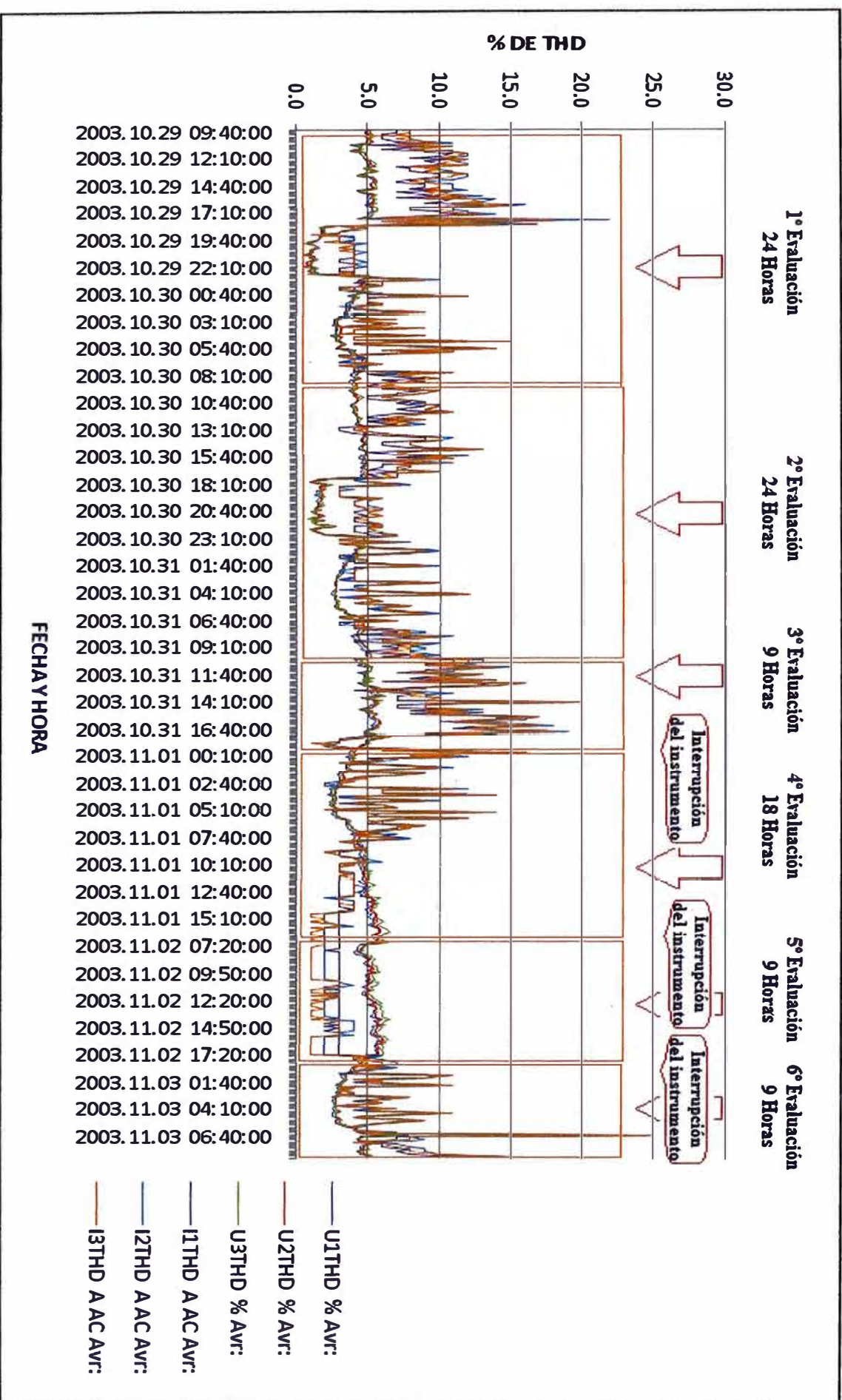


Fig. 6.1: Gráfica de THD de tensión y corriente del tablero general alimentación a maquinas CNC, en 6 evaluaciones

Tabla 6.3. Comparación de direccionalidad en el tablero general de alimentación a las máquinas CNC

Nº de Evaluación	Método de Correlación lineal de armónicos $V_h - I_h$	Método práctico de ITHD y VTHD	Método de comportamiento del THD
1	La carga entrega 5º y 7º armónico	La red entrega armónico	La red entrega armónico
2	Existe más de una fuente generadora de armónicos	La red entrega armónico	La red entrega armónico
3	La carga entrega 5º armónico	Existe más de una fuente generadora de armónicos	El sistema genera armónicos
4	La carga entrega 5º y 7º armónico	Existe más de una fuente generadora de armónicos	El sistema genera armónicos
5	Existe más de una fuente generadora de armónicos	El red genera armónicos	El sistema genera armónicos
6	La carga entrega 7º armónico	Existe más de una fuente generadora de armónicos	El sistema genera armónicos

Como se puede observar en la tabla 6.3 la direccionalidad de los armónicos son generados por ambos (suministrador y consumidor), dependiendo si los valores de THD de corriente y de tensión sobrepasen los límites permitidos de armónicos según las normas existentes se mencionara en las conclusiones.

b. Análisis en el tablero general taller y máquinas 15 y 18

La evaluación del registro para este tablero se desarrollo por un periodo de 4 días en forma discontinua, realizando interrupciones temporales por horas, el grafico mostrado en la Fig. 6.2 Se observa del grafico de THD con respecto al tiempo de registro (cada 10 minutos) en los 4 días, muestra una distorsión muy uniforme entre ITHD y VTHD, el cual presenta una direccionalidad de armónicos muy frecuente en donde los armónicos sale de la carga, para ello se analiza por periodos cortos de 8, 10 o 18 horas por día, dividiéndolos en cuatro evaluaciones.

A continuación se muestra en la tabla 6.4 la comparación entre los métodos prácticos de direccionalidad de armónicos, el análisis de comparación se desarrollo para 4 evaluaciones, tomando los criterios de cada método y de los gráficos obtenidos en el anexo B, para el tablero general taller y máquinas 15 y 18 (diagrama ITHD – VTHD y diagrama de correlación lineal).

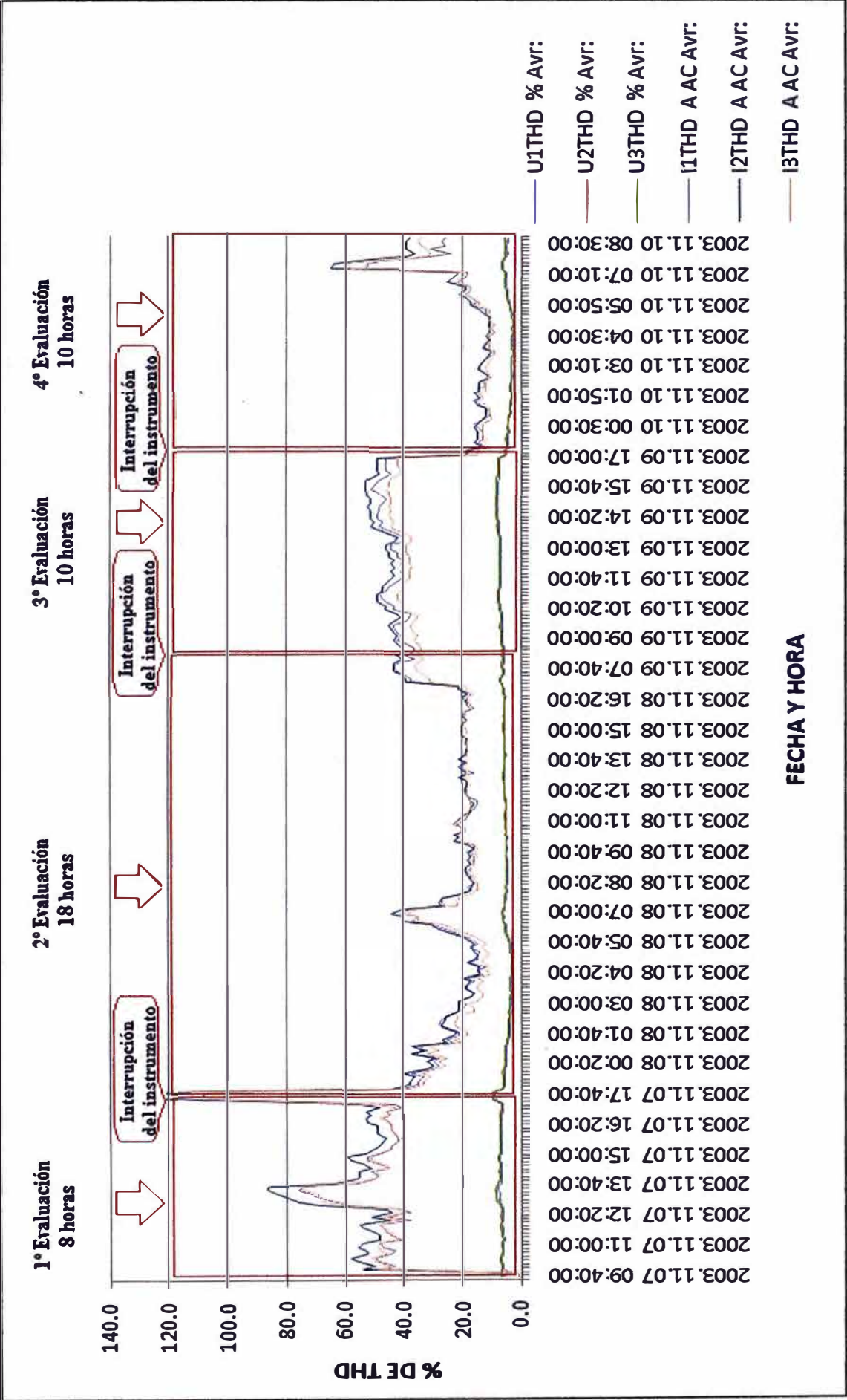


Fig. 6.2: Grafica de THD de tensión y corriente del tablero general taller y máquinas 15 y 18, en 4 evaluaciones

Tabla 6.4. Comparación de direccionalidad en el tablero general taller y máquinas 15 y 18

Nº de Evaluación	Método de Correlación lineal de armónicos $V_h - I_h$	Método práctico de ITHD y VTHD	Método de comportamiento del THD
1	La carga entrega el 5º armónico	La carga entrega armónico	La carga entrega armónico
2	La carga entrega el 5º armónico	La carga entrega armónico	La carga entrega armónico
3	La carga entrega el 5º armónico	La carga entrega armónico	La carga entrega armónico
4	La carga entrega el 5º armónico	La carga entrega armónico	La carga entrega armónico

Como se puede observar en la tabla 6.4, la direccionalidad de los armónicos son generados por el consumidor es decir por la carga, dependiendo si los valores de THD de corriente y de tensión sobrepasen los límites permitidos de armónicos según las normas existentes se mencionara en las conclusiones.

Teniendo las consideraciones del caso al realizar las mediciones en los dos puntos [1] y [12] del diagrama unifilar, se observa que solo es apreciable estudiar el análisis en horas en donde las cargas son suministradas por la red exterior, sin considerar como fuente de suministro el grupo electrógeno para el tablero que se encuentra en el punto [1], caso del tablero general taller y máquinas 15 y 18.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.** El tema de direccionalidad de armónicos, muchos han escrito la complejidad de su análisis. Existen documentos donde se plantea varias metodologías para la evaluación del nivel de emisión de armónicos de un consumidor particular. Estas metodologías han sido realizadas por varios estudiosos obviamente probadas, donde se plantea no solo la necesidad de saber el flujo de los armónicos, sino lo más importante la direccionalidad y la cuantificación.
- 2.** La direccionalidad de armónicos es un asunto importante ya que la distorsión armónica en corriente generada por las cargas no lineales puede dar lugar a distorsión en tensión, y por otro lado la misma red puede llegarnos con distorsión en tensión y dar lugar a la aparición de armónicos de corriente. En este sentido existen diferentes teorías sobre la medida de armónicos de Potencia de acuerdo a la cual podría conocerse el origen interno o externo de la distorsión.
- 3.** La Medición del ángulo de fase entre las corrientes y tensiones armónicas da la dirección del flujo de potencia "armónico", en cada número armónico particular, lo que permite afirmar en algunas circunstancias, que el sistema de consumo se comporta o bien como una fuente o bien como una carga, pero de ninguna manera se permitirá una estimación fiable del nivel de emisión de armónicos. Uno debe ser consciente de que los resultados de medición pueden carecer de sentido y su interpretación por lo general debe hacerse con cuidado.
- 4.** Para cargas distorsionadoras de alta tensión y media tensión, los límites de emisión se definen de una manera estadística. Por lo tanto, una comparación significativa entre los límites de emisiones y los niveles actuales requiere también que este último debe evaluarse de una manera estadística.
- 5.** La comparación de los métodos de direccionalidad de armónicos realizados en este informe se basa en una manera estadística utilizando los registros almacenados en el equipo analizador.

6. Para el caso de direccionalidad de armónicos en un sistema eléctrico en media tensión, los métodos utilizados nos muestran el flujo de armónicos que viene de la red de suministro al tablero general de alimentación a las máquinas CNC, se puede observar que la distorsión armónica les viene de la alimentación principal (desde fuera de la planta) el nivel de distorsión promedio para el THD de tensión que les llega esta en el orden de 4,5 a 7,5 %. Esto se comprueba al observar que en los puntos medidos el nivel de THD de tensión y corriente baja por debajo del .3% en THD de tensión, cuando se está en horas punta que es cuando están desconectados de la red de suministro exterior y son alimentados por el grupo electrógeno. La tendencia en el punto de medición del tablero general taller y máquinas 15 y 18 es que la carga genera la distorsión del 5° armónico analizadas el nivel de THD de tensión es menor que el de THD de corriente.

7. Al observar las tablas de medición en hojas Excel, (ver anexo C y D) se concluye que se está presentando un efecto de resonancia en el cambio de la red de alimentación por el grupo electrógeno, esto hace que el valor de THD de tensión aumente a valores críticos por dos a tres intervalos de 10 min a partir del cambio, ya que estos valores de THD de tensión por encima del 3,5 a 5 % son un camino para las corrientes de falla que puedan afectar a los circuitos electrónicos de los tableros de control de las máquinas CNC que ya están afectando sobre todo a aquellas mas sensibles a dichas corrientes de distorsión. Esto también debido a que las máquinas se alimentan eléctricamente de los circuitos de fuerza que están contaminados de armónicos desde la alimentación principal.

8. El nivel de distorsión armónica que aporta la electrónica de las maquinas analizadas es bajo y tolerable, están por debajo del 3% para el THD de tensión.

9. Para el caso tratado en particular lo primero que se podría hacer es un reclamo al suministrador de energía eléctrica para que se mejore las distorsiones que están ingresando a la red, pero hay que tener cuidado de que en su otra alimentación se esté inyectando armónicos a la red, lo más probable de que el reclamo se dilate.

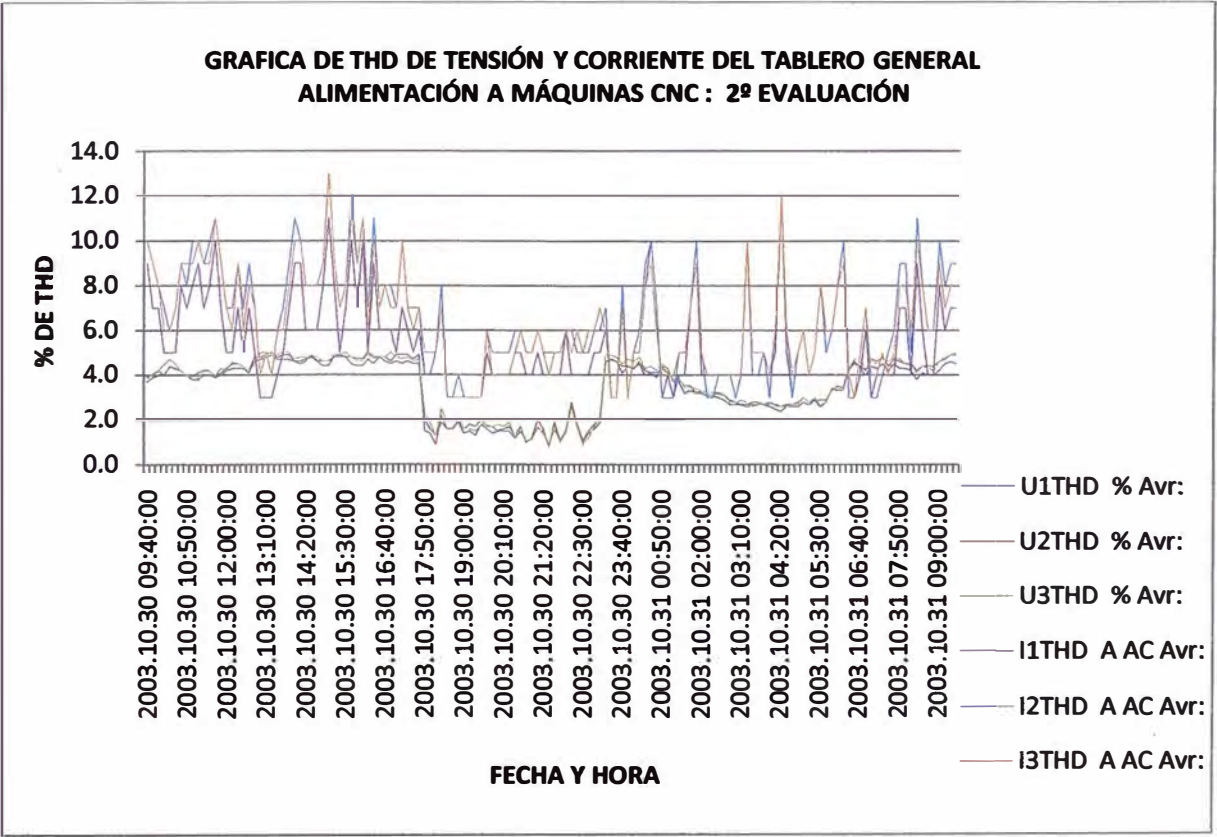
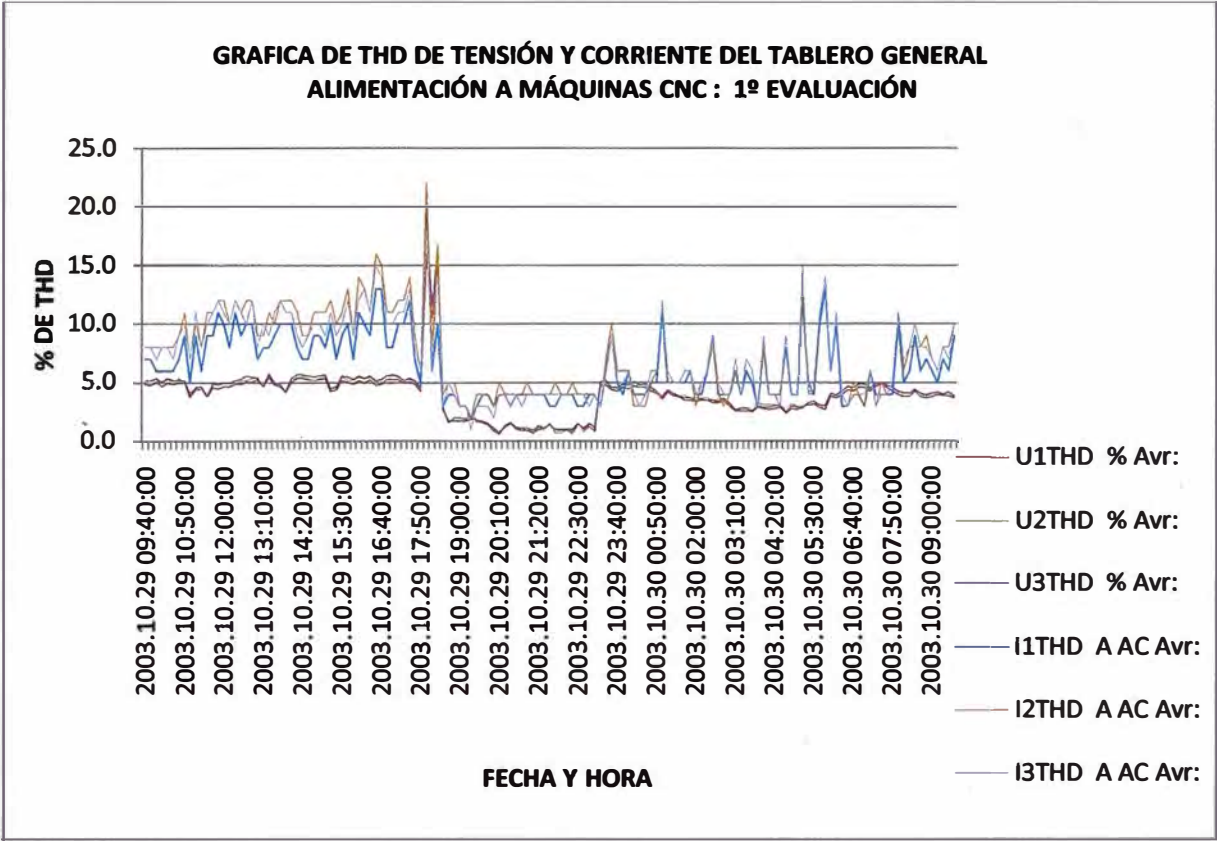
10. Se recomendaría también como alternativa de solución la instalación de filtros de armónicos de absorción, que evite el ingreso de las distorsiones armónicas y/o alimentar al circuito eléctrico, en este caso tendrían que ser dos filtros una para cada uno de los tableros de control de las maquinas mas sensibles con energía independiente del circuito de fuerza, puede ser con el banco de baterías descritos en el párrafo anterior. Todo esto acompañado de un circuito a tierra independiente con su pozo a tierra que conecte los tableros de

control, este circuito a tierra debe ser diferente al circuito a tierra de los mandos de fuerza de las máquinas.

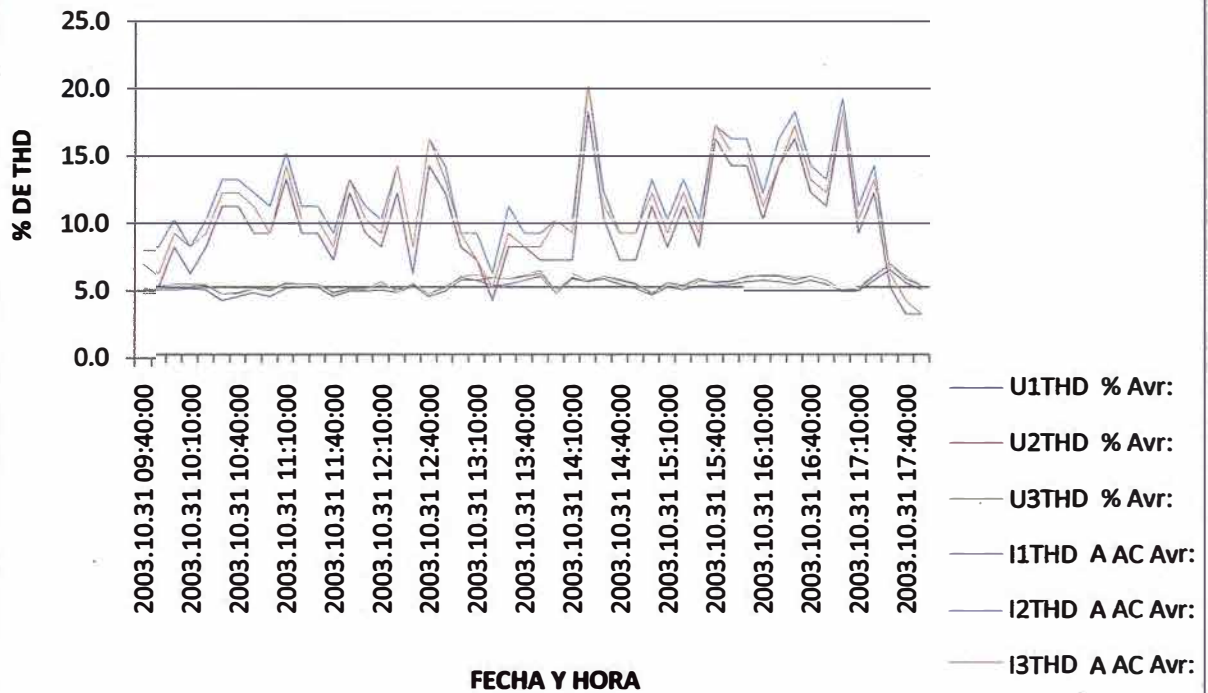
11. En la actualidad, no existe ningún método universal ni esfuerzos complementarios de investigación en este campo, los cuales siguen siendo necesarias.

ANEXOS

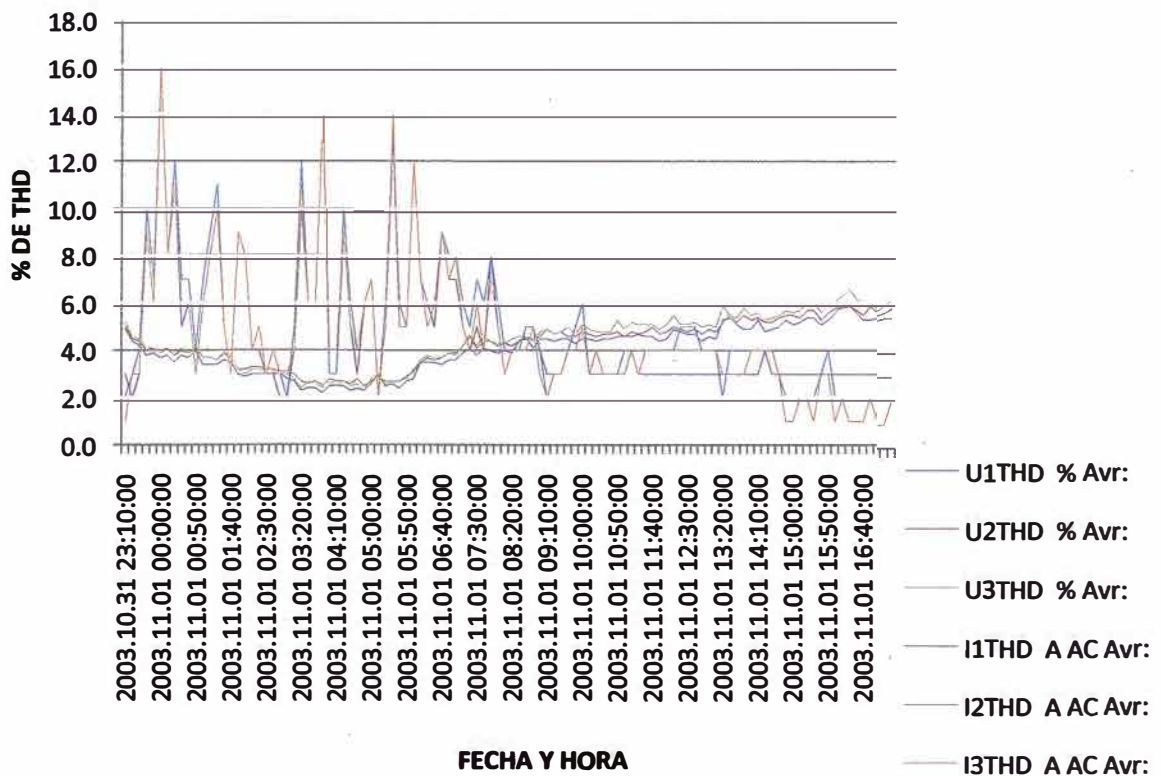
Anexo A: Gráficos de THD y Correlación Lineal del Tablero General Alimentación a Máquinas CNC



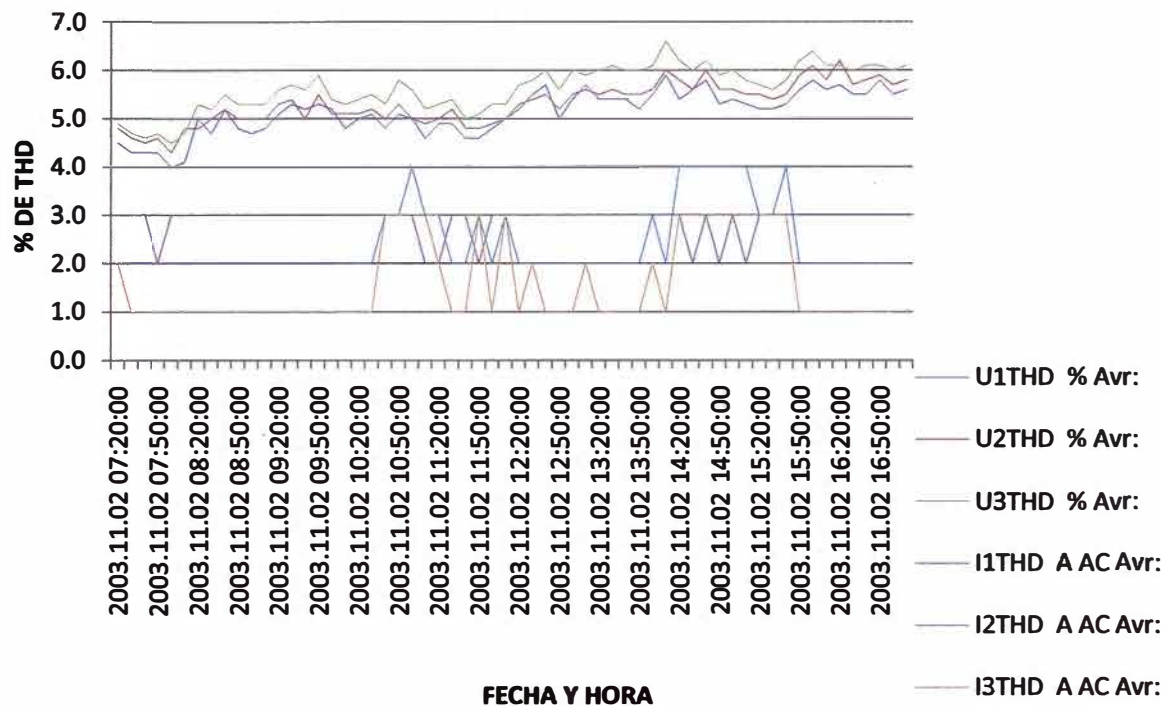
**GRAFICA DE THD DE TENSION Y CORRIENTE DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC : 3ª EVALUACIÓN**



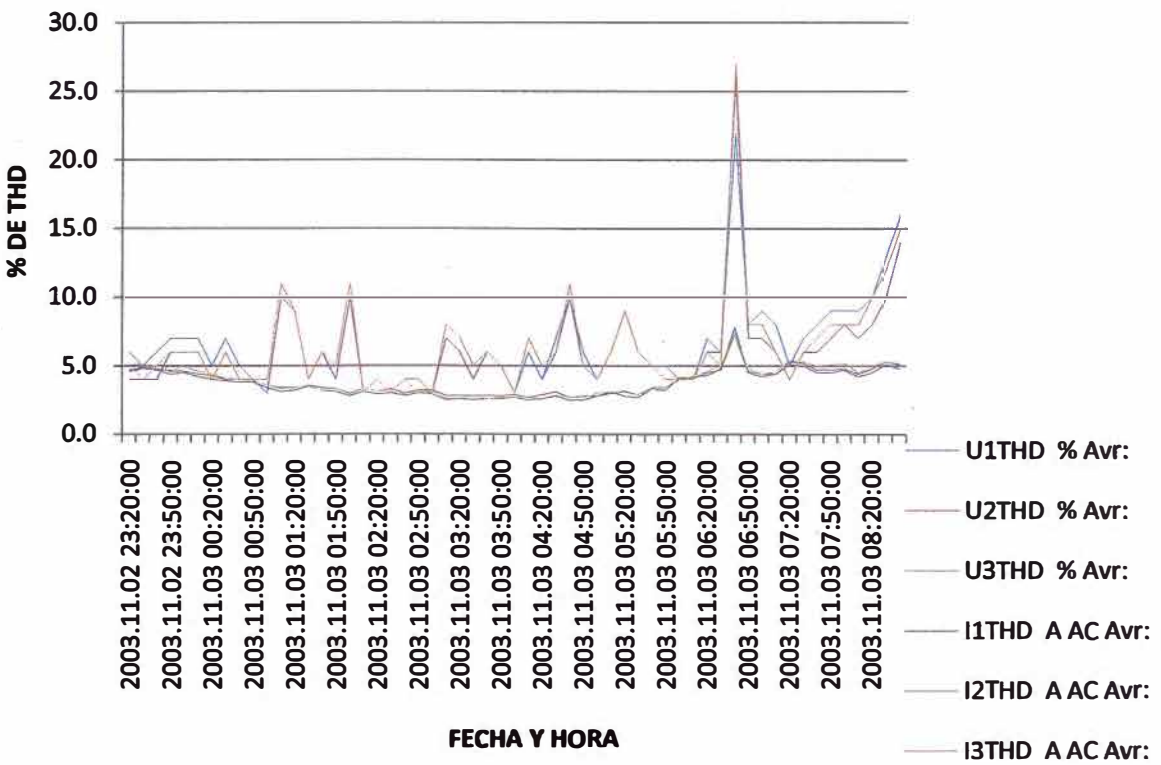
**GRAFICA DE THD DE TENSION Y CORRIENTE DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC : 4ª EVALUACIÓN**



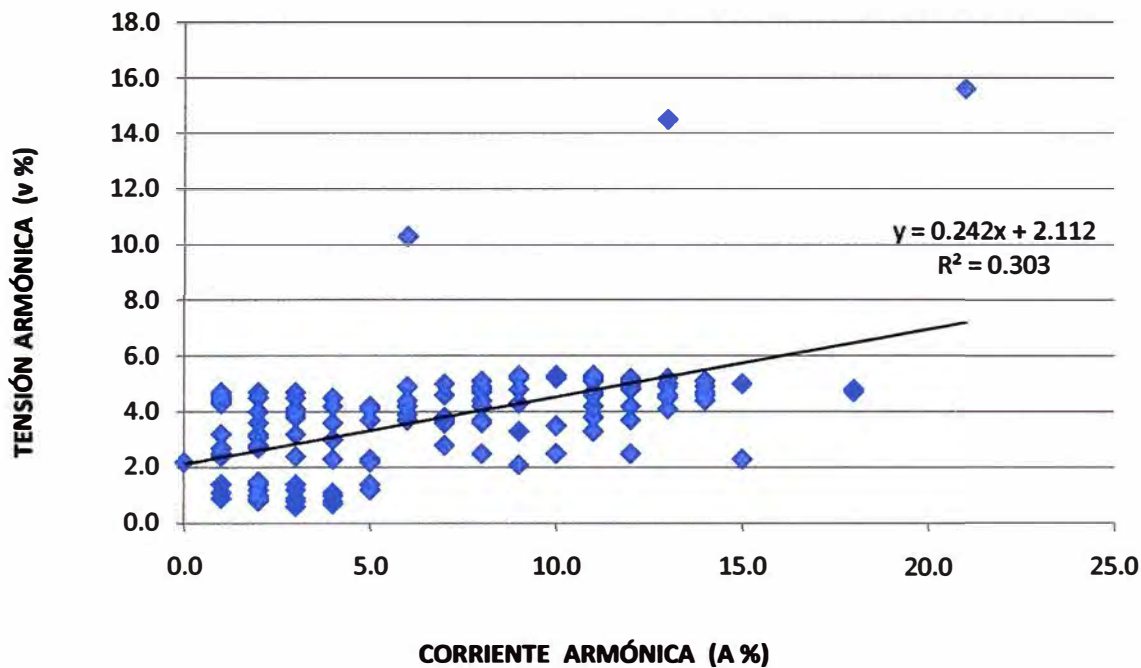
**GRAFICA DE THD DE TENSION Y CORRIENTE DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MAQUINAS CNC : 5º EVALUACIÓN**



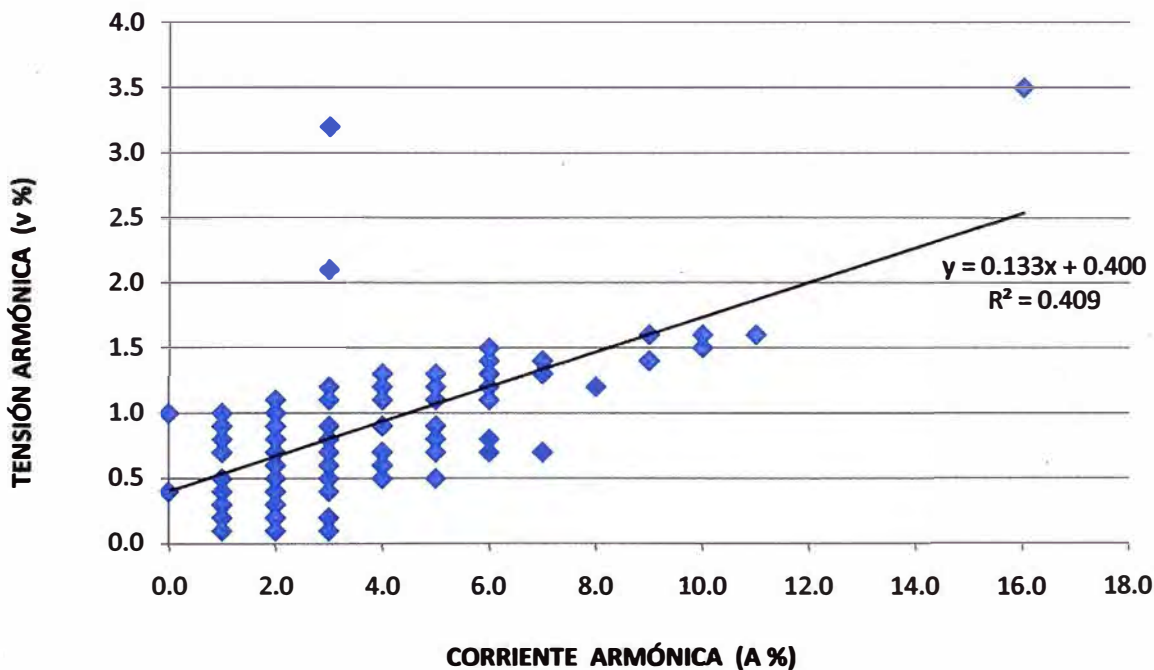
**GRAFICA DE THD DE TENSION Y CORRIENTE DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC : 6º EVALUACIÓN**



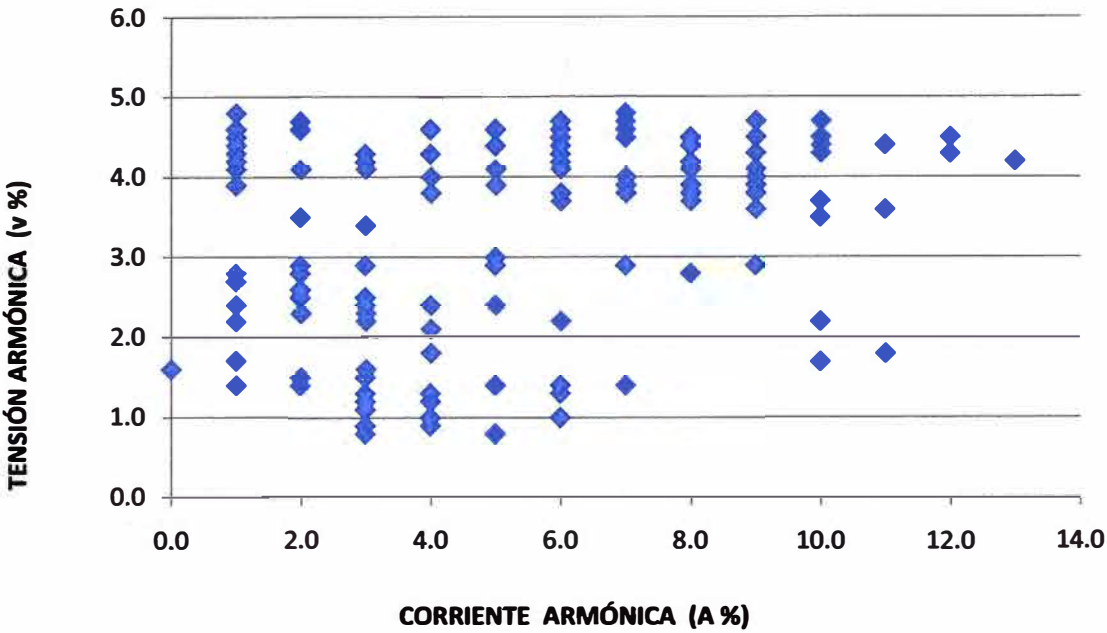
**CORRELACIÓN ENTRE I1H5 Y U1H5 DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC: 1º EVALUACIÓN**



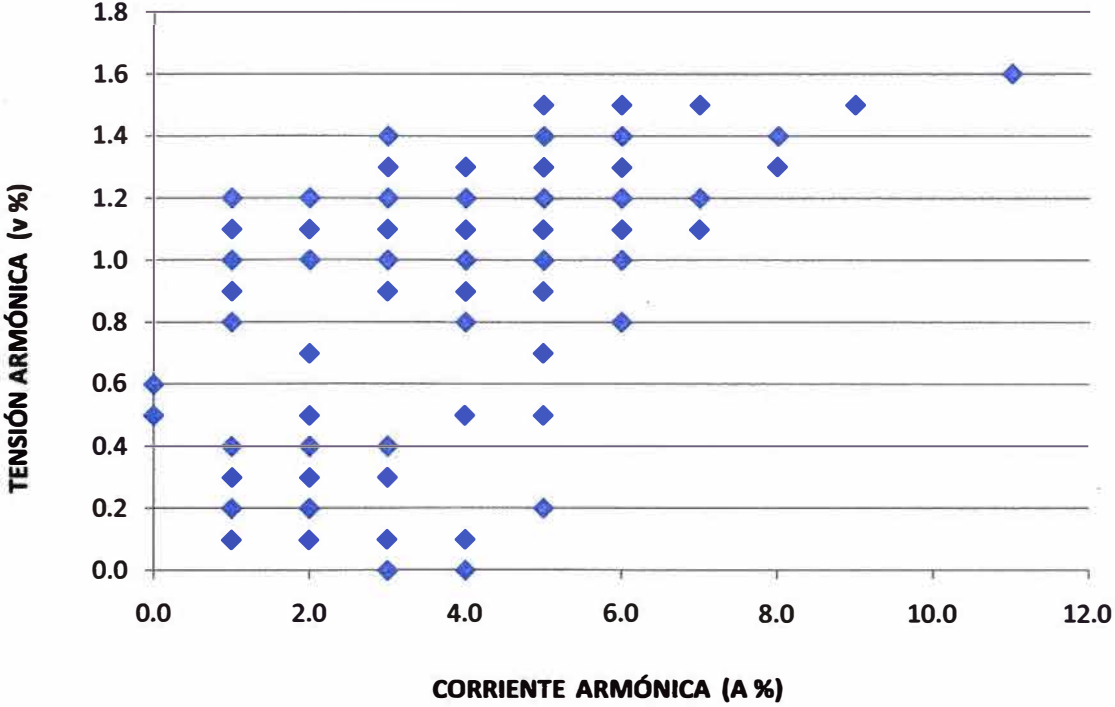
**CORRELACIÓN ENTRE I1H7 Y U1H7 DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC: 1º EVALUACIÓN**



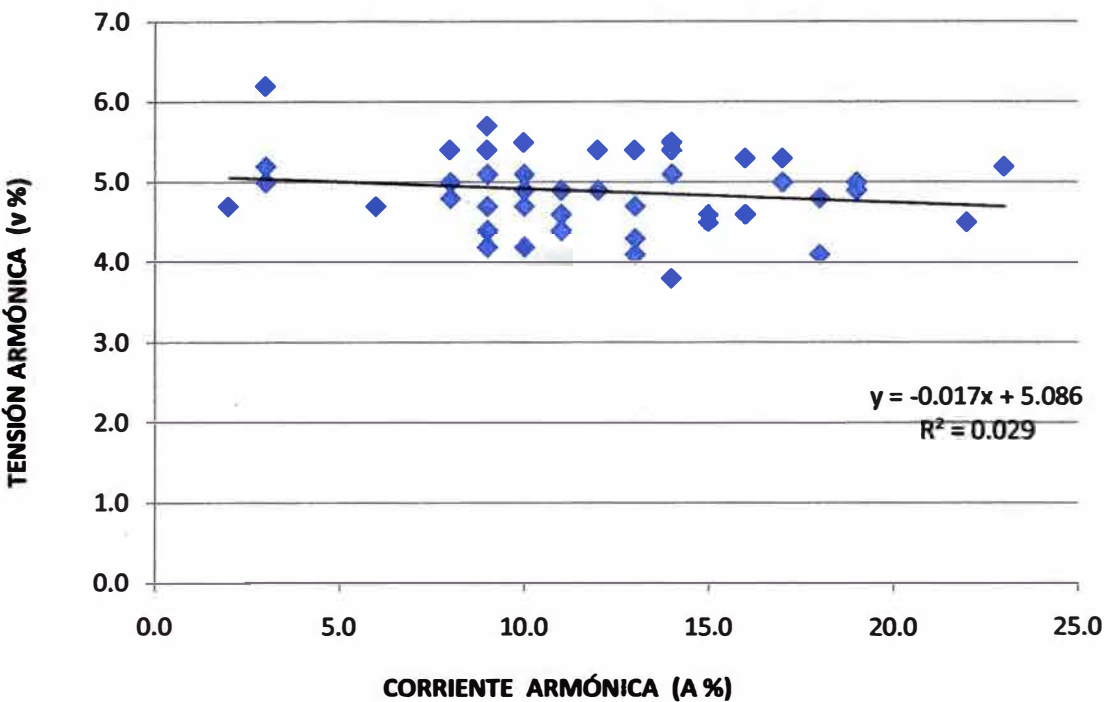
**CORRELACIÓN ENTRE I1H5 Y U1H5 DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC: 2º EVALUACIÓN**



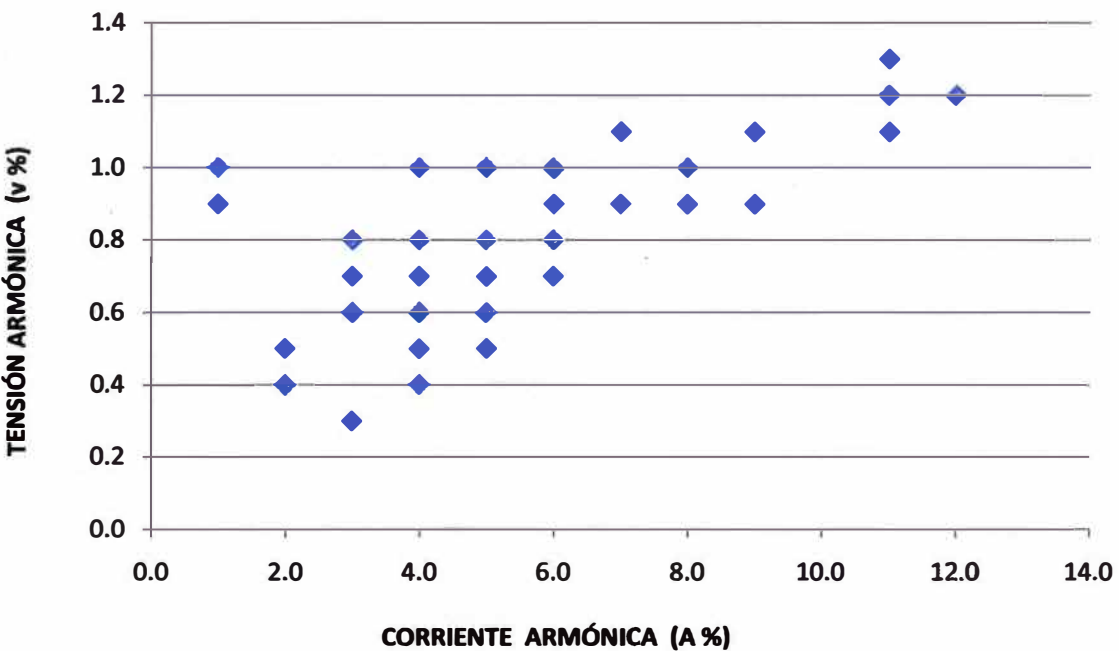
**CORRELACIÓN ENTRE I1H7 Y U1H7 DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC: 2º EVALUACIÓN**



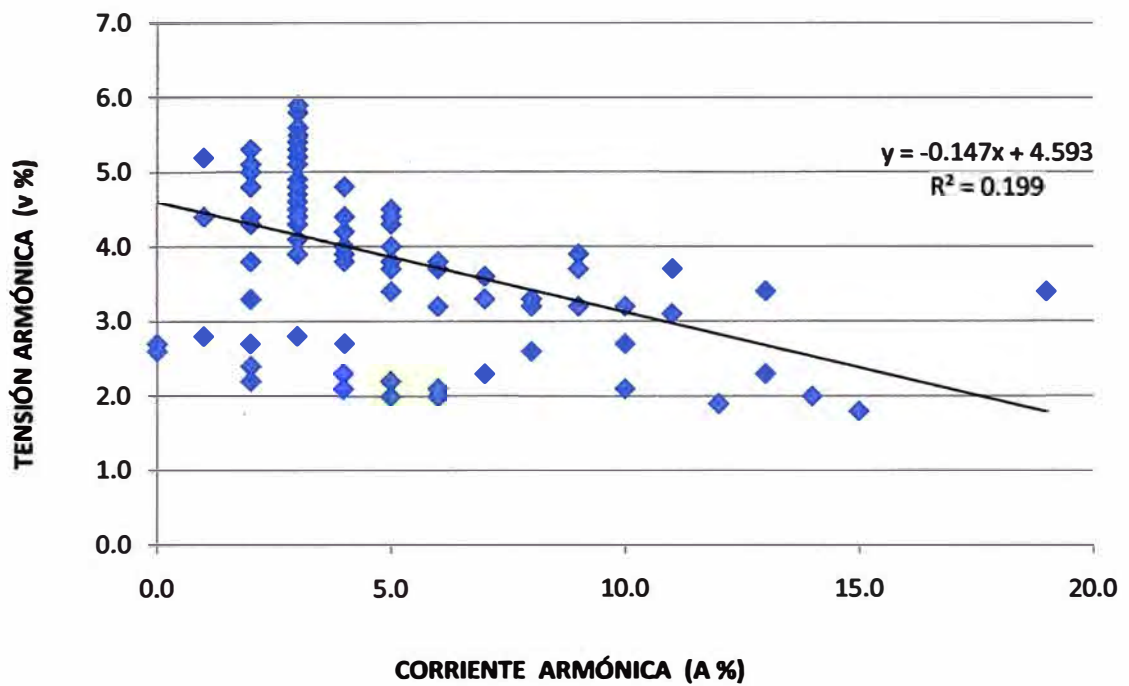
**CORRELACIÓN ENTRE I1H5 Y U1H5 DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC: 3º EVALUACIÓN**



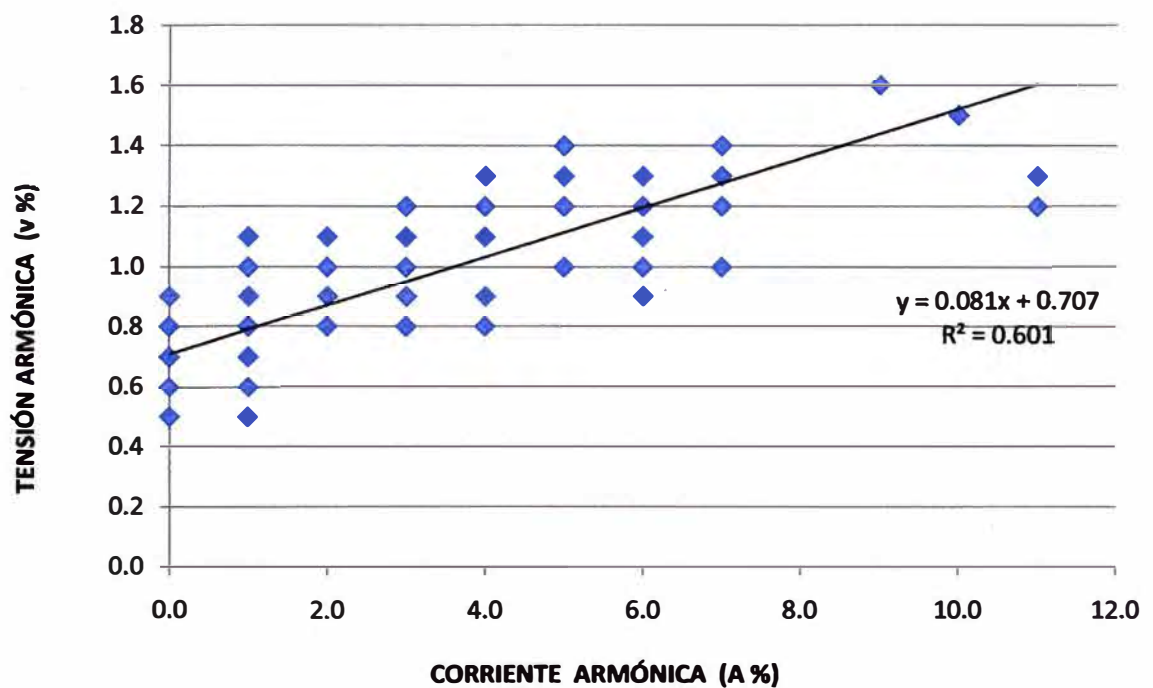
**CORRELACIÓN ENTRE I1H7 Y U1H7 DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC: 3º EVALUACIÓN**



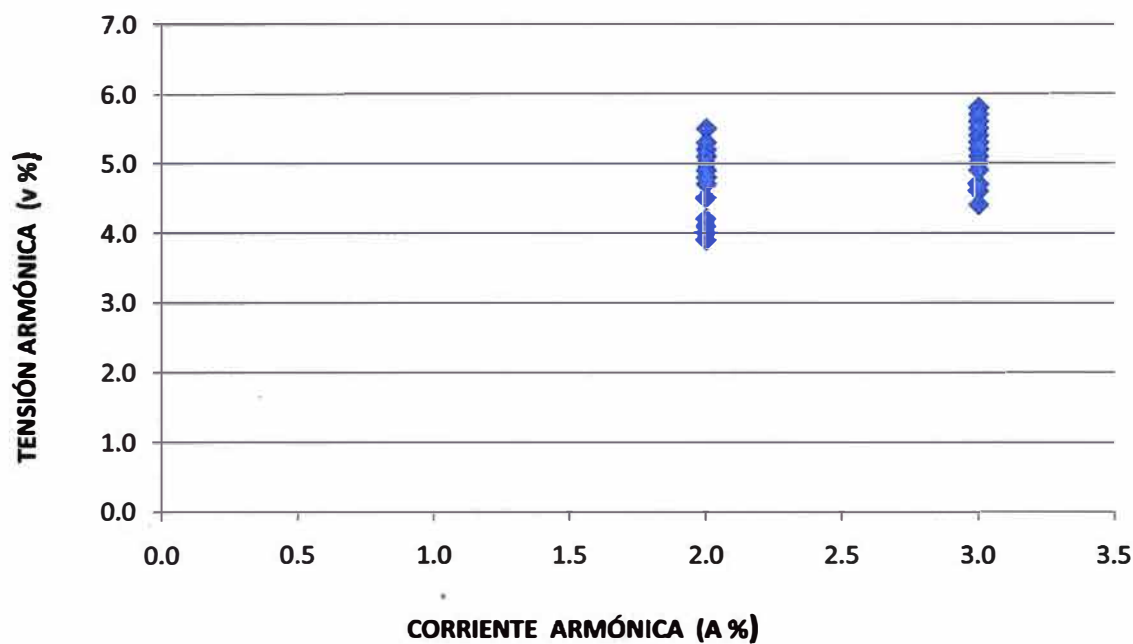
**CORRELACIÓN ENTRE I1H5 Y U1H5 DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC: 4º EVALUACIÓN**



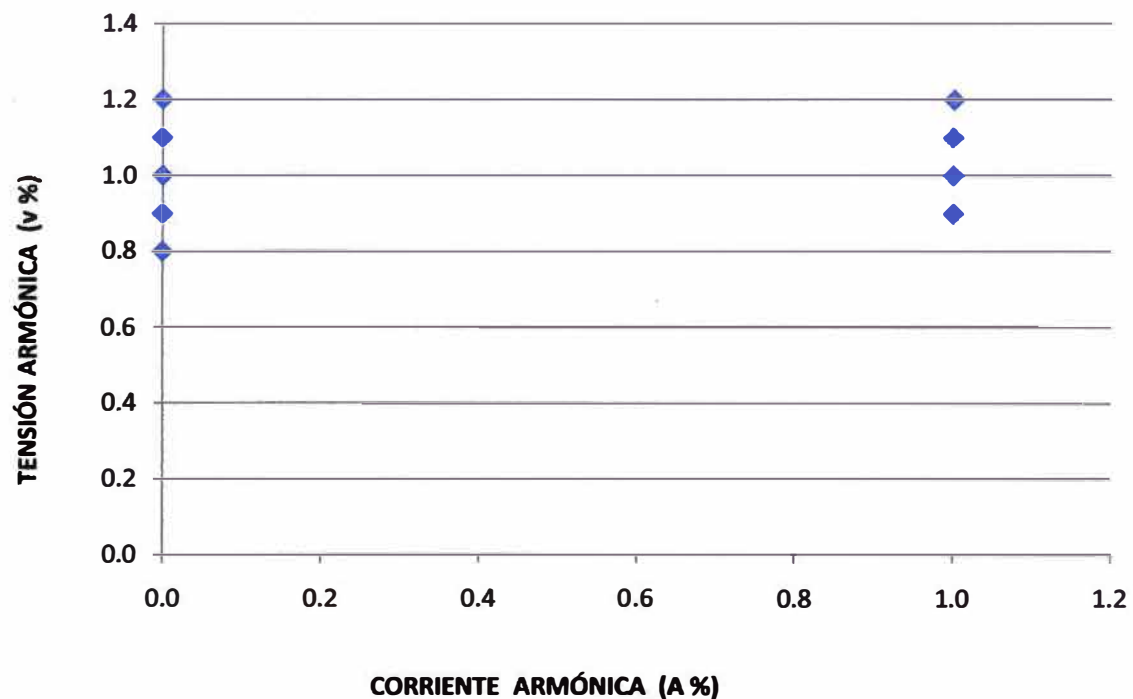
**CORRELACIÓN ENTRE I1H7 Y U1H7 DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC: 4º EVALUACIÓN**



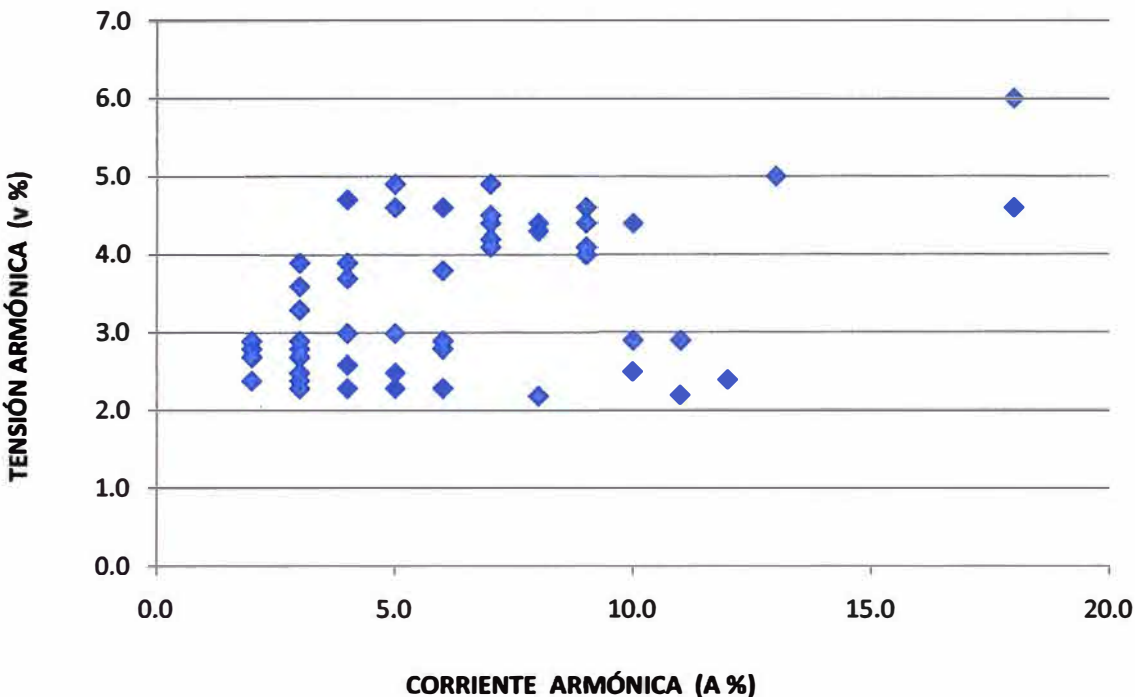
**CORRELACIÓN ENTRE I1H5 Y U1H5 DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC: 5º EVALUACIÓN**



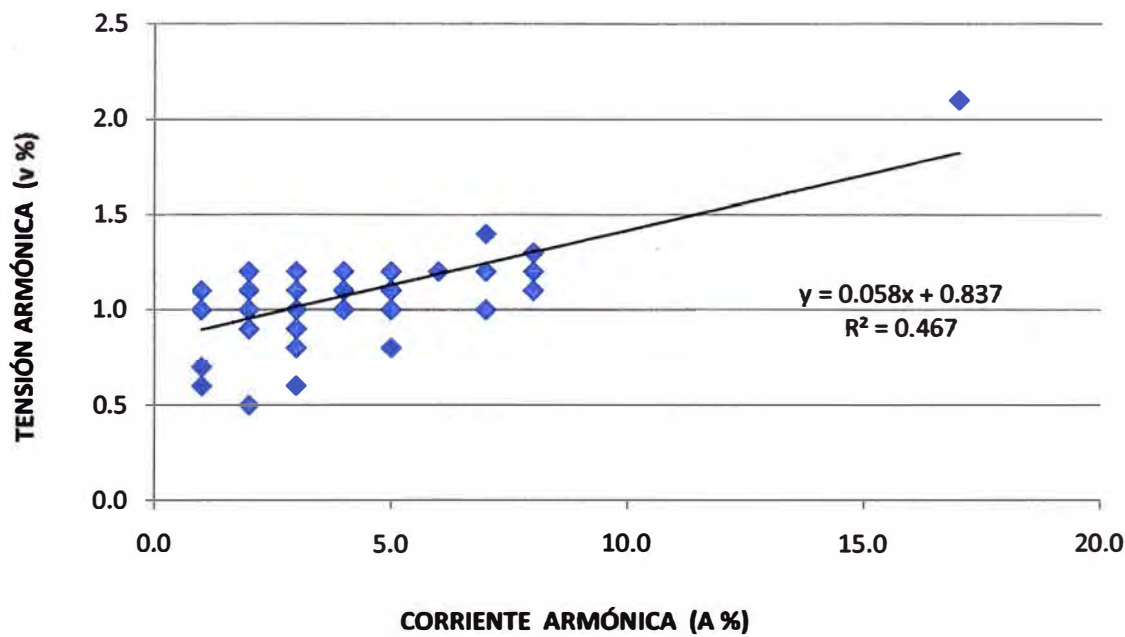
**CORRELACIÓN ENTRE I1H7 Y U1H7 DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC: 5º EVALUACIÓN**



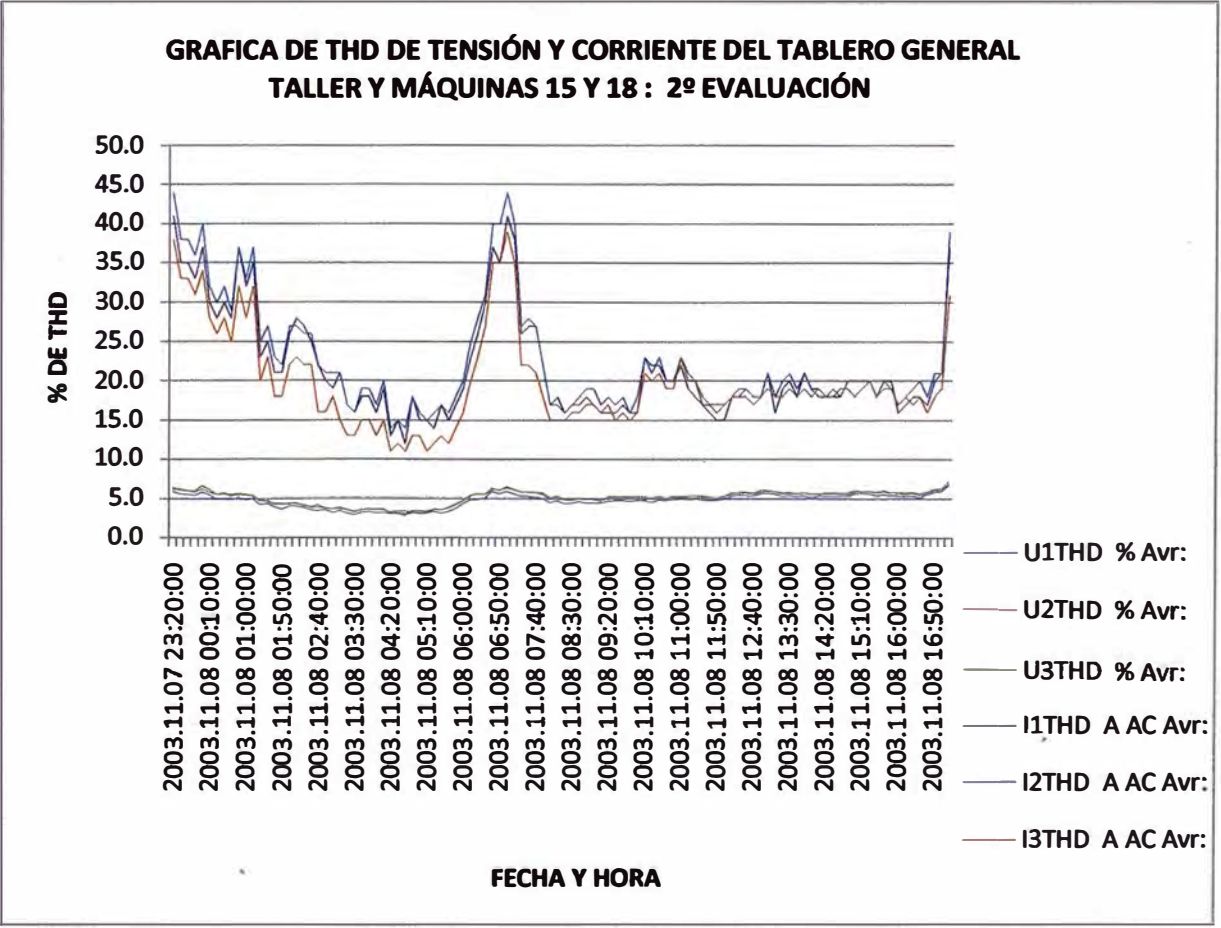
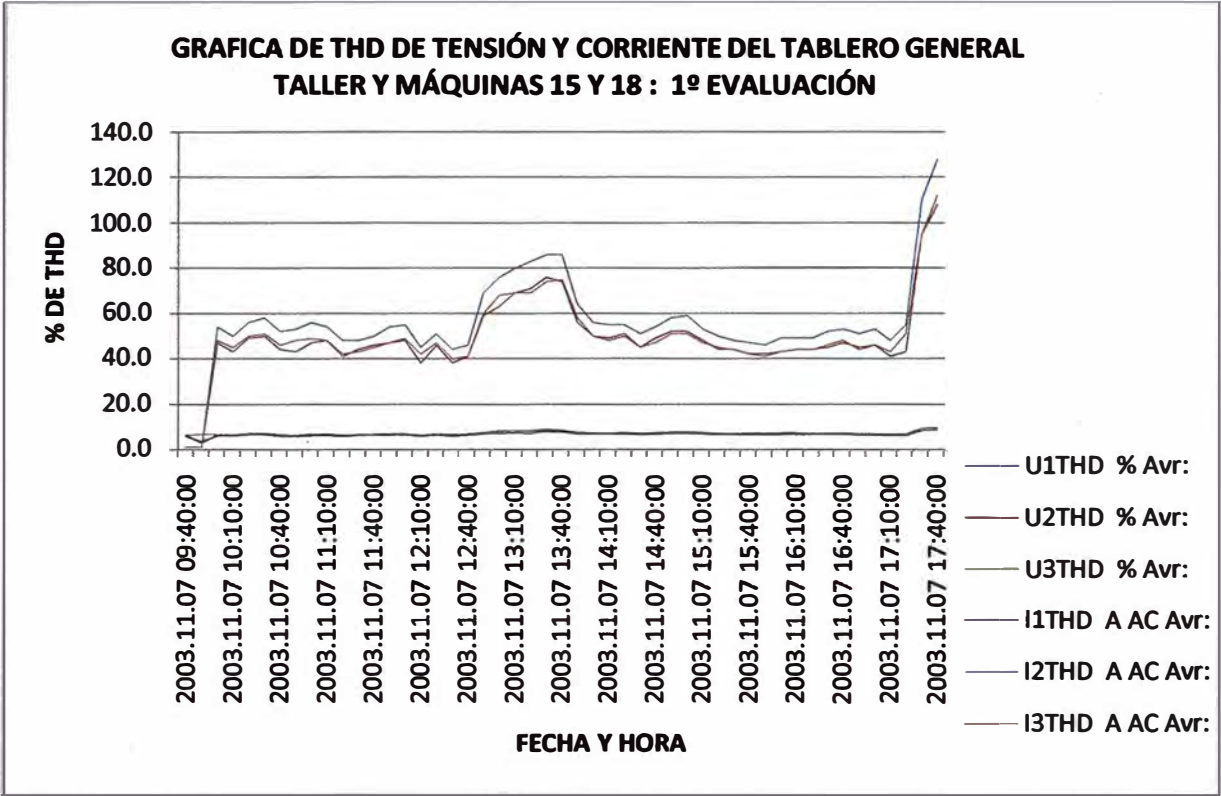
**CORRELACIÓN ENTRE I1H5 Y U1H5 DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC: 6º EVALUACIÓN**



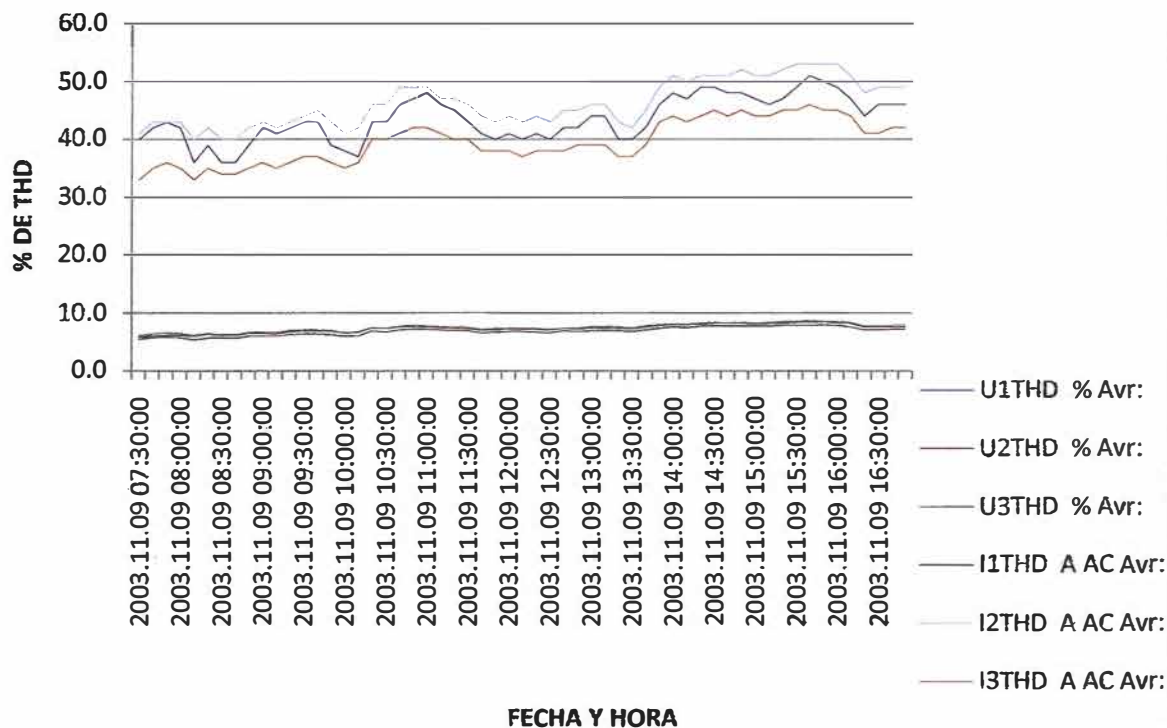
**CORRELACIÓN ENTRE I1H7 Y U1H7 DEL TABLERO GENERAL
ALIMENTACIÓN A MÁQUINAS CNC: 6º EVALUACIÓN**



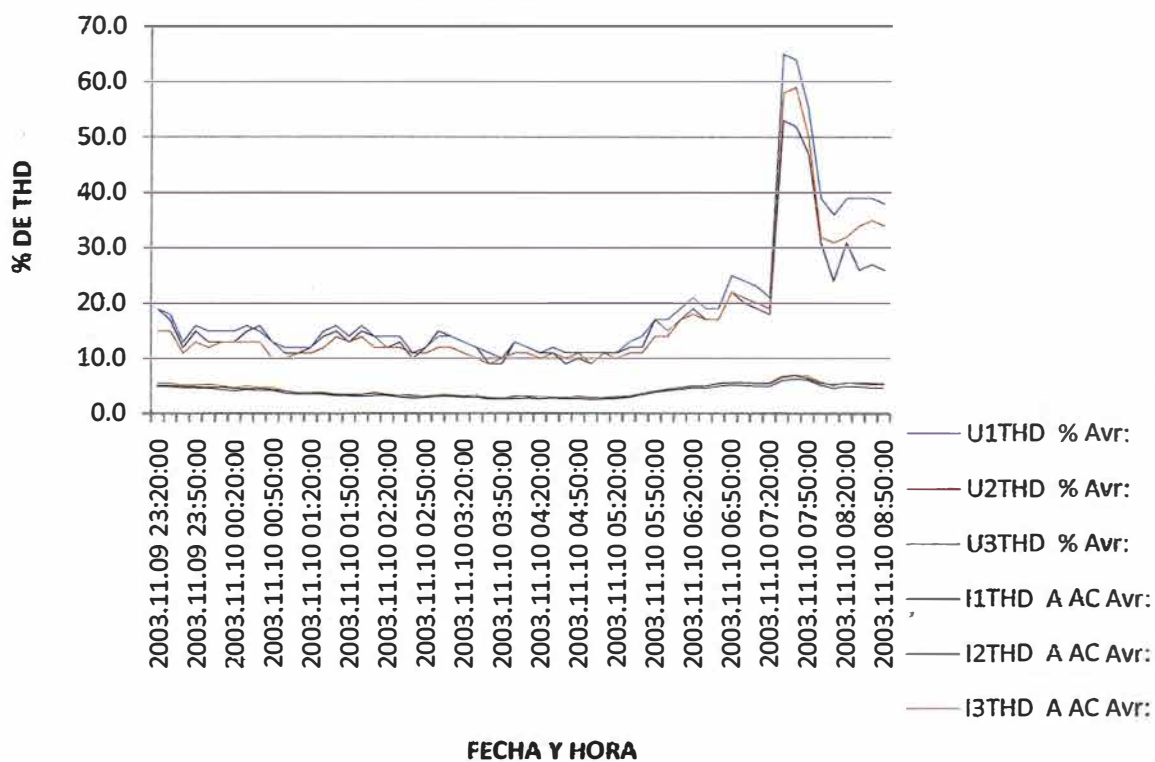
Anexo B: Gráficos de THD y Correlación Lineal del Tablero General Taller y Máquinas 15 y 18



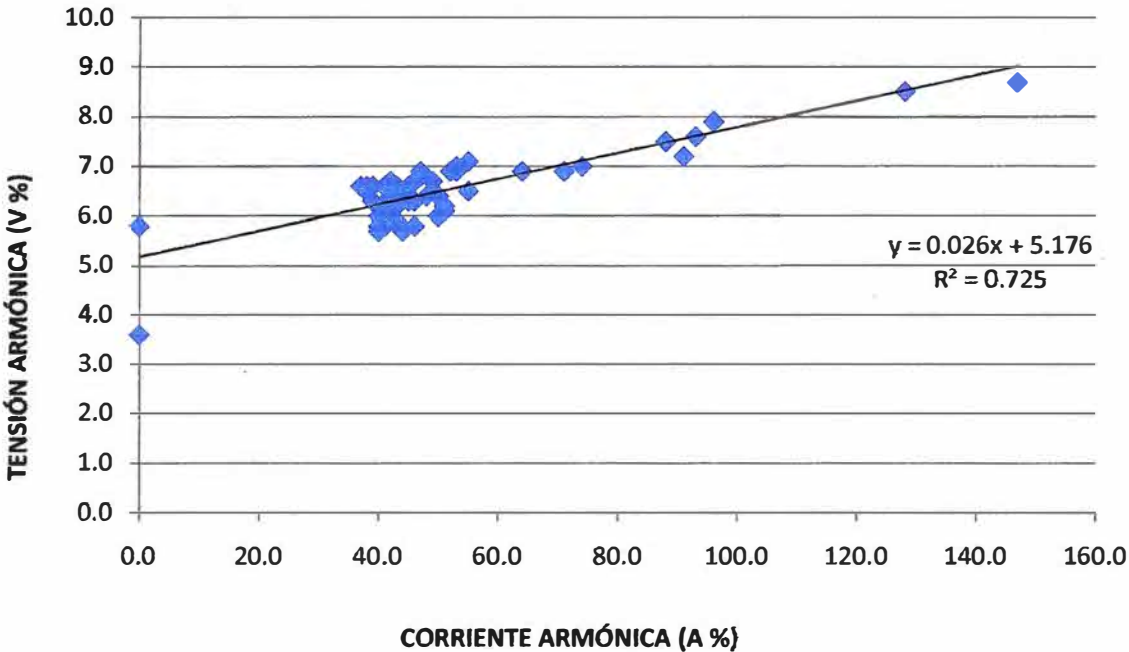
GRAFICA DE THD DE TENSION Y CORRIENTE DEL TABLERO GENERAL
TALLER Y MÁQUINAS 15 Y 18 : 3º EVALUACIÓN



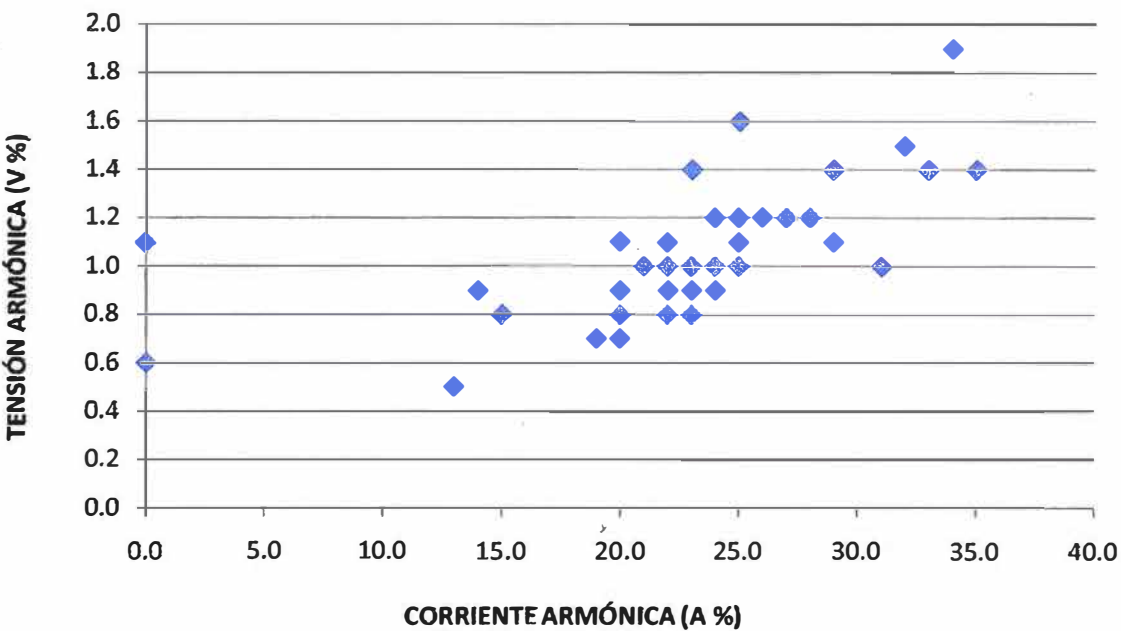
GRAFICA DE THD DE TENSION Y CORRIENTE DEL TABLERO GENERAL
TALLER Y MÁQUINAS 15 Y 18 : 4º EVALUACIÓN



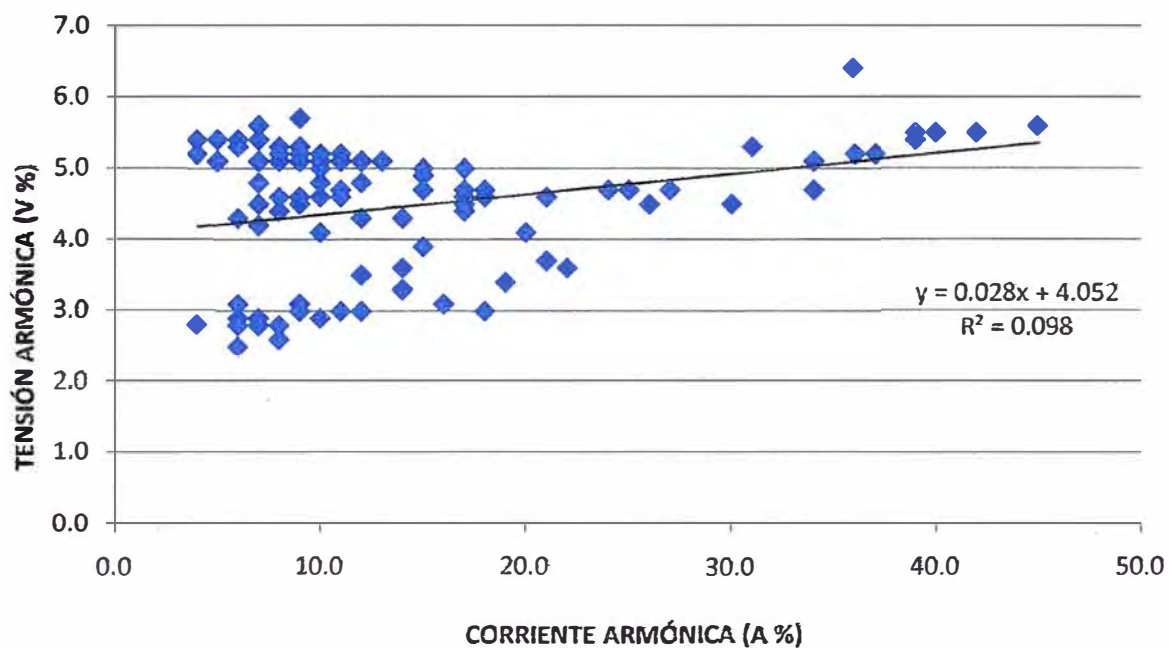
**CORRELACIÓN DE LA 5ª ARMÓNICA EN EL TABLERO GENERAL
DEL TALLER Y MÁQUINAS 15 Y 18: 1º EVALUACIÓN**



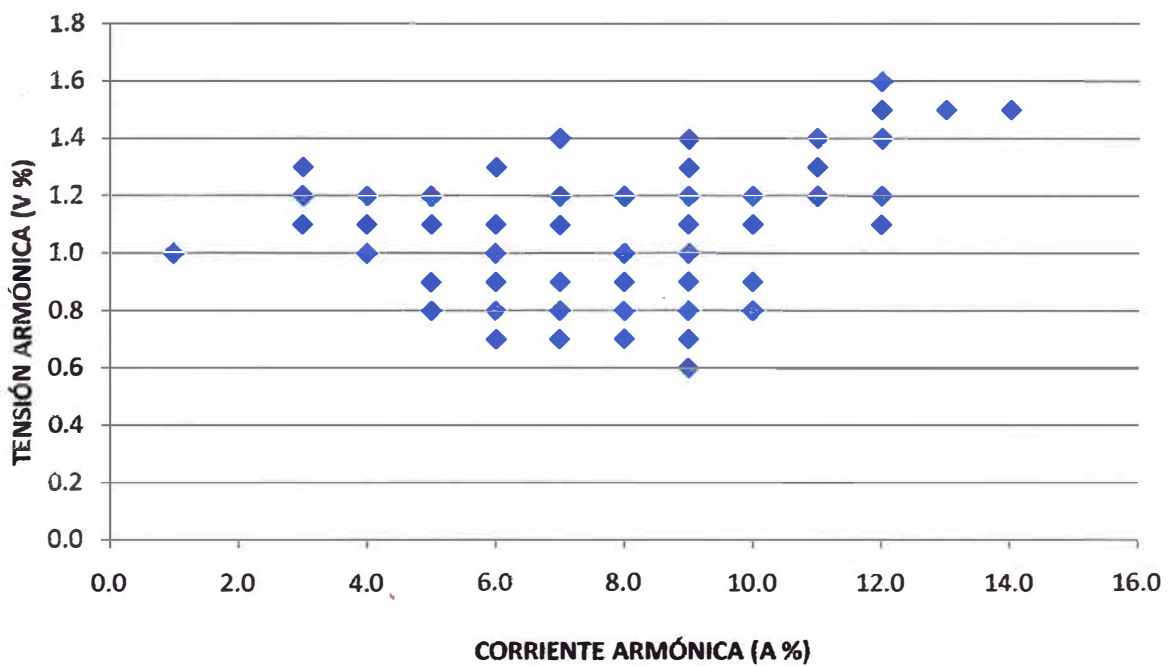
**CORRELACIÓN DE LA 7ª ARMÓNICA EN EL TABLERO GENERAL
DEL TALLER Y MÁQUINAS 15 Y 18: 1º EVALUACIÓN**



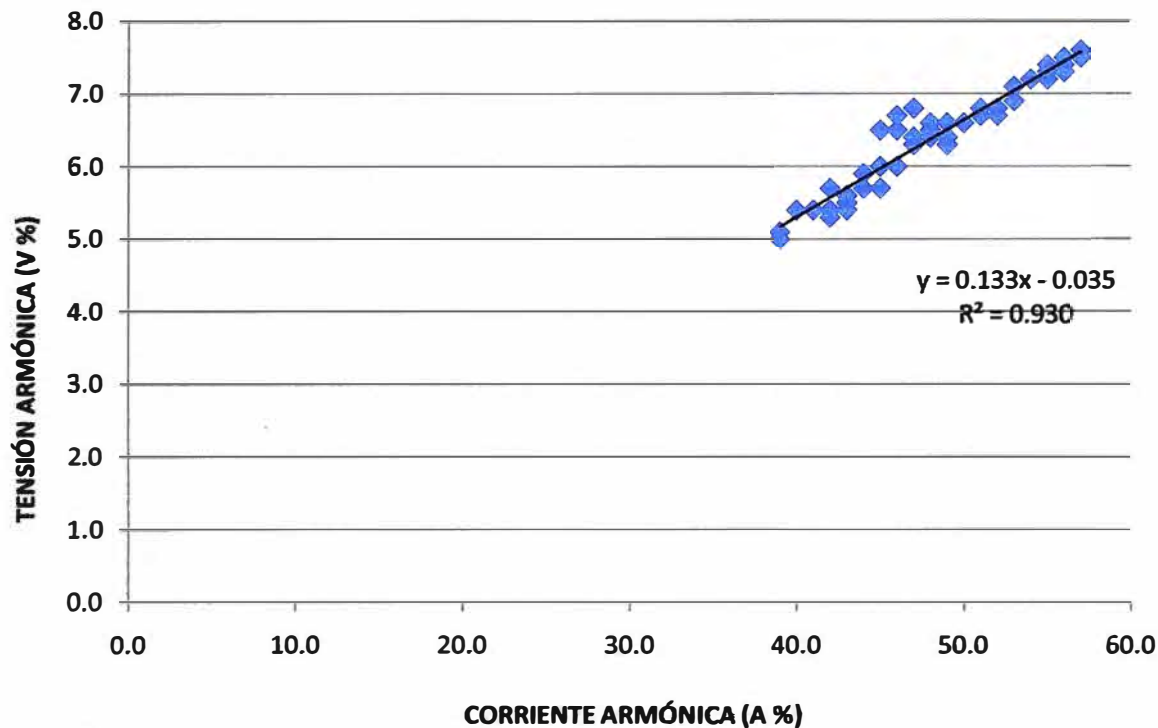
**CORRELACIÓN DE LA 5ª ARMÓNICA EN EL TABLERO GENERAL
DEL TALLER Y MÁQUINAS 15 Y 18: 2ª EVALUACIÓN**



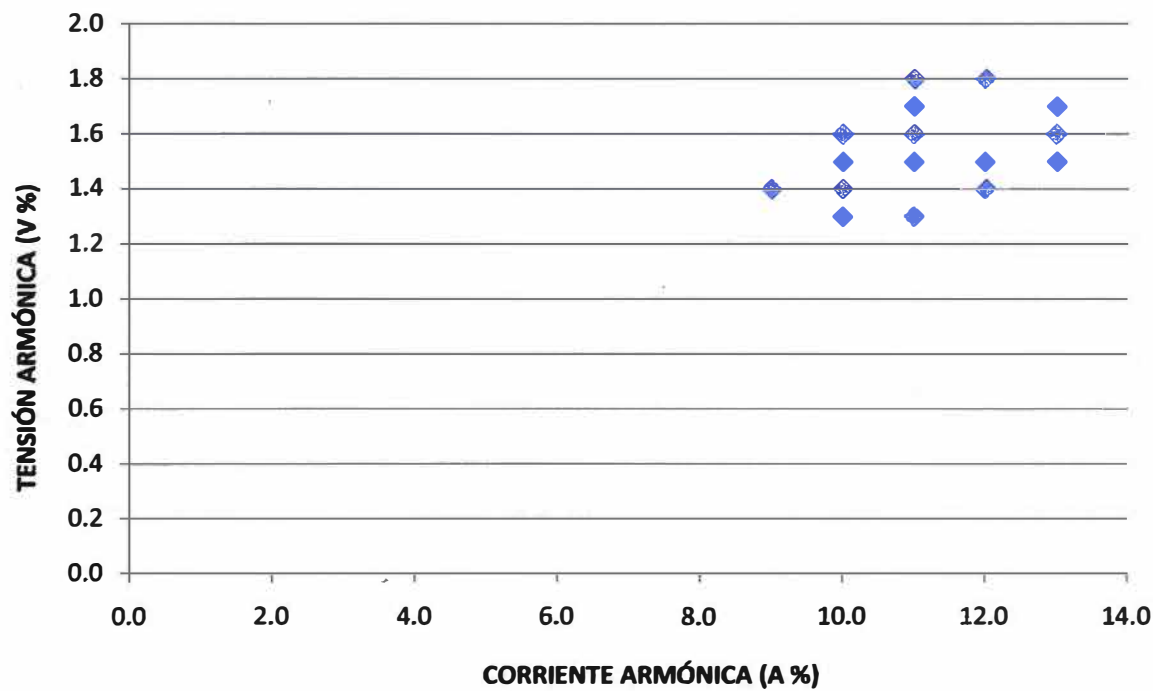
**CORRELACIÓN DE LA 7ª ARMÓNICA EN EL TABLERO GENERAL
DEL TALLER Y MÁQUINAS 15 Y 18: 2ª EVALUACIÓN**



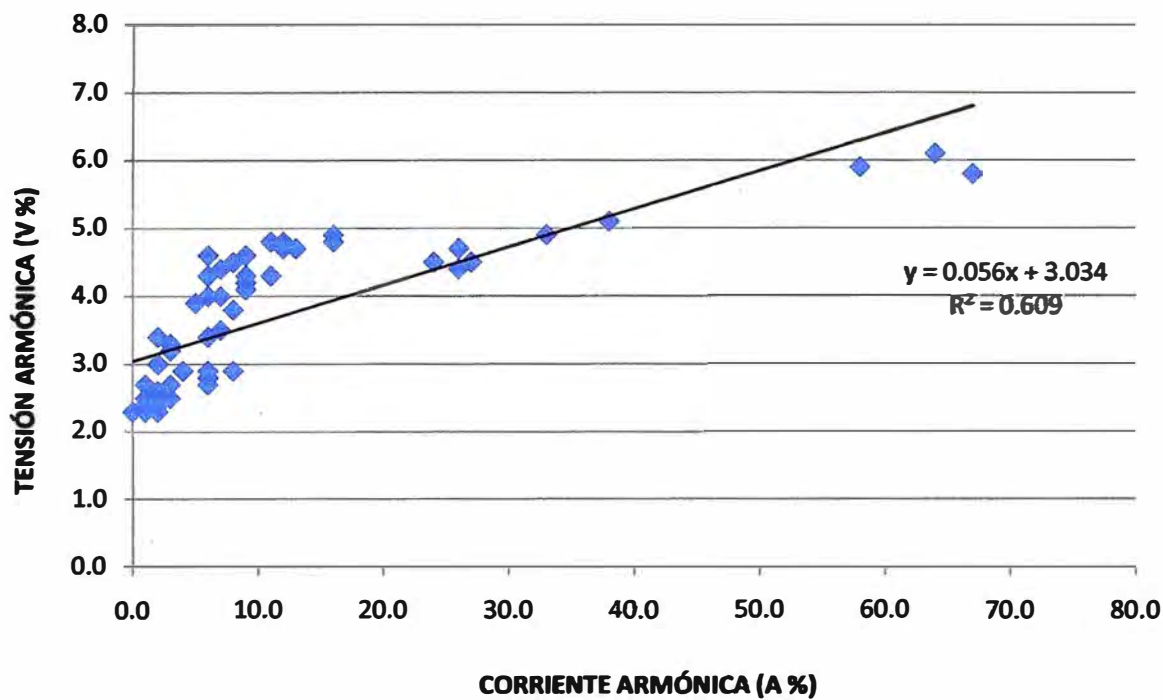
**CORRELACIÓN DE LA 5ª ARMÓNICA DEL TABLERO GENERAL
DEL TALLER Y MÁQUINAS 15 Y 18: 3º EVALUACIÓN**



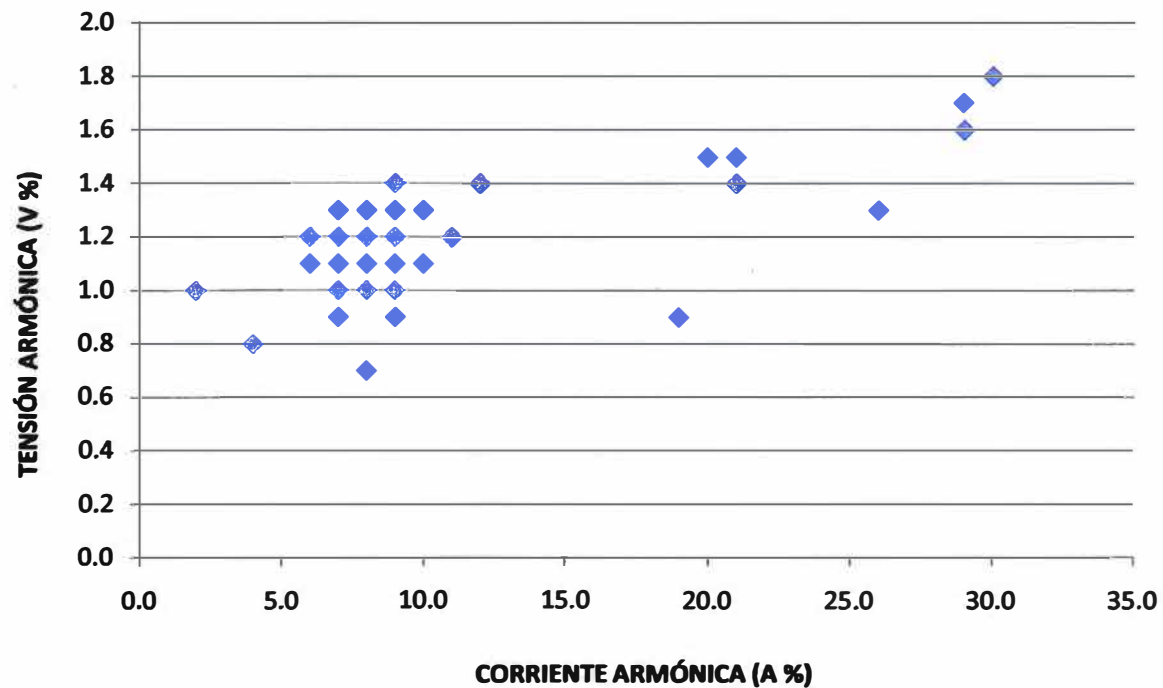
**CORRELACIÓN DE LA 7ª ARMÓNICA DEL TABLERO GENERAL
DEL TALLER Y MÁQUINAS 15 Y 18: 3º EVALUACIÓN**



**CORRELACIÓN DE LA 5ª ARMÓNICA DEL TABLERO GENERAL
DEL TALLER Y MÁQUINAS 15 Y 18: 4º EVALUACIÓN**



**CORRELACIÓN DE LA 7ª ARMÓNICA DEL TABLERO GENERAL
DEL TALLER Y MÁQUINAS 15 Y 18: 4º EVALUACIÓN**



ANEXO C: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL ALIMENTACION A MAQUINAS CNC

MAXIMOS VALORES->

237,0 224,0 230,0 62400,0 16,0 17,9 18,8 0,4 1,0 1,1 15,6 17,9 18,5 0,5 3,5 0,2 0,4 0,2 2,0 0,3 1,4 0,1 0,2 0,1 2,1 0,3 26,0 22,0 27,0 4,0 23,0 17,0

FECHA Y HORA	U1N/U12			U2N/U23			U3N/U31			F	I1	I2	I3	P	PF	U1THD	U2THD	U3THD	U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	I1THD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H5	I1H7	A AC	A AC	A AC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	V AC	V AC	V AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC																																						A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC</

ANEXO C: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL ALIMENTACION A MAQUINAS CNC

MAXIMOS VALORES->

237,0 224,0 230,0 62400,0 16,0 17,9 18,8 0,4 1,0 1,1 15,6 17,9 18,5 0,5 3,5 0,2 0,4 0,2 2,0 0,3 1,4 0,1 0,2 0,1 2,1 0,3 26,0 22,0 27,0 4,0 23,0 17,0

FECHA Y HORA	U1NU12U2NU23U3NU31			F	J1	J2	J3	P	PF	U1THD	U2THD	U3THD	U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	U1THD	U2THD	U3THD	U1H3	U1H5	U1H7					
	VAC	VAC	VAC							CosPhi	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	Avt:	Avt:	Avt:							Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:	Avt:
2003.10.29 19:00:00	226,9	225,4	226,5	60,4	96,0	82,0	90,0	27300,0	0,8	1,7	1,8	2,0	0,3	0,5	1,0	1,1	1,2	1,5	0,1	0,6	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	2,0				
2003.10.29 19:10:00	229,0	227,5	227,8	60,4	99,0	83,0	92,0	27900,0	0,8	1,7	1,8	1,9	0,3	0,7	1,1	0,9	1,1	1,4	0,1	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	2,0			
2003.10.29 19:20:00	229,9	227,8	229,2	60,4	87,0	69,0	78,0	25200,0	0,8	1,9	2,2	2,2	0,3	0,9	1,1	1,1	1,4	1,5	0,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	1,0					
2003.10.29 19:30:00	226,1	224,8	225,3	60,4	120,0	99,0	107,0	31500,0	0,7	1,8	1,6	1,8	0,2	0,5	0,7	1,5	1,3	1,6	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	4,0	3,0	3,0	2,0	1,0					
2003.10.29 19:40:00	225,2	224,2	224,4	60,4	122,0	102,0	109,0	32100,0	0,7	1,7	1,6	1,6	0,2	0,5	0,6	1,5	1,4	1,5	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,0	2,0					
2003.10.29 19:50:00	223,8	223,7	223,7	60,4	130,0	110,0	120,0	34500,0	0,7	1,5	1,4	1,4	0,2	0,2	0,5	1,4	1,3	1,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,0	1,0					
2003.10.29 20:00:00	223,4	222,8	223,7	60,4	127,0	104,0	117,0	33900,0	0,8	1,1	0,8	0,9	0,2	0,2	0,5	0,9	0,6	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	2,0	4,0	1,0	1,0					
2003.10.29 20:10:00	222,8	221,6	222,5	60,4	135,0	117,0	127,0	35700,0	0,7	0,8	0,9	0,6	0,2	0,3	0,2	0,6	0,6	0,3	0,1	0,3	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	4,0	5,0	4,0	3,0	3,0	1,0					
2003.10.29 20:20:00	222,2	221,7	221,9	60,4	149,0	132,0	142,0	40200,0	0,7	1,3	1,2	1,2	0,2	0,3	0,4	1,2	1,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0	4,0	3,0	2,0	2,0					
2003.10.29 20:30:00	222,6	222,0	222,7	60,4	157,0	139,0	150,0	42300,0	0,7	1,6	1,5	1,5	0,2	0,2	0,5	1,5	1,4	1,4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	3,0	4,0	3,0	3,0	2,0	2,0						
2003.10.29 20:40:00	222,9	222,8	222,5	60,4	147,0	128,0	140,0	39900,0	0,8	1,2	1,0	1,1	0,2	0,4	0,4	1,0	0,9	1,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	4,0	4,0	4,0	2,0	2,0	3,0						
2003.10.29 20:50:00	223,3	222,3	222,7	60,4	141,0	121,0	132,0	37200,0	0,7	1,1	0,9	0,9	0,2	0,5	0,5	0,8	0,7	0,7	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	1,0					
2003.10.29 21:00:00	222,6	221,8	222,3	60,4	139,0	119,0	131,0	36600,0	0,7	1,1	1,1	0,9	0,1	0,3	0,4	1,0	1,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	4,0	5,0	4,0	3,0	4,0	1,0					
2003.10.29 21:10:00	222,4	222,1	222,3	60,4	137,0	118,0	129,0	36300,0	0,7	0,9	0,6	0,7	0,2	0,3	0,4	0,7	0,4	0,5	0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	1,0					
2003.10.29 21:20:00	222,3	221,4	222,0	60,4	139,0	119,0	131,0	36900,0	0,7	1,3	1,2	1,0	0,2	0,3	0,2	1,2	1,1	1,0	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,0					
2003.10.29 21:30:00	223,5	222,9	223,3	60,4	145,0	127,0	138,0	38700,0	0,7	1,1	0,9	1,1	0,2	0,3	0,4	0,9	0,8	1,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	1,0						
2003.10.29 21:40:00	222,8	222,4	222,3	60,4	148,0	132,0	142,0	40800,0	0,8	1,5	1,4	1,5	0,1	0,4	0,3	1,4	1,3	1,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	3,0	4,0	4,0	1,0	1,0	3,0						
2003.10.29 21:50:00	223,2	222,4	223,0	60,4	148,0	129,0	139,0	38700,0	0,7	1,0	0,7	1,0	0,2	0,3	0,4	0,8	0,5	0,7	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	3,0	5,0	4,0	3,0	2,0	2,0						
2003.10.29 22:00:00	223,4	223,0	222,7	60,4	135,0	118,0	127,0	36000,0	0,7	1,0	0,7	0,9	0,1	0,5	0,3	0,8	0,5	0,6	0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	1,0					
2003.10.29 22:10:00	222,9	222,2	222,9	60,4	139,0	120,0	131,0	36600,0	0,7	1,0	0,9	1,0	0,1	0,2	0,3	0,9	0,8	0,8	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	1,0					
2003.10.29 22:20:00	223,3	222,2	222,8	60,4	136,0	118,0	127,0	35700,0	0,7	1,0	0,6	0,8	0,2	0,4	0,3	0,8	0,5	0,6	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	4,0	5,0	4,0	2,0	4,0	2,0					
2003.10.29 22:30:00	223,8	222,7	223,1	60,4	147,0	128,0	139,0	39900,0	0,8	1,5	1,3	1,5	0,2	0,3	0,3	1,4	1,2	1,4	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	3,0	4,0	4,0	2,0	1,0	3,0						
2003.10.29 22:40:00	222,6	221,7	221,7	60,4	154,0	135,0	144,0	39900,0	0,7	1,1	0,8	1,0	0,1	0,5	0,3	0,9	0,6	0,8	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	3,0	4,0	4,0	2,0	2,0	2,0					
2003.10.29 22:50:00	221,7	220,7	221,1	60,4	149,0	130,0	140,0	38700,0	0,7	1,5	1,2	1,3	0,1	0,3	0,3	1,4	1,1	1,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	4,0	4,0	3,0	4,0	3,0	2,0						
2003.10.29 23:00:00	223,4	222,7	222,9	60,4	136,0	116,0	128,0	35700,0	0,7	1,2	1,0	0,8	0,1	0,4	0,3	1,1	0,9	0,7	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	2,0						
2003.10.29 23:10:00	232,0	231,9	232,0	59,8	69,0	49,0	59,0	12600,0	0,5	4,8	5,0	5,1	0,0	0,4	0,0	4,7	4,9	5,1	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0					
2003.10.29 23:20:00	232,0	232,0	232,0	60,0	100,0	80,0	91,0	23100,0	0,6	4,8	5,0	5,2	0,0	0,3	0,0	4,7	4,8	5,1	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	6,0	7,0	6,0	3,0	3,0	6,0					
2003.10.29 23:30:00	233,4	233,3	233,4	60,1	105,0	84,0	96,0	25500,0	0,7	4,4	4,5	4,6	0,1	0,3	0,0	4,2	4,3	4,5	0,0	1,2	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	9,0	10,0	9,0	2,0	8,0	8,0						
2003.10.29 23:40:00	231,8	231,6	231,8	60,1	113,0	93,0	101,0	23400,0	0,6																																	

ANEXO C: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL ALIMENTACION A MAQUINAS CNC

MAXIMOS VALORES->

237,0 224,0 230,0 62400,0 16,0 17,9 18,8 0,4 1,0 1,1 15,6 17,9 18,5 0,5 3,5 0,2 0,4 0,2 2,0 0,3 1,4 0,1 0,2 0,1 2,1 0,3 26,0 22,0 27,0 4,0 23,0 17,0

FECHA Y HORA	U1NU12	U2NU23	U3NU31	F	I1	I2	I3	P	PF	U1THD	U2THD	U3THD	U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	I1THD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H5	I1H7
	VAC	VAC	VAC	H2	AAC	AAC	AAC	W	CosPhi	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	AAC	AAC	AAC	AAC	AAC	AAC	
	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.
2003.10.30 04:20:00	233,6	232,4	231,9	60,1	122,0	102,0	107,0	25200,0	0,6	2,8	3,1	3,0	0,1	0,6	0,0	2,5	2,8	2,8	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	4,0	4,0	4,0	4,0	1,0	4,0
2003.10.30 04:30:00	233,8	233,3	233,3	60,1	122,0	99,0	108,0	24000,0	0,5	2,9	3,1	3,0	0,0	0,3	0,1	2,7	2,9	2,9	0,1	1,0	0,1	0,1	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,0	0,0
2003.10.30 04:40:00	233,2	232,9	232,9	60,0	138,0	116,0	127,0	30900,0	0,6	2,4	2,7	2,5	0,0	0,2	0,0	2,1	2,3	2,3	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	8,0	9,0	9,0	3,0	9,0	6,0
2003.10.30 04:50:00	234,2	233,9	234,0	60,1	123,0	101,0	111,0	25200,0	0,6	2,8	3,2	3,0	0,0	0,2	0,0	2,5	2,8	2,8	0,1	1,3	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	4,0	4,0	4,0	3,0	1,0	4,0
2003.10.30 05:00:00	233,5	233,2	233,3	60,1	123,0	102,0	111,0	25200,0	0,6	2,7	3,0	2,9	0,0	0,2	0,1	2,4	2,7	2,7	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	4,0	4,0	4,0	3,0	1,0	3,0
2003.10.30 05:10:00	230,8	230,6	230,6	59,9	141,0	119,0	131,0	33300,0	0,6	3,0	3,0	2,8	0,1	0,2	0,1	2,5	2,3	2,4	0,1	1,6	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	12,0	13,0	15,0	2,0	12,0	11,0
2003.10.30 05:20:00	233,1	232,4	232,5	60,1	124,0	101,0	110,0	25500,0	0,6	3,1	3,3	3,3	0,0	0,3	0,1	2,8	3,0	3,1	0,0	1,3	0,0	0,2	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	5,0	4,0	4,0	4,0	2,0	5,0
2003.10.30 05:30:00	231,9	231,9	231,6	59,9	128,0	107,0	116,0	25800,0	0,6	3,2	3,4	3,4	0,1	0,4	0,2	3,0	3,1	3,2	0,2	1,1	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	4,0	4,0	5,0	3,0	4,0	2,0
2003.10.30 05:40:00	234,7	234,6	234,5	60,2	134,0	113,0	125,0	31200,0	0,6	2,9	2,9	3,1	0,0	0,3	0,1	2,5	2,5	2,8	0,2	1,4	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	10,0	11,0	11,0	3,0	10,0	9,0
2003.10.30 05:50:00	234,5	234,2	234,4	60,1	144,0	121,0	134,0	33900,0	0,6	2,7	3,1	3,0	0,0	0,1	0,1	2,3	2,6	2,7	0,0	1,5	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	13,0	14,0	14,0	2,0	15,0	10,0
2003.10.30 06:00:00	233,8	233,5	233,7	60,1	124,0	100,0	111,0	25800,0	0,6	3,9	4,1	4,1	0,1	0,2	0,1	3,6	3,8	3,9	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	6,0	6,0	6,0	3,0	4,0	6,0
2003.10.30 06:10:00	232,6	232,3	232,5	60,0	141,0	119,0	131,0	33000,0	0,6	3,7	4,0	3,9	0,0	0,1	0,0	3,3	3,5	3,6	0,0	1,6	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	10,0	11,0	11,0	2,0	9,0	10,0
2003.10.30 06:20:00	231,8	231,8	232,0	60,0	126,0	102,0	113,0	24300,0	0,5	4,0	4,3	4,3	0,0	0,2	0,0	3,9	4,1	4,2	0,1	1,0	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	3,0	4,0	4,0	3,0	3,0	1,0
2003.10.30 06:30:00	231,7	231,6	231,9	59,9	120,0	96,0	107,0	22500,0	0,5	4,4	4,7	4,7	0,0	0,2	0,1	4,3	4,5	4,6	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	2,0
2003.10.30 06:40:00	230,6	230,4	230,7	60,1	125,0	102,0	112,0	24000,0	0,5	4,3	4,4	4,6	0,0	0,2	0,1	4,2	4,3	4,5	0,1	1,0	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	4,0	5,0	4,0	3,0	4,0	1,0
2003.10.30 06:50:00	229,7	229,6	230,0	60,0	108,0	84,0	96,0	22200,0	0,6	4,6	4,7	4,9	0,0	0,2	0,1	4,5	4,6	4,8	0,1	0,9	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	4,0	4,0	4,0	4,0	2,0	1,0
2003.10.30 07:00:00	231,5	231,3	231,7	60,0	99,0	76,0	87,0	20400,0	0,6	4,6	5,0	4,9	0,1	0,2	0,1	4,5	4,8	4,8	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	3,0	3,0	4,0	3,0	1,0	2,0
2003.10.30 07:10:00	230,4	230,2	230,6	59,9	113,0	90,0	103,0	25500,0	0,6	4,3	4,6	4,5	0,0	0,2	0,0	4,1	4,3	4,4	0,1	1,3	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	6,0	6,0	6,0	3,0	5,0	4,0
2003.10.30 07:20:00	231,2	231,0	231,4	59,9	97,0	72,0	84,0	20100,0	0,6	4,7	4,9	4,9	0,1	0,3	0,1	4,6	4,7	4,8	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	4,0	3,0	3,0	4,0	1,0	3,0
2003.10.30 07:30:00	229,8	229,6	230,0	60,0	101,0	78,0	90,0	22500,0	0,6	4,9	5,0	5,0	0,0	0,2	0,0	4,7	4,8	4,9	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	4,0	5,0	4,0	3,0	2,0	4,0
2003.10.30 07:40:00	229,1	228,9	229,4	60,1	130,0	112,0	117,0	24300,0	0,5	4,6	4,8	4,8	0,0	0,2	0,0	4,5	4,6	4,7	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,0
2003.10.30 07:50:00	230,2	230,0	230,3	59,9	141,0	125,0	132,0	24900,0	0,5	4,3	4,6	4,6	0,1	0,2	0,0	4,2	4,4	4,5	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	4,0	5,0	5,0	3,0	4,0	2,0
2003.10.30 08:00:00	230,5	230,2	230,5	59,9	154,0	138,0	146,0	33300,0	0,6	4,0	4,2	4,3	0,0	0,2	0,1	3,8	4,0	4,1	0,0	1,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	10,0	11,0	11,0	2,0	11,0	8,0
2003.10.30 08:10:00	232,6	232,4	232,7	59,8	169,0	154,0	158,0	30000,0	0,5	3,8	4,2	4,1	0,1	0,2	0,0	3,7	4,0	4,0	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	5,0	6,0	7,0	3,0	5,0	3,0
2003.10.30 08:20:00	231,5	231,2	231,5	60,0	179,0	164,0	169,0	33300,0	0,5	3,8	4,1	4,1	0,0	0,2	0,0	3,6	3,8	3,9	0,1	1,3	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	6,0	8,0	8,0	3,0	7,0	5,0
2003.10.30 08:30:00	230,5	229,8	230,1	60,0	171,0	156,0	159,0	29700,0	0,5	4,3	4,5	4,4	0,0	0,2	0,0	3,8	4,0	4,1	0,0	1,5	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	9,0	8,0	10,0	3,0	3,0	6,0
2003.10.30 08:40:00	230,4	230,1	230,4	60,0	172,0	161,0	164,0	31500,0	0,5	3,8	4,0	4,1	0,0	0,2	0,0	3,6	3,8	3,9	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	6,0	8,0	8,0	2,0	7,0	5,0
2003.10.30 08:50:00	229,7	229,4	229,8	60,0	164,0	149,0	153,0	28200,0	0,5	3,7	4,0	3,9	0,1	0,2	0,0	3,6	3,8	3,8	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	7,0	9,0	8,0	2,0	8,0	5,0
20																																					

ANEXO C: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL ALIMENTACION A MAQUINAS CNC

MAXIMOS VALORES->

237,0 224,0 230,0 62400,0 16,0 17,9 18,8 0,4 1,0 1,1 15,6 17,9 18,5 0,5 3,5 0,2 0,4 0,2 2,0 0,3 1,4 0,1 0,2 0,1 2,1 0,3 26,0 22,0 27,0 4,0 23,0 17,0

FECHA Y HORA	U1NU12		U2NU23		U3NU31		F	I1	I2	I3	P	PF	U1THD	U2THD	U3THD	U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	I1THD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H5	I1H7					
	V AC	VAC	VAC	VAC	A AC	A AC							A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:							Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:
2003.10.30 13:40:00	233,3	233,0	233,3	60,0	121,0	104,0	115,0	22800,0	0,5	4,7	4,9	5,0	0,0	0,2	0,1	4,6	4,8	4,9	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	5,0	7,0	6,0	2,0	5,0	4,0				
2003.10.30 13:50:00	231,8	231,4	231,6	59,9	141,0	125,0	135,0	26100,0	0,5	4,7	4,9	5,0	0,1	0,3	0,1	4,6	4,8	4,9	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	7,0	9,0	8,0	1,0	7,0	6,0				
2003.10.30 14:00:00	230,3	229,6	229,8	60,0	164,0	151,0	155,0	28200,0	0,5	4,6	4,6	4,7	0,0	0,3	0,1	4,5	4,5	4,7	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	9,0	11,0	10,0	2,0	10,0	5,0				
2003.10.30 14:10:00	228,7	228,1	228,1	59,9	161,0	150,0	154,0	29100,0	0,5	4,5	4,6	4,8	0,0	0,4	0,1	4,4	4,5	4,7	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	9,0	10,0	10,0	2,0	11,0	6,0				
2003.10.30 14:20:00	229,3	228,9	229,2	60,0	160,0	148,0	154,0	27600,0	0,5	4,6	4,7	4,8	0,1	0,2	0,1	4,5	4,6	4,7	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	6,0	8,0	8,0	2,0	8,0	3,0								
2003.10.30 14:30:00	227,9	227,7	228,0	60,0	149,0	135,0	143,0	24900,0	0,4	4,9	4,8	4,9	0,0	0,2	0,0	4,8	4,7	4,8	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	6,0	8,0	8,0	2,0	7,0	4,0								
2003.10.30 14:40:00	227,9	227,4	227,3	60,0	157,0	145,0	149,0	25800,0	0,4	4,6	4,6	4,8	0,1	0,4	0,0	4,5	4,5	4,7	0,1	0,9	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	6,0	8,0	8,0	2,0	8,0	1,0						
2003.10.30 14:50:00	228,7	228,3	228,5	60,0	159,0	146,0	153,0	27900,0	0,5	4,4	4,6	4,6	0,1	0,2	0,1	4,3	4,5	4,5	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	8,0	9,0	9,0	1,0	10,0	3,0					
2003.10.30 15:00:00	227,7	227,4	227,6	60,0	163,0	150,0	158,0	30000,0	0,5	4,4	4,6	4,6	0,2	0,2	0,2	4,2	4,4	4,4	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	11,0	13,0	13,0	1,0	13,0	7,0						
2003.10.30 15:10:00	227,0	226,6	226,7	59,9	162,0	150,0	155,0	27600,0	0,5	4,8	4,8	4,9	0,2	0,2	0,1	4,7	4,7	4,8	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	8,0	9,0	9,0	2,0	10,0	4,0								
2003.10.30 15:20:00	229,7	229,3	229,7	60,0	152,0	138,0	145,0	24600,0	0,4	4,8	4,9	4,9	0,1	0,3	0,1	4,7	4,8	4,8	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	5,0	7,0	7,0	2,0	7,0	2,0								
2003.10.30 15:30:00	228,7	228,2	228,6	59,9	158,0	144,0	150,0	25500,0	0,4	4,8	4,8	5,0	0,1	0,3	0,1	4,7	4,7	4,9	0,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	7,0	8,0	8,0	2,0	9,0	1,0								
2003.10.30 15:40:00	229,9	229,4	229,6	60,2	164,0	152,0	159,0	30600,0	0,5	4,5	4,8	4,8	0,1	0,2	0,1	4,5	4,7	4,7	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	10,0	12,0	11,0	1,0	12,0	6,0								
2003.10.30 15:50:00	227,7	227,2	227,3	59,9	160,0	148,0	152,0	27000,0	0,5	4,4	4,7	4,6	0,2	0,1	0,1	4,3	4,6	4,5	0,1	0,9	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	7,0	9,0	9,0	2,0	9,0	5,0						
2003.10.30 16:00:00	229,1	228,7	229,0	60,0	158,0	145,0	152,0	28200,0	0,5	4,4	4,7	4,6	0,1	0,2	0,1	4,3	4,5	4,5	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	10,0	11,0	11,0	2,0	12,0	6,0								
2003.10.30 16:10:00	229,1	228,5	228,7	60,0	145,0	134,0	137,0	23400,0	0,4	4,7	5,0	4,9	0,2	0,2	0,1	4,6	4,8	4,8	0,1	1,0	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	5,0	7,0	6,0	3,0	6,0	3,0								
2003.10.30 16:20:00	229,0	228,7	229,0	60,0	158,0	146,0	153,0	29100,0	0,5	4,5	4,8	4,7	0,2	0,2	0,1	4,4	4,6	4,6	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	9,0	11,0	10,0	2,0	10,0	6,0								
2003.10.30 16:30:00	228,8	228,8	228,8	60,0	149,0	137,0	145,0	26700,0	0,5	4,8	4,8	4,8	0,2	0,2	0,2	4,7	4,6	4,7	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	6,0	7,0	7,0	1,0	6,0	4,0								
2003.10.30 16:40:00	229,5	229,2	229,5	60,0	153,0	139,0	145,0	24900,0	0,4	4,6	4,8	4,8	0,1	0,2	0,1	4,5	4,7	4,7	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	6,0	8,0	8,0	2,0	7,0	4,0								
2003.10.30 16:50:00	229,0	228,3	228,9	59,9	156,0	142,0	148,0	25200,0	0,4	4,5	4,6	5,0	0,0	0,5	0,1	4,4	4,5	4,9	0,1	1,0	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	6,0	8,0	7,0	2,0	8,0	2,0								
2003.10.30 17:00:00	231,6	231,3	231,5	59,9	156,0	143,0	149,0	25800,0	0,4	4,6	4,9	4,8	0,2	0,3	0,1	4,5	4,7	4,7	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	5,0	7,0	7,0	2,0	6,0	3,0								
2003.10.30 17:10:00	230,2	229,3	229,9	60,0	157,0	143,0	149,0	27300,0	0,5	4,5	4,9	4,7	0,1	0,1	0,1	4,4	4,7	4,6	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	7,0	10,0	10,0	1,0	8,0	5,0								
2003.10.30 17:20:00	232,7	232,4	232,7	60,0	166,0	152,0	155,0	27300,0	0,4	4,6	4,9	4,8	0,2	0,2	0,1	4,5	4,7	4,7	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	6,0	7,0	7,0	3,0	7,0	3,0								
2003.10.30 17:30:00	232,7	232,5	232,6	60,0	160,0	143,0	145,0	26100,0	0,4	4,5	4,7	4,6	0,1	0,2	0,1	4,3	4,5	4,5	0,1	1,3	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	5,0	7,0	6,0	3,0	6,0	3,0								
2003.10.30 17:40:00	232,9	232,6	232,9	59,8	166,0	148,0	151,0	30000,0	0,5	4,5	4,9	4,7	0,1	0,2	0,1	4,4	4,7	4,6	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	6,0	7,0	7,0	3,0	6,0	2,0								
2003.10.30 17:50:00	225,6	225,1	224,2	60,2	61,0	54,0	62,0	10800,0	0,5	2,0	1,5	2,3	0,4	0,5	0,7	1,8	1,2	2,2	0,1	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0	5,0	1,0	4,0	2,0								
2003.10.30 18:00:00	222,9	222,4	221,4	60,3	122,0	111,0	113,0	30900,0	0,7	1,6	1,4	1,9	0,3	0,5	0,6	1,4	1,2	1,8	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	4,0	4,0	5,0	0,0	6,0	2,0								
2003.10.30 18:10:00	223,0	222,5	221,6	60,3	131,0	121																																							

ANEXO C: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL ALIMENTACION A MAQUINAS CNC

MAXIMOS VALORES->

237,0 224,0 230,0 62400,0 16,0 17,9 18,8 0,4 1,0 1,1 15,6 17,9 18,5 0,5 3,5 0,2 0,4 0,2 2,0 0,3 1,4 0,1 0,2 0,1 2,1 0,3 26,0 22,0 27,0 4,0 23,0 17,0

FECHA Y HORA	U1NU12U2NU23U3NU31			Fz	I1		I2		I3		P	PF	U1THD	U2THD	U3THD	U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	I1THD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H5	I1H7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	V AC	V AC	V AC		A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC																															A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC

ANEXO C: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL ALIMENTACION A MAQUINAS CNC

MAXIMOS VALORES->

237,0 224,0 230,0 62400,0 16,0 17,9 18,8 0,4 1,0 1,1 15,6 17,9 18,5 0,5 3,5 0,2 0,4 0,2 2,0 0,3 1,4 0,1 0,2 0,1 2,1 0,3 26,0 22,0 27,0 4,0 23,0 17,0

FECHA Y HORA	U1N1U12	U2N1U23	U3N1U31	F	I1	I2	I3	P	PF	U1THD	U2THD	U3THD	U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	I1THD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H5	I1H7	
	V AC	V AC	V AC	HZ	A AC	A AC	A AC	W	CosPhi	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	
	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	
2003.10.31 08:20:00	232,0	231,4	231,9	59,9	160,0	149,0	154,0	30900,0	0,5	3,8	4,2	4,1	0,0	0,2	0,0	3,6	3,9	3,9	0,0	1,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,0	9,0	11,0	10,0	2,0	11,0	6,0
2003.10.31 08:30:00	231,1	230,6	230,9	60,1	158,0	148,0	152,0	28800,0	0,5	4,1	4,4	4,4	0,1	0,2	0,1	3,9	4,1	4,2	0,0	1,3	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,3	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	6,0	8,0	8,0	2,0	7,0	5,0	
2003.10.31 08:40:00	230,2	229,9	230,1	60,0	146,0	135,0	140,0	23400,0	0,4	4,0	4,4	4,3	0,0	0,2	0,0	3,9	4,2	4,2	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	4,0	6,0	6,0	2,0	5,0	2,0	
2003.10.31 08:50:00	229,4	229,0	229,2	59,9	152,0	141,0	145,0	25200,0	0,4	4,0	4,4	4,2	0,0	0,2	0,1	3,8	4,2	4,1	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	4,0	6,0	6,0	2,0	4,0	2,0	
2003.10.31 09:00:00	228,9	228,5	228,8	60,0	163,0	151,0	156,0	27600,0	0,4	4,2	4,6	4,6	0,1	0,2	0,0	4,1	4,4	4,5	0,1	0,7	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	8,0	10,0	9,0	2,0	9,0	5,0	
2003.10.31 09:10:00	229,0	228,6	228,7	60,0	151,0	140,0	143,0	24600,0	0,4	4,5	4,7	4,8	0,0	0,2	0,0	4,4	4,6	4,7	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	6,0	8,0	7,0	2,0	8,0	2,0	
2003.10.31 09:20:00	228,1	227,8	227,8	59,8	157,0	144,0	148,0	26100,0	0,4	4,6	4,9	4,9	0,0	0,2	0,0	4,5	4,8	4,8	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	7,0	9,0	8,0	2,0	9,0	3,0	
2003.10.31 09:30:00	228,1	227,8	227,9	59,9	155,0	141,0	145,0	26100,0	0,5	4,5	4,9	5,0	0,0	0,2	0,0	4,5	4,8	4,9	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	7,0	9,0	8,0	3,0	9,0	3,0	
2003.10.31 09:40:00	226,7	226,4	226,4	59,9	154,0	142,0	146,0	26700,0	0,5	4,8	5,1	5,2	0,0	0,2	0,0	4,7	5,0	5,1	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	5,0	8,0	7,0	2,0	6,0	2,0	
2003.10.31 09:50:00	227,8	227,5	227,6	60,0	152,0	140,0	144,0	25200,0	0,4	4,8	5,1	5,1	0,0	0,1	0,0	4,7	5,0	5,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,7	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	5,0	8,0	6,0	3,0	6,0	2,0	
2003.10.31 10:00:00	227,9	227,6	227,7	60,1	150,0	137,0	144,0	26700,0	0,5	4,8	5,2	5,2	0,0	0,1	0,1	4,7	5,1	5,1	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,7	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	8,0	10,0	9,0	2,0	9,0	5,0	
2003.10.31 10:10:00	227,0	226,6	226,6	60,0	151,0	139,0	143,0	27000,0	0,5	4,9	5,2	5,2	0,0	0,2	0,0	4,8	5,1	5,1	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,7	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	6,0	8,0	8,0	2,0	8,0	3,0	
2003.10.31 10:20:00	227,7	227,2	227,4	60,1	150,0	140,0	144,0	26700,0	0,5	4,8	5,1	5,2	0,0	0,2	0,0	4,7	5,0	5,1	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,7	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	8,0	10,0	9,0	2,0	9,0	5,0	
2003.10.31 10:30:00	226,5	225,8	225,7	59,9	167,0	156,0	159,0	31200,0	0,5	4,0	4,5	4,5	0,0	0,3	0,1	3,8	4,3	4,3	0,1	1,1	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	11,0	13,0	12,0	2,0	14,0	7,0	
2003.10.31 10:40:00	226,7	226,5	226,5	60,0	170,0	156,0	164,0	32100,0	0,5	4,3	4,6	4,5	0,1	0,3	0,0	4,1	4,4	4,4	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,6	0,0	11,0	13,0	12,0	2,0	13,0	6,0	
2003.10.31 10:50:00	226,4	226,2	226,2	60,0	170,0	157,0	163,0	33900,0	0,5	4,6	4,9	4,9	0,1	0,1	0,0	4,4	4,7	4,7	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	9,0	12,0	11,0	2,0	11,0	6,0	
2003.10.31 11:00:00	226,7	226,0	226,5	60,0	161,0	146,0	153,0	30900,0	0,5	4,3	4,8	4,7	0,0	0,3	0,1	4,2	4,6	4,6	0,1	0,8	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	9,0	11,0	9,0	3,0	10,0	5,0
2003.10.31 11:10:00	226,2	225,6	225,7	59,9	187,0	174,0	177,0	36000,0	0,5	4,9	5,3	5,2	0,0	0,2	0,0	4,8	5,2	5,0	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	13,0	15,0	14,0	2,0	18,0	6,0	
2003.10.31 11:20:00	227,7	227,3	227,4	60,1	169,0	155,0	159,0	30600,0	0,5	5,0	5,2	5,2	0,0	0,3	0,1	4,9	5,1	5,1	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	9,0	11,0	10,0	2,0	11,0	4,0	
2003.10.31 11:30:00	227,0	226,8	226,9	60,0	173,0	158,0	163,0	31200,0	0,5	5,0	5,2	5,2	0,0	0,2	0,0	4,9	5,1	5,1	0,1	0,6	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,3	0,1	0,0	0,1	0,5	0,0	9,0	11,0	10,0	2,0	12,0	4,0	
2003.10.31 11:40:00	227,7	227,4	227,6	59,9	166,0	154,0	158,0	29700,0	0,5	4,3	4,6	4,5	0,1	0,2	0,0	4,2	4,5	4,4	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,7	0,0	7,0	9,0	8,0	3,0	9,0	3,0	
2003.10.31 11:50:00	226,8	226,9	226,8	59,9	182,0	168,0	175,0	34500,0	0,5	4,7	4,9	4,8	0,1	0,2	0,1	4,6	4,7	4,7	0,1	0,9	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	12,0	13,0	13,0	2,0	16,0	7,0	
2003.10.31 12:00:00	227,5	227,2	227,8	59,8	178,0	160,0	167,0	31500,0	0,5	4,7	4,9	4,8	0,0	0,1	0,0	4,6	4,8	4,7	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	9,0	11,0	10,0	3,0	11,0	4,0	
2003.10.31 12:10:00	229,4	229,0	229,1	59,9	171,0	159,0	163,0	32700,0	0,5	4,8	5,1	5,4	0,0	0,5	0,1	4,7	4,9	5,3	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	8,0	10,0	9,0	3,0	10,0	4,0	
2003.10.31 12:20:00	229,5	229,0	229,2	59,9	182,0	169,0	175,0	36300,0	0,5	4,6	4,8	4,6	0,0	0,2	0,1	4,5	4,6	4,5	0,1	1,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,6	0,0	12,0	14,0	14,0	2,0	15,0	8,0	
2003.10.31 12:30:00	230,9	230,6	230,8	60,1	165,0	153,0	157,0	28200,0	0,5	5,1	5,2	5,3	0,0	0,3	0,0	5,0	5,1	5,2	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	6,0	8,0	8,0	2,0	8,0	3,0	
2003.10.31 12:40:00	230,2	229,8	229,9	60,0	189,0	176,0	182,0	38400,0	0,5	4,3	4,5	4,5	0,0	0,2	0,0	4,1	4,3	4,4	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	14,0	16,0	16,0	2,0	18,0	9,0	
2003.10.31 12:50:00	231,1	230,8	231,0	60,0	185,0	168,0	176,0	33900,0	0,5	4,7	5,0	4,9	0,1	0,2	0,0	4,6	4,9	4,8	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,6	0,0							

ANEXO C: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL ALIMENTACION A MAQUINAS CNC

MAXIMOS VALORES->

237,0 224,0 230,0 62400,0 16,0 17,9 18,8 0,4 1,0 1,1 15,6 17,9 18,5 0,5 3,5 0,2 0,4 0,2 2,0 0,3 1,4 0,1 0,2 0,1 2,1 0,3 26,0 22,0 27,0 4,0 23,0 17,0

FECHA Y HORA	U1N1U12U2N1U23U3N1U31			Fz	I1			I2			I3			P	PF	U1THD	U2THD	U3THD	U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	I1THD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H4	I1H5	I1H7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	V AC	V AC	V AC		A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC																															A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A

ANEXO C: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL ALIMENTACION A MAQUINAS CNC

MAXIMOS VALORES->

237,0 224,0 230,0 62400,0 16,0 17,9 18,8 0,4 1,0 1,1 15,6 17,9 18,5 0,5 3,5 0,2 0,4 0,2 2,0 0,3 1,4 0,1 0,2 0,1 2,1 0,3 26,0 22,0 27,0 4,0 23,0 17,0

FECHA Y HORA	U1N1U12	U2N1U23	U3N1U31	Fz	I1	I2	P	PF	U1THD	U2THD	U3THD	U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	I1THD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H5	I1H7		
	VAC	VAC	VAC		H	AAC			AAC	AAC	W	CosPhi	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	AAC	AAC	AAC	AAC	AAC	AAC
	Avr.	Avr.	Avr.		Avr.	Avr.			Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.
2003.11.01 08:00:00	234,6	234,1	234,6	60,0	132,0	113,0	124,0	35400,0	0,7	3,9	4,2	4,3	0,0	0,3	0,1	3,8	4,1	4,3	0,1	0,8	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	5,0	6,0	5,0	2,0	5,0	3,0	
2003.11.01 08:10:00	234,3	234,2	234,5	59,9	138,0	118,0	128,0	36600,0	0,7	4,0	4,3	4,3	0,0	0,2	0,1	3,9	4,2	4,3	0,1	1,0	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	4,0	3,0	2,0	3,0	1,0	
2003.11.01 08:20:00	233,1	232,9	232,9	59,9	126,0	105,0	112,0	33600,0	0,7	3,9	4,2	4,5	0,0	0,4	0,1	3,8	4,1	4,5	0,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	1,0	
2003.11.01 08:30:00	233,2	232,9	233,3	60,0	126,0	104,0	113,0	33600,0	0,7	4,4	4,4	4,6	0,2	0,3	0,1	4,3	4,3	4,5	0,1	0,8	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	4,0	4,0	4,0	2,0	5,0	1,0	
2003.11.01 08:40:00	232,4	232,2	232,6	60,0	125,0	104,0	112,0	33300,0	0,7	4,6	4,5	4,6	0,0	0,2	0,0	4,5	4,4	4,5	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	4,0	5,0	4,0	2,0	5,0	1,0	
2003.11.01 08:50:00	231,9	231,2	232,7	59,9	130,0	106,0	116,0	34800,0	0,7	4,1	4,5	4,4	0,0	0,2	0,1	4,0	4,4	4,4	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	5,0	5,0	5,0	4,0	5,0	1,0	
2003.11.01 09:00:00	233,8	233,6	234,0	59,8	113,0	91,0	100,0	32700,0	0,8	4,5	4,6	4,8	0,0	0,4	0,1	4,4	4,5	4,8	0,1	0,9	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	4,0	4,0	3,0	3,0	4,0	1,0	
2003.11.01 09:10:00	235,7	235,4	236,2	60,0	35,0	28,0	18,0	7200,0	0,6	4,5	4,9	4,9	0,0	0,2	0,0	4,4	4,8	4,9	0,1	0,9	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	3,0	2,0	2,0	4,0	1,0	0,0	
2003.11.01 09:20:00	234,1	234,0	234,7	60,1	92,0	82,0	76,0	27000,0	0,8	4,4	4,7	4,7	0,0	0,2	0,0	4,3	4,6	4,7	0,1	0,8	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	1,0	
2003.11.01 09:30:00	233,8	233,8	234,6	60,1	95,0	84,0	79,0	28200,0	0,8	4,5	4,8	4,8	0,0	0,2	0,1	4,4	4,7	4,8	0,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0	
2003.11.01 09:40:00	233,2	233,0	233,9	59,9	99,0	88,0	83,0	29400,0	0,8	4,5	4,6	5,0	0,1	0,6	0,1	4,4	4,5	5,0	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	1,0	
2003.11.01 09:50:00	232,4	232,3	233,1	60,0	100,0	89,0	84,0	29700,0	0,8	4,3	4,6	4,7	0,1	0,2	0,0	4,2	4,5	4,7	0,1	0,8	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	4,0	5,0	4,0	3,0	4,0	2,0	
2003.11.01 10:00:00	232,3	231,7	232,7	60,1	97,0	87,0	81,0	28800,0	0,8	4,5	4,8	5,1	0,1	0,3	0,1	4,4	4,7	5,0	0,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	5,0	6,0	5,0	3,0	5,0	3,0	
2003.11.01 10:10:00	232,1	231,8	232,5	60,0	95,0	84,0	79,0	28200,0	0,8	4,5	4,7	4,9	0,0	0,2	0,0	4,5	4,7	4,9	0,1	0,7	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	1,0	
2003.11.01 10:20:00	231,8	231,8	232,3	60,0	99,0	88,0	83,0	29400,0	0,8	4,4	4,6	4,8	0,0	0,4	0,0	4,3	4,5	4,8	0,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	4,0	3,0	4,0	3,0	3,0	1,0	
2003.11.01 10:30:00	232,6	232,6	233,3	60,1	94,0	83,0	78,0	27600,0	0,8	4,5	4,7	4,8	0,1	0,2	0,0	4,4	4,6	4,8	0,1	0,7	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	
2003.11.01 10:40:00	231,9	231,9	232,5	60,1	94,0	84,0	79,0	27900,0	0,8	4,5	4,7	4,8	0,1	0,2	0,0	4,4	4,6	4,8	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	0,0	
2003.11.01 10:50:00	230,3	230,2	231,0	60,0	95,0	84,0	80,0	28200,0	0,8	4,6	4,8	5,3	0,1	0,5	0,0	4,5	4,8	5,3	0,1	0,7	0,1	0,2	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	
2003.11.01 11:00:00	230,3	230,1	231,1	60,0	99,0	88,0	83,0	29400,0	0,8	4,6	4,6	4,9	0,0	0,3	0,0	4,5	4,5	4,9	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	1,0	
2003.11.01 11:10:00	231,2	230,7	231,5	60,0	100,0	88,0	82,0	29400,0	0,8	4,6	4,8	5,2	0,0	0,4	0,1	4,6	4,8	5,2	0,1	0,6	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	1,0	
2003.11.01 11:20:00	232,7	232,5	233,1	59,9	95,0	88,0	84,0	29700,0	0,8	4,7	4,7	5,1	0,0	0,4	0,0	4,6	4,6	5,1	0,1	0,7	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	1,0	
2003.11.01 11:30:00	233,5	233,0	233,8	60,0	96,0	87,0	83,0	29400,0	0,8	4,6	4,8	5,1	0,0	0,6	0,1	4,5	4,7	5,1	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	4,0	4,0	3,0	3,0	1,0	
2003.11.01 11:40:00	233,4	233,0	233,8	60,0	99,0	89,0	85,0	30300,0	0,8	4,6	5,0	5,1	0,1	0,2	0,1	4,6	5,0	5,1	0,1	0,6	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	4,0	4,0	2,0	3,0	1,0	
2003.11.01 11:50:00	233,3	233,1	234,0	60,0	100,0	91,0	88,0	31200,0	0,8	4,4	4,7	4,9	0,1	0,2	0,0	4,4	4,6	4,9	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	4,0	4,0	3,0	3,0	1,0	
2003.11.01 12:00:00	233,3	232,9	234,1	60,1	101,0	91,0	88,0	31500,0	0,8	4,5	4,8	5,1	0,1	0,4	0,1	4,5	4,8	5,1	0,1	0,6	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	4,0	4,0	3,0	3,0	1,0	
2003.11.01 12:10:00	232,7	232,3	233,0	60,1	97,0	88,0	84,0	30000,0	0,8	4,9	5,0	5,5	0,0	0,4	0,1	4,8	5,0	5,5	0,1	0,7	0,0	0,2	0,1	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	4,0	4,0	3,0	3,0	1,0	
2003.11.01 12:20:00	232,4	231,9	232,8	60,1	104,0	95,0	93,0	32100,0	0,8	4,8	4,9	5,1	0,0	0,3	0,1	4,8	4,8	5,1	0,1	0,7	0,1	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	5,0	4,0	3,0	4,0	1,0	
2003.11.01 12:30:00	234,7	234,5	235,4	60,1	104,0	94,0	92,0	32100,0	0,8	4,7	4,8	5,1	0,0	0,2	0,0	4,7	4,8	5,1	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	5,0	4,0	2,0	3,0	1,0	
2003.11.01 12:40:00	234,3	234,2	234,9	60,2	104,0	95,0	92,0	32100,0	0,8	4,7	4,9																											

ANEXO C: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL ALIMENTACION A MAQUINAS CNC

MAXIMOS VALORES->

237,0 224,0 230,0 62400,0 16,0 17,9 18,8 0,4 1,0 1,1 15,6 17,9 18,5 0,5 3,5 0,2 0,4 0,2 2,0 0,3 1,4 0,1 0,2 0,1 2,1 0,3 26,0 22,0 27,0 4,0 23,0 17,0

FECHA Y HORA	U1NU12U2NU23U3NU31			Fz	I1	I2	I3	P	PF	U1THD	U2THD	U3THD	U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	I1THD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H5	I1H7
	V AC	V AC	V AC																																		
	Avr.	Avr.	Avr.																																		
2003.11.01 17:20:00	236,0	235,5	236,0	60,4	22,0	17,0	8,0	4500,0	0,7	5,5	5,9	6,3	0,1	0,4	0,1	5,5	5,9	6,3	0,1	0,6	0,0	0,2	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	0,0
2003.11.01 17:30:00																		6,3										0,0									
2003.11.02 07:20:00	236,6	236,0	236,9	60,0	22,0	18,0	9,0	4800,0	0,7	4,5	4,8	4,9	0,0	0,2	0,0	4,4	4,6	4,9	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	1,0
2003.11.02 07:30:00	238,5	238,0	238,9	60,0	22,0	18,0	9,0	4800,0	0,7	4,3	4,6	4,7	0,0	0,2	0,1	4,1	4,4	4,6	0,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	3,0	2,0	0,0
2003.11.02 07:40:00	236,0	235,6	236,4	60,1	22,0	18,0	9,0	4800,0	0,7	4,3	4,5	4,6	0,0	0,2	0,1	4,1	4,3	4,5	0,0	1,2	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0
2003.11.02 07:50:00	233,4	232,6	233,0	60,0	21,0	17,0	9,0	4500,0	0,7	4,3	4,6	4,7	0,0	0,1	0,0	4,2	4,4	4,7	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0
2003.11.02 08:00:00	234,7	234,4	235,1	59,9	22,0	17,0	9,0	4800,0	0,7	4,0	4,3	4,5	0,0	0,3	0,0	3,9	4,2	4,5	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	2,0	2,0	0,0
2003.11.02 08:10:00	237,0	236,2	237,1	60,0	22,0	18,0	9,0	4800,0	0,7	4,1	4,8	4,7	0,2	0,2	0,2	4,0	4,6	4,6	0,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0
2003.11.02 08:20:00	237,2	236,7	237,5	59,8	22,0	18,0	9,0	4800,0	0,7	5,0	4,8	5,3	0,1	0,4	0,0	4,9	4,7	5,3	0,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	3,0	2,0	0,0
2003.11.02 08:30:00	237,4	237,0	237,7	59,8	22,0	18,0	9,0	4800,0	0,7	4,7	5,0	5,2	0,0	0,3	0,0	4,6	4,9	5,2	0,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	2,0	3,0	1,0
2003.11.02 08:40:00	238,1	237,4	238,3	60,1	22,0	18,0	9,0	4800,0	0,7	5,2	5,2	5,5	0,0	0,2	0,1	5,1	5,1	5,5	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	3,0	3,0	1,0
2003.11.02 08:50:00	237,1	236,7	237,6	60,0	22,0	18,0	9,0	4800,0	0,7	4,8	5,0	5,3	0,1	0,2	0,0	4,7	4,9	5,3	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	2,0	3,0	0,0
2003.11.02 09:00:00	238,9	238,7	239,6	60,2	22,0	18,0	9,0	4800,0	0,7	4,7	5,0	5,3	0,1	0,2	0,0	4,6	4,9	5,3	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	3,0	3,0	1,0
2003.11.02 09:10:00	236,0	235,6	236,5	60,1	22,0	18,0	9,0	4800,0	0,7	4,8	5,0	5,3	0,0	0,2	0,0	4,7	4,9	5,3	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	3,0	3,0	0,0
2003.11.02 09:20:00	232,8	232,2	233,6	60,0	21,0	17,0	9,0	4500,0	0,7	5,1	5,3	5,6	0,0	0,2	0,0	5,0	5,2	5,6	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	3,0	3,0	1,0
2003.11.02 09:30:00	232,9	232,6	233,9	59,9	21,0	17,0	9,0	4500,0	0,7	5,3	5,4	5,7	0,1	0,2	0,0	5,2	5,3	5,7	0,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	2,0	3,0	1,0
2003.11.02 09:40:00	235,0	234,4	235,7	59,9	22,0	17,0	9,0	4800,0	0,7	5,2	5,0	5,6	0,1	0,5	0,0	5,1	4,9	5,6	0,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	2,0	3,0	0,0
2003.11.02 09:50:00	234,7	233,9	235,0	59,9	22,0	17,0	9,0	4800,0	0,7	5,3	5,5	5,9	0,0	0,4	0,0	5,2	5,4	5,9	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	2,0	3,0	1,0
2003.11.02 10:00:00	234,8	234,7	235,7	59,9	22,0	17,0	9,0	4500,0	0,7	5,2	5,1	5,4	0,0	0,2	0,0	5,1	5,0	5,4	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	3,0	3,0	1,0
2003.11.02 10:10:00	235,8	235,5	236,7	60,0	22,0	18,0	9,0	4800,0	0,7	4,8	5,1	5,3	0,1	0,2	0,0	4,7	5,0	5,3	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	2,0	3,0	0,0
2003.11.02 10:20:00	235,7	235,4	236,4	60,0	22,0	18,0	9,0	4800,0	0,7	5,0	5,1	5,4	0,1	0,2	0,0	4,9	5,0	5,4	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	2,0	3,0	1,0
2003.11.02 10:30:00	235,7	235,0	236,1	60,0	22,0	18,0	9,0	4800,0	0,7	5,1	5,2	5,5	0,1	0,2	0,0	5,0	5,1	5,5	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0
2003.11.02 10:40:00	233,5	233,2	234,3	59,9	21,0	17,0	9,0	4500,0	0,8	4,8	5,0	5,3	0,0	0,2	0,0	4,7	4,9	5,3	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0
2003.11.02 10:50:00	232,8	232,3	233,3	60,0	21,0	17,0	9,0	4500,0	0,9	5,1	5,3	5,8	0,2	0,4	0,3	5,0	5,2	5,8	0,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	0,0
2003.11.02 11:00:00	232,5	232,4	232,8	59,9	21,0	17,0	9,0	4500,0	0,8	5,0	5,0	5,6	0,0	0,4	0,1	4,9	4,9	5,6	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	4,0	3,0	3,0	2,0	0,0
2003.11.02 11:10:00	232,9	232,5	233,7	60,0	21,0	17,0	9,0	4500,0	0,9	4,6	4,9	5,2	0,1	0,5	0,1	4,5	4,8	5,2	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	2,0	3,0	3,0	2,0	2,0	0,0
2003.11.02 11:20:00	233,2	232,7	233,6	60,0	21,0	17,0	9,0	4500,0	0,8	4,9	5,0	5,3	0,1	0,3	0,0	4,8	4,9	5,3	0,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	0,0
2003.11.02 11:30:00	234,3	233,9	234,5	60,1	21,0	17,0	9,0	4800,0	0,7	4,9	5,2	5,4	0,0	0,1	0,0	4,8	5,1	5,4	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	2,0	1,0	2,0	2,0	0,0
2003.11.02 11:40:00	234,9	234,7	235,7	60,0	22,0	17,0	9,0	4800,0	0,7	4,6	4,8	5,0	0,0	0,2	0,0	4,5	4,7	5,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	3,0	2,0	1,0	3,0	2,0	0,0
2003.11.02 11:50:00	234,1	233,8	234,8	60,1	21,0	17,0	9,0	4800,0	0,8	4,6	4,8	5,1	0,0	0,2	0,0	4,5	4,7	5,1	0,1	1,0	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	2,					

ANEXO C: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL ALIMENTACION A MAQUINAS CNC

MAXIMOS VALORES->

237,0 224,0 230,0 62400,0

16,0 17,9 18,8

1,1 15,6

9 1

0,5

0.

0,4

2,0

3 1

0,1

0,1

1 C

6,0

27,0

0 2

17,0

[illegible]

ANEXO C: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL ALIMENTACION A MAQUINAS CNC

MAXIMOS VALORES->

237,0 224,0 230,0 62400,0 16,0 17,9 18,8 0,4 1,0 1,1 15,6 17,9 18,5 0,5 3,5 0,2 0,4 0,2 2,0 0,3 1,4 0,1 0,2 0,1 2,1 0,3 26,0 22,0 27,0 4,0 23,0 17,0

FECHA Y HORA	U1N/U12		U2N/U23		U3N/U31		F	I1	I2	I3	P	PF	U1THD		U2THD		U3THD		U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	I1THD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H5	I1H7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	V AC	V AC	V AC	V AC	Hz	A AC							A AC	A AC	A AC	W	CosPhi	%																										%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

ANEXO D: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL Y TALLER MÁQUINAS 15 Y 18

MAXIMOS VALORES->

664,0 669,0 647,0 232800,0 8,8 9,7 9,8 0,2 0,6 0,2 8,7 9,5 9,8 0,2 1,9 0,1 0,3 0,1 2,0 0,1 1,0 0,1 0,1 0,0 0,3 0,0 108,0 128,0 112,0 7,0 147,0 35,0

FECHA Y HORA	U1NU12	U2NU23	U3NU31	F	I1			I3			P	PF	U1THDU12THDU3THDU1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	I1THD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H5	I1H7		
	V AC	V AC	V AC	Hz	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	W	CosPh	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC		
	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:		
2003.11.07 09:40:00	235,1	234,7	234,9	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	6,5	6,5	0,1	0,2	0,0	5,8	6,3	6,4	0,1	1,1	0,0	0,1	0,1	0,9	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0
2003.11.07 09:50:00	115,1	119,8	234,5	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	3,1	6,8	0,0	0,0	0,0	3,6	3,1	6,7	0,1	0,6	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	
2003.11.07 10:00:00	235,5	235,3	235,4	60,0	465,0	477,0	462,0	171900,0	0,9	6,1	6,6	6,8	0,0	0,2	0,1	6,0	6,5	6,7	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	47,0	54,0	48,0	1,0	50,0	23,0		
2003.11.07 10:10:00	233,3	232,9	232,9	59,9	516,0	529,0	511,0	178500,0	0,9	6,1	6,6	6,6	0,0	0,1	0,1	6,0	6,4	6,5	0,1	1,1	0,1	0,1	0,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	43,0	50,0	45,0	1,0	40,0	22,0		
2003.11.07 10:20:00	233,1	233,1	233,5	59,9	496,0	508,0	505,0	188100,0	0,9	6,5	7,1	6,9	0,0	0,1	0,0	6,4	6,9	6,8	0,0	1,2	0,0	0,3	0,1	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,0	56,0	50,0	2,0	50,0	28,0		
2003.11.07 10:30:00	234,0	233,7	233,7	60,0	507,0	523,0	507,0	192600,0	0,9	6,6	7,3	7,3	0,0	0,1	0,0	6,5	7,1	7,2	0,0	1,2	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	50,0	58,0	51,0	2,0	55,0	27,0		
2003.11.07 10:40:00	234,4	234,2	234,5	59,9	463,0	467,0	458,0	162600,0	0,9	6,0	6,6	6,5	0,1	0,1	0,0	5,9	6,4	6,4	0,0	1,2	0,1	0,2	0,1	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	44,0	52,0	46,0	3,0	43,0	25,0		
2003.11.07 10:50:00	234,9	234,6	234,9	60,0	543,0	555,0	547,0	204000,0	0,9	5,9	6,4	6,3	0,0	0,1	0,0	5,7	6,0	6,1	0,0	1,5	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	43,0	53,0	48,0	2,0	44,0	32,0		
2003.11.07 11:00:00	234,9	234,7	235,0	60,0	502,0	523,0	510,0	193800,0	0,9	6,2	6,9	6,8	0,1	0,1	0,1	6,1	6,6	6,7	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	47,0	56,0	49,0	2,0	51,0	29,0		
2003.11.07 11:10:00	234,8	234,6	234,9	60,0	504,0	518,0	499,0	191700,0	0,9	6,3	6,8	7,0	0,0	0,2	0,0	6,2	6,7	6,9	0,0	1,0	0,1	0,2	0,0	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	48,0	54,0	48,0	4,0	51,0	23,0		
2003.11.07 11:20:00	234,4	234,1	234,3	60,0	520,0	537,0	525,0	197100,0	0,9	5,8	6,3	6,4	0,0	0,1	0,0	5,7	6,2	6,3	0,1	1,0	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	41,0	48,0	42,0	1,0	40,0	21,0		
2003.11.07 11:30:00	234,5	234,2	234,4	60,2	556,0	577,0	566,0	210300,0	0,9	6,3	6,7	6,8	0,0	0,2	0,0	6,2	6,6	6,7	0,0	0,9	0,0	0,2	0,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,0	48,0	43,0	3,0	42,0	20,0		
2003.11.07 11:40:00	233,5	233,2	233,3	60,0	530,0	550,0	538,0	200100,0	0,9	6,3	6,8	6,9	0,1	0,2	0,0	6,2	6,6	6,8	0,1	1,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,0	50,0	45,0	4,0	43,0	24,0		
2003.11.07 11:50:00	233,8	233,6	233,8	59,9	524,0	543,0	533,0	198900,0	0,9	6,4	7,0	7,1	0,0	0,2	0,0	6,3	6,8	7,0	0,0	1,1	0,1	0,2	0,1	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,0	54,0	47,0	1,0	45,0	25,0		
2003.11.07 12:00:00	234,7	234,3	234,4	60,0	528,0	547,0	536,0	202500,0	0,9	6,5	7,0	7,1	0,0	0,2	0,1	6,4	6,8	7,0	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	48,0	55,0	49,0	2,0	48,0	24,0		
2003.11.07 12:10:00	236,9	236,6	237,0	60,1	513,0	534,0	527,0	198000,0	0,9	5,9	6,5	6,4	0,0	0,2	0,0	5,8	6,2	6,3	0,1	1,4	0,0	0,2	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	38,0	45,0	42,0	1,0	41,0	23,0		
2003.11.07 12:20:00	235,5	235,2	235,5	60,1	515,0	528,0	521,0	195900,0	0,9	6,4	7,0	7,1	0,0	0,2	0,1	6,3	6,9	7,0	0,0	1,0	0,0	0,2	0,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,0	51,0	47,0	2,0	46,0	22,0		
2003.11.07 12:30:00	237,4	237,1	237,4	60,1	468,0	474,0	479,0	177000,0	0,9	5,9	6,6	6,5	0,1	0,1	0,0	5,8	6,4	6,4	0,0	1,1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	38,0	44,0	40,0	1,0	40,0	20,0		
2003.11.07 12:40:00	236,5	236,3	236,5	60,1	549,0	556,0	557,0	209700,0	0,9	6,4	6,9	7,0	0,1	0,2	0,1	6,4	6,9	7,0	0,0	0,5	0,1	0,2	0,0	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	41,0	46,0	41,0	4,0	45,0	13,0		
2003.11.07 12:50:00	238,7	238,6	238,7	60,1	388,0	394,0	395,0	156600,0	1,0	6,9	7,6	7,6	0,1	0,2	0,0	6,9	7,5	7,6	0,1	0,7	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,0	69,0	60,0	1,0	71,0	20,0		
2003.11.07 13:00:00	240,2	240,0	240,1	60,0	352,0	356,0	358,0	142200,0	1,0	7,2	8,2	7,9	0,1	0,5	0,1	7,0	8,1	7,8	0,2	1,4	0,1	0,3	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	63,0	76,0	68,0	2,0	74,0	33,0		
2003.11.07 13:10:00	242,2	242,0	242,2	60,0	351,0	358,0	356,0	139800,0	0,9	7,5	8,2	8,4	0,0	0,2	0,1	7,5	8,1	8,4	0,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	69,0	80,0	69,0	1,0	88,0	20,0		
2003.11.07 13:20:00	240,9	240,8	241,1	60,0	332,0	339,0	341,0	129600,0	0,9	7,2	8,2	8,5	0,0	0,2	0,1	7,2	8,1	8,5	0,1	0,8	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	71,0	83,0	69,0	2,0	91,0	15,0		
2003.11.07 13:30:00	240,2	240,1	240,1	60,0	400,0	411,0	405,0	160800,0	1,0	8,0	8,6	9,0	0,1	0,2	0,1	7,9	8,5	8,9	0,1	1,1	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,0	86,0	74,0	2,0	96,0	25,0		
2003.11.07 13:40:00	241,8	241,5	241,7	60,1	341,0	345,0	346,0	132900,0	0,9	7,7	8,4	8,6	0,0	0,2	0,1	7,6	8,3	8,6	0,0	1,2	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74,0	86,0	75,0	2,0	93,0	26,0		
2003.11.07 13:50:00	238,8	238,6	238,5	60,2	463,0	473,0	474,0	187800,0	1,0	7,0	7,7	7,7	0,0	0,2	0,1	6,9	7,6	7,7	0,0	0,9	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,0	64,0	58,0	2,0	64,0	22,0		
2003.11.07 14:00:00	235,2	234,9	235,3	60,0	512,0	517,0	526,0	195300,0	0,9	7,0	7,4	7,5	0,1	0,1	0,1	6,9	7,3	7,4	0,1	0,8	0,1	0,1	0,1	0,8	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	56,0	50,0	3,0	52,0	22,0		
2003.11.07 14:10:00	234,1	233,6	233,5	59,9	514,0	528,0	520,0	195000,0	0,9	6,8	7,3	7,3	0,1	0,0	0,0	6,7	7,2	7,2	0,1	0,9	0,0	0,2	0,1																

ANEXO D: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL Y TALLER MÁQUINAS 15 Y 18

MAXIMOS VALORES->

664,0 669,0 647,0 232800,0 8,8 9,7 9,8 0,2 0,6 0,2 8,7 9,5 9,8 0,2 1,9 0,1 0,3 0,1 2,0 0,1 1,0 0,1 0,1 0,0 0,3 0,0 108,0 128,0 112,0 7,0 147,0 35,0

FECHA Y HORA	U1N/U12	U2N/U23	U3N/U31	F	I1	I2	I3	P	PF	U1THD	U2THD	U3THD	U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	I1THD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H5	I1H7
	V AC	V AC	V AC	Hz	A AC	A AC	A AC	W	CosPhi	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC
	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:
2003.11.08 00:20:00	244,1	243,3	243,9	59,9	109,0	109,0	123,0	40200,0	0,8	5,0	5,5	5,5	0,0	0,2	0,0	4,7	5,2	5,3	0,0	1,2	0,0	0,1	0,0	1,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	28,0	30,0	26,0	1,0	27,0	8,0
2003.11.08 00:30:00	244,0	243,1	244,0	60,0	112,0	113,0	126,0	36600,0	0,7	5,0	5,7	5,5	0,0	0,1	0,1	4,7	5,4	5,2	0,0	1,2	0,0	0,2	0,0	1,5	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	30,0	32,0	28,0	2,0	27,0	9,0
2003.11.08 00:40:00	243,8	243,3	243,6	60,0	129,0	126,0	140,0	49200,0	0,9	5,0	5,3	5,5	0,1	0,3	0,1	4,7	5,0	5,2	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	1,4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	28,0	29,0	25,0	2,0	25,0	8,0
2003.11.08 00:50:00	246,3	246,1	246,6	60,0	118,0	121,0	131,0	32700,0	0,6	5,2	5,5	5,6	0,1	0,2	0,0	4,7	5,2	5,3	0,0	1,5	0,0	0,1	0,0	1,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	37,0	37,0	32,0	1,0	34,0	13,0
2003.11.08 01:00:00	247,1	246,7	247,2	60,2	107,0	106,0	120,0	38400,0	0,8	4,9	5,4	5,5	0,0	0,2	0,0	4,5	5,0	5,1	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	1,6	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	32,0	33,0	28,0	2,0	26,0	9,0
2003.11.08 01:10:00	246,7	246,3	246,7	59,9	116,0	120,0	132,0	34500,0	0,7	5,0	5,3	5,4	0,0	0,3	0,1	4,5	4,9	5,0	0,0	1,5	0,0	0,1	0,0	1,7	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	35,0	37,0	32,0	1,0	30,0	14,0
2003.11.08 01:20:00	246,7	246,3	246,8	60,0	118,0	109,0	124,0	46200,0	0,9	4,3	4,7	4,8	0,0	0,3	0,0	3,9	4,3	4,4	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	1,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	23,0	25,0	20,0	2,0	15,0	7,0
2003.11.08 01:30:00	246,4	246,0	246,6	59,9	105,0	99,0	116,0	41400,0	0,9	4,4	4,8	4,7	0,0	0,1	0,0	4,1	4,5	4,4	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	1,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	25,0	27,0	23,0	0,0	20,0	9,0
2003.11.08 01:40:00	247,5	247,1	247,6	60,0	112,0	103,0	119,0	44700,0	0,9	4,0	4,4	4,3	0,0	0,2	0,1	3,6	4,0	4,0	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	1,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	21,0	23,0	18,0	2,0	14,0	7,0
2003.11.08 01:50:00	247,4	246,7	247,3	60,1	102,0	93,0	107,0	40800,0	1,0	3,7	4,4	4,3	0,0	0,2	0,1	3,3	4,0	3,9	0,1	1,4	0,0	0,1	0,0	1,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	21,0	22,0	18,0	1,0	14,0	7,0
2003.11.08 02:00:00	246,8	246,1	246,5	60,0	110,0	104,0	117,0	38400,0	0,8	4,1	4,3	4,4	0,0	0,3	0,0	3,7	4,0	4,1	0,0	1,3	0,0	0,1	0,0	1,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	26,0	27,0	22,0	1,0	21,0	11,0
2003.11.08 02:10:00	245,9	245,1	245,5	60,0	107,0	102,0	115,0	36600,0	0,8	4,1	4,4	4,5	0,0	0,3	0,0	3,6	4,0	4,1	0,1	1,4	0,0	0,1	0,0	1,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	28,0	27,0	23,0	1,0	22,0	12,0
2003.11.08 02:20:00	247,0	246,6	247,0	60,1	106,0	103,0	119,0	39900,0	0,9	3,9	4,1	4,2	0,0	0,2	0,0	3,4	3,7	3,8	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	27,0	26,0	22,0	1,0	19,0	12,0
2003.11.08 02:30:00	246,9	246,5	247,0	60,1	109,0	105,0	124,0	42900,0	0,9	3,6	3,9	4,0	0,0	0,2	0,0	3,1	3,5	3,6	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	1,4	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	25,0	26,0	22,0	2,0	16,0	11,0
2003.11.08 02:40:00	243,7	243,2	243,3	60,0	156,0	147,0	156,0	56100,0	0,9	3,5	3,9	4,2	0,0	0,4	0,1	3,0	3,5	3,7	0,2	1,3	0,0	0,1	0,0	1,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	22,0	22,0	16,0	1,0	11,0	9,0
2003.11.08 02:50:00	243,5	242,7	242,7	59,9	156,0	145,0	154,0	54000,0	0,9	3,6	3,8	3,8	0,0	0,4	0,0	3,1	3,4	3,4	0,1	1,3	0,0	0,1	0,0	1,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	20,0	21,0	16,0	1,0	9,0	9,0
2003.11.08 03:00:00	243,4	242,7	243,5	59,8	173,0	158,0	173,0	59400,0	0,8	3,3	3,7	3,7	0,1	0,3	0,0	3,0	3,4	3,4	0,0	1,1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	19,0	21,0	18,0	2,0	18,0	7,0
2003.11.08 03:10:00	245,0	244,3	244,6	60,0	177,0	164,0	177,0	60600,0	0,8	3,5	3,7	3,9	0,0	0,4	0,0	3,0	3,3	3,4	0,1	1,3	0,0	0,1	0,0	1,3	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	21,0	21,0	15,0	1,0	9,0	9,0
2003.11.08 03:20:00	244,9	244,1	244,4	60,0	185,0	172,0	188,0	62400,0	0,8	3,2	3,6	3,6	0,1	0,2	0,0	2,8	3,2	3,2	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	1,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	17,0	17,0	13,0	4,0	4,0	5,0
2003.11.08 03:30:00	244,6	244,2	244,5	60,0	172,0	162,0	174,0	56100,0	0,8	3,0	3,4	3,3	0,1	0,2	0,0	2,5	3,0	2,9	0,0	1,2	0,0	0,1	0,0	1,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	16,0	16,0	13,0	2,0	6,0	4,0
2003.11.08 03:40:00	244,9	244,6	244,9	59,9	157,0	147,0	162,0	56400,0	0,9	3,3	3,6	3,6	0,0	0,3	0,1	2,9	3,2	3,2	0,0	1,2	0,0	0,1	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	18,0	19,0	15,0	1,0	10,0	7,0
2003.11.08 03:50:00	244,2	243,7	243,8	60,0	170,0	163,0	173,0	61500,0	0,9	3,4	3,7	3,6	0,1	0,4	0,1	3,0	3,2	3,2	0,1	1,3	0,0	0,1	0,0	1,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	18,0	19,0	15,0	0,0	12,0	6,0
2003.11.08 04:00:00	244,1	243,2	243,3	59,9	153,0	143,0	151,0	52800,0	0,8	3,2	3,7	3,6	0,0	0,2	0,0	2,9	3,3	3,2	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	1,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	16,0	17,0	13,0	1,0	7,0	5,0
2003.11.08 04:10:00	244,5	243,6	244,0	60,0	160,0	148,0	159,0	57300,0	0,9	3,3	3,6	3,7	0,1	0,4	0,1	2,8	3,2	3,2	0,0	1,3	0,0	0,1	0,0	1,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	19,0	20,0	15,0	1,0	8,0	9,0
2003.11.08 04:20:00	244,1	243,7	243,7	59,9	165,0	151,0	172,0	57600,0	0,8	3,1	3,3	3,2	0,1	0,5	0,1	2,8	3,0	3,0	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	13,0	14,0	11,0	1,0	7,0	1,0
2003.11.08 04:30:00	244,1	243,4	243,7	59,9	159,0	145,0	163,0	56100,0	0,9	3,1	3,5	3,3	0,1	0,2	0,0	2,8	3,2	3,0	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	1,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	15,0	15,0	12,0	4,0	4,0	3,0
2003.11.08 04:40:00	244,9	244,5	244,9	59,9	166,0	158,0	172,0	59700,0	0,9	2,9	3,4	3,1	0,0	0,2	0,0	2,6	3,0	2,9	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	12,0	14,0	11,0	1,0	8,0	3,0
2003.11.08 04:50:00	243,3	242,9	243,2	59,9	148,0	140,0	153,0	53400,0	0,9	3,3	3,4	3,5	0,0	0,3	0,1	2,9	2,9	3,1	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	1,2	0,1	0,2	0,1	0,0</									

ANEXO D: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL Y TALLER MÁQUINAS 15 Y 18

MAXIMOS VALORES->

664,0 669,0 647,0 232800,0 8,8 9,7 9,8 0,2 0,6 0,2 8,7 9,5 9,8 0,2 1,9 0,1 0,3 0,1 2,0 0,1 1,0 0,1 0,1 0,0 0,3 0,0 108,0 128,0 112,0 7,0 147,0 35,0

FECHA Y HORA	U1N/U12	U2N/U23	U3N/U31	F	I1	I2	I3	P	PF	U1THD	U2THD	U3THD	U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	I1THD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H5	I1H7
	V AC	V AC	V AC	Hz	A AC	A AC	A AC	W	CosPhi	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC
	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:
2003.11.08 09:40:00	234,9	234,6	235,0	60,0	502,0	504,0	510,0	177000,0	0,9	4,8	5,1	5,2	0,1	0,2	0,0	4,6	4,9	5,0	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	1,0	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	17,0	18,0	16,0	3,0	9,0	9,0
2003.11.08 09:50:00	235,0	234,8	235,3	60,0	498,0	509,0	510,0	174900,0	0,9	4,7	5,0	5,2	0,0	0,2	0,1	4,5	4,8	5,0	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	16,0	16,0	15,0	3,0	9,0	7,0
2003.11.08 10:00:00	236,1	235,9	236,1	60,0	489,0	492,0	504,0	171900,0	0,9	4,8	5,2	5,2	0,0	0,1	0,0	4,6	5,0	5,0	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	1,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	16,0	18,0	16,0	1,0	9,0	8,0
2003.11.08 10:10:00	236,5	236,2	236,7	60,1	457,0	463,0	465,0	155100,0	0,8	4,8	4,9	5,2	0,0	0,2	0,0	4,5	4,7	4,9	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	1,3	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	23,0	23,0	21,0	1,0	17,0	8,0
2003.11.08 10:20:00	234,7	234,7	235,1	60,1	551,0	552,0	538,0	187500,0	0,8	4,6	5,0	5,1	0,0	0,2	0,1	4,4	4,8	4,9	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	22,0	21,0	20,0	0,0	17,0	8,0
2003.11.08 10:30:00	235,2	234,9	235,5	60,0	457,0	462,0	469,0	150300,0	0,8	4,9	5,1	5,3	0,1	0,2	0,0	4,7	4,9	5,1	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	22,0	23,0	21,0	1,0	17,0	8,0
2003.11.08 10:40:00	235,7	235,3	235,6	59,9	563,0	571,0	570,0	182700,0	0,8	4,8	5,0	5,1	0,0	0,1	0,0	4,6	4,8	4,9	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	20,0	20,0	19,0	1,0	18,0	8,0
2003.11.08 10:50:00	235,5	235,4	235,8	59,9	511,0	521,0	520,0	176400,0	0,8	4,9	5,1	5,3	0,0	0,1	0,0	4,7	4,9	5,1	0,1	0,9	0,0	0,0	0,1	1,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	20,0	20,0	19,0	3,0	15,0	9,0
2003.11.08 11:00:00	235,4	235,1	235,5	60,0	523,0	529,0	534,0	171600,0	0,8	5,0	5,3	5,2	0,0	0,1	0,0	4,7	5,0	5,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	22,0	23,0	23,0	1,0	18,0	8,0
2003.11.08 11:10:00	236,1	235,9	236,4	60,0	456,0	453,0	452,0	138600,0	0,8	4,9	5,1	5,3	0,0	0,1	0,0	4,7	4,9	5,1	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	19,0	21,0	20,0	2,0	15,0	8,0
2003.11.08 11:20:00	235,0	234,7	235,2	60,0	518,0	521,0	524,0	168300,0	0,8	5,0	5,1	5,4	0,0	0,2	0,0	4,8	4,9	5,2	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	1,1	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	18,0	20,0	20,0	2,0	12,0	7,0
2003.11.08 11:30:00	235,0	234,6	235,1	60,0	477,0	480,0	480,0	149700,0	0,8	4,9	5,2	5,3	0,0	0,1	0,0	4,7	5,0	5,1	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	17,0	17,0	18,0	3,0	11,0	7,0
2003.11.08 11:40:00	235,5	235,3	235,8	59,9	462,0	441,0	423,0	135600,0	0,8	4,8	4,9	5,2	0,0	0,2	0,0	4,6	4,7	5,0	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	1,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	16,0	17,0	17,0	4,0	10,0	7,0
2003.11.08 11:50:00	235,2	235,0	235,5	59,9	494,0	490,0	487,0	160500,0	0,8	4,8	5,1	5,1	0,0	0,2	0,0	4,6	4,9	5,0	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	15,0	16,0	17,0	2,0	11,0	7,0
2003.11.08 12:00:00	235,4	235,1	235,6	60,0	475,0	476,0	480,0	157800,0	0,8	5,0	5,3	5,2	0,0	0,2	0,0	4,8	5,1	5,1	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	1,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	15,0	17,0	17,0	2,0	10,0	6,0
2003.11.08 12:10:00	237,5	237,2	237,7	60,1	37,0	37,1	374,0	131100,0	0,9	5,3	5,5	5,7	0,0	0,2	0,0	5,1	5,3	5,5	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	1,1	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	18,0	18,0	18,0	2,0	7,0	9,0
2003.11.08 12:20:00	237,4	237,1	237,6	59,9	309,0	309,0	318,0	112800,0	0,9	5,4	5,6	5,8	0,0	0,2	0,0	5,2	5,4	5,6	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	1,2	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	18,0	19,0	18,0	2,0	4,0	10,0
2003.11.08 12:30:00	237,9	237,4	238,0	59,9	278,0	295,0	291,0	102600,0	0,9	5,4	5,7	5,8	0,0	0,2	0,0	5,2	5,5	5,6	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	1,2	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	19,0	19,0	18,0	2,0	4,0	10,0
2003.11.08 12:40:00	237,7	237,2	238,1	59,9	331,0	345,0	345,0	126000,0	0,9	5,3	5,5	5,7	0,0	0,2	0,0	5,1	5,3	5,5	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	1,2	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	18,0	18,0	17,0	1,0	5,0	9,0
2003.11.08 12:50:00	238,2	237,8	238,6	60,0	361,0	373,0	366,0	133200,0	0,9	5,6	5,8	6,0	0,0	0,1	0,1	5,4	5,6	5,8	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	1,1	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	18,0	18,0	18,0	3,0	6,0	8,0
2003.11.08 13:00:00	239,6	239,3	239,8	60,0	310,0	314,0	324,0	123300,0	0,9	5,7	5,9	6,0	0,0	0,2	0,1	5,4	5,6	5,7	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	1,3	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	21,0	21,0	19,0	2,0	5,0	10,0
2003.11.08 13:10:00	239,1	238,8	239,2	60,0	313,0	305,0	320,0	102600,0	0,8	5,6	5,9	5,9	0,0	0,2	0,1	5,4	5,7	5,7	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	1,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	16,0	18,0	18,0	2,0	4,0	6,0
2003.11.08 13:20:00	239,7	239,4	239,8	60,0	409,0	409,0	421,0	141900,0	0,8	5,3	5,6	5,7	0,0	0,2	0,0	5,1	5,4	5,5	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	19,0	20,0	18,0	2,0	8,0	7,0
2003.11.08 13:30:00	240,7	240,3	240,7	60,1	363,0	35,9	371,0	121200,0	0,8	5,4	5,6	5,8	0,1	0,1	0,0	5,2	5,4	5,6	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	1,2	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	20,0	21,0	19,0	1,0	9,0	6,0
2003.11.08 13:40:00	240,1	239,7	240,2	60,1	438,0	439,0	448,0	155900,0	0,8	5,3	5,6	5,6	0,0	0,1	0,1	5,1	5,4	5,4	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	18,0	19,0	18,0	1,0	9,0	6,0
2003.11.08 13:50:00	240,4	240,0	240,4	59,9	335,0	336,0	342,0	115200,0	0,8	5,4	5,7	5,7	0,1	0,1	0,0	5,2	5,5	5,5	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	21,0	21,0	19,0	2,0	11,0	7,0
2003.11.08 14:00:00	239,4	238,8	239,5	60,0	411,0	425,0	425,0	125400,0	0,7	5,2	5,5	5,6	0,1	0,1	0,0	5,0	5,3	5,4	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	1,2	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	19,0	19,0	18,0	3,0	10,0	7,0
2003.11.08 14:10:00	238,7	238,3	238,8	60,0	446,0	446,0	441,0	132000,0	0,7	5,3	5,5	5,6	0,1	0,2	0,1	5,1	5,3	5,4	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0</												

ANEXO D: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL Y TALLER MÁQUINAS 15 Y 18

MAXIMOS VALORES->

664,0 669,0 647,0 232800,0 8,8 9,7 9,8 0,2 0,6 0,2 8,7 9,5 9,8 0,2 1,9 0,1 0,3 0,1 2,0 0,1 1,0 0,1 0,1 0,0 0,3 0,0 108,0 128,0 112,0 7,0 147,0 35,0

FECHA Y HORA	U1N/U12	U2N/U23	U3N/U31	F	I1	I2	I3	P	PF	U1THD	U2THD	U3THD	U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	I1THD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H5	I1H7
	V AC	V AC	V AC	Hz	A AC	A AC	A AC	W	CosPhi	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	A AC	
	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.	Avr.
2003.11.09 09:00:00	244,3	244,1	244,8	60,1	142,0	154,0	158,0	16800,0	0,3	6,1	6,5	6,8	0,1	0,3	0,0	5,7	6,2	6,5	0,1	1,5	0,0	0,1	0,0	1,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	42,0	43,0	36,0	1,0	45,0	11,0
2003.11.09 09:10:00	244,3	244,1	244,8	60,1	132,0	143,0	148,0	17400,0	0,3	6,0	6,4	6,7	0,0	0,2	0,0	5,6	6,1	6,4	0,0	1,5	0,0	0,1	0,0	1,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	41,0	42,0	35,0	1,0	43,0	11,0
2003.11.09 09:20:00	244,5	244,4	245,2	60,0	132,0	143,0	148,0	18000,0	0,3	6,3	6,8	7,0	0,0	0,3	0,1	5,9	6,5	6,7	0,1	1,4	0,0	0,1	0,0	1,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	42,0	43,0	36,0	1,0	44,0	10,0
2003.11.09 09:30:00	244,0	243,9	244,7	59,9	132,0	143,0	148,0	17400,0	0,3	6,4	6,9	7,1	0,1	0,2	0,1	6,0	6,6	6,9	0,0	1,3	0,0	0,1	0,0	1,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	43,0	44,0	37,0	1,0	46,0	10,0
2003.11.09 09:40:00	243,8	243,6	244,5	60,1	133,0	144,0	149,0	17400,0	0,3	6,4	6,9	7,1	0,1	0,3	0,1	6,0	6,6	6,8	0,0	1,5	0,0	0,1	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	43,0	45,0	37,0	1,0	45,0	10,0
2003.11.09 09:50:00	245,9	245,8	246,5	60,0	131,0	144,0	148,0	17700,0	0,3	6,3	6,9	7,0	0,0	0,2	0,0	6,0	6,7	6,8	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	1,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	39,0	43,0	36,0	1,0	46,0	10,0
2003.11.09 10:00:00	245,1	244,8	245,5	59,9	129,0	143,0	146,0	18000,0	0,3	6,0	6,6	6,5	0,1	0,2	0,0	5,7	6,3	6,3	0,1	1,6	0,0	0,1	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	38,0	41,0	35,0	1,0	42,0	11,0
2003.11.09 10:10:00	246,4	246,4	247,1	60,0	129,0	143,0	147,0	18000,0	0,3	6,0	6,7	6,8	0,0	0,3	0,0	5,7	6,4	6,6	0,0	1,6	0,0	0,1	0,0	1,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	37,0	42,0	36,0	0,0	44,0	11,0
2003.11.09 10:20:00	244,4	244,2	245,4	60,0	143,0	155,0	159,0	16800,0	0,3	6,9	7,4	7,5	0,1	0,3	0,0	6,6	7,1	7,3	0,0	1,6	0,0	0,1	0,0	1,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	43,0	46,0	40,0	0,0	50,0	11,0
2003.11.09 10:30:00	244,8	244,6	245,5	60,0	143,0	155,0	159,0	17100,0	0,3	6,7	7,3	7,4	0,0	0,3	0,0	6,4	7,0	7,2	0,0	1,6	0,0	0,1	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	43,0	46,0	40,0	0,0	49,0	11,0
2003.11.09 10:40:00	244,3	244,0	245,1	60,0	144,0	156,0	160,0	16800,0	0,3	7,1	7,6	7,8	0,0	0,3	0,0	6,7	7,4	7,6	0,0	1,5	0,0	0,1	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	46,0	49,0	41,0	0,0	52,0	10,0
2003.11.09 10:50:00	245,0	244,8	245,9	60,0	145,0	156,0	161,0	17100,0	0,3	7,2	7,7	7,9	0,0	0,3	0,0	6,9	7,5	7,7	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	1,8	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	47,0	49,0	42,0	0,0	53,0	10,0
2003.11.09 11:00:00	244,6	244,5	245,5	60,0	146,0	156,0	161,0	17100,0	0,3	7,2	7,6	7,8	0,0	0,2	0,0	6,8	7,3	7,5	0,0	1,5	0,0	0,1	0,0	1,9	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	48,0	49,0	42,0	1,0	52,0	10,0
2003.11.09 11:10:00	244,4	244,2	245,2	60,1	144,0	156,0	160,0	16800,0	0,3	7,1	7,5	7,7	0,0	0,3	0,0	6,8	7,2	7,5	0,1	1,4	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	46,0	47,0	41,0	1,0	52,0	10,0
2003.11.09 11:20:00	244,8	244,5	245,6	59,9	143,0	155,0	159,0	17100,0	0,3	7,0	7,4	7,6	0,0	0,3	0,0	6,7	7,2	7,4	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	45,0	47,0	40,0	0,0	51,0	10,0
2003.11.09 11:30:00	245,1	244,9	245,9	60,0	143,0	155,0	159,0	17100,0	0,3	7,0	7,3	7,6	0,1	0,3	0,0	6,7	7,1	7,4	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	43,0	46,0	40,0	0,0	51,0	9,0
2003.11.09 11:40:00	245,4	245,0	246,1	59,9	142,0	154,0	156,0	16500,0	0,3	6,6	7,1	7,2	0,1	0,2	0,0	6,3	6,8	7,0	0,1	1,5	0,0	0,1	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	41,0	44,0	38,0	0,0	49,0	11,0
2003.11.09 11:50:00	245,4	245,0	246,2	60,1	131,0	143,0	147,0	17100,0	0,3	6,7	7,1	7,3	0,0	0,2	0,1	6,4	6,8	7,1	0,1	1,6	0,0	0,1	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	40,0	43,0	38,0	2,0	47,0	10,0
2003.11.09 12:00:00	245,1	244,7	245,9	59,9	131,0	143,0	146,0	17100,0	0,3	6,8	7,3	7,4	0,0	0,2	0,1	6,6	7,1	7,2	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	41,0	44,0	38,0	1,0	48,0	9,0
2003.11.09 12:10:00	245,0	244,6	245,8	59,9	124,0	135,0	140,0	18000,0	0,3	6,8	7,2	7,4	0,0	0,3	0,0	6,5	7,0	7,2	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	40,0	43,0	37,0	2,0	46,0	9,0
2003.11.09 12:20:00	245,6	245,3	246,4	60,0	131,0	143,0	146,0	17100,0	0,3	6,7	7,2	7,4	0,0	0,3	0,0	6,4	6,9	7,2	0,0	1,6	0,0	0,1	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	41,0	44,0	38,0	1,0	48,0	10,0
2003.11.09 12:30:00	246,1	245,7	246,9	60,0	131,0	143,0	146,0	17400,0	0,3	6,6	7,1	7,2	0,1	0,2	0,1	6,3	6,8	7,0	0,0	1,6	0,0	0,1	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	40,0	43,0	38,0	1,0	47,0	11,0
2003.11.09 12:40:00	246,0	245,4	246,7	60,0	132,0	143,0	147,0	17400,0	0,3	6,9	7,3	7,4	0,1	0,3	0,1	6,6	7,0	7,2	0,1	1,4	0,0	0,1	0,0	1,5	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	42,0	45,0	38,0	1,0	48,0	10,0
2003.11.09 12:50:00	245,5	245,0	246,1	59,9	132,0	143,0	147,0	17400,0	0,3	6,8	7,3	7,4	0,0	0,3	0,0	6,5	7,0	7,2	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	42,0	45,0	39,0	1,0	48,0	10,0
2003.11.09 13:00:00	245,4	245,2	246,3	59,9	133,0	144,0	148,0	17700,0	0,3	6,9	7,4	7,6	0,0	0,2	0,0	6,6	7,1	7,4	0,1	1,5	0,0	0,1	0,0	1,7	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	44,0	46,0	39,0	1,0	49,0	10,0
2003.11.09 13:10:00	246,2	246,0	247,0	60,1	133,0	144,0	148,0	17100,0	0,3	7,0	7,4	7,6	0,0	0,3	0,0	6,6	7,1	7,4	0,0	1,6	0,0	0,1	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	44,0	46,0	39,0	1,0	49,0	10,0
2003.11.09 13:20:00	246,1	245,6	246,8	60,0	122,0	129,0	132,0	16800,0	0,3	7,0	7,4	7,6	0,0	0,3	0,0	6,7	7,1	7,4	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	40,0	43,0	37,0	1,0	46,0	11,0
2003.11.09 13:30:00	246,4	245,8	247,1	60,1	123,0	130,0	132,0	17100,0	0,3	6,8	7,3	7,4	0,0	0,3	0,1	6,5	7,0	7,2	0,0	1,6	0,0	0,1	0,0	1,5													

ANEXO D: MEDICIONES EN EL TABLERO GENERAL Y TALLER MÁQUINAS 15 Y 18

MAXIMOS VALORES->

664,0 669,0 647,0 232800,0 8,8 9,7 9,8 0,2 0,6 0,2 8,7 9,5 9,8 0,2 1,9 0,1 0,3 0,1 2,0 0,1 1,0 0,1 0,1 0,0 0,3 0,0 108,0 128,0 112,0 7,0 147,0 35,0

FECHA Y HORA	U1N/U12	U2N/U23	U3N/U31	F	I1	I2	I3	P	PF	U1THD	U2THD	U3THD	U1H2	U1H3	U1H4	U1H5	U2H5	U3H5	U1H6	U1H7	U1H8	U1H9	U1H10	U1H11	U1H12	U1H13	U1H14	U1H15	U1H16	U1H17	U1H18	ITHD	I2THD	I3THD	I1H3	I1H5	I1H7
	V AC	V AC	V AC	Hz	A AC	A AC	A AC	W	CosPhi	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:
	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	
2003.11.10 00:30:00	240,6	240,1	240,5	59,8	301,0	301,0	304,0	114900,0	0,9	4,4	4,5	5,0	0,0	0,3	0,1	4,2	4,4	4,9	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	15,0	16,0	13,0	2,0	9,0	7,0
2003.11.10 00:40:00	242,0	241,4	241,7	60,1	319,0	315,0	319,0	121500,0	0,9	4,2	4,6	4,7	0,0	0,2	0,0	4,0	4,4	4,6	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	16,0	15,0	13,0	3,0	7,0	6,0
2003.11.10 00:50:00	240,7	240,3	240,7	60,0	404,0	402,0	405,0	145200,0	0,9	4,2	4,4	4,7	0,0	0,4	0,0	4,0	4,2	4,6	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	13,0	13,0	10,0	3,0	6,0	6,0
2003.11.10 01:00:00	242,6	242,0	242,5	60,1	379,0	374,0	376,0	131700,0	0,8	3,7	4,1	4,2	0,1	0,3	0,0	3,5	3,9	4,1	0,1	1,0	0,0	0,1	0,0	0,7	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	11,0	12,0	10,0	4,0	7,0	2,0
2003.11.10 01:10:00	241,2	240,8	241,3	60,0	446,0	448,0	448,0	163500,0	0,9	3,5	3,8	3,8	0,0	0,3	0,0	3,3	3,6	3,7	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	11,0	12,0	11,0	2,0	3,0	6,0
2003.11.10 01:20:00	242,0	241,6	242,2	60,0	367,0	362,0	368,0	129600,0	0,9	3,6	3,9	3,9	0,0	0,2	0,0	3,4	3,7	3,8	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	12,0	12,0	11,0	3,0	2,0	6,0
2003.11.10 01:30:00	241,9	241,2	241,5	60,1	378,0	372,0	370,0	130200,0	0,8	3,5	3,7	3,9	0,0	0,4	0,0	3,2	3,5	3,7	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	14,0	15,0	12,0	4,0	3,0	7,0
2003.11.10 01:40:00	240,9	240,4	240,9	59,9	444,0	443,0	445,0	158700,0	0,9	3,2	3,5	3,6	0,1	0,2	0,0	2,9	3,2	3,4	0,1	1,1	0,0	0,2	0,0	1,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	15,0	16,0	14,0	3,0	8,0	7,0
2003.11.10 01:50:00	241,2	240,7	241,3	60,0	453,0	453,0	458,0	165300,0	0,9	3,2	3,4	3,5	0,0	0,2	0,0	2,9	3,2	3,3	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	13,0	14,0	13,0	3,0	6,0	8,0
2003.11.10 02:00:00	241,2	240,7	241,3	60,0	470,0	469,0	472,0	169800,0	0,9	3,1	3,5	3,5	0,1	0,2	0,0	2,8	3,2	3,3	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	15,0	16,0	14,0	3,0	6,0	8,0
2003.11.10 02:10:00	241,0	240,1	240,4	59,9	375,0	371,0	368,0	129900,0	0,8	3,3	3,7	3,9	0,1	0,3	0,0	3,0	3,4	3,7	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	14,0	14,0	12,0	3,0	2,0	10,0
2003.11.10 02:20:00	243,0	242,4	243,0	60,0	397,0	400,0	403,0	152400,0	0,9	3,3	3,5	3,6	0,0	0,2	0,1	2,9	3,2	3,4	0,1	1,3	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	12,0	14,0	12,0	3,0	4,0	7,0
2003.11.10 02:30:00	242,4	241,8	242,4	60,0	394,0	393,0	393,0	133200,0	0,8	3,0	3,3	3,3	0,1	0,2	0,0	2,7	3,0	3,1	0,0	1,2	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	13,0	14,0	12,0	3,0	6,0	6,0
2003.11.10 02:40:00	242,4	241,8	242,3	59,8	439,0	438,0	446,0	159900,0	0,9	2,8	3,3	3,1	0,1	0,3	0,1	2,5	3,0	3,0	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	10,0	11,0	11,0	1,0	2,0	8,0
2003.11.10 02:50:00	242,7	242,3	242,8	60,0	419,0	423,0	425,0	149700,0	0,8	2,9	3,2	3,2	0,1	0,2	0,0	2,5	2,9	3,0	0,1	1,2	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	12,0	12,0	11,0	2,0	1,0	8,0
2003.11.10 03:00:00	242,0	241,6	242,1	59,9	397,0	394,0	397,0	135900,0	0,8	3,1	3,4	3,4	0,1	0,2	0,0	2,7	3,1	3,1	0,0	1,3	0,0	0,1	0,0	1,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	15,0	14,0	12,0	3,0	1,0	8,0
2003.11.10 03:10:00	242,6	242,1	242,7	60,0	414,0	409,0	414,0	138900,0	0,8	3,1	3,3	3,4	0,1	0,3	0,0	2,7	3,0	3,2	0,0	1,2	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	14,0	14,0	12,0	3,0	1,0	9,0
2003.11.10 03:20:00	240,6	240,1	240,7	59,9	360,0	359,0	362,0	125400,0	0,8	2,9	3,2	3,2	0,0	0,2	0,0	2,6	2,9	3,0	0,0	1,2	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	13,0	13,0	11,0	1,0	2,0	8,0
2003.11.10 03:30:00	241,5	240,9	241,5	60,1	463,0	462,0	468,0	165300,0	0,9	3,0	3,3	3,2	0,1	0,2	0,0	2,7	3,0	3,1	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	12,0	12,0	10,0	2,0	3,0	8,0
2003.11.10 03:40:00	240,5	239,9	240,6	60,0	461,0	460,0	465,0	165000,0	0,9	2,6	2,8	2,9	0,0	0,2	0,0	2,3	2,6	2,8	0,1	1,0	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	9,0	11,0	9,0	3,0	0,0	8,0
2003.11.10 03:50:00	240,6	240,1	240,7	60,0	390,0	386,0	392,0	133500,0	0,8	2,6	2,7	2,8	0,0	0,2	0,0	2,3	2,5	2,7	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	9,0	10,0	10,0	2,0	0,0	7,0
2003.11.10 04:00:00	240,7	240,1	240,7	60,0	444,0	445,0	449,0	161400,0	0,9	2,7	3,2	3,0	0,1	0,3	0,0	2,4	2,8	2,8	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	13,0	13,0	11,0	2,0	1,0	9,0
2003.11.10 04:10:00	240,4	240,0	240,5	60,0	452,0	453,0	458,0	161700,0	0,9	2,8	3,1	3,2	0,1	0,2	0,0	2,5	2,8	3,0	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	12,0	12,0	11,0	1,0	2,0	9,0
2003.11.10 04:20:00	240,8	240,4	240,9	60,1	456,0	456,0	462,0	162900,0	0,9	2,6	3,0	3,0	0,0	0,2	0,1	2,3	2,7	2,8	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	11,0	11,0	10,0	2,0	1,0	8,0
2003.11.10 04:30:00	240,4	239,9	240,6	59,9	370,0	368,0	368,0	128400,0	0,8	2,8	3,0	3,0	0,0	0,2	0,0	2,5	2,8	2,9	0,0	1,1	0,0	0,1	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	11,0	12,0	11,0	1,0	3,0	8,0
2003.11.10 04:40:00	239,0	238,6	239,3	60,0	444,0	446,0	447,0	160500,0	0,9	2,6	2,9	2,9	0,1	0,1	0,1	2,4	2,6	2,8	0,1	1,0	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	9,0	11,0	10,0	2,0	2,0	8,0
2003.11.10 04:50:00	239,0	238,6	239,2	60,1	480,0	480,0	487,0	171600,0	0,9	2,7	3,1	3,0	0,0	0,2	0,0	2,4	2,8	2,9	0,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	10,0	11,0	11,0	2,0	1,0	9,0
2003.11.10 05:00:00	238,9	238,5	239,2	60,0	378,0	374,0	380,0	126900,0	0,8	2,5	2,9	2,8	0,0	0,2	0,1	2,3	2,6	2,7	0,1	1,0	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	9,0	11,0	9,0	2,0	2,0	

BIBLIOGRAFÍA

1. CIGRE 36.5/ CIRED 2, "Review of Methods for Measure and Evaluation of the Harmonic Emission Level From an Individual Distorting Load" - Julio 1998.
2. Comisin of Internation Electric Regional CIER, "Methods for get the directionality of the Harmonics" – Aldo Camargo.
3. DS N° 020-97 MEM "Norma Técnica de Calidad de Servicio Eléctrico NTCSE"
4. Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE 519-192.
5. Tomas Palma García, " Calidad de la Energía Eléctrica; Curso de Titulación" – UNI FIEE 2009.
6. David Vilca , "Calidad de la Energía Eléctrica" – TECSUP 2010
7. Tesis, "Factores que Afectan la Calidad de la Energía y su Solución." - [www.http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/429/1/FINALsauciedomtz.pdf](http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/429/1/FINALsauciedomtz.pdf) .