

11126
65



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILÁN**

**SEMINARIO: DISEÑO, OPERACIÓN Y PROTECCIÓN DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES**

**"COMPORTAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA
EN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA INDUSTRIAL"**

T R A B A J O D E S E M I N A R I O

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A :
JOSÉ ADRIÁN OSNAYA MERCADO**

ASESOR: ING. BENJAMÍN CONTRERAS SANTACRUZ

CUAUTILÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO

2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
FEDERACION NACIONAL
DE ESTADOS LIBRES
Y SOBERANOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Diseño, operación y protección de instalaciones eléctricas
industriales. Comportamiento del factor de potencia en una
instalación eléctrica industrial.

que presenta el pasante: José Adrián Osnaya Mercado
con número de cuenta: 090 3135-6 para obtener el título de :
Ingeniero Mecánico Electricista.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO.BUENO.

A T E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx a 20 de Agosto de 2003

MODULO

PROFESOR

FIRMA

<u>I</u>	<u>M. en I. Benjamin Contreras Santacruz</u>	
<u>II</u>	<u>M. en C. Ricardo Joaquín Ramírez Verdeja</u>	
<u>IV</u>	<u>InR. José Gustavo Orozco Hernández</u>	

B

CON PROFUNDO AGRADECIMIENTO Y CARIÑO A:

A DIOS.

A MIS PADRES.

Ana Maria Mercado Sandoval.
Roberto Osnaya Mejia.

A quienes les debo no solo la vida, sino lo que soy.

A MIS HERMANOS.

Roberto.
Julio.
Héctor
Silvia
Alejandro.
Verónica.

Quienes influyeron en mi formación y seguirán influyendo en mi vida.

A MI COMPAÑERA.

Sara

De no ser por que siempre estuvo en mi pensamiento este trabajo no se hubiera concretado.

**A AGRADEZCO DE MANERA ESPECIAL POR MI REALIZACIÓN DE
ESTE TRABAJO A:**

**A MIS MAESTROS POR LA FORMACIÓN ACADÉMICA OBTENIDA.
A MI ASESOR DE TESIS:**

Ing. Benjamín Contreras Santacruz.

GRACIAS.

ÍNDICE.

	Pag.
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO 1. COMPENSACIÓN DE CORRIENTES REACTIVAS.	
1.1 Corrientes activas.	6
1.2 Corrientes reactivas.	8
1.3 Potencias.	13
1.4 Corrección del factor de potencia con capacitores.	16
 CAPÍTULO 2. MÉTODOS DE COMPENSACIÓN Y VENTAJAS DEL USO DE CAPACITORES.	
2.1 Motores síncronos	19
2.1.1 Aplicaciones de los motores síncronos.	21
2.1.2 Funcionamiento del motor síncrono.	22
2.2 Condensadores síncronos.	29
2.3 Capacitores de Potencia	31
2.3.1 Capacitores de baja potencia.	31
2.3.1.1. Conexión de capacitores de baja potencia.	31
2.3.2 Capacitores de alta potencia.	32
2.3.2.1 Conexión de capacitores de alta potencia.	32
2.3.2.2 Instalación de capacitores de alta potencia.	33
 CAPÍTULO 3. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA EN UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL.	

3.1	A través del consumo global de energía.	36
3.2	Con un indicador de Factor de Potencia	36
3.3	Con un registrador de potencia activa y uno de potencia reactiva	37
3.4	Con un wátmetro, un voltímetro y un amperímetro.	38
3.5	Con dos Wátmetros.	39

CAPÍTULO 4. CÁLCULO DE LA POTENCIA REACTIVA REQUERIDA EN CAPACITORES PARA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

4.1	Corrección del Factor de Potencia. Medio.	41
4.2	Corrección del factor de potencia a plena carga.	42
4.3	Corrección del factor de potencia con banco de capacitores desconectable.	43

CAPÍTULO 5. CONSIDERACIONES IMPORTANTES AL INSTALAR UN BANCO DE CAPACITORES.

5.1	Ventilación.	50
5.2	Frecuencia y voltaje de operación.	50
5.3	Corriente nominal de operación.	52
5.4	Perturbaciones producidas por corriente armónicas.	53
	5.4.1. Caso práctico de la aplicación de las normas IEEE -519	57
	5.4.2. Normas recomendables.	62
5.5	Condiciones anormales de operación.	64
5.6	Pruebas de campo.	64
5.7	Mantenimiento.	65

3

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS ECONÓMICO.

6.1	Bonificación y multas.	68
6.1.1.	Bonificación.	69
6.1.2.	Multas por bajo F.P.	69
6.2	Beneficios al corregir el F.P.	70
6.2.1	Liberación de potencia del transformador.	70
6.2.2	Reducción de corrientes en alimentadores.	70
6.2.3	Reducción de pérdidas en alimentadores.	71
6.2.4	Disminución de la caída de tensión.	72
6.2.5	Evitar pago de multas.	72
6.2.6	Amortización.	73
6.3	Opciones para la corrección del factor de potencia.	74
6.4	Estudio real para la corrección del factor de potencia en el repeticidor. santa cruz teléfonos de México.	75
	Conclusiones.	121
	Bibliografía.	122
	Paquetes de apoyo.	124
	Folleto de consulta.	124

INTRODUCCIÓN

A medida que la carga moderna prolifera en una instalación, el factor de potencia y la inducción mutua, así como las armónicas se convierten rápidamente en una preocupación general tanto para compañías grandes como para compañías chicas, ya que en la mayoría de los casos las fábricas se ven obligadas a pagar multas fuertes debido al bajo factor de potencia de las cargas armónicas, y como consecuencia inevitable pegando fuertemente en la economía de las empresas.

Este documento trata de describir como el corregir el Factor de Potencia es el mecanismo más fácil para lograr beneficios inmediatos que se ven directamente reflejados en el costo de la energía eléctrica.

La mayoría de los equipos eléctricos requieren de corriente de magnetización para su funcionamiento y las cargas inductivas como motores, transformadores, balastos y soldadoras son equipos que tienen gran necesidad de energía reactiva para su correcto funcionamiento.

Al observar el recibo de la luz se encuentra que existe una medición de Kilowatt/hora (KWH) así como (KVAR). La primera es la energía que hace el trabajo, (la energía activa), y la segunda es la de magnetización, (la reactiva).

Por lo tanto se observara que al conocer a tiempo el nivel del factor de potencia de una instalación nos permite determinar las acciones preventivas para evitar problemas futuros en los equipos instalados.

Posteriormente se hará un análisis de los factores que influyen la corrección del factor de potencia. Veremos, de que manera influyen las cargas y equipos en el momento de su operación y la eficiencia de estos con un bajo factor de potencia por que desde el punto de vista eléctrico no todas las cargas operan igual en

presencia en el consumo de corriente, potencia activa, potencia reactiva, y sus diferentes formas de manifestación l momento de alimentarlas con corrientes alternas o directas. La Resistencia, el Inductor y el Capacitor se comportan de diferente manera con la presencia de estas energías, además que en el consumo y generación de energía reactiva afecta o beneficia nuestra instalación industrial.

Finalmente se hará un breve y pequeño comentario (pero sustancioso), y que es de suma importancia su investigación en México, sobre los efectos de las armónicas que son usualmente importantes para las fábricas e industrias enormes tal como las fundidoras de metales, etc. Ya que las Instalaciones comerciales normales permanecen relativamente simples usando luces, motores y elementos de calentamiento como carga principal.

Y como en las casi últimas dos décadas se suscitó en gran escala la explosión en el uso de equipo electrónico, y las políticas gubernamentales obligatorias en conservación de energía han cambiado la composición de cargas eléctricas en instalaciones comerciales normales donde las máquinas de escribir han sido reemplazadas por computadoras, hay una existencia más pronunciada de balastos electrónicos, controles de intensidad de luz y controladores de velocidad variable, han reemplazado rápidamente los simples motores de inducción.

Por lo tanto este continuo desarrollo de la tecnología ha permitido que la electrónica de potencia sea ampllamente utilizada en las áreas de control y comunicaciones en el ámbito industrial. Dicha tecnología basa su funcionamiento en dispositivos semiconductores, los cuales al momento de realizar la conmutación en la conducción de corriente generan distorsiones a las formas de onda de voltaje y de corriente causando problemas operativos y en algunos casos daños irreversibles a: equipos de control, sistemas de comunicación, tarjetas electrónicas y en general cualquier otro equipo o dispositivo que sea susceptible a las variaciones de voltaje.

Este último análisis se considera importante por que en la instalación de capacitores se debe observar que la frecuencia del capacitor no entre en resonancia con alguna de estas ondas distorsionadas, por que en dado caso de que sea así se provoca una resonancia entre la frecuencia del capacitor y la frecuencia de la onda distorsionada provocando con esto una corriente excesiva en nuestros conductores y quizás la destrucción de los propios capacitores así como el desgaste de los alimentadores o inclusive un problema mayor.

CAPÍTULO I. COMPENSACIÓN DE CORRIENTES REACTIVAS.

1.1 CORRIENTES ACTIVAS.

Las corrientes activas circulan por cargas resistivas, y estas se encuentran en fase con el voltaje de alimentación, produciendo energía eléctrica que al consumirla las cargas resistivas la transforman en trabajo mecánico, en calor o en cualquier otra forma de energía. La siguiente figura nos muestra la corriente activa que nos produciría una onda de voltaje puro a través de una carga resistiva Fig. 1.1

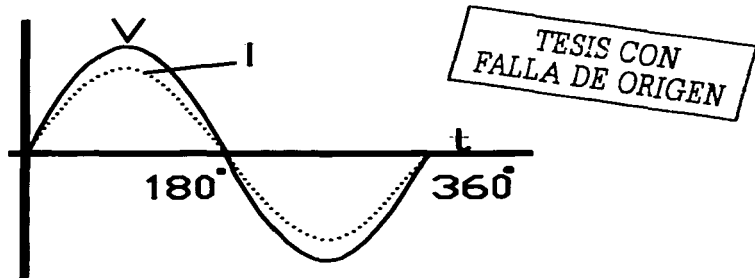


Fig. 1.1.- IR es la corriente activa.

Una carga resistiva es un tipo de carga lineal y la definimos como el cociente de la diferencia de potencial entre los extremos de un conductor dividida por la intensidad de la corriente que circula por el mismo.

La fórmula siguiente nos explica mejor lo anterior visto.

$$R = V / I$$

donde los siguientes elementos son:

R = Es la resistencia que presenta el conductor al paso de la corriente.

V = Es el voltaje aplicado a la resistencia para obtener un flujo de corriente.

I = Es la corriente generada en el conductor.

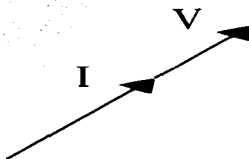
Vista esta fórmula podemos entender, también a la resistencia, como la obstrucción que opone un conductor al paso de la corriente eléctrica. Claro que esta afirmación es de acuerdo a las características de cada material, además de que el material sea conductor o semiconductor.

Un horno eléctrico resistivo, un radiador, una lámpara incandescente de luz, etc, son todas ellas cargas resistivas.

Tales cargas son referidas como si tuvieran una cierta resistencia. Una resistencia es designada con el símbolo R y se expresa en unidades de ohm (Ω).

En un circuito puramente resistivo, la corriente está en fase con el voltaje y es una función inmediata del voltaje. Por lo tanto, si el voltaje y la corriente están en fase, tenemos :

$$I = V / R$$



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 1.2. I en la resistencia.

La figura 1.2 nos muestra al voltaje y la corriente que están entrando al mismo tiempo en la resistencia creando pérdidas por efecto Joule en el conductor que son pérdidas de calor expresadas en Watts y creando una utilidad a este efecto causado por el voltaje y la corriente en un conductor.

➤ Por lo tanto dentro de las cargas Resistivas tenemos:

- Hornos eléctricos
- Calefactores
- Planchas
- Lámparas incandescentes.
- Etc.

Por lo tanto todo aquel dispositivo conductor que se oponga al paso de la corriente y cree pérdidas por efecto Joule es una carga resistiva.

1.2 CORRIENTES REACTIVAS.

Para tener corrientes reactivas dentro de un circuito o instalación eléctrica, se necesitan tener cargas reactivas, estas almacenarán la energía eléctrica en forma de campo eléctrico o magnético durante un corto tiempo o periodo, y se devolverá a la red en un tiempo idéntico al que tardó en almacenarse repitiéndose periódicamente. Por lo tanto estas corrientes reciben el nombre de corrientes reactivas, la figura 1.2 nos muestra una corriente reactiva inductiva atrasada 90° con respecto al voltaje aplicado.

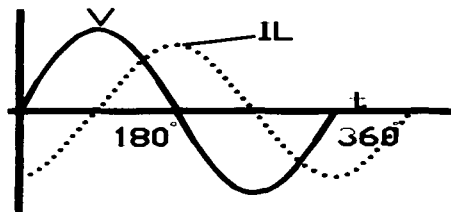


Fig. 1.3.- I_L es la corriente reactiva inductiva.

Donde:

$$v_L = L \frac{di(t)}{dt}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El voltaje a través de un inductor es directamente proporcional a la velocidad de cambio de la corriente a través de la bobina. En consecuencia, entre más alta es la frecuencia, mayor será la velocidad del cambio de la corriente a través de la bobina y mayor la magnitud del voltaje.

$$i(t) = 1/L \int v(t) dt$$

Las cargas inductivas son fuentes de corrientes reactivas y son denotadas en los textos con la letra L que significa inductancia, y expresadas en unidades de Henrys (Hy), y gráficamente la inductancia (choque o bobina) se representa como en la figura 1.4:



Fig. 1.4.- Inductancia

En un circuito puramente inductivo la corriente presenta un desfase con el voltaje de 90 grados.

Esto quiere decir que mientras la onda de voltaje entra primero la corriente le sigue después dentro de 90 grados, como se observa en nuestra siguiente gráfica de Formas de Onda en una Inductancia. Fig. 1.5



Fig. 1.5.- Corriente en la inductancia

Al momento en que la corriente circula por una Bobina o Inductor se crea un Campo Magnético el cual emplea energía para ser creado entonces este campo es eliminado y la energía restablecida. Idealmente, sin pérdidas, o sea la potencia activa es nula.

Esto quiere decir que no existe un consumo de energía a pesar de que la corriente a fluido, lo único que sucede es que la inductancia consume potencia reactiva, usualmente expresada en Volts-Ampers.

Claro que en la práctica real no existe un circuito inductivo "puro": Los alambres conductores de la bobina tienen una cierta resistencia y hay pérdidas en el circuito

magnético, sin embargo, puede decirse que la inductancia consume una "pequeña cantidad" de energía activa despreciable.

➤ Teniendo dentro de las cargas inductivas a:

- Transformadores
- Motores de inducción
- Alumbrado fluorescente (balastros electromagnéticos).
- Máquinas soldadoras
- Equipos de aire acondicionado
- Reguladores
- Etc.

El capacitor es el tercer tipo de carga en un circuito, que junto con la inductancia y resistencia son los tres elementos encontrados con mayor frecuencia en una instalación industrial, siendo este un dispositivo de almacenamiento de energía y también se le considera como una fuente de corriente reactiva capacitiva. La capacitancia es la capacidad que tiene un capacitor de almacenar energía y es designada por la letra C y expresada en unidades de Farads (F).

La fórmula para almacenar energía en un capacitor esta dada por:

$$C = \frac{K \cdot \epsilon_0 \cdot (8.854 \times 10^{-12}) \cdot A}{D}$$

Donde:

C = Capacitancia (F).

A = Superficie (m²).

K = cte. Dieléctrica.

D = distancia entre placas.

En un circuito capacitivo la corriente se adelanta al voltaje en 90 grados Fig. 1.6

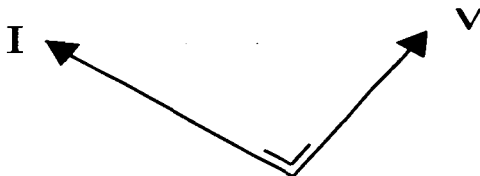


Fig. 1.6.- Corriente en el capacitor.

En un circuito puramente capacitivo, no existe consumo de energía aún si hay una corriente circulando.

No obstante, el capacitor genera potencia reactiva expresada en Volts-Ampers Reactivos.

Del valor de la capacitancia podemos calcular la potencia reactiva

$$Q = 2\pi F C V^2$$

Donde:

- Q = Carga Eléctrica Almacenada.
- F = Frecuencia a la cual opera el dispositivo.
- C = Capacitancia (en faradios).
- V = Tensión de operación.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

la figura 1.7 indica una corriente reactiva capacitiva defasada y adelantada 90°.

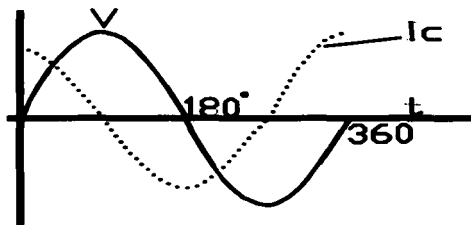


Fig. 1.7.- I_c es la corriente reactiva capacitiva.

Donde:

$$i(t) = C \frac{dv(t)}{dt}$$

la cual quiere decir que si el voltaje a través de un capacitor deja de cambiar con el tiempo, la corriente i asociada con el capacitor es cero. O dicho de otra manera, entre más rápido es el cambio en el voltaje a través del capacitor, mayor es la corriente resultante.

$$V_c(t) = 1/C \int i(t) dt$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.3 RELACIÓN ENTRE POTENCIAS.

El propósito principal de un circuito eléctrico es el de suministrar una potencia para desarrollar un trabajo. En circuitos energizados con C.D. la potencia proporcionada a una carga es igual al producto del voltaje entre las terminales de la carga por la corriente que circula por el mismo ($V \times I$) y este resultado es expresado en watts. Pero para el caso de circuitos energizados de corriente alterna el producto anterior es expresado en Volts-Ampers y se define como potencia aparente proporcionada a una carga, mientras que se define como potencia real o activa como aquella proporcionada solo a la parte resistiva de dicha carga en watts.

Por lo tanto al aplicar un voltaje alterno $V(t) = V_m \text{ Sen } \omega t$ y una corriente alterna $I(t) = I_m \text{ Sen } \omega t$ a un elemento resistivo, la potencia quedara dada como:

$$P(t) = V_m I_m (\text{Sen } \omega t) (\text{Sen } \omega t)$$

$$P(t) = V_m I_m (\text{Sen } \omega t)^2$$

pero por igualación trigonométrica tenemos que

$$\text{Sen}^2 \omega t = \frac{1}{2} (1 - \text{Cos } 2\omega t) \text{ por lo tanto}$$

$$P(t) = \frac{1}{2} V_m I_m (1 - \text{Cos } 2\omega t)$$

Ahora, para un circuito puramente inductivo (donde nada mas existan inductancias) tendremos que el voltaje aplicado es $V(t) = V_m \text{ Sen } \omega t$ y la intensidad de corriente es $I(t) = I_m \text{ Sen } (\omega t - \delta/2)$ donde $\delta/2$ son 90 grados atrasados respecto al voltaje pero en forma radial, por lo tanto la potencia será:

$$P(t) = -\frac{1}{2} V_m I_m \text{ Sen } 2\omega t$$

Y para un capacitor tendremos lo siguiente:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$V(t) = V_m \text{ Sen } \omega t$ es el voltaje aplicado al capacitor.

$I(t) = I_m \text{ Sen } (\omega t + \delta/2)$ es la corriente aplicada al capacitor en adelanto con el voltaje $\delta/2$.

La potencia será: $P(t) = \frac{1}{2} V_m I_m \text{ Sen } 2\omega t$

Pero en toda instalación coexisten estos tres tipos de cargas (Figura 1.8) y por lógica el resultado de la potencia es diferente comparado con el resultado individual de las tres potencias vistas anteriormente, en tanto tendremos en un circuito inductivo, capacitivo y resistivo lo siguiente:

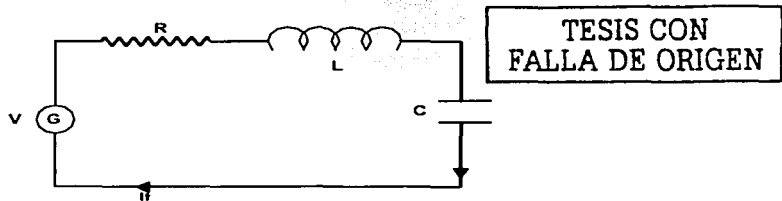


Fig. 1.8.- Representación de un circuito general con resistencia, inductancia y capacitancia.

Si al circuito de la figura 1.4 se le aplica un $V(t) = V_m \text{ Sen } \omega t$ y una corriente $I(t) = I_m \text{ Sen } (\omega t + \epsilon)$ donde ϵ es el ángulo de fase positivo o negativo, entre la corriente y el voltaje, tendremos:

$$P(t) = V_m I_m (\text{Sen } 2\omega t) \text{ Sen } (\omega t + \epsilon) \dots (1)$$

$$\text{Sen } (\omega t + \epsilon) = \text{Sen } \omega t \text{ Cos } \epsilon + \text{Sen } \epsilon \text{ Cos } \omega t$$

$$P(t) = V_m I_m (\text{Sen } 2\omega t) \text{ Sen } \epsilon + V_m I_m \text{ Sen } \omega t \text{ Cos } \omega t \text{ Sen } \epsilon \dots (2)$$

$$\text{Sen } \omega t \text{ Cos } \omega t = \frac{1}{2} \text{ Sen } 2\omega t$$

$\text{Sen}^2 \omega t = 1 - \text{Cos } 2\omega t / 2$ esta ecuación la sustituimos en (2)

$$P(t) = (V_m I_m / 2) \text{ Cos } \phi + (1 - \text{Cos } 2\omega t) / 2 \cdot (V_m I_m / 2) \text{ Sen } \phi$$

El término $(V_m I_m / 2) \text{ Cos } \phi$ es la potencia instantánea y $(V_m I_m / 2) \text{ Sen } \phi$ es la potencia activa o real que suministra energía para desarrollar un trabajo físico.

El siguiente término $(V_m I_m / 2) \text{ Sen } \phi$ se le conoce como potencia reactiva

$Q = (V_m I_m / 2) \text{ Sen } \phi$ pero tomaremos los valores eficaces de nuestra instalación por lo tanto:

$$Q = V I \text{ Sen } \phi$$

Cuando existe potencia reactiva, la potencia aparente es mayor que la potencia real. La potencia reactiva puede ser inductiva o capacitiva, pero por lo general la potencia reactiva es inductiva. Y esto se da por que la mayoría de las plantas industriales cuentan con motores para llevar a cabo cualquier tipo de trabajo.

Los motores de C.A. toman potencia reactiva de la línea de alimentación para crear el campo magnético que necesitan. Además, estos motores toman también potencia real, siendo la mayor parte de esta, convertida en potencia mecánica en tanto que el resto se disipa en forma de calor.

La potencia reactiva se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$(\text{Potencia reactiva})^2 = (\text{Potencia aparente})^2 - (\text{Potencia real})^2$$

La relación entre potencia real y potencia aparente se denomina factor de potencia de un circuito de C.A.

F.P. = Potencia real / Potencia aparente

El valor del factor de potencia depende del ángulo que existe entre el voltaje y la corriente. Cuando este ángulo es de cero grados el factor de potencia es igual a la unidad. Cuando el ángulo es de 90° , como sucede en un circuito inductivo o capacitivo puro el factor de potencia es cero (esto quiere decir que no existe potencia real).

1.4 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA CON CAPACITORES.

Para corregir el factor de potencia en una instalación industrial debemos de realizar un estudio eficiente, sencillo, duradero y lo más económico posible (en beneficio de la empresa) para instalar el o los bancos de capacitores para la solución a este problema.

La medición del factor de potencia se puede obtener por medio de puentes, indicador de factor de potencia, método de los dos vatímetros aplicado a cargas equilibradas, etc.

La potencia en KVARc del banco de capacitores, que es necesario instalar para fijar el factor de potencia a un nuevo valor deseado se puede obtener conociendo la potencia activa (Kw) que se consume en toda la instalación industrial y el factor de potencia en el cual opera. Fig. 1.9

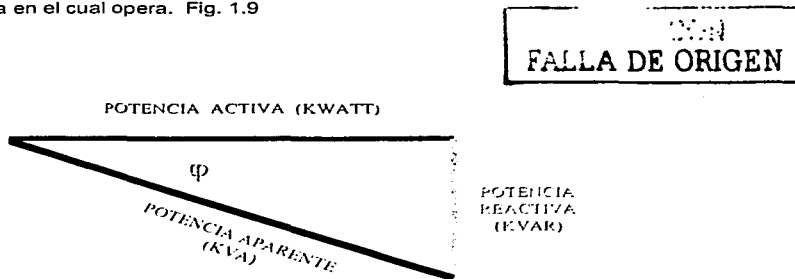


Fig. 1.9.- Nos muestra el triángulo de potencias

De la figura siguiente 1.10 se puede obtener por trigonometría un factor de potencia corregido de acuerdo a las exigencias de la planta industrial, para mejorar el uso de la potencia reactiva.

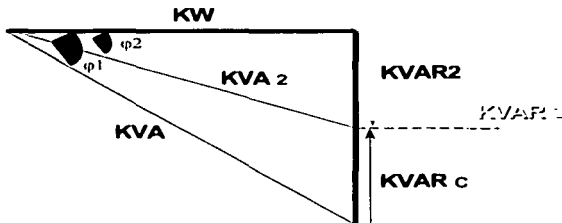


Fig. 1-10

$$KVAR2 = KVARL - KVARC$$

$$Tg \varphi1 = KVARL / KW \dots\dots\dots(1)$$

$$Tg \varphi2 = \frac{KVAR L - KVAR C}{KW} \dots\dots\dots(2)$$

Donde $\varphi2$ = El ángulo al que queremos que trabaje toda la instalación industrial.

$$F.P. 2 = \text{Cos } \varphi2$$

Despejando KVAR L de (1) y sustituyendo en (2)

$$KVAR L = KW (Tg \varphi1)$$

$$Tg \varphi2 = \frac{(Tg \varphi1) KW - KVAR C}{KW} \dots\dots\dots(3)$$

Despejando los KVARC de (3)

$$KVAR C = KW (Tg \varphi1 - Tg \varphi2) \dots\dots\dots(4)$$

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 2.
MÉTODOS DE COMPENSACIÓN
Y
VENTAJAS DEL USO DE CAPACITORES.

2.1 MOTORES SÍNCRONOS.

Un método para corregir el factor de potencia y que es de suma importancia es el de Motor Síncrono y por mencionar una de las ventajas que tiene esta herramienta, es que el factor de potencia se puede ajustar variando la excitación en el campo, es por eso que es una gran herramienta para corregir el factor de potencia sin necesidad de cambiar el dispositivo.

Comúnmente los motores síncronos son usados en grandes industrias por la característica de suministrar su potencia mecánica nominal y simultáneamente absorber una corriente Capacitiva de las barras, esta corriente Capacitiva que es absorbida por el motor síncrono, es la que compensa la corriente inductiva (atrasada) que absorben los motores de inducción, obteniéndose con esta compensación un aumento en el factor de potencia global en la instalación donde se colocó en paralelo el motor síncrono.

Los motores síncronos para la corrección del factor de potencia resultan más ventajosos que los capacitores de potencia, en las grandes instalaciones, nuevas o en proceso de ampliación, donde pueda encontrar cabida el uso de motores grandes (de 500 Hp o más). Se consideran los motores síncronos como primera posibilidad, porque a los mismos se les puede sobrexciatar para funcionar a factores de potencia capacitivos de 0.8 adelantado u otros valores, y a la vez suministrar potencia mecánica nominal para accionar la carga.

Ahora, se mostrara en forma vectorial la mejora del factor de potencia producida por un motor síncrono donde en el siguiente diagrama (2.1) tenemos:

I_L = Es la carga inductiva, antes de colocar el motor síncrono, retrasada respecto a V_P (Tensión de barras) un ángulo θ_L .

I_M = Es la corriente Capacitiva absorbida por el motor síncrono, conectado en paralelo a la carga y a las mismas barras. Obteniéndose está al tener el motor síncrono sobrecitado y con una excitación constante, estando esta corriente adelantada un ángulo θ_M con respecto a V_P .

I_T = Es la corriente resultante producida después de conectar el motor síncrono. En el diagrama se muestra como la suma vectorial de I_L e I_M

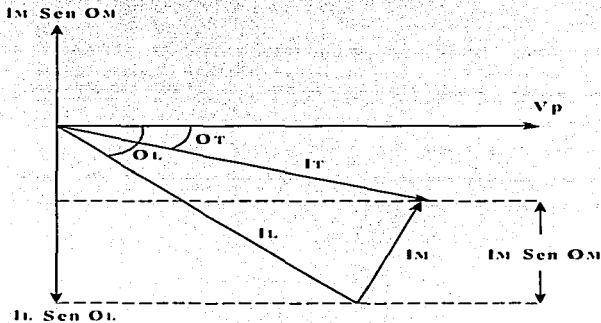


Fig. 2.1.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El factor de potencia es mejorado con el motor síncrono debido a que la componente original en cuadratura (en retraso) de la corriente de carga $I_L \text{ Sen } \phi_L$ esta, en efecto, neutralizada en parte por la componente en cuadratura en avance de la corriente del motor síncrono $I_M \text{ Sen } \phi_M$, produciéndose un ángulo ϕ_T que es mucho menor que ϕ_L , con las consiguientes ventajas de mejor factor de potencia.

El verdadero significado es que un motor síncrono se mueve en sincronismo con el campo magnético giratorio que crean sus devanados de estator.

La relación existente de velocidad, polos y frecuencia se encuentra acomodando la ecuación que es $f = PS/120$ o la ecuación $f = Pw / 4\phi$. Esto produce:

$S = 120f/P$ rpm por lo tanto las unidades serán:

F = Frecuencia en Hertz.

P = número de polos por fase.

S = velocidad de la flecha en revoluciones por minuto.

W = velocidad de la flecha en radianes por segundo.

Los motores síncronos de grandes tamaños que se utilizan en la industria requieren de una excitación de corriente directa para su campo giratorio. Al modificar la excitación, el factor de potencia de operación del motor se puede hacer variar en un rango amplio. Como consecuencia (y como ya se dijo al principio de capítulo) un motor síncrono se puede ajustar para que demande un factor de potencia adelantado de las líneas incluso cuando esta soportando una carga mecánica normal. En los tamaños grandes esta característica tiene un uso más amplio que la capacidad de velocidad absoluta. Puesto que a muchos clientes comerciales e industriales se les cobra por kilovolt-amperes utilizados en vez de kilowatts.

2.1.1 APLICACIONES DE LOS MOTORES SÍNCRONOS.

Entre las aplicaciones de los motores se encuentran las siguientes:

- 1.- En centrales eléctricas y en las subestaciones se emplea en paralelo a las barras del sistema para mejorar el factor de potencia (como condensador sincrónico).
- 2.- En algunas líneas de transmisión se ocupa para regular el voltaje de la misma.
- 3.- En industrias que cuentan con un número elevado de motores de inducción, es usado para corregir el factor de potencia de la instalación.
- 4.- También se usan para mover grandes cargas como por ejemplo, molinos de cemento, molinos textiles, molinos de hule, y en industrias extractivas, etc.

2.1.2 FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR SÍNCRONO.

A continuación (figura 2.3) se representa vectorialmente la relación que existe entre la tensión de barras V_p la cual tomamos de referencia, y E_g que es la tensión generada, estas tensiones son iguales al instante de sincronización del motor pero desplazada de la posición 180° , un ángulo α que es debido a la potencia sincronizante recibida.

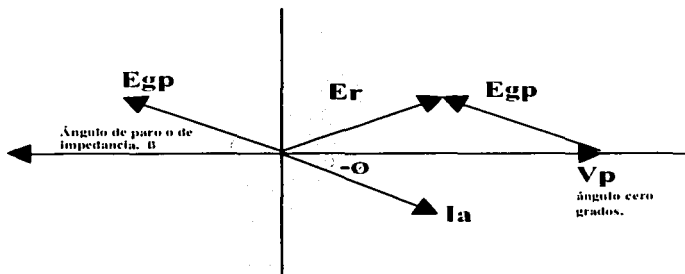


Fig. 2.2.

El motor síncrono se arranca como un motor de inducción o sea trae un devanado jaula de ardilla que se llaman también devanados amortiguados, y en el estator se tiene un arreglo trifásico de donde se alimenta con C.A.



Fig. 2.3.

En la figura siguiente (2.4) observamos que si suministramos más corriente directa al motor síncrono se adelantara la corriente de armadura. Ahora, como el voltaje E_{gp} es mayor cuando es aumentada la excitación de campo de cd, el voltaje de fase de estator resultante E_r es obligado a variar en sentido contrario a las

manecillas del reloj. Como el fasor E_r gira, lo mismo debe hacer el fasor I_a , puesto que el ángulo entre ellos todavía se fija por el triángulo de impedancia del devanado. El resultado es un fuerte factor de potencia, de carga, adelantado con el ajuste de campo sobreexcitado.

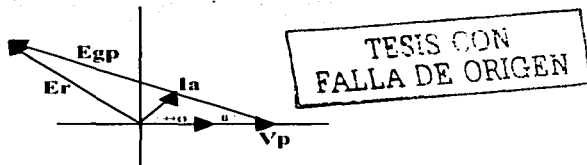


Fig. 2.4.

Un motor síncrono puede actuar ya sea como alternador o como motor síncrono de acuerdo a las siguientes ecuaciones generales para el cálculo de voltaje generado por fase.

$$E_{gp} = (V_p \cos \alpha - I_a R_a) + j(V_p \sin \alpha \pm I_a X_a).$$

donde esta ecuación nos dice que actúa como motor síncrono

$$E_{gp} = (V_p \cos \alpha + I_a R_a) + j(V_p \sin \alpha \pm I_a X_s).$$

donde la ecuación nos indica que actúa como alternador.

A continuación observaremos el mejoramiento del factor de potencia con un motor síncrono en una instalación industrial.

En una fábrica con máquinas-herramientas el consumo por este concepto es de 800 kw a factor de potencia 0.65 inductivo. Se desea añadir al sistema un motor síncrono para mejorar el factor de potencia, calcular:

a) Los KVA necesarios del motor síncrono para mejorar el factor de potencia de la fabrica a 0.85 inductivo, si el factor de potencia del motor síncrono es de 0.9 capacitivo.

b) El factor de potencia al que debe trabajar el motor síncrono que se va añadir, para mejorar el factor de la fábrica a 0.85 inductivo, si dicho motor tiene una capacidad de 550 Hp y un rendimiento del 92%.

SOLUCIÓN.

a) Potencia que demanda la fábrica.

$$KVA = \frac{800KW}{0.65} = 1230.76$$

$$KVA = 1230.76$$

$$KVAR = \sqrt{(KVA)^2 - (KW)^2}$$

$$KVAR = \sqrt{(1230.76)^2 - (800)^2}$$

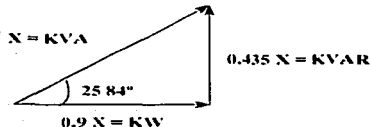
$$KVAR = 935.29 \text{ KVAR}$$

Expresando los KW y KVAR del motor síncrono en base al factor de potencia y los KVA del mismo, suponiendo los KVA = X

$$KVA = X$$

$$KW = 0.9 X$$

$$KVAR = 0.435 X$$



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Realizando la sumatoria de los KW y KVAR originales con los del motor síncrono que se va a añadir al sistema tenemos:

$$\text{Ó KW} = 800 + 0.9X$$

$$\text{Ó KVAR} = 935.29 - 0.435 X$$

Obteniendo los KVA finales después de haber sido añadido el motor síncrono.

$$\text{KVA finales} = \sqrt{(\text{KW})^2 + (\text{KVAR})^2}$$

$$\text{KVA} = \sqrt{(\text{Ó KW})^2 + (\text{Ó KVAR})^2}$$

$$\text{KVA} = \sqrt{(800 + 0.9X)^2 + (935.29 - 0.435)^2}$$

Como el F.P. = KW / KVA, y el factor de potencia fue predeterminado entonces sustituimos los valores de potencia finales

$$\frac{\text{Ó KW}}{\text{Ó KVAR}} = 0.9$$

$$0.9 = \frac{800 + 0.9 X}{\sqrt{(800 + 0.9 X)^2 + (935.29 - 0.435)^2}}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Elevando al cuadrado ambos lados de la ecuación para eliminar la raíz cuadrada y realizando las operaciones correspondientes.

$$(0.9)^2 = \frac{(800 + 0.9 X)^2}{[(800 + 0.9 X)^2 + (935.29 - 0.435)^2]^2}$$

$$(0.9)^2 = \frac{(800 + 0.9 X)^2}{(800 + 0.9 X)^2 + (935.29 - 0.435)^2}$$

$$0 = \frac{64 X 10^4 + 1440 X + 0.81 X^2}{64 X 10^4 + 1440 X + 0.81 X^2 + 874767.38 - 813.7023 X + 0.189225 X^2}$$

$$0.81 = \frac{64 X 10^4 + 1440 X + 0.81 X^2}{1514767.4 + 626.2977 X + 0.999255 X^2}$$

$$12266961.59 + 507.30113 X + 0.8093965 X^2 = 64 X 10^4 + 1440 X + 0.81 X^2$$

$$- 0.0006035 X^2 - 932.6989 X + 586961.5 = 0$$

$$X = \frac{932.6989 \pm \sqrt{869927.23 + 1416.925}}{-0.001207}$$

$$X = \frac{932.6989 \pm 933.4582}{-0.001207}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$X_1 = - 1546111.9$$

$$X_2 = 629.08036$$

Los motores proporcionan una potencia, la cual no puede ser negativa, como $X =$ KVA, entonces tomamos a $X_2 = 629.08036$ KVA como solución, que es la

potencia necesaria del motor síncrono para mejorar el factor de potencia de la fábrica de 0.65 inductivo a 0.9 inductivo.

Datos del motor que se requiere:

F.P. = 0.9 Capacitivo

$$\text{Potencia} = \frac{(629080.36) (0.9) \text{ W-HP}}{746 \text{ W}}$$

Potencia = 758.9 Hp

b) Potencia que demanda la fábrica.

$$\text{KVA} = \frac{800 \text{ KW}}{0.65} = 1230.76$$

KVA = 1230.76

$$\text{KVAR} = \sqrt{(\text{KVA})^2 - (\text{KW})^2}$$

$$\text{KVAR} = \sqrt{(1230.76)^2 - (800)^2}$$

KVAR = 935.29 KVAR

Obteniendo los KW del motor síncrono que se va a añadir a partir de los HP y su rendimiento.

$$\text{KW} = \frac{550 \times 746}{1000 \times 0.92} = 445.97826$$

KW = 445.97826

Realizando la sumatoria de los KW originales con los del motor síncrono que se va añadir al sistema.

$$\dot{O} KW = 800 kW + 445.97826 kW$$

$$\dot{O} KW = 1245.97826$$

Para obtener los KVA finales tomamos como datos los KW finales ($\dot{O} KW$) y el factor de potencia al que se desea que trabaje la fábrica.

$$KVA = \frac{KW}{F.P.}$$

$$KVA = \frac{245.97826}{0.9} = 1384.4203$$

Como $KVAR = KVA \text{ Sen (Arc Cos F.P.)}$

$$KVAR_{\text{finales}} = 1384.4203 \text{ Sen (Arc Cos 0.9)}$$

$$KVAR = 603.454815$$

Los KVAR que suministra el motor síncrono a la fábrica es la diferencia de los KVAR originales y los KVAR finales.

$$KVAR_{\text{del motor síncrono}} = KVAR_{\text{originales}} - KVAR_{\text{finales}}$$

$$KVAR = 935.29 KVAR - 603.454815 KVAR$$

$$KVAR_{\text{del motor síncrono}} = 331.83519$$

Teniendo los KW y los KVAR a los que debe trabajar el motor síncrono para mejorar el factor de potencia al valor deseado, podemos encontrar el ángulo \dot{O} y a partir de este, el factor de potencia al que debe trabajar dicho motor.

$$\text{Tan } \phi = \frac{\text{KVAR}}{\text{KW}}$$

$$\text{Tan } \phi = \frac{163.10206}{445.978226} = 0.3657175$$

$$\phi = \text{Arc Tan } 0.3657175 = 20.0883505^\circ$$

$$\text{F.P.} = \text{Cos } \phi = \text{Cos } 20.0883505^\circ = 0.9391$$

$$\text{F.P.} = 0.9391$$

Por lo tanto se necesita un motor con:

$$\text{F.P.} = 0.9391 \text{ Adelantado}$$

$$\text{Potencia} = 550 \text{ H}$$

2.3 CONDENSADORESSÍNCRONOS.

El condensador síncrono no es más que un motor síncrono trabajando en vacío y en forma sobre-excitada de manera que la corriente se adelanta 90° , de esta manera se dice que el motor flota sobre la línea de alimentación al no tener carga mecánica y entonces opera como si se tratara de un capacitor estático y de aquí viene el nombre de condensador síncrono o capacitor síncrono.

El capacitor síncrono, tiene diferencias con respecto al motor síncrono, requiere de más cobre en el devanado de campo para poder conducir el incremento en la corriente de campo, por otra parte y en el aspecto mecánico las chumaceras y el eje pueden ser menos robustas al no requerir de par para la carga.

A continuación veremos el cálculo de los KVARs capacitivos necesarios para corregir el factor de potencia por medio del motor sincrónico.

En el siguiente ejemplo calcularemos los KVARc necesarios de un condensador sincrónico para mejorar el factor de potencia de una fábrica que tiene una carga de 4000 KVA, con un factor de potencia de 0.7 inductivo a 0.9 atrasado.

a) Potencia demandada de la instalación.

$$KW = KVA (F.P.) = (4000) (0.7) = 2800$$

$$KW = 2800$$

$$KVAR = KVA \text{ Sen} (\text{Arc Cos } F.P.) = 4000 \text{ Sen} (\text{Arc Cos } 0.7)$$

$$KVAR = 2856.5714$$

El ángulo correspondiente al factor de potencia de 0.7 atrasado es:

$$\theta = \text{Arc Cos } F.P. = \text{Arc Cos } 0.7 =$$

$$\theta = 45.572996^\circ$$

La potencia que demandaría la instalación cuando el factor de potencia se mejore a 0.9 atrasado sería de:

$$KVA = \frac{2800}{0.9} = 3111.1111$$

$$KVA = 3111.1111 \text{ KVA}$$

Ahora se calcula el nuevo ángulo con el nuevo factor de potencia:

$$\theta = \text{Arc Cos } F.P. = \text{Arc Cos } 0.9 =$$

$$\theta = 25.841933^\circ$$

Calculando la potencia reactiva tenemos:

$$\text{KVAR} = \text{KVA} \text{ Sen (Arc Cos F.P.)} = 3111.1111 \text{ Sen (Arc Cos 0.9)}.$$

$$\text{KVAR} = 1356.1019$$

La potencia requerida que necesitamos del condensador síncrono en KVARc es:

$$\text{KVARc} = 2856.5714 - 1356.1019$$

$$\text{KVARc} = 1500.4695.$$

2.4 CAPACITORES DE POTENCIA.

Existen dos tipos de capacitores de potencia, los de baja tensión y los de alta tensión.

2.4.1 CAPACITORES DE BAJA POTENCIA.

Los capacitores de baja tensión pueden ser monofásicos y trifásicos, y deben de estar conectados en delta.

Ahora, la conexión delta nos va a ayudar para aprovechar mejor los dieléctricos con los cuales se fabrican los capacitores aplicándoles el máximo voltaje posible.

Este tipo de capacitores es el más utilizado en la industria y sus voltajes oscilan entre 216 a 600 volts, pero existen valores estándar que son:

240 - 280 volts

460 - 480 volts.

575 - 600 volts.

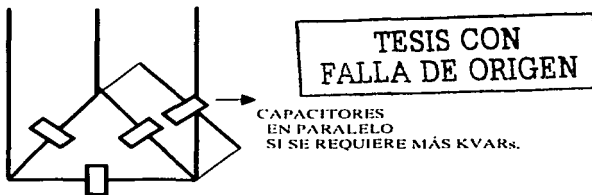
Teniendo también una gama de selección para la potencia reactiva desde 1 KVAR hasta 48 KVAR.

Los capacitores son diseñados para soportar el 10% de su voltaje nominal con el fin de prever las posibles variaciones de voltaje en el sistema.

Otro punto y que es de suma importancia es que cuando se tienen en una fábrica, instalados bancos de capacitores, y no es suficiente la potencia reactiva de estos se pueden añadir más capacitores conectándolos en paralelo con los ya existentes.

2.4.1.2 CONEXIÓN DE CAPACITORES DE BAJA POTENCIA.

Estos capacitores de fábrica vienen conectados en delta, y si la instalación de algunos capacitores no fuera necesaria para compensar la corriente reactiva (a suministrar) entonces se le colocarían capacitores en paralelo.



2.4.2 CAPACITORES DE ALTA POTENCIA.

Estos capacitores son de alta tensión por que sus tensiones oscilan o varían entre 2400 y 19,920 volts, claro que estas tensiones se toman entre fase y neutro de la líneas de distribución de hasta 34.5 KV.

Sus valores estándares (indicados en la tabla 1) son:

	Capacidad KVAR.				
Monofásicos	50	100	150	200	300 400
Trifásicos	100	150	300		

Tabla 1.

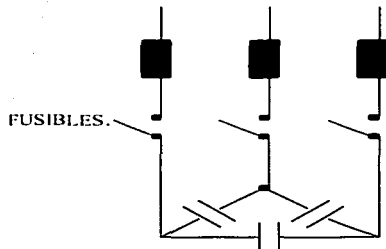
2.4.2.1 CONEXIÓN DE CAPACITORES DE ALTA POTENCIA.

Este tipo de capacitores tiene diversos tipos de instalación por lo tanto una primera instalación es en delta, siguiéndole en segunda instalación que es en estrella con neutro a tierra o estrella con neutro flotante.

a) Conexión Delta.

Una ventaja que podríamos encontrar en este tipo de sistema es que no tiene salida a tierra para armónicas, la otra es que la recuperación de voltaje en el equipo de desconexión no es excesiva y por último se pueden usar fusibles limitadores de corriente para la limitación de la corriente de falla.

Ya hablando de las desventajas no hay salida a tierra para sobre-tensiones, requiere un aislamiento igual al del nivel básico de impulso de la línea.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

b) Conexión estrella con neutro a tierra.

Se tiene una economía sobre los aterrizados y tierra a falta de aislamiento de impulso del sistema, también al encontrarse el neutro aterrizado las sobre-tensiones tienen baja impedancia a tierra.

Por otra parte este tipo de conexión facilita el accionamiento de los fusibles en la conexión y desconexión de los bancos instalados.

c) Conexión estrella con neutro flotante.

El echo de tener el neutro flotante significa tener baja impedancia a tierra para armónicas esto quiere decir que tendremos la eliminación de problemas de interferencia inductiva. Las desventajas de este tipo de circuito, es que no se tiene salida a tierra para sobre-tensiones y que bajo condiciones desbalanceadas cambiaría el voltaje al neutro.

2.4.2.2 Instalación de capacitores.

Para la instalación de los bancos de capacitores se deben de tomar consideraciones técnicas como el cálculo del conductor y de las cuchillas desconectoras, etc., para la instalación del capacitor y este debe diseñarse de tal manera que soporte como mínimo el 135% de la corriente nominal del banco pero hay una excepción en cuanto a los fusibles y estos deben ser elegidos con una corriente nominal mínima del 165% de la corriente del capacitor en caso de protección en grupo.

Por lo tanto la corriente nominal por fase del banco sera:

$$I_{nf} = \frac{Q}{(\sqrt{3} \times kV)} = \text{Amp.}$$

Donde:

I_{nf} = Corriente nominal por fase en A.

Q = Potencia reactiva total de un banco de capacitores expresada en KVAR.

V = Voltaje nominal.

Habiendo una vez calculado la corriente nominal este valor se multiplicara por 1.35, ya que al multiplicar la corriente con este valor tendremos la seguridad de que estará protegido nuestro conductor respecto a exceso de corriente.

$$I_c = I_n (1.35)$$

Los capacitores deben entregar al circuito una potencia reactiva no menor a la nominal y no mayor de un 115% de ésta, a tensión y frecuencia nominales, cuando el capacitor se encuentre a una temperatura de 25°C.

Los capacitores deben operar satisfactoriamente hasta 135% de su potencia nominal.

**CAPÍTULO 3.
DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA
EN UNA
INSTALACIÓN INDUSTRIAL.**

3.1 DETERMINACIÓN DEL F.P. A TRAVÉS DEL CONSUMO GLOBAL DE ENERGÍA.

Este tipo de método toma en cuenta a la carga alimentada cuando no esta sujeta a grandes variaciones durante el tiempo de trabajo y por medio de los recibos mensuales que la compañía suministradora extiende a el usuario vienen especificadas las magnitudes KWh y KVARh ya que por medio de estas podremos determinar el factor de potencia medio de nuestra instalación.

$$\cos \phi = \frac{\text{KWh}}{\sqrt{(\text{KWh})^2 + (\text{KVARh})^2}}$$

donde:

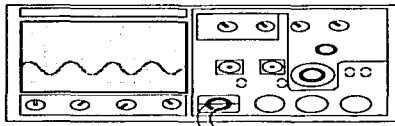
KWh = Kilowatts-hora consumidos durante el mes.

KVARh = Kilovars-hora consumidos durante el mes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.2 CON UN INDICADOR DE FACTOR DE POTENCIA.

En este método las mediciones son en forma directa tanto de la potencia en KW como del factor de potencia con un aparato especialmente para la lectura de estas cantidades. Una vez teniendo estos valores se procederá a calcular los Kilo-Vars-Capacitivos necesarios para corregir el factor de potencia y llegar a la indicación que la norma nos recomienda, que es tener el factor de potencia mínimo de 0.90.



$$F. P. = \frac{KW}{KVAR}$$

por lo tanto los KVA = F.P. (KW)

ahora, utilizando la siguiente fórmula obtendremos los KVAR capacitivos necesarios para corregir el factor de potencia de nuestra planta industrial.

$$KVARs. = \sqrt{(KVA)^2 - (KW)^2}$$

3.3 CON UN REGISTRADOR DE POTENCIA ACTIVA Y UNO DE POTENCIA REACTIVA.

Al obtener los valores de potencia activa por medio de un wáttmetro y la medición de la potencia reactiva se podrá calcular con la siguiente fórmula:

$$F. P. = \frac{KW}{\sqrt{(KW)^2 + (KVAR)^2}}$$

Los valores obtenidos en una instalación industrial son:

$$P = 7461 \text{ w}$$

$$Q = 1027 \text{ vars}$$

Por lo tanto el factor de potencia será:

$$F. P. = \frac{7.461 \text{ KW}}{\sqrt{(7.461 \text{ kW})^2 + (1.027 \text{ KVAR})^2}}$$

$$F. P. = 0.99 \text{ (-)}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En este cálculo, observamos que tenemos un factor de potencia de casi la unidad (1), esto significa ya sea que se tienen solamente cargas resistivas o se tienen conectados capacitores o hay una existencia de motores síncronos los cuales están llevando el factor de potencia casi a la unidad.

3.4 CON UN WÁTTMETRO, UN VOLTÍMETRO Y UN AMPERÍMETRO.

La potencia activa se medirá por medio de un wáttmetro, siendo esta la potencia consumida a plena carga. También se mide el voltaje entre fases y el amperaje por fases. Teniendo estas lecturas se procede a hacer el cálculo de la potencia aparente en KVA a plena carga con la fórmula siguiente:

$$KVA = \sqrt{3} (KV) I$$

Y finalmente se calcula el factor de potencia con la siguiente fórmula:

$$\text{Cos } \phi = \frac{KW}{KVA}$$

Ejemplo:

Se calculara el factor de potencia de una de un comercio que tiene los siguientes datos.

$$IL = 0.8 \text{ Ampers.}$$

$$VL = 120 \text{ Volts.}$$

$$P = 75 \text{ Watts.}$$

$$S = (120v)(0.8 a) = 96 \text{ va.}$$

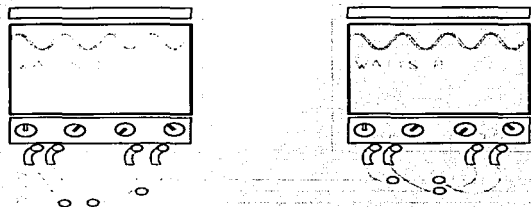
$$\text{Cos } \phi = \frac{0.75 \text{ KW}}{0.96 \text{ KVA}} = 0.78 (-)$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

el comercio tiene un factor de potencia atrasado de 0.78, como es bajo este factor el usuario tendrá que corregirlo de tal manera que sea un factor de potencia arriba de lo especificado por la compañía suministradora que usualmente es de 0.90 en adelante.

3.5 CON DOS WÁTTMETROS.

Para realizar esta medición se necesitan dos wáttmetros instalados como en la figura siguiente:



De estos dos dispositivos se tomarán las lecturas de KW 1 y KW 2, en condiciones de plena carga para calcular la relación siguiente:

$$K = \frac{KW 1}{KW 2}$$

Obtenida esta relación, con la siguiente formula se procederá a calcular el factor de potencia:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$\cos \phi = \frac{1 + K}{2 \sqrt{1 - K + K^2}}$$

habrá que tener cuidado en la conexión de los wáttmetros ya que cada lectura debe ser positiva y la suma total de los kilowatts $KW = KW_1 + KW_2$.

CAPÍTULO 4. CALCULO DE LA POTENCIA REACTIVA REQUERIDA EN CAPACITORES PARA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

4.1 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA MEDIO.

Como ya se mencionó en el capítulo 1 la corrección del factor de potencia medio será apoyándonos del recibo de luz mensual o bimestral del usuario para obtener los siguientes datos:

KWh = TRABAJO PRODUCTIVO

KVAR = TRABAJO NO PRODUCTIVO

Aplicando la fórmula siguiente obtendremos el factor de potencia que existe en la fábrica, por lo tanto tenemos:

$$F. P. = \frac{KW}{\sqrt{(KW)^2 + (KVAR)^2}}$$

Por lo tanto, si el trabajo productivo que estamos aprovechando es de 900 KW y la potencia reactiva que consumimos para crear campos magnéticos en nuestro motores es de 100 KVA entonces en nuestra instalación tendríamos un factor de potencia alarmante de:

$$F. P. = \frac{900 KW}{\sqrt{(900KW)^2 + (1000KVAR)^2}} = 0.44$$

Observamos que se tiene un factor de potencia bastante bajo y como consecuencia de esto debe de estar ocurriendo un problema grave en la fábrica, como calentamiento de conductores, interruptores botados a cada instante (por el

excesivo calentamiento de estos), sobrecarga en el transformador, así como una menor eficiencia de las máquinas.

4.2 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA A PLENA CARGA.

Como en la instalación anterior obtendremos el factor de potencia a plena carga de una instalación industrial que tiene un voltaje entre fases de 472.44 volts promedio y una corriente de fases de 1798 amp. f.p. = 0.665

$$KVA = \sqrt{3} (KV) I = \sqrt{3} (472.44 \text{ v}) (1798 \text{ a}) = 1.47 \text{ MVA}$$

Y finalmente se calcula el factor de potencia con la siguiente fórmula:

$$\text{Cos } \phi = \frac{\text{KW}}{\text{KVA}} = \frac{1,023.950 \text{ KW}}{1.47 \text{ MVA}} = 0.695$$

Por lo tanto el factor de potencia de esta industria es 0.695 atrasado y como consecuencia de este bajo factor de potencia bajo tendrá que pagar multa a la compañía suministradora ya sea a Comisión federal o Compañía de luz y fuerza.

Un punto que es importante aclarar es que la designación de plena carga se entiende que el motor funciona al 100% de su potencia ó que la instalación industrial esta utilizando todos sus equipos (sin excepción de ninguno), según los datos de placa que proporciona el fabricante.

4.3 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA CON BANCO DE CAPACITORES DESCONECTABLES.

La potencia reactiva requerida (Capacitiva) no es completamente constante durante las 24 Hrs del día. El requerimiento para potencia reactiva puede ser dividida en tres categorías:

a) Requerimiento prácticamente constante.

Este caso se aplica cuando la carga reactiva es constante. Esto es cierto considerando la compensación de la corriente de magnetización de un transformador de distribución, por ejemplo: Un capacitor fijo.

b) Requerimiento variable.

Este caso puede resultar cuando la carga reactiva total varía durante el día, pero es aún demasiado pequeña para ser compensada individualmente en los objetos de carga diferentes (por razones de costo).

Para este caso no debe usar un capacitor con potencia reactiva variable con la carga. Esto es un banco automático de capacitores.

b) Requerimientos instantáneos.

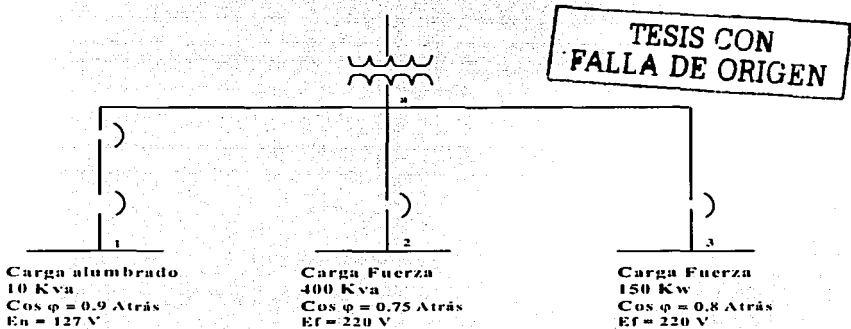
Este caso se aplica cuando el requerimiento es significativo en tamaño y la conmutación rápida es esencial (entre 0 y 25 ms). Capacitores controlados por tiristores pueden ser empleados.

Cada banco desconectable es construido con un cierto número de capacitores trifásicos colocados en el mismo gabinete (contenedor).

Los capacitores pueden ser arreglados en grupos paralelos y conmutados con contactores, generalmente un cierto número de capacitores en grupo o autónomos está usualmente referido como pasos. El número de pasos que se requiere en una instalación es de acuerdo a la potencia reactiva a utilizar y este esta conformado usualmente por cinco o seis pasos para capacitores ABB. En dado caso que se requiera consumir capacitores a otras empresas se necesitara verificar el manual de sus capacitores para ver el número de pasos que manejan.

Por medio de la siguiente instalación industrial obtendremos el valor de la potencia reactiva que tendrán los capacitores y que necesitará nuestro sistema para corregir el factor de potencia deseado, conectando y desconectando capacitores.

Se tiene el siguiente diagrama unifilar:



En la disposición mostrada obtener:

- El factor de potencia existente en la instalación medida en el punto a.
- Los KVARc necesarios para mejorar el factor de potencia en los puntos a, 2 y 3 a un valor de 0.9 atrasado.

Solución.

d) En el punto 3.

$$KVA = \frac{150KW}{0.8} = 187.5 KVA$$

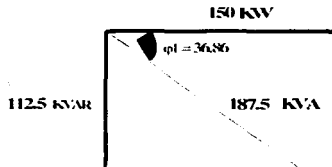
$$KVA = 187.5 KVA$$

$$KVAR = \sqrt{(KVA)^2 - (KW)^2}$$

$$KVAR = \sqrt{(187.5)^2 - (150)^2}$$

$$KVAR = 112.5 KVAR$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



b) En el punto 2.

$$KW = KVA \cos \delta$$

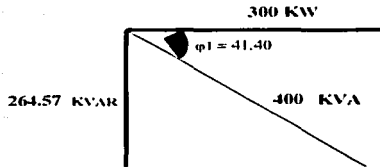
$$KW = (400) (0.75) = 300 KW$$

$$KW = 300 KW$$

$$KVAR = \sqrt{(KVA)^2 - (KW)^2}$$

$$KVAR = \sqrt{(400)^2 - (300)^2}$$

$$KVAR = 264.57 \text{ KVAR}$$



En el punto 1.

$$KW = KVA \text{ Cos } \phi$$

$$KW = (10) (0.9) = 9 \text{ KW}$$

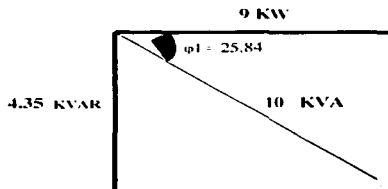
$$KW = 9 \text{ KW}$$

$$KVAR = \sqrt{(KVA)^2 - (KW)^2}$$

$$KVAR = \sqrt{(10)^2 - (9)^2}$$

$$KVAR = 4.35 \text{ KVAR}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Realizando la sumatoria para determinar el factor de potencia existente en el punto a.

$$\acute{O}KW = 150 + 300 + 9 = 459 \text{ KW}$$

$$\acute{O}KVAR = 112.5 + 264.57 + 4.35 = 381.42 \text{ KVAR}$$

$$KVA = \sqrt{(KW)^2 + (KVAR)^2}$$

$$KVA = \sqrt{(459)^2 + (381.42)^2}$$

$$KVA = 596.72 \text{ KVA}$$

$$F. P. = \frac{KW}{KVA} = \frac{459 \text{ KW}}{596.7 \text{ KVA}} = 0.7692$$

b) Encontraremos los KVARc necesarios en el punto a para mejorar el factor de potencia a un valor de 0.9 atrasado.

De la ecuación No. (4):

$$KW = 459 \text{ KW}$$

$$\theta_1 = \text{Arc Cos } 0.76 = 40.53^\circ$$

$$\theta_2 = \text{Arc Cos } 0.90 = 25.84^\circ$$

$$KVARc = 459 \text{ KW} (\text{Tg } 40.53^\circ - \text{Tg } 25.84^\circ)$$

$$KVARc = 459 \text{ KW} (0.854 - 0.484)$$

$$KVARc = 169.83 \text{ KVARc}$$

Encontraremos los KVARc necesarios en el punto 2 para mejorar el factor de potencia a un valor de 0.9 atrasado.

$$KW = 300 \text{ KW}$$

$$\theta_1 = \text{Arc Cos } 0.75 = 41.40^\circ$$

$$\theta_2 = \text{Arc Cos } 0.90 = 25.84^\circ$$

$$KVARc = 300 \text{ KW} (\text{Tg } 41.40^\circ - \text{Tg } 25.84^\circ)$$

$$KVARc = 459 \text{ KW} (0.881 - 0.484)$$

$$\text{KVARc} = 119.1 \text{ KVARc}$$

Encontraremos los KVARc necesarios en el punto 3 para mejorar el factor de potencia a un valor de 0.9 atrasado.

$$\text{KW} = 300 \text{ KW}$$

$$\text{Ö1} = \text{Arc Cos } 0.80 = 36.86^\circ$$

$$\text{Ö2} = \text{Arc Cos } 0.90 = 25.84^\circ$$

$$\text{KVARc} = 300 \text{ KW} (\text{Tg } 36.86^\circ - \text{Tg } 25.84^\circ)$$

$$\text{KVARc} = 459 \text{ KW} (0.749 - 0.484)$$

$$\text{KVARc} = 39.75 \text{ KVARc}$$

Por lo tanto se instalara un banco de capacitores automático de una capacidad de 175 KVARs a 240v con 7 pasos (de 25 kvar c/paso), según manual de capacitores General Electric, claro esta que este cálculo es para corregir el factor de potencia general de la fábrica. Ahora, en dado caso que se quisiera corregir el factor de potencia individual de cada circuito de fuerza se necesitara en el punto 2: un banco de 125 KVAR con 5 pasos (de 25 kvar c/paso) y en el punto 3: 50 KVAR co 5 pasos (de 10 kvar c/paso).

Estos bancos de capacitores automáticos tendrán la función de conectar y desconectar capacitores cada que el circuito necesite de potencia reactiva o no requiera de más potencia reactiva. Dicho de otra manera, la potencia reactiva requerida (Capacitiva) no es completamente constante durante las 24 Hrs. del día

CAPÍTULO 5. CONSIDERACIONES IMPORTANTES AL INSTALAR UN BANCO DE CAPACITORES.

5.1 VENTILACIÓN.

La ventilación de los capacitores esta basada en una temperatura máxima del recipiente la cual debe aparecer anotada en la placa. Esta temperatura debe ser verificada frecuentemente por el usuario.

En el caso de los capacitores enfriados por aire forzado, la cantidad de aire por minuto que circulara alrededor de cada unidad, no debe ser mayor a 40 °c. Este tipo de aire se suministra a los bancos por medio de ventiladores.

Otro tipo de ventilación o enfriamiento es por medio de agua. Las características nominales de los capacitores están basadas en la máxima temperatura del agua de entrada, es decir, que no exceda de 30 °c, la cantidad de agua de enfriamiento debe ser tal que la temperatura del agua de salida no exceda el valor dado en la placa. La temperatura del agua de salida debe verificarse gradualmente, se debe especificar la cantidad de agua de enfriamiento requerida a diferentes temperaturas de entrada. Se deben colocar indicadores de flujo en cada línea hidráulica para verificar si la cantidad de agua y la temperatura, deben ser combinados con un dispositivo de alarma para regular un flujo apropiado de agua en cualquier momento.

Debe verificarse que la presión del agua no exceda el valor indicado en la placa. El agua de enfriamiento debe estar libre de sedimento o de material corrosivo que pueda interferir con el flujo, se debe verificar que el flujo sea el adecuado antes de energizar los capacitores y después a intervalos regulares.

5.2 FRECUENCIA Y VOLTAJE DE OPERACIÓN.

En México los capacitores son diseñados para operar a 60 Hz pero en Europa estos son diseñados para operar a 50 Hz, inclusive pueden diseñarse a frecuencias más bajas, implicando una disminución en la potencia reactiva proporcionada que es directamente proporcional a la frecuencia y al cuadrado del voltaje aplicado como la siguiente fórmula:

$$Q = wCV^2 \quad ; \quad w = 2\delta F$$

Si se opera el capacitor a frecuencias más altas, que a la frecuencia a la cual esta diseñado, se presentaran pérdidas que están en función de los Volts-Ampers y del factor de disipación del capacitor, estas a su vez aumentan con una frecuencia de operación más alta.

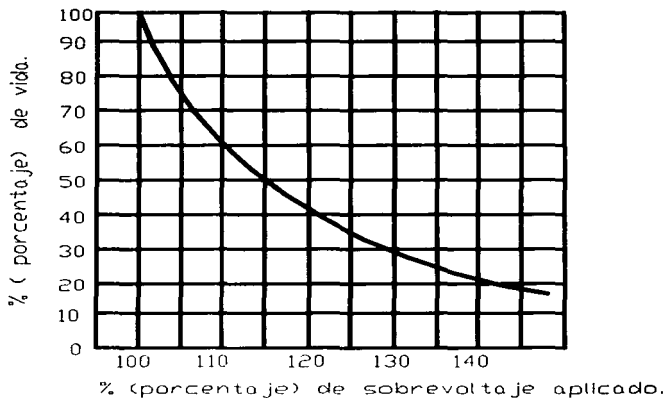
Los rangos de frecuencia que se usan para capacitores van desde los normales de 50 y 60 ciclos por segundo, hay algunos especiales que son de 180, 400, 800, 1000, 10,000 y 20,000 ciclos por segundo. Estos últimos capacitores son empleados sobre todo en hornos de inducción, hornos metalúrgicos de arco y grandes motores que entran y salen de operación frecuentemente.

De acuerdo a su voltaje de operación, la tensión nominal de un capacitor unitario puede ser igual o menor que la tensión nominal del capacitor complemento, dependiendo de la forma de conexión de los mismos ya sea entre fases o entre fase a neutro o a circuitos con neutro sólido a tierra, que corresponden a sus límites de tensión.

Todos los capacitores se pueden operar con un exceso de voltaje hasta de un 100% de la tensión nominal, cuando la temperatura no exceda de los 70 °c. Sin embargo la aplicación de un sobrevoltaje ocasiona un calentamiento interno

mayor, lo que trae como consecuencia, un aumento de la tensión del papel dieléctrico acortando la vida del capacitor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



5.3 CORRIENTE NOMINAL DE OPERACIÓN.

Esta corriente nominal de operación no debe exceder el 135% de la corriente nominal del banco de capacitores, generalmente este cálculo se utiliza para la selección de conductores.

Donde la corriente nominal de dicho banco (debe de ser por fase) viene dada por la expresión siguiente:

$$I_{nf} = \frac{Q}{(\sqrt{3} \times kV)} = \text{Amp.}$$

Donde:

I_{nf} = Corriente nominal por fase en A.

Q = Potencia reactiva total de un banco de capacitores expresada en KVAR.

V = Voltaje nominal.

5.4 PERTURBACIONES PRODUCIDAS POR CORRIENTES ARMÓNICAS.

Al instalar capacitores en las plantas industriales a veces se corrige el factor de potencia o se controla el voltaje, pero podemos crear o contribuir a un problema más que son las armónicas.

Una fuente de armónica predominante dentro de las plantas industriales es la Electrónica de Potencia.

Bajo esta clasificación se incluyen los rectificadores, los variadores de velocidad, las fuentes ininterrumpibles y los inversores. Además de ser actualmente la fuente más significativa de corrientes armónicas, tales equipos son muy sensibles a la distorsión de la forma de onda de voltaje.

El término de armónicas para señales eléctricas significa simplemente que la forma de onda de la tensión o corriente no es una senoidal pura, esto resulta de la adición de una o más ondas armónicas que se sobreponen a la onda fundamental o de 60 Hz. Las armónicas pueden conceptualizarse entonces como voltajes y/o

corrientes que existen en un sistema eléctrico para algunos múltiplos de la frecuencia fundamental.

Las señales armónicas pueden ser descompuestas a través del análisis de Fourier en una onda senoidal perfecta a frecuencia fundamental más otras similares a frecuencias que son múltiplos de la fundamental.

Esto es, en sistemas eléctricos donde la frecuencia fundamental es de 60 Hz, la frecuencia de una señal senoidal armónica se encuentra definida por:

$F_{arm} = n \times 60 \text{ Hz}$ donde n es un número entero y consecutivo

De la expresión anterior se puede definir que la frecuencia de una segunda armónica es 120 Hz, de una tercera de 180 Hz, de una quinta es 300 Hz, y así sucesivamente.

A continuación se incluyen curvas, en donde se pueden apreciar las formas de onda a frecuencia fundamental y las armónicas que son señales senoidales a diferentes frecuencias múltiplos de 60 Hz.

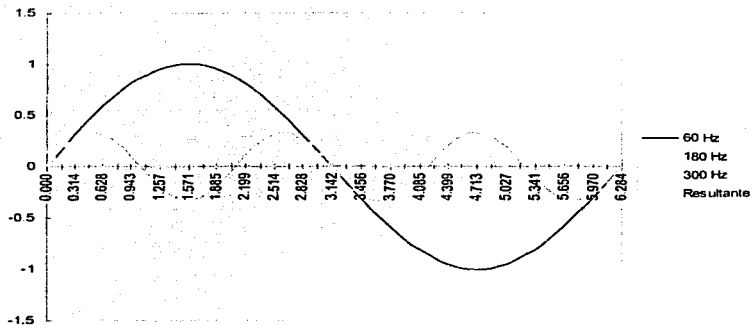
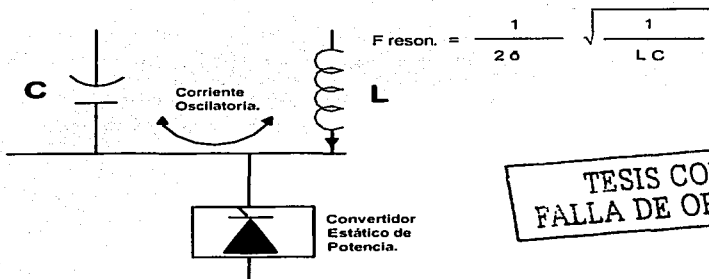


Fig. 5.1.- Formas de onda fundamental y Armónicas.

Ahora, como los capacitores al conectarse quedan en paralelo con la inductancia del sistema de potencia como se muestra en la figura 5.2, una condición de resonancia existirá a la frecuencia dada por:

$$F_{\text{reson.}} = \frac{1}{2 \delta} \sqrt{1/LC}$$

donde L representa la inductancia del sistema de potencia y C representa el capacitor instalado.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Fig. 5.2.- Excitación de un circuito paralelo resonante.

Por lo tanto si una corriente armónica es inyectada (por un convertidor estático de potencia) a una frecuencia cercana a la frecuencia de resonancia, podría fluir una alta corriente de oscilación fundiendo los fusibles del capacitor y produciendo altos voltajes armónicos.

La impedancia del capacitor decrece con la frecuencia y por esta razón, los bancos de capacitores actúan como resumidero de las armónicas. En un sistema con fuentes armónicas distribuidas las armónicas convergerán al banco de capacitores. Como un resultado de esto, los problemas con armónicas se muestran primero en los bancos de capacitores. Cuando el problema de armónicas es muy severo; en el banco de capacitores se manifiesta de inmediato con la operación de los fusibles y fallas en el tanque. De esta forma la presencia de armónicas en el banco de capacitores puede causar:

- Incremento de las pérdidas dieléctricas y calentamiento.
- Condiciones de resonancia que incrementen el tamaño de las armónicas.
- Sobrevoltajes.

Efectos de las Armónicas.

La distorsión armónica incrementa las pérdidas y las temperatura de prácticamente todas las componentes de las redes eléctricas. El efecto neto es el incremento en los valores RMS del voltaje y la corriente, pero sin el desarrollo de trabajo útil alguno.

Los efectos que producen las armónicas en una instalación pueden resumirse en:

- Problemas de funcionamiento en dispositivos de regulación tanto de potencia como de control.
- Mal funcionamiento de los dispositivos de protección y medición.
- Interferencia en sistemas de telecomunicación y telemando.
- Sobrecalentamiento de los equipos eléctricos (motores, transformadores, generadores, etc.) y el cableado de potencia, con la disminución consecuente de vida media en los mismos e incremento considerable de pérdidas de energía en forma de calor.
- Efectos de resonancia que amplifican los problemas anteriores.
- Daños irreparables a bancos de capacitores.

El siguiente capítulo nos acercará de una manera sencilla a la solución de un problema con armónicas, y del uso de las normas para corrientes y voltajes de la distorsión armónica en una planta industrial.

5.4.1 CASO PRÁCTICO DE LA APLICACIÓN DE LAS NORMAS DEL IEEE 519 Y DEL CÁLCULO DE UN FILTRO DE QUINTA ARMÓNICA.

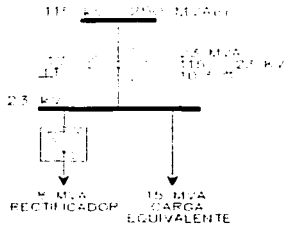
Descripción del problema:

Se tiene una Planta Industrial alimentada en 115 kV a través de un transformador de 23 MVA que reduce el voltaje a 23 kV. La potencia de corto circuito en la acometida es de 250 MVA. Del bus de 23 kV se alimentan la parte de servicios y un rectificador de 6 pulsos de 8 MVA. El factor de potencia actual del sistema es de 0.80 atrasado.

Se realizaron mediciones de armónicas en la acometida obteniéndose los siguientes resultados:

$$\text{ThdI} = 8.0\%$$

$$\text{ThdV} = 2.8\%$$



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Se requiere determinar:

1. La evaluación de las Normas del IEEE en la acometida.
2. La capacidad de los Bancos de Capacitores para mejorar el FP a 0.95.
3. Si es necesario configurar como filtro de armónicas dicho Banco.

Para poder aplicar adecuadamente las Normas del IEEE 519, requerimos conocer la I_{sc} y la I_L . Por lo que:

$$I_{sc} = S_{sc} / (\sqrt{3} \times kV) = 250 \times 10^3 / (\sqrt{3} \times 115) = 1255 \text{ Amp.}$$

$$I_L = SL / (\sqrt{3} \times kV) = 23 \times 10^3 / (\sqrt{3} \times 23) = 577$$

Por lo que: $I_{sc} / I_L = 2.18$

De la aplicación de las Normas tenemos que los límites recomendados en el PCC (Punto de Acoplamiento Común) son:

$$ThdI = 5.0\%$$

$$ThdV = 1.5\%$$

De donde se puede observar que se rebasan las Normas tanto en corriente como en voltaje.

Al tratarse de un rectificador de 6 pulsos tenemos que las armónicas generadas corresponden a: 5, 7, 11, 13, 17, 19, etc.

En teoría la amplitud de las armónicas es menor al valor de su inverso por lo que:

La quinta armónica no debe ser mayor a 0.20 del valor de la Irec.

La séptima no mayor a 0.143 del valor de la Irec.

La onceava no mayor a 0.091 del valor de la Irec.

La treceava no mayor a 0.077 del valor de la Irec.

La corriente máxima del rectificador estaría dada por:

$$I_{rec} = S_{rec} / (\sqrt{3} \times kV) = 8 \times 10^3 / (\sqrt{3} \times 23) = 201 \text{ Amp.}$$

Las corrientes armónicas generadas por el rectificador serían del orden de:

$$I_5 = 40 \text{ Amp}$$

$$I_7 = 29 \text{ Amp}$$

$$I_{11} = 18 \text{ Amp}$$

$$I_{13} = 15 \text{ Amp}$$

Estas amplitudes se cumplirían sólo si en la Planta no existen Bancos de Capacitores que pudieran amplificar las corrientes armónicas.

La capacidad del Banco de Capacitores para mejorar el FP a 0.95 sería de:

$$P = S \cos \phi = (15 + 8) \cos (0.8) = 18.4 \text{ MW}$$

$$\text{Angulo del FP actual de } 0.80. \quad \text{angCos } (\phi_1) = 36.87^\circ$$

$$\text{Angulo de un FP futuro de } 0.95. \quad \text{angCos } (\phi_2) = 18.19^\circ$$

$$Q_c = P (\tan (\phi_1) - \tan (\phi_2)) = 18.4 (0.75 - 0.33) = 18.4 \times 0.42 = 7.728 \text{ MVAR.}$$

La frecuencia de resonancia natural del sistema sería de:

$$F_0 = \sqrt{(MVA_{sc} / MVAR_{cap})} = \sqrt{(250 / 7.73)} = 5.67 \text{ Es decir, muy cercana de la quinta armónica.}$$

Dado que la quinta armónica es la de mayor amplitud generada por el rectificador, si se instalará el Banco de Capacitores seguramente presentaría daños debido a la amplificación de la quinta armónica dado que la F_0 esta muy cerca de la 5ª.

Es por ello que convendría instalar un filtro sintonizado a una frecuencia de 300 Hz (quinta armónica).

A la frecuencia de sintonía del filtro se supone que: $X_L = X_C$

De donde se obtiene que:

$$n_0 = \sqrt{(X_C / X_L)} \text{ de donde } X_L = X_C / n_0^2$$

La reactancia Capacitiva se obtiene de:

$$X_C = kV^2 / MVAR_{cap} = 23^2 / 7.73 = 68.43 \text{ Ohms}$$

Para todo fin práctico y para compensar variaciones en la fabricación de los capacitores y reactores se recomienda calcular el filtro a una frecuencia ligeramente menor a la de sintonía real por ejemplo en lugar de la 5ª calcularlo para la 4.75 ava armónica. Por lo que:

$$X_L = 68.43 / (4.75)^2 = 3.033 \text{ Ohms}$$

$$X_L = (2\pi \times f \times L) \text{ de donde } L = X_L / (2\pi \times f)$$

$$L = 3.033 / (2\pi \times 60) = 8.045 \text{ mHenrys}$$

La corriente real del filtro a frecuencia fundamental estaría dada por:

$$I_{fil} = kV / ((X_c - X_L) \times \sqrt{3}) = 23 \times 10^3 / ((68.43 - 3.033) \times \sqrt{3}) = 203 \text{ Amp}$$

La corriente RMS total que tendría que soportar el filtro estaría dada por: 203 a 60 Hz más 40 amperes de 5ª armónica y por seguridad un 15% del valor de la séptima 4.35 Amp.

$$\text{Por lo que la } I_{rms} \text{ total sería: } I_{rms} = \sqrt{(I_{fun}^2 + I_5^2 + I_7^2)}$$
$$I_{rms} = \sqrt{(203^2 + 40^2 + 4.4^2)} = 207 \text{ Amp.}$$

Dado el arreglo del filtro paralelo diseñado (reactor en serie con el capacitor), se tiene que el voltaje al que estará sometido el Capacitor será de:

$$V_c = kV \times X_c / (X_c - X_L) = 23 \times 68.43 / (68.43 - 3.033) = 24.067 \text{ kV}$$

Este voltaje es un 1.046% arriba del Voltaje nominal del Capacitor, lo que traería consigo una reducción en la vida útil del mismo, por lo que sería necesario seleccionar un Banco con un voltaje mayor al especificado, por ejemplo: 26 kV.

Para que un capacitor a 26 kV, nos entregue 7.73 MVAR efectivos en 23 kV, es necesario prorratarlo:

$MVAR_{cap} = MVAR \text{ efectivos } (kV_{nom} / kV \text{ operación})^2$ de donde:

$$MVAR_{cap} = 7.73 (26 / 23)^2 = 9.88 \text{ MVAR}$$

Recalculando tenemos que:

$$X_c = 26^2 / 9.88 = 68.42 \text{ Ohms}$$

$$X_L = 68.42 / 4.75^2 = 3.033 \text{ Ohms}$$

$$V_c = 23 \times 68.42 / (68.42 - 3.033) = 24.067 \text{ kV}$$

Este voltaje es adecuado, ya que el Banco de Capacitores está diseñado para trabajar con un voltaje nominal de 26 kV.

El voltaje que será aplicado al reactor es de:

$$V_L = 23 \times 3.033 / (68.42 - 3.033) = 1.068 \text{ kV.}$$

La Potencia del Reactor es:

$$Q_L = kV^2 / X_L = 1.068^2 / 3.033 = 376 \text{ kVAR}$$

La Potencia Real del Filtro es:

$$Q_{fil} = Q_c - Q_L = 7.73 - 0.376 = 7.354 \text{ MVAR}$$

Las especificaciones técnicas del filtro son:

Capacitor:

Potencia: 9.88 MVAR

Voltaje Nominal: 26 kV

Voltaje de Trabajo: 24.067 kV

Reactor:

Potencia: 376 kVAR

Reactancia: 3.033 Ohms

Voltaje de Trabajo: 1.068 kV

Sintonizado a la quinta armónica, para soportar 40 amp a 300 Hz y 4.4 Amp. a 420 Hz (séptima armónica).

5.4.2 NORMAS RECOMENDABLES.

En el ámbito internacional existen normas recomendadas para evaluar los efectos de las armónicas en las redes eléctricas y en los equipos industriales, en donde a través de una comparación del % de THD de voltaje de y de corriente y de las magnitudes de las armónicas individuales, se determina si existen o no problemas potenciales debido a la circulación de armónicas.

Las normas se aplican dependiendo del voltaje de alimentación y del tamaño de la red eléctrica en estudio. A continuación se presentan los límites recomendados por la norma 519 del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) la cual es una de las de mayor aceptación en el ramo eléctrico a nivel internacional.

Estas normas se refieren para la relación entre el suministrador de energía eléctrica y el consumidor.

Límites de Corrientes Armónicas Recomendados en %.

Orden de las Armónicas.

I_{sc}/I_L	>11	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	TID %
< 20	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
$20 < 50$	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
$50 < 100$	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
$100 < 1000$	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
< 1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Límites de Voltajes Armónicos recomendados en %

	Voltaje		Alimentación
	Baja Tensión < 69 KV	De 69 < 138 KV	≥ 138 KV
Máximo para armónicas individuales	3.0	1.5	1.0
Distorsión armónica Total	5.0	2.5	1.5

La relación I_{SC}/I_L es la razón de la corriente de corto circuito disponible en el punto de acoplamiento común para la máxima corriente de carga fundamental.

Para una mejor comprensión de la aplicación de la norma IEEE 519 se muestra un ejemplo a continuación. Supongamos que tenemos un sistema de baja tensión con los siguientes datos:

Distorsión Armónica Total de Corriente (THDI) = 18 %
Distorsión Armónica Total de Voltaje (THDV) = 6 %
Corriente de Corto Circuito (I_{SC}) = 36,600 Amperes
Corriente de carga (I_L) = 1,000 Amperes.

Con estos datos obtenemos que : $I_{SC}/I_L = 36.60$

Por lo tanto, para este caso la norma establece que el THD de corriente no debe ser mayor del 8 %. Como podemos observar los valores que tenemos están fuera de los límites permitidos; de tal manera que será necesario tomar alguna alternativa para mitigar los niveles de distorsión armónica.

5.5 CONDICIONES ANORMALES DE OPERACIÓN.

- No deben de operar a una temperatura máxima de 50 °c, ni a una temperatura mínima de -40 °c.
- Deben de operar a frecuencias y voltajes nominales.
- La selección de los calibres conductores debe de ser la apropiada.
- Los fusibles no deben de operar a más del 135% de la corriente nominal del capacitor.
- Se deben de tener conexiones a tierra así como el apriete de todas las conexiones.

- Se debe de contar con un estudio previo de las frecuencias de armónicas para que la frecuencia de los capacitores no entren en resonancia con estas.
- No deben exponerse a polvos conductores o explosivos.
- No deben de instalarse en ambientes con humos o vapores corrosivos.
- Se deben evitar vibraciones o choques mecánicos para no dañarlos.
- No se deben exponer al sol, ni a radiaciones de calor.
- Se deben de seguir las instrucciones según manual de operación.

5.6 PRUEBAS DE CAMPO.

Estas pruebas incluyen pruebas de potencial aplicado (tanto entre terminales, como de terminales al recipiente) capacitancia o de corriente, pruebas de resistencia de aislamiento, medición del factor de potencia o pérdidas y prueba para determinar el sello para evitar fugas de líquido.

Existen dos clases de prueba:

- a) Pruebas para verificar las condiciones de capacitores nuevos, antes de ponerse en servicio.

Estas pruebas se pueden llevar a cabo usando tensiones que sobrepasen el 75% de las tensiones aplicadas en las pruebas de fabricación.

Al efectuar la prueba a baja frecuencia, se recomienda que los capacitores se energicen a un a tensión nominal, y posteriormente se aumenta hasta un 75% del valor de la tensión de prueba de diseño.

La duración total de esta prueba, incluyendo el tiempo necesario para la carga del capacitor no debe exceder de un minuto, con el fin de evitar la posibilidad de dañar las resistencias de descarga.

La tensión de prueba entre terminales en corto circuito y el recipiente, debe ser de como se indica en la tabla 2.

TENSIÓN NOMINAL DEL CAPACITOR UNITARIO VOLTS C.A.	CLASE DE AISLAMIENTO EN KV.	TENSIÓN DE PRUEBA EN EL CAMPO DE TERMINALES A RECIPIENTE EN VOLTS C.D.
0 - 300	0.6	15000
301 - 1200	1.2	15000
1201 - 5000	8.7	28500
5001 - 15000	15	39000
11560 - 15000	18	
11560 - 25000	25	

Tabla 2.

En unidades de servicio interno, se debe usar solamente una tensión de 7500 volts. Los capacitores recientemente desconectados no se deben descargar poniendo en corto circuito sus terminales, ya que pueden dañarse.

b) Pruebas para verificar las condiciones de un capacitor unitario, después de haber estado en servicio.

Estas pruebas son necesarias para aquellos capacitores que hallan presentado fallas o bien, después de que la unidad haya estado expuesta a condiciones severas.

5.7 MANTENIMIENTO.

Es muy importante el mantenimiento en capacitores y para realizarlo se necesitara ayuda de las siguientes herramientas y recomendaciones:

- Compresor.

Con esta herramienta se realizara el retiro de polvo con la inyección del aire a alta presión, sabiendo de antemano que el polvo es una de las principales aportaciones a la creación de fallas.

- Voltímetro.

Con el voltímetro se medirá la tensión aplicada entre terminales o entre terminales y recipiente, cuyo valor no exceda del 75% de las tensiones de prueba, y con esto se comprobara el estado del dieléctrico.

- Amperímetro.

Con este dispositivo se medirá la corriente que circula en el capacitor, cuando se aplica una tensión a frecuencia conocida (preferentemente a tensión y frecuencia nominal) de una senoidal, dando como resultado la determinación de la capacitancia y la verificación de si el capacitor esta en corto circuito o en circuito abierto.

También se recomienda ver la potencia reactiva indicada en la placa, para determinar los valores nominales de capacitancia.

- Medidor del Factor de Potencia.

Es otra forma para determinar el estado del aislamiento entre las terminales de línea y el recipiente.

Para bancos automáticos se recomienda darle mantenimiento a los fusibles limitadores de corriente dejándolos libres de hollín para tener buena reacción al corrientes altas hacia los capacitores.

CAPITULO 6. ANÁLISIS ECONÓMICO.

6.1 BONIFICACIÓN Y MULTAS

- Evitar pago de multas – Obtener bonificación.

Potencia reactiva P / Corrección F.P.: $Q = K \times P$ $K=0.691$

De acuerdo a la siguiente tabla 3, para cambiar el F.P. de 0.75 a 0.95

FACTOR DE CORRECCIÓN	FACTOR MULTIPLICADOR DE LOS KW DE LA CARGA PARA EL VARIANTE FACTOR DE CORRECCIÓN							
FACTOR DE CORRECCIÓN	1.00	0.98	0.94	0.90	0.86	0.85	0.82	0.80
0.50	1.732	1.529	1.369	1.248	1.139	1.112	1.034	0.982
0.54	1.559	1.356	1.196	1.074	0.965	0.939	0.861	0.809
0.58	1.403	1.201	1.042	0.920	0.811	0.785	0.707	0.655
0.60	1.333	1.130	0.970	0.849	0.740	0.714	0.635	0.583
0.66	1.138	0.935	0.775	0.654	0.545	0.519	0.440	0.388
0.70	1.020	0.817	0.657	0.536	0.427	0.400	0.322	0.270
0.74	0.909	0.706	0.546	0.425	0.316	0.289	0.211	0.159
0.78	0.802	0.599	0.439	0.318	0.209	0.183	0.104	0.052
0.80	0.750	0.547	0.387	0.266	0.157	0.130	0.520	0.000
0.82	0.698	0.495	0.335	0.214	0.105	0.078	0.000	
0.84	0.646	0.443	0.283	0.162	0.530	0.026		
0.88	0.540	0.337	0.177	0.055	0.000			
0.90	0.484	0.281	0.121	0.000				

Tabla 3.

Tenemos que la potencia reactiva, a obtener será $Q = 0.691 \times 350 = 242$ KVAR en el banco de capacitores. Ahora, como los capacitores deben de tener una cierta tolerancia en su voltaje de trabajo para protección de ellos mismos obtendremos la siguiente relación, por medio de su voltaje de diseño y voltaje de operación, para obtener los KVARS reales del capacitor.

Entonces:

ESTA TESIS NO
DE LA BIBLIOTECA

$$V \text{ Trabajo}^2 / V \text{ Diseño}^2 = 220 / 240 = 0.84$$

$$Q = 242 / 0.84 = 288 \text{ KVAR.}$$

6.1.1 BONIFICACIÓN.

La bonificación se obtendrá de la siguiente ecuación.

$$\text{Bonificación} = \text{FACTURACIÓN} \times 1/4(1 - (90/\text{F.P.}))$$

Suponiendo una facturación de 48,961 por la compra de un banco automático:

$$\text{Bonificación} = 48,961 \times 1/4(1 - (90/95)) \text{ entonces la bonificación será de:}$$

$$\text{Bonificación Mensual} = \$645$$

6.1.2 MULTAS.

- Costo de KW-H = \$0.18163
- Costo de KW de demanda Máxima = \$30.9114
- Multa por bajo Factor de Potencia: $\text{Multa} = \text{FACT.} \times 3/5((\text{F.P.2} / \text{F.P.1}) - 1)$

Por lo tanto al obtener la multa por medio de la formula anterior con un bajo factor de potencia de 0.7 tenemos:

$$\text{Multa} = \text{FACT.} \times 3/5((0.90 / 0.70) - 1) = \text{Fact.} \times 0.1714$$

Y así podremos obtener la cantidad de pago por bajo factor de potencia.

Con los siguientes datos del recibo de consumo mensual de energía de una instalación industrial, se obtuvo la siguiente cantidad a pagar por tener un bajo factor de potencia.

Datos del recibo de consumo mensual.

▪ Demanda máxima medida 350 KW	\$ 10,819.	
▪ Consumo de energía 210,000 KW-H	\$ 38,142.	
▪ Facturación:		\$ 48,961
▪ Multa por bajo F.P. (0.7)	\$ 8,391.	
▪ Subtotal		\$ 57,353
▪ + 15% IVA		\$ 8,603
		<hr/>
▪ Total		\$ 65,956

Por lo tanto es claro que se esta pagando una cantidad considerable tan solo por tener un bajo factor de potencia en la planta, el cual se puede corregir y aparte de tener una amortización de dinero en poco tiempo, además de tener beneficios en los elementos de conexión, protección y alimentación de la planta.

6.2 BENEFICIOS AL CORREGIR FACTOR DE POTENCIA.

- Liberación de potencia del transformador.
- Reducción de corriente en alimentadores.
- Reducción de pérdidas en alimentadores.
- Disminución de caída de tensión.
- Evitar pago de multas.
- Bonificación.

6.2.1 LIBERACIÓN DE POTENCIA DEL TRANSFORMADOR.

Del ejemplo anterior observaremos la potencia que se libera en el transformador al momento de corregir el factor de potencia de un valor bajo a uno alto.

POTENCIA DEMANDADA DEL TRANSFORMADOR CON F.P. = 0.7

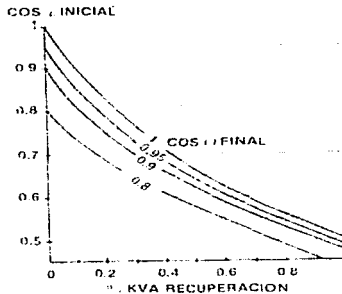
$$KVA1 = KW / 0.7 = 350 / 0.7 = 500 \text{ KVA}$$

POTENCIA DEMANDADA DEL TRANSFORMADOR CON F.P. = 0.95

$$KVA2 = KW / 0.95 = 350 / 0.95 = 368 \text{ KVA}$$

$$POTENCIA \text{ LIBERADA.} = KVA1 - KVA2 = 500 - 368 = 132 \text{ KVA}$$

Por lo tanto observamos que el transformador esta siendo liberado en un -26% aproximadamente de potencia reactiva entregada, esto quiere decir que ya no entregara más potencia reactiva y se liberara de carga teniendo una eficiencia mayor en sus funciones.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

6.2.2 REDUCCIÓN DE CORRIENTE EN ALIMENTADORES.

Siguiendo con el ejemplo anterior, donde la fábrica tiene un factor de potencia atrasado de 0.7, analizaremos de que manera se liberan los conductores eléctricos de la corriente circulante en toda la carga, minimizando con ello calentamiento excesivo y pérdidas por efecto Joule.

Por lo tanto la corriente con factor de potencia de 0.7 será:

$$I_1 = KW \times 1000 / (1.73 \times V \times F.P.) = 350000 / (1.73 \times 220 \times 0.7) =$$
$$I_1 = 1312 \text{ Amp.}$$

Y la corriente con factor de potencia a 0.95 será:

$$I_2 = KW \times 1000 / (1.73 \times V \times F.P.) = 350000 / (1.73 \times 220 \times 0.95) =$$
$$I_2 = 967 \text{ Amp.}$$

Con esto obtendremos una reducción en conductores de corriente de:

$$I = I_1 - I_2 = 1312 - 967 = 345 \text{ Amp.}$$

6.2.3 REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN ALIMENTADORES.

Ahora, si eligiéramos la instalación de dos conductores por fase (según el criterio económico de cada ingeniero) tendremos:

$$\text{Corriente por conductor con } I_1 = 1312 / 2 = 656 \text{ Amp. y}$$

$$\text{Corriente por conductor con } I_2 = 967 / 2 = 483.5 \text{ Amp.}$$

Por lo tanto las pérdidas por alimentador (Utilizando la fórmula siguiente) son:

$$P = I \times R \text{ (WATTS)}$$

Pero antes calcularemos la resistencia del conductor eléctrico #600 KCM donde la $R = 0.0753 \text{ Ohms/Km}$ y en 100 metros será $R = 0.0753 \times 0.100 = 0.00753 \text{ Ohms}$

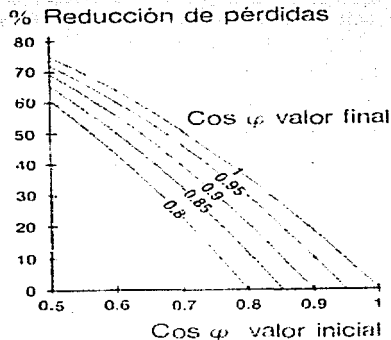
Pérdidas con I1: $P1 = I1 \times R = 3240 \text{ watts}$.

Pérdidas con I2: $P2 = I2 \times R = 1760 \text{ watts}$.

Diferencia: $P1 - P2 = 3240 - 1760 = 1480 \text{ WATTS} = 1.48 \text{ KW}$.

Como son dos conductores por fase y existen 3 fases tendremos en total 6 conductores, trabajando 20 Hrs diarias, y como consecuencia el ahorro de la energía por lo tanto será de:

Ahorro mensual = $1.48 \times 6 \times 20 \times 30 \times 0.18163 = \967.72



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

6.2.4 DISMINUCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN.

La caída de tensión es directamente proporcional a la corriente que circula por el circuito, por lo que, al disminuir la corriente, también disminuye la caída de tensión en el mismo porcentaje.

$$\%V = 100 - (100 \times I2 / I1)$$

$$\%V = 100 - (100 \times 483.5 / 656)$$

$$\%V = 26.3\%$$

observamos que el transformador se libera de potencia a transmitir en un 26%, con esto se reducirán pérdidas en los devanados del mismo así como en el núcleo, obteniendo con esto un beneficio en el desgaste del transformador.

6.2.5 EVITAR PAGO DE MULTAS.

Para el estudio de este tema la empresa nos proporcionó precios antiguos, en este aspecto las empresas se vieron muy cerradas para dar información, pero de alguna manera están en proporción con los cálculos actuales.

Ahora, veremos el precio de venta promedio aproximado que la empresa R.T.C. estuvo manejando en el mercado en el año 95.

$$1.- \text{ Bancos fijos} = \$70 / \text{KVAR}$$

Entonces como requerimos un banco de 288 KVARs haremos la multiplicación por el precio de cada banco fijo.

Precio = 70 x 288 KVARs = \$ 20,160

Y, para un banco automático tendremos lo siguiente:

2.- Bancos automáticos = \$200 / KVAR

Precio = 200 x 288 KVARs = \$ 57,600

Con estos cálculos obtendremos una bonificación de la siguiente manera:

Bonificación = FACTURACIÓN x 1/4(1-(90/F.P.))

Siguiendo con la una facturación anterior de 48,961 por la compra de un banco automático:

Bonificación = 48,961 x 1/4(1-(90/95)) entonces la bonificación será de:

Bonificación Mensual = \$645

6.2.6 AMORTIZACIÓN.

En esta sección veremos que se tendrá una amortización positiva en cuanto al número de meses que se recuperarán en la inversión de bancos de capacitores ya sean fijos o automáticos, pero antes tendremos que usar la siguiente fórmula.

= Precio Capacitor / (Multa + Ahorro en pérdidas + Bonificación)

Con bancos fijos tenemos:

= 20,160 / (8,139 + 968 + 645) = 2.01

Por lo tanto la amortización con bancos fijos será de 2.01 meses.

Con bancos automáticos tenemos:

$$= 57,600 / (8,139 + 968 + 645) = 5.75$$

Por lo tanto la amortización con bancos automáticos será de 5.75 meses.

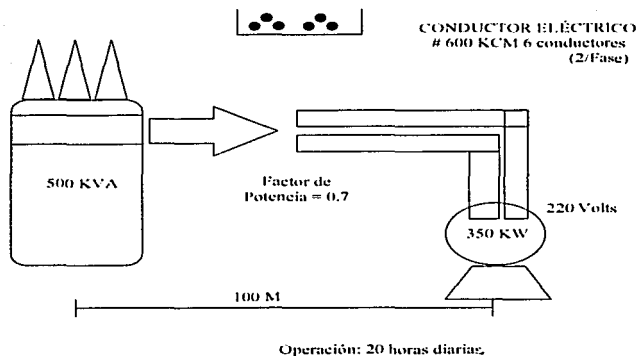
Estas observaciones se dan de una manera positiva ya que la inversión en banco de capacitores en un corto tiempo se amortiza, o sea que aunque tenga yo el más bajo factor de potencia en mi instalación, la inversión igual se recupera en 6 meses o hasta en dos años máximo, pero aun así se refleja la recuperación de dicha inversión.

6.3 OPCIONES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

1.- Con unidades fijas.- Estas serán aplicables para cuando las cargas sean constantes o con ligeras variaciones, en la entrada y salida de estas en la línea.

2.- Con unidades automáticas.- Este tipo de bancos se aplicaran cuando las fluctuaciones, de entrada y salida de las cargas, sean muy grandes y muy frecuentes. Para ver si se requiere este tipo de cargas en la planta se necesitará hacer un estudio previo donde se observara que tanta potencia requieren a la hora de ser alimentadas.

2.- Con unidades fijas y automáticas. La combinación de unidades fijas y automáticas se requerirá cuando haya cargas estables y cargas fluctuantes.



6.4 ESTUDIO REAL PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA EN TELÉFONOS DE MÉXICO.

PROGRAMA DE INGENIERÍA PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA

OBJETIVO

El presente proyecto se realizó de acuerdo a las necesidades operacionales de **Teléfonos de México S.A. de C.V.**, el cual se basa en la mejora del factor de potencia.

El alcance se inicia con la Realización de mediciones eléctricas en el **Repetidor localizado en el estado de Jalisco**, con el objetivo de medir Voltajes y Corrientes

para cada una de las fases, Factor de Potencia Trifásico, Potencias trifásicas, Armónicas en voltaje y corriente circulantes en el Sistema Eléctrico.

El objetivo se puede resumir en determinar la mejor alternativa dirigida a mejorar el uso y distribución de la energía eléctrica, con el reflejo de la corrección del factor de potencia.

SITIOS, HORARIOS, ACTIVIDADES Y EQUIPO USADO DURANTE LAS MEDICIONES.

La medición eléctrica en campo fue tomada en el periodo del 30 y 31 de Octubre de 2002, con un analizador de redes eléctricas marca Fluke, modelo 43B.

PUNTO DE MEDICIÓN	HORARIO DE LA MEDICIÓN	CAPTURA
Tablero de Distribución en el ITM de protección de 3x150 Amperes.	De las 13:30 hrs. del 30 de Octubre de 2002 a las 15:32 hrs. del 31 de Octubre de 2002.	Cada 120 Segundos

El equipo FLUKE, es un analizador de redes eléctricas trifásico con memoria interna de almacenamiento, además cuentan con la capacidad de registrar disturbios eléctricos y armónicas (hasta 50^ª)

Los parámetros medidos en campo fueron; corriente por fase, voltaje de fase a tierra, potencia real por fase y factor de potencia por fase.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Por su parte se obtuvieron lecturas de la distorsión armónica total de voltaje y de corriente por fase, las formas de onda características.

CONTENIDO DEL REPORTE DE MEDICIONES.

La información obtenida en campo se encuentra clasificada en:

Parámetros eléctricos.- Tabla que resume los valores de corriente, voltaje, potencia real y factor de potencia obtenidos durante todo el periodo de medición.

Curvas del comportamiento de la corriente y el Voltaje por Fase.- Durante el periodo de medición.

Curvas del Comportamiento de la Potencia Real y Factor de Potencia Trifásico.- Durante el periodo de medición.

Formas de Onda.- Curvas características de Voltaje y Corriente, en las cuales se incluye el contenido armónico de cada uno de las señales. Cabe hacer notar que para obtener estas Curvas características se tuvo que analizar todas y cada una de las señales medidas por el equipo de medición y determinar cual de ellas puede representar el comportamiento típico de las armónicas en dichos puntos de medición.

Recomendaciones.- Por último, al finalizar la sección se incluye las alternativas para mejorar el uso de la energía eléctrica y mejora del factor de potencia en este sistema eléctrico

Parámetros Eléctricos del alimentador principal.

Fecha de la medición: 30 y 31 de Octubre de 2002.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Hora	Voltaje de tierra			Corriente de Fase			Pot. Real (KW)	Factor de Potencia
	V _A	V _B	V _C	I _A	I _B	I _C		
30/10/02 13:30:29	130.76	131.85	130.24	16.33	21.26	20.75	6.93	0.910
30/10/02 13:32:20	131.07	132.23	130.17	16.21	20.97	24.77	7.22	0.893
30/10/02 13:34:21	130.99	131.99	130.43	16.09	20.95	20.54	6.84	0.908
30/10/02 13:36:21	131.70	132.61	130.94	3.39	6.50	9.20	2.39	0.968
30/10/02 13:38:21	131.59	132.62	130.77	3.38	6.48	9.21	2.39	0.968
30/10/02 13:40:21	131.88	132.72	131.05	3.39	6.51	6.19	2.39	0.968
30/10/02 13:42:21	131.78	132.66	130.95	3.37	6.51	9.21	2.39	0.968
30/10/02 13:44:21	131.74	132.70	130.93	3.37	6.51	9.22	2.39	0.967
30/10/02 13:46:20	130.88	132.03	130.32	16.26	21.11	20.61	6.89	0.909
30/10/02 13:48:21	130.63	131.85	130.17	16.14	21.02	20.53	6.85	0.909
30/10/02 13:50:20	130.64	131.60	130.02	16.22	20.87	20.58	6.85	0.911
30/10/02 13:52:21	130.76	131.78	130.20	16.21	20.94	20.57	6.86	0.910
30/10/02 13:54:21	130.65	132.45	130.63	14.16	6.47	9.28	3.81	0.989
30/10/02 13:56:22	130.94	132.80	131.00	14.18	6.59	9.22	3.82	0.988
30/10/02 13:58:21	130.86	132.87	130.97	14.17	6.60	9.23	3.82	0.988
30/10/02 14:00:21	130.89	132.87	130.92	14.17	6.61	9.22	3.82	0.988
30/10/02 14:02:20	130.19	132.28	130.43	27.94	22.67	22.03	8.86	0.940
30/10/02 14:04:20	130.33	132.60	130.30	26.76	21.27	24.96	8.71	0.923
30/10/02 14:06:20	130.40	132.38	130.64	26.63	21.25	20.71	8.31	0.934
30/10/02 14:08:20	130.51	132.51	130.70	26.48	21.11	20.47	8.24	0.933
30/10/02 14:10:22	131.07	133.08	131.26	14.18	6.65	6.76	3.50	0.987
30/10/02 14:12:22	130.76	132.77	131.29	14.15	6.58	4.69	3.17	0.984
30/10/02 14:14:21	130.74	132.75	131.28	14.14	6.59	4.68	3.17	0.984
30/10/02 14:16:23	131.01	132.92	131.48	14.18	6.64	4.68	3.18	0.983
30/10/02 14:18:21	130.89	132.91	131.38	14.17	6.64	4.68	3.18	0.983
30/10/02 14:20:22	130.92	132.98	131.45	14.18	6.67	4.68	3.10	0.983
30/10/02 14:22:23	130.97	132.10	130.77	16.15	21.03	16.09	6.19	0.890
30/10/02 14:24:21	130.86	131.97	130.72	16.07	20.96	16.08	6.17	0.890
30/10/02 14:26:20	130.94	132.15	130.79	16.04	20.99	16.03	6.16	0.889
30/10/02 14:28:22	131.59	132.60	131.16	3.41	6.51	4.70	1.76	0.946
30/10/02 14:30:23	131.57	132.61	131.19	3.40	6.53	4.69	1.76	0.946
30/10/02 14:32:24	131.53	132.66	131.22	3.41	6.55	4.68	1.76	0.945
30/10/02 14:34:21	131.53	132.62	131.16	3.40	6.52	4.68	1.75	0.945
30/10/02 14:36:22	131.63	132.88	131.01	3.42	6.57	9.08	2.14	0.897
30/10/02 14:38:23	131.49	132.51	131.04	3.40	6.48	4.70	1.75	0.947
30/10/02 14:40:21	130.88	132.07	130.85	16.22	21.20	16.29	6.26	0.892
30/10/02 14:42:21	130.94	132.11	130.74	16.24	21.17	16.17	6.24	0.892
30/10/02 14:44:20	130.74	132.12	130.74	16.15	21.26	16.20	6.23	0.891
30/10/02 14:46:22	131.57	132.73	131.28	3.41	6.58	4.68	1.76	0.945
30/10/02 14:48:23	131.72	132.78	131.27	3.42	6.56	4.68	1.76	0.944
30/10/02 14:50:20	131.68	132.85	131.40	3.39	6.59	4.68	1.75	0.943
30/10/02 14:52:21	131.84	132.94	131.49	3.40	6.61	4.68	1.76	0.942
30/10/02 14:54:22	131.92	132.99	131.62	3.42	6.66	4.67	1.76	0.942
30/10/02 14:56:23	132.21	133.27	131.89	3.41	6.72	4.67	1.76	0.938

Hora	Voltaje de tierra		Fase (Volts)	Corriente de Fase			Pot. Real (KW)	Factor de Potencia
	V _A	V _B	V _C	I _A	I _B	I _C	P _{3f}	FP _{3f}
30/10/02 14 58 22	131.57	132.80	131.51	16.20	21.42	16.22	6.26	0.886
30/10/02 15 00 21	131.83	133.00	131.69	16.30	21.60	16.30	6.30	0.885
30/10/02 15 02 20	131.65	132.85	131.47	16.23	21.43	16.18	6.25	0.884
30/10/02 15 04 22	132.58	133.56	132.24	3.43	6.80	4.69	1.77	0.934
30/10/02 15 06 23	132.33	133.35	131.93	3.41	6.71	4.68	1.76	0.936
30/10/02 15 08 24	132.45	133.64	131.77	3.42	6.76	4.68	1.76	0.936
30/10/02 15 10 22	132.40	133.42	131.99	3.40	6.73	4.68	1.76	0.936
30/10/02 15 12 22	132.54	133.46	132.10	3.42	6.76	4.68	1.77	0.936
30/10/02 15 14 21	131.78	132.91	131.63	17.98	22.81	16.72	6.66	0.882
30/10/02 15 16 20	131.07	133.18	131.58	27.04	21.78	16.48	7.81	0.921
30/10/02 15 18 23	130.85	132.91	131.51	26.63	21.38	16.29	7.66	0.920
30/10/02 15 20 23	130.87	132.97	131.44	26.50	21.25	16.11	7.60	0.919
30/10/02 15 22 21	131.46	133.36	131.77	14.22	6.72	4.69	3.20	0.982
30/10/02 15 24 22	131.47	133.40	131.94	14.24	6.75	4.69	3.20	0.981
30/10/02 15 26 23	131.38	133.39	131.90	14.22	6.77	4.68	3.20	0.981
30/10/02 15 28 24	131.45	133.46	131.95	14.23	6.80	4.68	3.20	0.981
30/10/02 15 30 21	131.65	133.67	132.15	14.25	6.85	4.68	3.21	0.980
30/10/02 15 32 23	130.71	132.89	131.43	26.73	21.52	16.40	7.72	0.922
30/10/02 15 34 23	130.58	132.71	131.29	26.70	21.46	16.40	7.71	0.923
30/10/02 15 36 21	130.73	132.94	131.51	26.58	21.46	16.35	7.68	0.921
30/10/02 15 38 21	131.16	133.48	131.87	14.20	6.75	4.68	3.19	0.981
30/10/02 15 40 22	131.41	133.88	131.88	14.22	6.86	4.68	3.19	0.955
30/10/02 15 42 20	131.29	133.54	132.04	14.18	6.80	4.68	3.19	0.981
30/10/02 15 44 22	132.16	133.04	131.79	3.41	6.65	4.68	1.76	0.939
30/10/02 15 46 23	132.03	133.02	131.73	3.42	6.64	4.69	1.76	0.940
30/10/02 15 48 21	132.32	133.31	131.94	3.42	6.73	4.68	1.76	0.937
30/10/02 15 50 23	131.48	132.67	131.39	16.37	21.54	16.38	6.32	0.888
30/10/02 15 52 23	131.49	132.73	131.42	16.34	21.63	16.38	6.32	0.887
30/10/02 15 54 22	131.41	132.61	131.31	16.20	21.36	16.26	6.25	0.886
30/10/02 15 56 23	132.24	133.31	131.81	3.42	6.70	4.68	1.76	0.939
30/10/02 15 58 21	132.21	133.22	131.77	3.42	6.69	4.69	1.77	0.939
30/10/02 16 00 21	132.16	133.25	131.77	3.42	6.69	4.68	1.76	0.938
30/10/02 16 02 22	132.14	133.20	131.72	3.41	6.68	4.69	1.76	0.939
30/10/02 16 04 20	132.23	133.32	131.90	3.42	6.73	4.68	1.77	0.938
30/10/02 16 06 21	131.31	132.61	131.25	16.21	21.37	16.25	6.25	0.887
30/10/02 16 08 23	131.30	132.50	131.23	16.20	21.34	16.26	6.25	0.888
30/10/02 16 10 23	131.31	132.55	131.23	16.19	21.36	16.25	6.25	0.887
30/10/02 16 12 21	132.07	133.20	131.32	3.42	6.64	4.69	1.76	0.939
30/10/02 16 14 22	131.93	132.86	131.43	3.40	6.58	4.68	1.76	0.943
30/10/02 16 16 22	132.14	133.20	131.75	3.41	6.69	4.69	1.76	0.939
30/10/02 16 18 23	132.10	133.18	131.72	3.38	6.66	4.69	1.76	0.939
30/10/02 16 20 21	131.87	132.99	131.51	3.40	6.61	4.68	1.76	0.941
30/10/02 16 22 22	131.16	132.43	131.07	17.68	22.87	17.64	6.86	0.901
30/10/02 16 24 21	131.35	132.64	131.23	16.36	21.55	16.31	6.31	0.889
30/10/02 16 26 20	131.38	132.53	131.26	16.19	21.32	16.18	6.24	0.887
30/10/02 16 28 22	131.25	132.51	131.16	16.19	21.31	16.18	6.23	0.886
30/10/02 16 30 21	132.28	133.37	131.94	3.40	6.73	4.69	1.76	0.936
30/10/02 16 32 22	132.34	133.37	131.94	3.41	6.71	4.68	1.76	0.937
30/10/02 16 34 23	132.23	133.19	131.87	3.43	6.67	4.69	1.76	0.938

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Hora	Voltaje de tierra		Fase (Volts)	Corriente de Fase		Pot. Real (KW)	Factor de Potencia	
	V _A	V _B	V _C	I _A	I _C	P _r	FP 3r	
30/10/02 16:36 20	132 23	133 25	131 86	3 39	6 69	4 69	1 76	0 937
30/10/02 16:38 20	132 09	133 10	131 71	3 43	6 65	4 69	1 76	0 940
30/10/02 16:40 22	131 09	132 40	131 01	16 34	21 43	16 33	6 29	0 889
30/10/02 16:42 21	130 54	132 75	131 30	26 70	21 51	16 36	7 70	0 922
30/10/02 16:44 20	130 50	132 59	131 08	26 63	21 27	16 23	7 65	0 922
30/10/02 16:46 22	131 28	133 39	131 86	14 23	6 75	4 68	3 20	0 981
30/10/02 16:48 21	131 22	133 49	131 89	14 21	6 78	4 69	3 19	0 981
30/10/02 16:50 24	131 26	133 59	131 92	14 22	6 81	4 68	3 20	0 981
30/10/02 16:52 21	131 20	133 61	132 08	14 21	6 78	4 69	3 19	0 981
30/10/02 16:54 21	131 29	133 63	132 06	14 23	6 82	4 70	3 20	0 981
30/10/02 16:56 23	130 78	132 88	131 46	27 09	21 89	16 77	7 86	0 922
30/10/02 16:58 21	130 95	133 08	131 68	26 64	21 55	16 34	7 69	0 920
30/10/02 17 00 20	130 89	133 04	131 59	26 60	21 46	16 28	7 67	0 919
30/10/02 17 02 23	130 51	132 74	131 17	26 42	21 20	16 04	7 57	0 921
30/10/02 17 04 22	131 58	133 63	131 97	14 23	6 80	4 69	3 20	0 981
30/10/02 17 06 21	131 59	133 66	132 08	14 23	6 83	4 68	3 20	0 980
30/10/02 17 08 22	131 41	133 46	131 90	14 20	6 76	4 69	3 19	0 981
30/10/02 17 10 21	132 08	132 94	131 63	3 40	6 61	4 69	1 76	0 940
30/10/02 17 12 22	132 09	132 96	131 63	3 42	6 61	4 70	1 76	0 941
30/10/02 17 14 20	131 38	132 50	131 12	16 29	21 33	16 23	6 26	0 888
30/10/02 17 16 23	131 38	132 66	130 89	16 20	21 19	20 59	6 56	0 869
30/10/02 17 18 23	131 44	132 61	131 28	16 00	21 17	16 04	6 16	0 884
30/10/02 17 20 21	132 11	133 17	131 80	3 40	6 67	4 71	1 76	0 938
30/10/02 17 22 23	132 14	133 20	131 81	3 42	6 68	4 70	1 76	0 938
30/10/02 17 24 21	131 96	133 08	131 63	3 39	6 63	4 70	1 75	0 938
30/10/02 17 26 21	131 93	132 85	131 56	3 42	6 58	4 71	1 76	0 941
30/10/02 17 28 22	131 96	132 95	131 55	3 41	6 60	4 70	1 76	0 940
30/10/02 17 30 21	131 61	132 68	131 44	16 14	21 24	16 20	6 22	0 885
30/10/02 17 32 21	131 56	132 65	131 34	16 24	21 39	16 24	6 25	0 886
30/10/02 17 34 23	131 78	132 80	131 50	16 11	21 19	16 05	6 18	0 882
30/10/02 17 36 23	132 21	133 21	131 78	3 41	6 69	4 70	1 76	0 938
30/10/02 17 38 21	132 27	133 23	131 87	3 40	6 70	4 70	1 76	0 937
30/10/02 17 40 21	132 27	133 32	131 93	3 40	6 73	4 69	1 76	0 936
30/10/02 17 42 22	132 18	133 15	131 87	3 42	6 68	4 69	1 76	0 938
30/10/02 17 44 20	132 06	133 06	131 68	3 40	6 64	4 71	1 76	0 939
30/10/02 17 46 21	131 36	132 36	131 11	16 53	21 45	16 52	6 35	0 889
30/10/02 17 48 23	131 22	132 60	130 88	16 16	21 19	20 68	6 58	0 870
30/10/02 17 50 20	131 35	132 56	131 29	15 90	21 04	15 98	6 12	0 883
30/10/02 17 52 23	131 46	132 57	131 23	15 92	20 91	15 83	6 08	0 883
30/10/02 17 54 22	132 11	133 14	131 70	3 42	6 65	4 70	1 76	0 939
30/10/02 17 56 22	132 05	133 13	131 67	3 41	6 65	4 71	1 76	0 939
30/10/02 17 58 23	132 20	133 19	131 84	3 42	6 67	4 70	1 76	0 938
30/10/02 18 00 21	132 12	133 11	131 59	3 42	6 63	4 70	1 76	0 940
30/10/02 18 02 22	132 26	133 23	131 82	3 40	6 69	4 70	1 76	0 938
30/10/02 18 04 23	131 63	132 79	131 48	15 90	21 05	15 96	6 12	0 881
30/10/02 18 06 22	131 72	132 81	131 48	15 98	21 11	15 91	6 13	0 881
30/10/02 18 08 17	131 71	132 83	131 51	15 80	20 91	15 81	6 06	0 879
30/10/02 18 10 22	132 58	133 46	132 13	3 42	6 75	4 70	1 77	0 934
30/10/02 18 12 20	131 81	133 89	132 36	14 29	6 91	4 70	3 22	0 979

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hora	Voltaje a	de tierra	V _B	Fase (Volts)	Corriente de (Amp)	Fase	Pot. Real (KW)	Factor de Potencia
30/10/02 18 14 23	131.82	133.89	132.40	14.28	6.91	4.70	3.22	0.979
30/10/02 18 16 22	131.87	133.80	132.39	14.28	6.87	4.70	3.22	0.980
30/10/02 18 18 23	131.96	133.99	132.48	14.27	6.93	4.70	3.22	0.979
30/10/02 18 20 22	131.35	133.37	132.00	26.59	21.48	16.27	7.66	0.916
30/10/02 18 22 21	131.55	133.64	132.27	26.33	21.35	16.03	7.57	0.914
30/10/02 18 24 23	131.45	133.57	132.18	26.22	21.15	15.91	7.51	0.914
30/10/02 18 26 23	132.15	134.19	132.76	14.30	7.02	4.71	3.23	0.978
30/10/02 18 28 22	132.24	134.27	132.80	14.29	7.01	4.70	3.23	0.978
30/10/02 18 30 20	132.25	134.30	132.38	14.28	6.98	0.11	3.55	0.949
30/10/02 18 32 21	131.73	133.75	132.17	14.24	6.83	4.70	3.21	0.980
30/10/02 18 34 22	131.87	133.82	132.35	14.24	6.89	4.70	3.21	0.980
30/10/02 18 36 23	131.96	133.99	132.46	14.25	6.95	4.71	3.22	0.979
30/10/02 18 38 22	131.23	133.36	131.04	26.30	21.16	15.98	7.54	0.916
30/10/02 18 40 21	132.07	133.13	131.77	15.82	21.02	15.73	6.05	0.875
30/10/02 18 42 23	132.17	133.29	131.04	15.66	20.93	15.63	5.99	0.872
30/10/02 18 44 22	132.78	133.82	132.43	3.43	6.87	4.71	1.78	0.931
30/10/02 18 46 22	133.16	134.15	132.74	3.43	6.97	4.72	1.78	0.926
30/10/02 18 48 23	133.25	134.13	132.74	3.43	6.95	4.71	1.78	0.927
30/10/02 18 50 21	133.27	134.18	132.85	3.44	6.97	4.71	1.78	0.926
30/10/02 18 52 22	132.41	133.42	132.05	3.43	6.76	4.70	1.77	0.936
30/10/02 18 54 20	132.46	133.46	132.03	3.41	6.74	4.70	1.76	0.935
30/10/02 18 56 23	132.54	133.48	132.24	15.87	21.19	15.86	6.09	0.873
30/10/02 18 58 21	132.58	133.56	132.34	15.78	21.10	15.78	6.04	0.869
30/10/02 19 00 23	132.64	133.58	132.37	15.82	21.17	15.81	6.06	0.870
30/10/02 19 02 21	132.90	133.74	132.41	3.42	6.84	4.72	1.77	0.931
30/10/02 19 04 22	132.84	133.65	132.38	3.43	6.82	4.71	1.77	0.933
30/10/02 19 06 20	132.90	133.70	132.42	3.42	6.84	4.70	1.77	0.932
30/10/02 19 08 21	132.87	133.61	132.38	3.45	6.82	4.70	1.77	0.933
30/10/02 19 10 22	132.58	133.41	132.14	3.42	6.73	4.68	1.76	0.936
30/10/02 19 12 21	131.92	132.67	131.60	15.63	20.46	15.61	5.94	0.875
30/10/02 19 14 23	131.95	132.79	131.67	15.63	20.68	15.69	5.98	0.875
30/10/02 19 16 23	131.82	132.79	131.63	15.54	20.56	15.59	5.93	0.874
30/10/02 19 18 20	132.62	133.52	132.23	3.43	6.81	4.71	1.77	0.931
30/10/02 19 20 21	132.29	133.23	131.86	3.40	6.69	4.69	1.76	0.938
30/10/02 19 22 22	132.19	133.08	131.70	3.43	6.65	4.70	1.76	0.940
30/10/02 19 24 24	132.18	133.10	131.75	3.42	6.65	4.70	1.76	0.940
30/10/02 19 26 21	132.21	133.12	131.81	3.42	6.69	4.70	1.77	0.940
30/10/02 19 28 22	132.23	133.15	131.77	3.42	6.66	4.70	1.76	0.939
30/10/02 19 30 20	131.48	132.60	131.31	15.89	20.98	15.86	6.09	0.882
30/10/02 19 32 23	131.22	132.36	131.13	15.77	21.75	15.78	6.19	0.887
30/10/02 19 34 21	131.74	133.04	131.38	15.67	21.79	20.33	6.53	0.865
30/10/02 19 36 22	132.23	133.31	131.99	3.40	7.74	4.69	1.91	0.945
30/10/02 19 38 20	131.96	133.05	131.67	3.41	7.65	4.68	1.90	0.949
30/10/02 19 40 20	132.29	133.35	131.94	3.42	7.72	4.68	1.91	0.945
30/10/02 19 42 21	131.38	133.52	131.99	14.29	7.82	4.68	3.35	0.982
30/10/02 19 44 23	131.48	133.68	132.12	14.26	7.88	4.68	3.35	0.982
30/10/02 19 46 21	130.90	133.27	131.82	26.10	22.04	15.76	7.59	0.917
30/10/02 19 48 21	130.83	133.26	131.76	26.02	22.04	15.73	7.58	0.918
30/10/02 19 50 20	130.89	133.32	131.86	25.95	22.00	15.64	7.55	0.916

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hora	Voltaje de tierra		Fase	Corriente de Fase			Pot. Real	Factor de
	V _A	V _B	V _C	I _A	I _B	I _C	P _W	FP 3φ
30/10/02 19.52.22	131.65	134.01	132.38	14.27	7.94	4.68	3.36	0.981
30/10/02 19.54.23	131.54	134.02	132.39	14.21	7.95	4.68	3.35	0.980
30/10/02 19.56.21	131.57	133.97	132.32	14.25	7.94	4.68	3.35	0.980
30/10/02 19.58.21	131.62	134.06	132.34	14.29	7.97	4.68	3.36	0.980
30/10/02 20.00.22	131.62	134.08	132.37	14.23	7.97	4.70	3.35	0.980
30/10/02 20.02.20	131.71	134.13	132.43	14.26	8.00	4.70	3.36	0.980
30/10/02 20.04.22	131.01	133.55	131.97	26.21	22.49	15.88	7.58	0.917
30/10/02 20.06.21	130.53	133.23	131.17	25.80	21.82	20.11	7.85	0.903
30/10/02 20.08.22	131.16	133.71	131.96	14.20	7.88	4.69	3.34	0.982
30/10/02 20.10.20	131.93	133.35	131.73	3.42	7.72	4.70	1.91	0.945
30/10/02 20.12.21	131.97	133.48	131.87	3.39	7.77	4.70	1.90	0.943
30/10/02 20.14.21	132.01	133.45	131.88	3.44	7.78	4.70	1.91	0.944
30/10/02 20.16.23	131.98	133.53	131.88	3.42	7.79	4.71	1.91	0.943
30/10/02 20.18.24	132.05	133.55	131.90	3.43	7.80	4.70	1.91	0.944
30/10/02 20.20.23	131.23	132.85	131.38	15.65	22.14	15.74	6.10	0.883
30/10/02 20.22.22	131.22	132.80	131.32	15.68	22.15	15.71	6.20	0.884
30/10/02 20.24.21	131.39	133.02	131.50	15.60	22.13	15.65	6.17	0.881
30/10/02 20.26.23	132.09	133.65	132.02	3.44	7.84	4.70	1.92	0.942
30/10/02 20.28.23	132.20	133.74	132.15	3.43	7.86	4.70	1.92	0.941
30/10/02 20.30.21	132.27	133.81	132.22	3.43	7.88	4.70	1.92	0.940
30/10/02 20.32.21	132.32	133.84	132.26	3.43	7.89	4.70	1.92	0.939
30/10/02 20.34.23	132.15	133.65	132.07	3.43	7.84	4.69	1.91	0.942
30/10/02 20.36.21	131.53	133.13	131.64	15.46	21.95	15.56	6.10	0.878
30/10/02 20.38.22	131.56	133.41	131.44	15.49	21.99	19.94	6.45	0.860
30/10/02 20.40.20	131.48	133.13	131.57	15.40	21.95	15.43	6.08	0.878
30/10/02 20.42.22	132.29	133.83	132.12	3.44	7.86	4.70	1.92	0.940
30/10/02 20.44.22	132.32	133.84	132.17	3.43	7.87	4.70	1.92	0.940
30/10/02 20.46.23	131.82	133.45	131.67	3.41	7.76	4.69	1.91	0.944
30/10/02 20.48.21	131.84	133.45	131.75	3.42	7.77	4.70	1.91	0.944
30/10/02 20.50.22	131.88	133.53	131.81	3.40	7.79	4.69	1.91	0.943
30/10/02 20.52.23	132.10	133.66	132.05	3.42	7.85	4.69	1.91	0.942
30/10/02 20.54.22	131.56	133.18	131.63	15.36	21.92	15.45	6.07	0.878
30/10/02 20.56.23	131.47	133.14	131.61	15.32	21.81	15.33	6.03	0.877
30/10/02 20.58.21	132.27	133.80	132.12	3.42	7.86	4.70	1.91	0.940
30/10/02 21.00.21	131.88	133.49	131.75	3.40	7.76	4.70	1.91	0.944
30/10/02 21.02.22	131.83	133.46	131.68	3.42	7.78	4.70	1.91	0.945
30/10/02 21.04.24	131.95	133.56	131.75	3.43	7.80	4.71	1.91	0.944
30/10/02 21.06.21	131.93	133.53	131.63	3.43	7.73	4.70	1.91	0.946
30/10/02 21.08.22	131.74	133.31	131.60	3.40	7.72	4.70	1.90	0.946
30/10/02 21.10.23	131.24	132.85	131.25	15.34	21.71	15.36	6.04	0.881
30/10/02 21.12.22	131.19	132.85	131.29	15.30	21.71	15.36	6.03	0.880
30/10/02 21.14.21	130.45	133.14	131.40	25.67	21.79	15.29	7.42	0.916
30/10/02 21.16.23	131.11	133.71	131.66	14.22	7.87	4.71	3.34	0.981
30/10/02 21.18.20	131.01	133.64	131.81	14.19	7.84	4.71	3.33	0.982
30/10/02 21.20.21	131.14	133.79	131.87	14.21	7.88	4.70	3.34	0.981
30/10/02 21.22.22	131.14	133.83	131.92	14.21	7.90	4.70	3.34	0.981
30/10/02 21.24.23	131.16	133.87	131.95	14.21	7.91	4.70	3.34	0.981
30/10/02 21.26.21	131.18	133.83	131.98	14.21	7.90	4.70	3.34	0.981
30/10/02 21.28.22	130.63	133.29	131.55	25.79	21.96	15.47	7.49	0.916

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Hora	Voltaje de tierra		Fase de (Volts)	Corriente de (Amp)		Fase	Pot. Real (KW)	Factor de Potencia
	V _A	V _B	V _C	I _A	I _B	I _C	P _W	FP _{3f}
30/10/02 21:30 20	130 88	133 39	131 67	25 86	21 96	15 47	7 50	0 916
30/10/02 21:32 22	130 85	133 61	131 43	25 72	21 80	10 93	7 80	0 899
30/10/02 21:34 23	131 98	134 11	132 31	14 24	7 98	4 71	3 36	0 980
30/10/02 21:36 21	131 56	134 10	132 32	14 22	7 98	4 71	3 35	0 980
30/10/02 21:38 23	131 54	134 08	132 24	14 23	7 97	4 70	3 35	0 980
30/10/02 21:40 21	131 47	133 95	132 14	14 21	7 92	4 71	3 35	0 981
30/10/02 21:42 21	131 57	133 98	132 21	14 23	7 94	4 70	3 35	0 981
30/10/02 21:44 22	132 45	133 84	132 22	3 43	7 89	4 72	1 92	0 940
30/10/02 21:46 24	131 83	133 32	131 81	15 46	21 87	15 41	6 07	0 876
30/10/02 21:48 22	131 80	133 35	131 91	15 37	21 90	15 41	6 05	0 874
30/10/02 21:50 23	132 42	133 89	132 25	3 45	7 89	4 71	1 92	0 939
30/10/02 21:52 21	132 52	134 02	132 36	3 41	7 93	4 71	1 92	0 937
30/10/02 21:54 21	132 54	133 97	132 39	3 41	7 91	4 73	1 91	0 938
30/10/02 21:56 23	132 67	134 08	132 51	3 44	7 96	4 72	1 92	0 937
30/10/02 21:58 20	132 77	134 21	132 53	3 46	7 98	4 72	1 92	0 936
30/10/02 22 00 21	132 53	134 00	132 34	3 43	7 92	4 72	1 92	0 938
30/10/02 22 02 22	131 78	133 29	131 82	16 02	22 53	15 98	6 31	0 881
30/10/02 22 04 23	131 87	133 45	131 93	15 30	21 87	15 36	6 03	0 873
30/10/02 22 06 22	131 82	133 39	131 87	15 31	21 77	15 28	6 01	0 873
30/10/02 22 08 20	132 47	133 89	132 27	3 42	7 89	4 71	1 91	0 939
30/10/02 22 10 21	132 53	133 96	132 36	3 43	7 91	4 71	1 92	0 938
30/10/02 22 12 22	132 38	133 87	132 22	3 42	7 88	4 72	1 92	0 939
30/10/02 22 14 23	132 41	133 89	132 26	3 43	7 89	4 71	1 92	0 939
30/10/02 22 16 21	132 48	134 00	132 30	3 43	7 92	4 72	1 92	0 938
30/10/02 22 18 21	132 52	133 99	132 34	3 44	7 92	4 71	1 92	0 939
30/10/02 22 20 23	131 95	133 54	131 99	15 37	21 87	15 40	6 04	0 873
30/10/02 22 22 21	132 01	133 57	132 03	15 40	21 95	15 34	6 05	0 872
30/10/02 22 24 20	132 66	134 07	132 46	3 44	7 95	4 73	1 92	0 937
30/10/02 22 26 22	132 72	134 35	132 40	3 42	7 99	9 22	2 26	0 880
30/10/02 22 28 23	132 86	134 24	132 69	3 45	8 00	4 72	1 92	0 935
30/10/02 22 30 20	133 03	134 32	132 75	3 44	8 02	4 73	1 93	0 934
30/10/02 22 32 21	133 07	134 34	132 80	3 43	8 01	4 73	1 92	0 934
30/10/02 22 34 22	132 94	134 25	132 68	3 43	7 98	4 73	1 92	0 935
30/10/02 22 36 23	133 06	134 32	132 83	3 44	8 02	4 73	1 92	0 934
30/10/02 22 38 22	132 35	133 75	132 39	15 42	22 02	15 54	6 08	0 871
30/10/02 22 40 24	132 38	133 80	132 43	15 31	21 94	15 43	6 03	0 868
30/10/02 22 42 20	133 13	134 41	132 94	3 44	8 05	4 73	1 92	0 935
30/10/02 22 44 23	133 20	134 43	132 90	3 44	8 03	4 73	1 92	0 933
30/10/02 22 46 21	132 39	134 73	133 10	14 35	8 17	4 72	3 39	0 977
30/10/02 22 48 22	132 23	134 84	132 70	14 32	8 15	9 45	3 77	0 952
30/10/02 22 50 23	132 44	134 75	133 11	14 34	8 18	4 72	3 39	0 977
30/10/02 22 52 21	132 50	134 82	133 14	14 35	8 18	4 73	3 39	0 977
30/10/02 22 54 22	131 84	134 06	132 50	26 38	22 55	15 93	7 71	0 912
30/10/02 22 56 24	131 78	134 06	132 55	25 78	22 00	15 50	7 49	0 910
30/10/02 22 58 23	131 87	134 18	132 66	25 70	22 00	15 41	7 46	0 908
30/10/02 23 00 22	132 80	135 04	133 44	14 37	8 24	4 73	3 40	0 976
30/10/02 23 02 21	132 84	135 14	133 47	14 37	8 25	4 74	3 40	0 976
30/10/02 23 04 22	132 90	135 15	133 61	14 36	8 27	4 73	3 40	0 976
30/10/02 23 06 23	132 96	135 17	133 64	14 38	8 28	4 73	3 40	0 976

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hora	Voltaje de tierra		Fase	Corriente de Fase			Pot. Real	Factor de
	V _A	V _B	V _C	I _A	I _B	I _C	(KW)	Potencia
30/10/02 23 08 20	132.93	135.17	133.63	14.37	8.30	4.73	3.40	0.976
30/10/02 23 10 23	132.97	135.38	133.43	14.36	8.33	9.56	3.81	0.949
30/10/02 23 12 21	132.36	134.47	133.10	25.94	22.13	15.82	7.54	0.906
30/10/02 23 14 23	132.77	134.03	132.79	15.32	21.89	15.44	6.04	0.867
30/10/02 23 16 22	132.81	134.08	132.86	15.22	21.79	15.34	5.99	0.864
30/10/02 23 18 23	133.42	134.52	133.23	3.45	8.06	4.73	1.93	0.931
30/10/02 23 20 21	133.48	134.66	133.28	3.46	8.09	4.72	1.93	0.931
30/10/02 23 22 21	133.43	134.52	133.21	3.46	8.09	4.73	1.93	0.932
30/10/02 23 24 23	133.35	134.42	133.14	3.45	8.07	4.73	1.93	0.933
30/10/02 23 26 20	133.35	134.40	133.17	3.44	8.07	4.73	1.93	0.933
30/10/02 23 28 21	133.37	134.40	133.15	3.45	8.07	4.72	1.93	0.933
30/10/02 23 30 22	131.69	132.87	131.74	16.39	22.52	16.05	6.39	0.885
30/10/02 23 32 21	132.53	133.64	132.52	15.35	21.76	15.42	6.04	0.871
30/10/02 23 34 23	132.57	133.74	132.55	15.25	21.71	15.34	6.00	0.869
30/10/02 23 36 22	133.15	134.18	132.91	3.44	7.99	4.72	1.92	0.935
30/10/02 23 38 22	132.87	133.85	132.63	3.41	7.88	4.70	1.91	0.938
30/10/02 23 40 23	132.99	133.95	132.79	3.43	7.92	4.70	1.92	0.938
30/10/02 23 42 21	133.08	134.08	132.94	3.42	7.97	4.71	1.92	0.935
30/10/02 23 44 21	132.97	133.92	132.79	3.42	7.92	4.70	1.92	0.937
30/10/02 23 46 22	133.12	134.03	132.93	3.46	7.97	4.71	1.93	0.937
30/10/02 23 48 20	132.10	133.27	132.27	17.34	23.09	15.79	6.41	0.867
30/10/02 23 50 22	132.32	133.39	132.34	15.36	21.64	15.49	6.05	0.874
30/10/02 23 52 20	132.31	133.37	132.30	15.28	21.56	15.34	6.00	0.873
30/10/02 23 54 22	133.14	134.09	132.90	3.46	7.98	4.71	1.93	0.937
30/10/02 23 56 21	133.16	134.10	132.88	3.42	7.96	4.70	1.92	0.936
30/10/02 23 58 22	133.32	134.27	133.08	3.43	8.02	4.70	1.92	0.934
31/10/02 00 00 23	133.30	134.17	132.97	3.44	7.99	4.70	1.93	0.936
31/10/02 00 02 20	133.38	134.19	133.01	3.44	8.00	4.71	1.93	0.936
31/10/02 00 04 21	133.43	134.27	133.14	3.44	8.04	4.70	1.93	0.934
31/10/02 00 06 22	133.27	134.08	132.97	3.43	7.98	4.69	1.92	0.937
31/10/02 00 08 20	132.81	133.80	132.84	15.31	21.73	15.46	6.04	0.870
31/10/02 00 10 23	132.81	133.79	132.83	15.29	21.73	15.43	6.03	0.870
31/10/02 00 12 22	133.25	134.09	133.05	3.43	7.99	4.69	1.92	0.936
31/10/02 00 14 22	133.21	134.03	132.96	3.42	7.96	4.69	1.92	0.936
31/10/02 00 16 21	132.36	134.31	133.12	14.36	8.06	4.68	3.38	0.979
31/10/02 00 18 23	132.32	134.29	133.14	14.32	8.06	4.68	3.38	0.979
31/10/02 00 20 21	132.27	134.28	133.14	14.31	8.07	4.69	3.38	0.979
31/10/02 00 22 23	132.09	134.02	132.87	14.29	7.98	4.67	3.37	0.980
31/10/02 00 24 21	132.09	134.10	132.90	14.28	8.00	4.67	3.37	0.980
31/10/02 00 26 21	131.49	133.67	132.10	25.70	21.59	20.14	7.81	0.898
31/10/02 00 28 20	131.38	133.31	132.27	25.71	21.52	15.54	7.46	0.915
31/10/02 00 30 22	132.14	134.06	132.80	14.28	7.96	4.68	3.37	0.980
31/10/02 00 32 21	132.22	134.10	132.89	14.30	7.99	4.67	3.37	0.980
31/10/02 00 34 22	132.29	134.19	133.01	14.29	8.02	4.68	3.37	0.979
31/10/02 00 36 23	132.44	134.34	133.18	14.31	8.07	4.68	3.38	0.979
31/10/02 00 38 23	132.50	134.38	133.26	14.31	8.10	4.69	3.38	0.978
31/10/02 00 40 22	132.48	134.32	133.19	14.30	8.08	4.69	3.38	0.979
31/10/02 00 42 21	132.37	134.22	133.05	14.32	8.04	4.68	3.38	0.979
31/10/02 00 44 24	132.52	133.36	132.48	15.71	21.92	15.81	6.18	0.877

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hora	Voltaje de Fase			Corriente de Fase			Pot. Real	Factor de
	a tierra	V _B	V _C	I _A	I _B	I _C	(KW)	FP
31/10/02 0 46 22	132.59	133.54	132.55	15.50	21.83	15.57	6.11	0.874
31/10/02 0 48 21	133.28	134.16	133.11	3.44	8.01	4.69	1.93	0.935
31/10/02 0 50 22	133.31	134.19	133.14	3.41	8.00	4.70	1.92	0.934
31/10/02 0 52 20	133.34	134.22	133.18	3.42	8.00	4.71	1.92	0.934
31/10/02 0 54 21	133.33	134.13	133.11	3.42	7.99	4.70	1.92	0.934
31/10/02 0 56 22	133.60	134.42	133.37	3.44	8.07	4.70	1.93	0.934
31/10/02 0 58 23	133.47	134.25	133.22	3.42	8.01	4.69	1.92	0.932
31/10/02 1 00 21	133.65	134.33	133.41	3.43	8.06	4.70	1.93	0.932
31/10/02 1 02 22	133.78	134.48	133.50	3.43	8.10	4.71	1.93	0.931
31/10/02 1 04 24	132.96	133.89	132.93	15.47	21.85	15.56	6.10	0.872
31/10/02 1 06 23	132.96	133.84	132.97	15.37	21.84	15.59	6.09	0.871
31/10/02 1 08 22	133.51	134.22	133.26	3.43	8.02	4.70	1.93	0.934
31/10/02 1 10 20	133.39	134.12	133.14	3.41	7.97	4.70	1.92	0.934
31/10/02 1 12 21	133.26	133.99	133.01	3.42	7.93	4.69	1.92	0.936
31/10/02 1 14 22	133.36	134.12	133.13	3.43	7.99	4.70	1.92	0.936
31/10/02 1 16 20	133.18	133.99	133.01	3.41	7.96	4.68	1.92	0.936
31/10/02 1 18 21	132.93	133.70	132.74	3.42	7.87	4.68	1.92	0.940
31/10/02 1 20 21	132.60	133.55	132.15	3.42	7.80	9.27	2.30	0.896
31/10/02 1 22 23	132.02	132.96	132.10	15.58	21.73	15.72	6.14	0.880
31/10/02 1 24 21	132.00	132.92	132.04	15.36	21.51	15.56	6.07	0.880
31/10/02 1 26 24	132.85	133.66	132.67	3.42	7.86	4.68	1.92	0.940
31/10/02 1 28 21	133.01	133.77	132.83	3.43	7.90	4.68	1.92	0.939
31/10/02 1 30 23	133.00	133.78	132.89	3.42	7.92	4.68	1.92	0.938
31/10/02 1 32 21	132.94	133.69	132.81	3.43	7.90	4.68	1.92	0.939
31/10/02 1 34 22	132.81	133.58	132.68	3.42	7.85	4.68	1.92	0.941
31/10/02 1 36 22	133.20	133.93	133.01	3.41	7.93	4.69	1.92	0.936
31/10/02 1 38 23	133.26	134.06	133.10	3.39	7.96	4.69	1.92	0.935
31/10/02 1 40 21	133.27	134.01	133.10	3.44	7.97	4.69	1.92	0.936
31/10/02 1 42 22	132.47	133.42	132.53	15.34	21.59	15.56	6.05	0.873
31/10/02 1 44 24	131.79	133.60	132.59	25.74	21.67	15.59	7.49	0.913
31/10/02 1 46 23	132.45	134.22	133.03	14.34	8.02	4.68	3.38	0.979
31/10/02 1 48 22	132.62	134.37	133.28	14.35	8.06	4.68	3.38	0.978
31/10/02 1 50 21	132.62	134.37	133.31	14.35	8.09	4.69	3.39	0.978
31/10/02 1 52 20	132.76	134.51	133.49	14.35	8.15	4.69	3.39	0.978
31/10/02 1 54 23	132.77	134.51	133.43	14.35	8.13	4.70	3.39	0.978
31/10/02 1 56 21	132.81	134.56	133.44	14.35	8.14	4.68	3.39	0.978
31/10/02 1 58 23	132.65	134.36	133.24	14.33	8.09	4.68	3.39	0.979
31/10/02 2 00 21	132.67	134.37	133.32	14.35	8.10	4.68	3.39	0.979
31/10/02 2 02 20	131.88	133.68	132.73	25.92	21.87	15.83	7.57	0.914
31/10/02 2 04 23	131.78	133.59	132.66	25.81	21.71	15.64	7.51	0.914
31/10/02 2 06 23	132.63	134.34	133.29	14.31	8.07	4.68	3.38	0.978
31/10/02 2 08 21	132.23	133.94	132.89	14.27	7.95	4.67	3.36	0.980
31/10/02 2 10 20	132.81	133.52	132.60	3.40	7.83	4.68	1.91	0.941
31/10/02 2 12 21	132.74	133.45	132.51	3.41	7.81	4.67	1.91	0.943
31/10/02 2 14 22	132.61	133.53	132.13	3.41	7.79	9.26	2.30	0.896
31/10/02 2 16 23	133.61	134.30	133.41	3.44	8.04	4.70	1.93	0.932
31/10/02 2 18 20	133.52	134.25	133.28	3.46	8.03	4.70	1.93	0.934
31/10/02 2 20 21	133.47	134.25	133.26	3.43	8.03	4.69	1.93	0.933
31/10/02 2 22 22	132.94	133.76	132.88	15.43	21.81	15.61	6.09	0.872

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hora	Voltaje de tierra		Fase	Corriente de Fase			Pot. Real	Factor de Potencia
	V _A	V _B	(Volts)	I _A	I _B	I _C	P _W	FP _{3f}
31/10/02 2:24 21	132.84	133.68	132.79	15.36	21.69	15.49	6.05	0.871
31/10/02 2:26 23	133.58	134.28	133.32	3.44	8.04	4.69	1.93	0.933
31/10/02 2:28 24	133.69	134.36	133.44	3.44	8.06	4.70	1.93	0.932
31/10/02 2:30 21	133.58	134.31	133.37	3.41	8.02	4.70	1.92	0.932
31/10/02 2:32 22	133.45	134.13	133.19	3.43	7.97	4.68	1.92	0.934
31/10/02 2:34 23	133.39	134.08	133.10	3.41	7.97	4.69	1.92	0.934
31/10/02 2:36 21	132.93	133.66	132.74	3.40	7.85	4.68	1.91	0.939
31/10/02 2:38 21	132.89	133.59	132.65	3.39	7.83	4.67	1.91	0.940
31/10/02 2:40 22	132.99	133.65	132.74	3.42	7.86	4.68	1.92	0.941
31/10/02 2:42 23	132.39	133.16	132.36	15.49	21.63	15.71	6.10	0.877
31/10/02 2:44 22	132.50	133.27	132.45	15.26	21.37	15.39	6.00	0.874
31/10/02 2:46 21	133.12	133.82	132.94	3.43	7.92	4.68	1.92	0.938
31/10/02 2:48 23	132.99	133.58	132.72	3.42	7.84	4.68	1.92	0.941
31/10/02 2:50 20	132.88	133.48	132.57	3.41	7.78	4.66	1.91	0.941
31/10/02 2:52 21	133.17	133.88	132.97	3.42	7.92	4.68	1.92	0.937
31/10/02 2:54 22	133.15	133.80	132.87	3.41	7.89	4.68	1.92	0.938
31/10/02 2:56 23	133.39	134.08	133.11	3.42	7.95	4.70	1.92	0.935
31/10/02 2:58 21	133.49	134.17	133.21	3.43	7.99	4.69	1.92	0.934
31/10/02 3:00 22	133.54	134.26	133.22	3.43	8.02	4.69	1.93	0.934
31/10/02 3:02 23	132.98	133.81	132.93	16.49	22.78	16.13	6.42	0.876
31/10/02 3:04 21	133.16	133.91	133.07	15.23	21.59	15.43	6.01	0.868
31/10/02 3:06 23	133.70	134.38	133.45	3.44	8.09	4.70	1.93	0.932
31/10/02 3:08 20	133.57	134.45	133.08	3.42	8.04	9.46	2.32	0.881
31/10/02 3:10 22	132.71	134.43	133.43	14.34	8.10	4.69	3.39	0.978
31/10/02 3:12 23	132.81	134.47	133.52	14.36	8.12	4.69	3.39	0.978
31/10/02 3:14 20	132.84	134.51	133.47	14.36	8.12	4.69	3.39	0.978
31/10/02 3:16 23	132.90	134.60	133.58	14.37	8.17	4.69	3.40	0.978
31/10/02 3:18 21	133.05	134.77	133.70	14.36	8.21	4.70	3.40	0.977
31/10/02 3:20 23	132.84	134.55	133.45	14.35	8.13	4.68	3.39	0.978
31/10/02 3:22 21	132.73	134.44	133.38	14.34	8.11	4.69	3.39	0.978
31/10/02 3:24 20	132.06	133.90	132.91	25.69	21.64	15.48	7.45	0.910
31/10/02 3:26 23	131.94	133.75	132.81	25.58	21.51	15.46	7.42	0.911
31/10/02 3:28 23	132.63	134.42	133.32	14.32	8.08	4.69	3.38	0.978
31/10/02 3:30 20	132.63	134.40	133.30	14.32	8.08	4.68	3.38	0.978
31/10/02 3:32 22	132.67	134.36	133.30	14.33	8.08	4.68	3.39	0.979
31/10/02 3:34 23	132.68	134.38	133.32	14.32	8.09	4.68	3.39	0.978
31/10/02 3:36 21	133.43	134.16	133.22	3.43	7.99	4.69	1.92	0.934
31/10/02 3:38 23	133.26	133.99	133.05	3.43	7.94	4.69	1.92	0.936
31/10/02 3:40 20	133.32	134.06	133.10	3.43	7.97	4.69	1.92	0.936
31/10/02 3:42 21	133.31	134.03	133.09	3.42	7.95	4.68	1.92	0.935
31/10/02 3:44 22	133.50	134.19	133.22	3.43	7.99	4.69	1.92	0.934
31/10/02 3:46 21	132.77	133.58	132.70	15.32	21.51	15.44	6.02	0.871
31/10/02 3:48 20	133.31	134.02	133.10	7.01	12.15	8.01	3.22	0.899
31/10/02 3:50 21	133.40	134.08	133.20	3.40	7.97	4.70	1.92	0.934
31/10/02 3:52 23	133.20	133.84	132.97	3.41	7.89	4.68	1.92	0.937
31/10/02 3:54 20	133.33	133.94	133.10	3.41	7.93	4.68	1.92	0.936
31/10/02 3:56 21	133.44	134.06	133.28	3.43	7.98	4.69	1.92	0.935
31/10/02 3:58 22	133.47	134.12	133.30	3.42	8.01	4.69	1.92	0.934
31/10/02 4:00 23	133.70	134.31	133.50	3.44	8.06	4.69	1.93	0.932

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hora	Voltaje de		Fase	Corriente de		Fase	Pot. Real	Factor de
	a	tierra	(Volts)	(Amp)			(KW)	Potencia
	V _A	V _B	V _C	I _A	I _B	I _C	P _{3f}	FP 3f
31/10/02 4 02 21	133 48	134 14	133 29	3 44	8 01	4 69	1 92	0 934
31/10/02 4 04 21	133 55	134 27	133 37	3 42	8 04	4 70	1 93	0 933
31/10/02 4 06 22	133 39	134 05	133 17	3 42	7 96	4 69	1 92	0 935
31/10/02 4 08 21	132 66	133 37	132 65	15 21	21 38	15 41	5 96	0 871
31/10/02 4 10 20	133 30	133 96	133 10	3 42	7 95	4 68	1 92	0 936
31/10/02 4 12 22	133 46	134 17	133 25	3 42	7 99	4 69	1 92	0 934
31/10/02 4 14 23	133 70	134 39	133 50	3 42	8 07	4 71	1 93	0 931
31/10/02 4 16 20	133 67	134 38	133 51	3 43	8 07	4 71	1 93	0 931
31/10/02 4 18 21	133 61	134 36	133 39	3 43	8 05	4 69	1 93	0 933
31/10/02 4 20 22	133 48	134 20	133 36	3 44	8 03	4 70	1 93	0 934
31/10/02 4 22 20	133 67	134 32	133 44	3 43	8 04	4 69	1 93	0 933
31/10/02 4 24 20	133 77	134 46	133 57	3 43	8 09	4 70	1 93	0 931
31/10/02 4 26 22	133 82	134 46	133 57	3 44	8 11	4 71	1 93	0 931
31/10/02 4 28 23	133 08	133 85	133 06	16 64	22 43	15 68	6 12	0 844
31/10/02 4 30 21	133 06	133 82	132 94	15 26	21 59	15 43	6 02	0 870
31/10/02 4 32 20	133 79	134 51	133 54	3 46	8 11	4 71	1 94	0 931
31/10/02 4 34 22	132 99	134 66	133 59	14 40	8 17	4 69	3 40	0 977
31/10/02 4 36 20	132 91	134 63	133 55	14 38	8 15	4 70	3 40	0 978
31/10/02 4 38 21	132 99	134 69	133 66	14 37	8 17	4 69	3 40	0 977
31/10/02 4 40 22	132 66	134 38	133 32	14 34	8 07	4 68	3 38	0 978
31/10/02 4 42 20	132 45	134 19	133 12	14 30	8 01	4 68	3 37	0 979
31/10/02 4 44 22	132 61	134 32	133 27	14 32	8 04	4 67	3 38	0 979
31/10/02 4 46 23	132 78	134 46	133 45	14 33	8 09	4 69	3 39	0 978
31/10/02 4 48 21	132 80	134 48	133 45	14 33	8 12	4 68	3 39	0 978
31/10/02 4 50 23	132 08	133 89	132 98	26 72	22 76	16 49	7 90	0 917
31/10/02 4 52 22	132 24	134 03	133 07	25 64	21 68	15 54	7 47	0 910
31/10/02 4 54 21	132 94	134 74	133 72	14 38	8 21	4 69	3 40	0 977
31/10/02 4 56 23	132 94	134 79	133 73	14 36	8 21	4 70	3 40	0 977
31/10/02 4 58 21	132 58	134 45	133 35	14 31	8 09	4 69	3 38	0 978
31/10/02 5 00 20	132 54	134 42	133 36	14 31	8 10	4 68	3 38	0 978
31/10/02 5 02 22	133 56	134 34	133 37	3 45	8 04	4 70	1 93	0 933
31/10/02 5 04 23	133 48	134 29	133 28	3 42	8 01	4 69	1 92	0 933
31/10/02 5 06 21	133 37	134 11	133 19	3 44	7 96	4 68	1 92	0 935
31/10/02 5 08 21	133 37	134 04	133 11	3 43	7 95	4 68	1 92	0 936
31/10/02 5 10 22	133 20	133 99	133 10	3 42	7 94	4 69	1 92	0 935
31/10/02 5 12 23	133 32	134 08	133 14	3 43	7 97	4 68	1 92	0 935
31/10/02 5 14 22	132 62	133 52	132 70	15 40	21 62	15 58	6 06	0 872
31/10/02 5 16 23	132 64	133 57	132 71	15 25	21 62	15 48	6 02	0 871
31/10/02 5 18 22	133 46	134 17	133 20	3 43	8 00	4 69	1 92	0 934
31/10/02 5 20 22	133 38	134 11	133 15	3 42	7 97	4 69	1 92	0 935
31/10/02 5 22 23	133 50	134 23	133 27	3 43	8 00	4 68	1 92	0 934
31/10/02 5 24 21	133 49	134 16	133 32	3 43	8 00	4 69	1 92	0 934
31/10/02 5 26 21	133 45	134 09	133 31	3 42	7 99	4 68	1 92	0 935
31/10/02 5 28 22	133 53	134 21	133 31	3 44	8 01	4 69	1 93	0 934
31/10/02 5 30 23	133 30	134 03	133 14	3 42	7 95	4 69	1 92	0 936
31/10/02 5 32 21	133 33	134 05	133 13	3 43	7 97	4 68	1 92	0 936
31/10/02 5 34 22	133 32	134 04	133 14	3 44	7 97	4 68	1 92	0 937
31/10/02 5 36 23	133 57	134 33	133 46	3 45	8 09	4 70	1 93	0 932
31/10/02 5 38 21	132 72	133 58	132 79	15 44	21 71	15 60	6 08	0 872

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hora	Voltaje de Fase			Corriente de Fase			Pot. Real (KW)	Factor de Potencia
	a tierra	V _B	(Volts)	I _a	(Amp)	I _c		
31/10/02 5:40:22	132 69	133 56	132 77	15 31	21 68	15 56	6 06	0 872
31/10/02 5:42:21	133 40	134 12	133 23	3 44	7 99	4 70	1 93	0 935
31/10/02 5:44:22	133 36	134 07	133 18	3 44	7 98	4 69	1 92	0 936
31/10/02 5:46:22	133 46	134 15	133 32	3 42	8 00	4 69	1 92	0 934
31/10/02 5:48:23	133 65	134 37	133 54	3 43	8 07	4 70	1 93	0 931
31/10/02 5:50:21	133 57	134 25	133 43	3 44	8 03	4 69	1 93	0 933
31/10/02 5:52:22	133 36	134 08	133 21	3 43	7 97	4 69	1 92	0 935
31/10/02 5:54:23	133 34	134 07	133 18	3 43	7 96	4 70	1 92	0 935
31/10/02 5:56:21	133 14	133 88	133 02	3 41	7 90	4 69	1 91	0 936
31/10/02 5:58:22	132 35	134 17	133 11	14 32	8 02	4 68	3 38	0 979
31/10/02 6:00:23	132 39	134 18	133 12	14 32	8 03	4 67	3 38	0 980
31/10/02 6:02:20	132 32	134 11	133 05	14 32	8 00	4 67	3 37	0 980
31/10/02 6:04:22	131 91	133 73	132 71	25 65	21 54	15 51	7 44	0 911
31/10/02 6:06:21	131 87	133 70	132 69	25 65	21 55	15 47	7 43	0 911
31/10/02 6:08:20	132 33	134 21	133 08	14 32	8 02	4 67	3 38	0 979
31/10/02 6:10:22	132 36	134 25	133 11	14 31	8 02	4 68	3 37	0 979
31/10/02 6:12:20	132 52	134 39	133 26	14 33	8 08	4 68	3 38	0 979
31/10/02 6:14:23	132 62	134 69	133 10	14 34	8 14	9 41	3 78	0 952
31/10/02 6:16:24	132 52	134 39	133 26	14 32	8 08	4 68	3 38	0 979
31/10/02 6:18:21	132 45	134 33	133 16	14 32	8 05	4 68	3 38	0 979
31/10/02 6:20:21	132 23	134 17	132 96	14 28	8 01	4 68	3 37	0 980
31/10/02 6:22:23	132 40	134 27	133 10	14 30	8 04	4 67	3 38	0 979
31/10/02 6:24:21	132 29	134 18	132 97	14 28	8 00	4 66	3 37	0 980
31/10/02 6:26:23	133 05	133 84	132 83	3 42	7 88	4 67	1 92	0 939
31/10/02 6:28:21	133 10	133 92	132 84	3 42	7 91	4 68	1 92	0 938
31/10/02 6:30:22	132 46	133 44	132 48	15 35	21 57	15 42	6 02	0 872
31/10/02 6:32:20	132 45	133 43	132 46	15 13	21 40	15 25	5 94	0 870
31/10/02 6:34:22	133 12	133 97	132 89	3 43	7 93	4 68	1 92	0 938
31/10/02 6:36:23	133 02	133 85	132 80	3 42	7 88	4 69	1 92	0 938
31/10/02 6:38:20	133 01	133 87	132 82	3 42	7 90	4 68	1 92	0 938
31/10/02 6:40:21	133 08	133 96	132 87	3 42	7 93	4 68	1 92	0 937
31/10/02 6:42:22	133 14	134 03	133 00	3 43	7 95	4 68	1 92	0 936
31/10/02 6:44:23	133 03	133 89	132 83	3 44	7 91	4 67	1 92	0 938
31/10/02 6:46:21	132 99	133 89	132 81	3 43	7 89	4 67	1 92	0 938
31/10/02 6:48:22	132 72	133 60	132 54	3 41	7 80	4 66	1 91	0 941
31/10/02 6:50:22	132 62	133 55	132 41	3 43	7 78	4 68	1 91	0 942
31/10/02 6:52:23	132 90	133 93	132 80	3 43	7 90	4 68	1 92	0 937
31/10/02 6:54:21	132 99	133 96	132 79	3 43	7 91	4 68	1 92	0 938
31/10/02 6:56:22	133 03	134 08	132 85	3 41	7 93	4 69	1 92	0 936
31/10/02 6:58:23	132 53	133 63	132 57	15 32	21 67	15 46	6 02	0 870
31/10/02 7:00:22	132 49	133 58	132 48	15 30	21 69	15 40	6 02	0 871
31/10/02 7:02:23	133 08	134 09	132 85	3 44	7 95	4 69	1 92	0 936
31/10/02 7:04:21	133 09	134 01	132 90	3 43	7 94	4 68	1 92	0 937
31/10/02 7:06:21	133 04	133 96	132 83	3 44	7 92	4 67	1 92	0 938
31/10/02 7:08:23	132 89	133 99	132 43	3 43	7 90	9 36	2 31	0 889
31/10/02 7:10:20	132 99	133 99	132 81	3 44	7 92	4 68	1 92	0 937
31/10/02 7:12:21	132 94	133 99	132 79	3 42	7 92	4 68	1 92	0 937
31/10/02 7:14:22	132 87	133 95	132 78	3 42	7 91	4 68	1 92	0 937
31/10/02 7:16:20	132 97	134 03	132 85	3 44	7 94	4 69	1 92	0 936

TESIS CON
FALLA DE CORRIENTE

Hora	Voitaje de tierra	V _B	Fase (Volts)	V _F	Corriente de (Amp)	Fase	I _C	Pot. Real (KW)	Factor de Potencia
	a								
31/10/02 7 18 20	133.28	134.46	133.21	3.44	8.08	4.70	1.93	0.932	
31/10/02 7 20 21	132.54	134.79	133.44	14.34	8.20	4.69	3.39	0.977	
31/10/02 7 22 23	131.63	133.84	132.51	14.28	7.94	4.67	3.36	0.981	
31/10/02 7 24 24	131.51	133.78	132.45	14.26	7.95	4.67	3.36	0.981	
31/10/02 7 26 22	130.99	133.23	132.02	25.54	21.61	15.41	7.41	0.915	
31/10/02 7 28 21	130.62	132.93	131.68	25.57	21.49	15.33	7.40	0.917	
31/10/02 7 30 23	130.80	133.08	131.60	14.18	7.74	4.67	3.33	0.984	
31/10/02 7 32 21	130.76	133.10	131.73	14.16	7.74	4.68	3.32	0.983	
31/10/02 7 34 21	130.75	133.08	131.66	14.18	7.74	4.67	3.33	0.984	
31/10/02 7 36 22	130.58	132.95	131.53	14.15	7.70	4.67	3.32	0.984	
31/10/02 7 38 23	130.48	132.80	131.32	14.14	7.64	4.68	3.31	0.985	
31/10/02 7 40 21	130.36	132.81	130.88	14.14	7.62	4.69	3.66	0.964	
31/10/02 7 42 23	130.50	132.80	131.30	14.14	7.66	4.68	3.32	0.985	
31/10/02 7 44 22	130.63	132.76	131.39	14.15	7.65	4.68	3.32	0.985	
31/10/02 7 46 20	130.78	132.94	131.51	14.16	7.71	4.67	3.32	0.985	
31/10/02 7 48 21	131.51	132.61	131.30	3.41	7.58	4.67	1.90	0.953	
31/10/02 7 50 22	131.49	132.65	131.39	3.41	7.60	4.68	1.90	0.952	
31/10/02 7 52 23	131.74	132.84	131.59	3.42	7.66	4.67	1.91	0.951	
31/10/02 7 54 21	131.16	132.41	131.20	15.22	21.22	15.21	5.97	0.883	
31/10/02 7 56 21	132.03	133.26	131.90	3.44	7.79	4.68	1.92	0.946	
31/10/02 7 58 23	131.89	133.02	131.68	3.42	7.68	4.69	1.91	0.949	
31/10/02 8 00 23	131.78	132.94	131.58	3.42	6.65	4.69	1.76	0.941	
31/10/02 8 02 21	131.56	132.73	131.32	3.43	6.60	4.69	1.76	0.944	
31/10/02 8 04 22	131.51	132.61	131.32	3.39	6.57	4.70	1.76	0.944	
31/10/02 8 06 23	131.39	132.57	131.14	3.42	6.54	4.69	1.76	0.946	
31/10/02 8 08 21	131.25	132.48	131.10	3.40	6.52	4.70	1.76	0.946	
31/10/02 8 10 21	131.55	132.80	131.40	3.42	6.63	4.68	1.76	0.943	
31/10/02 8 12 22	131.60	132.77	131.42	3.42	6.62	4.69	1.76	0.943	
31/10/02 8 14 20	131.50	132.67	131.23	3.40	6.56	4.69	1.76	0.944	
31/10/02 8 16 21	132.56	133.61	132.21	3.43	6.81	4.69	1.77	0.934	
31/10/02 8 18 22	132.53	133.59	132.19	3.42	6.81	4.70	1.77	0.934	
31/10/02 8 20 23	132.46	133.58	132.25	3.43	6.83	4.69	1.77	0.933	
31/10/02 8 22 21	131.44	132.76	131.47	15.96	21.17	15.94	6.13	0.882	
31/10/02 8 24 22	131.47	132.76	131.46	15.10	20.29	15.16	5.78	0.873	
31/10/02 8 26 21	132.30	133.48	132.12	3.42	6.83	4.70	1.77	0.934	
31/10/02 8 28 23	132.05	133.17	131.77	3.41	6.69	4.69	1.76	0.938	
31/10/02 8 30 21	132.01	133.11	131.71	3.42	6.67	4.68	1.76	0.939	
31/10/02 8 32 22	132.21	133.27	131.87	3.42	6.72	4.69	1.77	0.938	
31/10/02 8 34 23	132.09	133.18	131.69	3.42	6.68	4.68	1.76	0.939	
31/10/02 8 36 24	131.87	133.02	131.51	3.41	6.64	4.70	1.77	0.942	
31/10/02 8 38 21	131.54	133.64	132.09	14.53	6.65	4.68	3.26	0.981	
31/10/02 8 40 22	131.61	133.64	132.13	14.25	6.85	4.68	3.21	0.980	
31/10/02 8 42 20	131.74	133.80	132.24	14.26	6.89	4.68	3.21	0.980	
31/10/02 8 44 21	131.88	134.00	132.49	14.27	6.96	4.68	3.22	0.979	
31/10/02 8 46 22	132.01	134.26	132.52	14.31	7.01	7.00	3.42	0.966	
31/10/02 8 48 23	131.52	133.69	132.26	27.55	22.22	16.06	7.78	0.909	
31/10/02 8 50 22	131.68	133.72	132.40	25.87	20.91	15.53	7.37	0.910	
31/10/02 8 52 20	132.08	134.09	132.66	14.29	7.01	4.69	3.23	0.978	
31/10/02 8 54 22	131.84	133.88	132.42	14.27	6.94	4.69	3.22	0.979	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Hora	Voltaje de tierra		Fase	Corriente de		Fase	Pot. Real	Factor de
	V _a	V _b	(Volts)	I _a	I _b	I _c	(KW)	Potencia
31/10/02 8.56.23	131.96	134.07		132.59	14.28	6.99	4.68	
31/10/02 8.56.21	131.89	133.94		132.48	14.27	6.95	3.22	0.978
31/10/02 9.00.22	131.76	133.87		132.41	14.26	6.94	3.22	0.979
31/10/02 9.02.20	131.39	133.51		132.14	14.21	6.85	3.20	0.979
31/10/02 9.04.22	131.38	133.38		131.99	14.20	6.79	3.20	0.980
31/10/02 9.06.23	132.50	133.51		132.13	3.43	6.78	3.20	0.981
31/10/02 9.08.20	132.54	133.56		132.21	3.42	6.81	3.20	0.934
31/10/02 9.10.21	132.33	133.32		131.98	3.42	6.74	3.45	0.933
31/10/02 9.12.22	132.62	133.56		132.19	3.45	6.83	3.45	0.937
31/10/02 9.14.23	131.63	132.75		131.52	15.48	6.89	1.76	0.933
31/10/02 9.16.22	131.57	132.65		131.44	15.44	20.55	5.92	0.876
31/10/02 9.18.24	131.84	132.70		131.43	3.42	20.43	15.36	0.876
31/10/02 9.20.21	132.59	133.51		132.26	3.43	6.98	4.70	1.76
31/10/02 9.22.22	132.69	133.56		132.34	3.45	6.80	4.68	1.77
31/10/02 9.24.22	132.53	133.42		132.21	3.42	6.78	4.69	1.78
31/10/02 9.26.20	132.47	133.39		132.18	3.41	6.77	4.68	1.77
31/10/02 9.28.21	132.68	133.56		132.43	3.43	6.82	4.69	1.77
31/10/02 9.30.22	132.61	133.49		132.34	3.42	6.80	4.68	1.77
31/10/02 9.32.23	132.56	133.40		132.22	3.42	6.75	4.68	1.77
31/10/02 9.34.21	132.62	133.49		132.26	3.42	6.80	4.69	1.77
31/10/02 9.36.21	131.90	132.80		131.78	17.19	22.42	17.20	0.934
31/10/02 9.38.20	131.64	132.66		131.59	15.58	20.65	15.68	0.893
31/10/02 9.40.22	132.59	133.53		132.30	3.44	6.82	4.70	1.78
31/10/02 9.42.20	132.15	133.10		131.81	3.41	6.66	4.68	1.76
31/10/02 9.44.24	132.05	133.06		131.65	3.40	6.64	4.68	1.76
31/10/02 9.46.22	132.17	133.10		131.85	3.41	6.67	4.69	1.76
31/10/02 9.48.22	132.27	133.32		132.02	3.42	6.74	4.69	1.77
31/10/02 9.50.23	131.96	132.93		131.60	3.39	6.61	4.68	1.76
31/10/02 9.52.21	132.05	133.07		131.81	3.40	6.68	4.69	1.76
31/10/02 9.54.22	132.01	132.99		131.72	3.41	6.67	4.68	1.76
31/10/02 9.56.23	132.09	133.05		131.77	3.42	6.68	4.68	1.76
31/10/02 9.58.21	132.41	132.55		131.23	27.63	4.68	1.77	0.941
31/10/02 10.00.23	130.41	132.54		131.14	26.03	17.27	8.09	0.928
31/10/02 10.02.22	131.08	133.23		131.45	14.24	15.65	7.41	0.920
31/10/02 10.04.24	131.21	133.24		131.72	14.22	6.72	6.60	3.43
31/10/02 10.06.21	130.54	132.58		131.11	14.15	6.74	6.60	3.20
31/10/02 10.08.20	130.67	132.70		131.20	14.17	6.57	4.71	3.17
31/10/02 10.10.21	130.67	132.84		131.26	14.17	6.60	4.70	3.18
31/10/02 10.12.22	130.66	132.70		131.15	14.15	6.63	4.70	3.18
31/10/02 10.14.20	130.59	132.66		131.10	14.15	6.59	4.70	3.18
31/10/02 10.16.21	130.63	132.63		131.10	14.15	6.58	4.71	3.17
31/10/02 10.18.23	130.58	132.57		131.03	14.14	6.56	4.71	3.17
31/10/02 10.20.21	130.71	132.56		131.02	14.14	6.55	4.71	3.17
31/10/02 10.22.21	131.02	132.93		131.57	26.13	6.53	4.71	3.17
31/10/02 10.24.20	131.00	133.11		131.34	26.12	20.77	15.76	0.916
31/10/02 10.26.23	132.93	133.92		132.58	3.43	20.81	20.34	7.81
31/10/02 10.28.21	131.88	132.98		131.55	3.40	6.89	4.69	1.78
31/10/02 10.30.22	131.82	132.91		131.50	3.41	6.62	4.68	1.76
31/10/02 10.32.23	131.90	132.97		131.55	3.39	6.60	4.69	1.78
						6.61	4.68	1.76

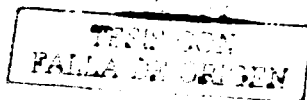
SEALS CON
PALLA DE ORIGEN

Hora	Voltaje de tierra			Fase (Volts)	Corriente de Fase (Amp)			Pot. Real (KW)	Factor de Potencia
	V _A	V _B	V _C	V _F	I _A	I _B	I _C	P _{3f}	FP 3f
31/10/02 10:34:23	132.14	133.14	131.72	3.40	6.66	4.68	1.76	0.939	
31/10/02 10:36:22	132.02	133.12	131.66	3.42	6.67	4.69	1.76	0.940	
31/10/02 10:38:22	131.92	133.04	131.59	3.41	6.64	4.68	1.76	0.941	
31/10/02 10:40:20	131.64	132.64	131.27	3.41	6.53	4.70	1.76	0.945	
31/10/02 10:42:21	130.97	132.17	130.80	15.73	20.61	15.67	6.02	0.986	
31/10/02 10:44:23	130.93	132.01	130.74	15.73	20.55	15.70	6.02	0.988	
31/10/02 10:46:22	131.65	132.73	131.03	3.41	6.55	9.11	2.14	0.937	
31/10/02 10:48:20	131.84	132.76	131.34	3.39	6.54	4.68	1.75	0.944	
31/10/02 10:50:21	131.60	132.47	131.08	3.39	6.47	4.70	1.75	0.947	
31/10/02 10:52:22	131.39	132.29	130.88	3.40	6.41	4.70	1.75	0.949	
31/10/02 10:54:23	131.38	132.37	130.90	3.38	6.42	4.71	1.75	0.948	
31/10/02 10:56:21	131.37	132.27	130.81	3.38	6.40	4.71	1.75	0.949	
31/10/02 10:58:20	131.41	132.31	130.95	3.40	6.43	4.70	1.75	0.948	
31/10/02 11:00:21	131.52	132.39	131.11	3.38	6.47	4.70	1.75	0.948	
31/10/02 11:02:22	130.88	131.87	130.74	15.85	20.62	15.86	6.08	0.891	
31/10/02 11:04:21	130.78	131.92	130.66	15.76	20.64	15.78	6.05	0.880	
31/10/02 11:06:23	131.63	132.54	131.20	3.39	6.50	4.69	1.75	0.947	
31/10/02 11:08:23	131.50	132.45	131.14	3.39	6.48	4.69	1.75	0.947	
31/10/02 11:10:21	131.43	132.37	131.09	3.38	6.46	4.69	1.75	0.948	
31/10/02 11:12:21	131.20	132.20	130.86	3.39	6.43	4.70	1.75	0.950	
31/10/02 11:14:22	131.25	132.18	130.88	3.38	6.42	4.70	1.75	0.949	
31/10/02 11:16:23	131.29	132.26	131.06	3.36	6.46	4.69	1.75	0.947	
31/10/02 11:18:21	131.46	132.42	131.19	3.41	6.51	4.69	1.76	0.947	
31/10/02 11:20:22	129.92	131.82	130.52	26.46	20.87	16.18	7.58	0.927	
31/10/02 11:22:22	129.86	131.88	130.57	26.34	20.87	16.11	7.56	0.927	
31/10/02 11:24:22	129.89	131.87	130.58	26.21	20.71	16.02	7.50	0.926	
31/10/02 11:26:24	130.62	132.58	131.21	14.15	6.58	4.69	3.17	0.984	
31/10/02 11:28:21	130.63	132.54	131.16	14.16	6.56	4.70	3.18	0.985	
31/10/02 11:30:20	130.38	132.28	130.88	14.12	6.49	4.71	3.16	0.985	
31/10/02 11:32:23	130.53	132.49	131.16	14.14	6.56	4.69	3.17	0.984	
31/10/02 11:34:21	130.37	132.18	130.81	14.11	6.46	4.72	3.16	0.985	
31/10/02 11:36:20	130.28	132.26	130.78	14.11	6.48	4.71	3.16	0.985	
31/10/02 11:38:23	130.12	132.11	130.66	14.09	6.46	4.72	3.15	0.986	
31/10/02 11:40:23	129.50	131.70	129.98	26.35	20.72	20.59	7.92	0.916	
31/10/02 11:42:22	129.55	131.43	130.14	26.17	20.48	16.01	7.48	0.929	
31/10/02 11:44:21	130.25	132.14	130.74	14.09	6.45	4.73	3.16	0.986	
31/10/02 11:46:23	129.90	131.81	130.47	14.05	6.30	4.75	3.14	0.986	
31/10/02 11:48:21	130.11	132.15	130.70	14.09	6.44	4.73	3.15	0.985	
31/10/02 11:50:23	130.94	131.85	130.57	3.38	6.32	4.72	1.74	0.952	
31/10/02 11:52:24	131.89	132.85	131.55	3.39	6.59	4.68	1.76	0.942	
31/10/02 11:54:22	131.89	132.72	131.51	3.41	6.56	4.69	1.76	0.944	
31/10/02 11:56:20	131.65	132.57	131.32	3.41	6.52	4.70	1.76	0.945	
31/10/02 11:58:22	130.96	132.06	130.86	16.07	20.99	16.14	6.20	0.892	
31/10/02 12:00:22	131.05	132.08	130.83	16.02	20.87	16.04	6.16	0.891	
31/10/02 12:02:21	131.80	132.79	131.48	3.40	6.58	4.69	1.76	0.943	
31/10/02 12:04:22	131.92	132.86	131.54	3.39	6.58	4.69	1.76	0.942	
31/10/02 12:06:20	132.05	132.96	131.56	3.40	6.61	4.67	1.76	0.942	
31/10/02 12:08:21	131.79	132.72	131.37	3.39	6.54	4.69	1.76	0.944	
31/10/02 12:10:22	131.78	132.74	131.36	3.38	6.55	4.68	1.76	0.944	

Hora	Voltaje de tierra		Fase (Volts)	Corriente de Fase (Amp)			Pot. Real (KW)	Factor de Potencia
	V _A	V _B	V	I _A	I _B	I _C	P _{3f}	FP _{3f}
31/10/02 12:12:23	131 68	132 85	131 41	3 40	6 55	4 70	1 76	0 944
31/10/02 12:14:21	131 62	132 56	131 28	3 40	6 52	4 69	1 76	0 945
31/10/02 12:16:23	130 85	132 05	130 77	16 18	21 14	16 22	6 24	0 893
31/10/02 12:18:22	130 89	132 09	130 85	15 91	20 89	16 00	6 14	0 890
31/10/02 12:20:21	131 75	132 72	131 42	3 38	6 56	4 69	1 75	0 943
31/10/02 12:22:23	131 85	132 87	131 42	3 40	6 58	4 66	1 81	0 923
31/10/02 12:24:20	131 70	132 66	131 37	3 38	6 53	4 68	1 75	0 945
31/10/02 12:26:21	131 95	132 90	131 63	3 40	6 60	4 69	1 76	0 942
31/10/02 12:28:22	131 87	132 95	131 53	3 38	6 60	4 68	1 76	0 941
31/10/02 12:30:23	132 06	133 01	131 60	3 39	6 62	4 68	1 76	0 941
31/10/02 12:32:21	131 06	132 24	131 01	16 67	21 76	16 72	6 45	0 894
31/10/02 12:34:23	131 31	132 47	131 23	16 24	21 36	16 33	6 28	0 890
31/10/02 12:36:22	131 09	132 21	130 97	16 23	21 22	16 20	6 26	0 891
31/10/02 12:38:21	130 99	132 16	130 79	15 97	20 94	15 99	6 14	0 889
31/10/02 12:40:23	131 72	132 85	131 46	3 37	6 59	4 69	1 75	0 942
31/10/02 12:42:20	131 63	132 79	131 38	3 39	6 58	4 68	1 76	0 943
31/10/02 12:44:22	130 70	132 89	131 30	14 18	6 03	4 70	3 18	0 983
31/10/02 12:46:23	130 62	132 84	131 28	14 15	6 60	4 69	3 17	0 983
31/10/02 12:48:21	130 62	132 90	131 36	14 18	6 03	4 69	3 18	0 983
31/10/02 12:50:23	130 26	132 36	130 97	27 29	21 96	16 99	7 94	0 928
31/10/02 12:52:21	130 30	132 46	131 01	26 87	21 66	16 56	7 78	0 926
31/10/02 12:54:20	130 57	132 86	130 95	26 82	21 54	20 91	8 11	0 910
31/10/02 12:56:23	131 47	133 43	131 90	14 24	6 81	4 69	3 21	0 981
31/10/02 12:58:22	131 43	133 40	131 85	14 20	6 76	4 68	3 20	0 981
31/10/02 13:00:23	131 49	133 41	131 89	14 23	6 79	4 68	3 20	0 981
31/10/02 13:02:22	131 15	133 07	131 56	14 18	6 68	4 68	3 19	0 983
31/10/02 13:04:23	131 32	133 16	131 74	14 20	6 72	4 68	3 20	0 982
31/10/02 13:06:20	131 31	133 13	131 66	14 20	6 69	4 68	3 19	0 983
31/10/02 13:08:22	130 31	132 14	130 79	26 89	21 26	16 53	7 75	0 928
31/10/02 13:10:22	130 28	132 23	130 90	26 86	21 51	16 60	7 78	0 927
31/10/02 13:12:21	131 24	132 04	130 83	16 51	21 20	16 45	6 34	0 895
31/10/02 13:14:22	132 04	132 89	131 59	3 41	6 60	4 69	1 76	0 942
31/10/02 13:16:23	132 14	133 02	131 64	3 41	6 63	4 69	1 76	0 941
31/10/02 13:18:21	131 89	132 79	131 44	3 38	6 58	4 68	1 75	0 943
31/10/02 13:20:21	132 00	132 90	131 54	3 41	6 60	4 68	1 76	0 942
31/10/02 13:22:22	132 05	132 91	131 57	3 42	6 62	4 68	1 76	0 942
31/10/02 13:24:23	132 02	132 77	131 43	3 40	6 56	4 70	1 76	0 943
31/10/02 13:26:22	131 20	132 38	130 69	16 97	21 46	21 01	6 75	0 878
31/10/02 13:28:21	130 94	132 13	130 71	16 29	21 25	16 23	6 27	0 893
31/10/02 13:30:20	130 91	131 97	130 64	16 39	21 23	16 34	6 30	0 895
31/10/02 13:32:22	131 88	132 85	131 46	3 41	6 58	4 69	1 76	0 943
31/10/02 13:34:23	131 76	132 77	131 29	3 38	6 54	4 68	1 75	0 944
31/10/02 13:36:21	131 78	132 79	131 35	3 40	6 55	4 68	1 75	0 943
31/10/02 13:38:21	132 02	132 90	131 58	3 41	6 60	4 68	1 76	0 942
31/10/02 13:40:22	132 41	133 52	132 04	3 41	6 78	4 69	1 77	0 935
31/10/02 13:42:21	131 71	132 89	131 61	16 33	21 57	16 37	6 32	0 886
31/10/02 13:44:24	131 56	132 74	131 43	16 38	21 59	16 38	6 33	0 888
31/10/02 13:52:21	132 09	133 00	131 75	3 40	7 36	4 67	1 84	0 934
31/10/02 13:54:22	131 29	132 51	131 23	16 11	21 26	16 18	6 22	0 888

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

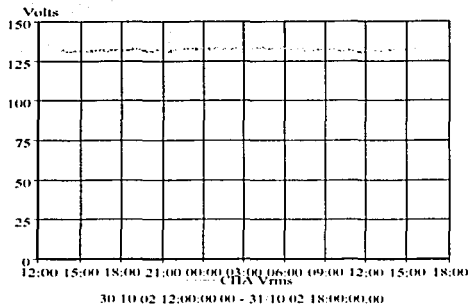
Hora	Voltaje de tierra			Fase	Corriente de Fase			Pot. Real	Factor de Potencia
	V _A	V _B	V _C	(Volts)	I _A	I _B	I _C	P ₂₁ (KW)	FP 3φ
31/10/02 13 56 21	131 29	132 57	131 15	16 34	21.52	16.30	6 31	0.890	
31/10/02 13 58 23	131 34	132 61	131 25	16 26	21.48	16.30	6 29	0.889	
31/10/02 14 00 23	132 29	133 36	131 02	3 42	6 74	4 69	1 77	0.937	
31/10/02 14 02 21	132 31	133 41	132 00	3 41	6 75	4 69	1 77	0.936	
31/10/02 14 04 22	132 51	133 54	132 21	3 41	6 79	4 69	1 77	0.934	
31/10/02 14 06 23	132 64	133 70	132 30	3 42	6 84	4 68	1 77	0.932	
31/10/02 14 08 20	132 53	133 72	131 02	3 43	6 81	9 25	2 15	0.883	
31/10/02 14 10 21	131 78	132 68	131 57	16 57	21 72	16 53	6 39	0.888	
31/10/02 14 12 20	131 69	132 83	131 62	16 41	21 67	16 48	6 36	0.888	
31/10/02 14 14 22	131 74	132 84	131 52	16 20	21 33	16 16	6 24	0.885	
31/10/02 14 16 22	131 69	132 89	131 54	16 07	21 28	16 05	6 19	0.883	
31/10/02 14 18 20	132 55	133 46	132 07	3 40	6 74	4 69	1 76	0.935	
31/10/02 14 20 21	132 50	133 46	131 98	3 41	6 73	4 69	1 77	0.936	
31/10/02 14 22 22	132 43	133 44	131 91	3 40	6 72	4 70	1 76	0.936	
31/10/02 14 24 23	132 46	133 53	132 02	3 42	6 78	4 68	1 77	0.935	
31/10/02 14 26 21	132 42	133 42	132 03	3 40	6 75	4 69	1 77	0.935	
31/10/02 14 28 22	131 58	132 83	131 45	16 48	21 75	16 47	6 38	0.889	
31/10/02 14 30 22	131 75	132 96	131 68	16 31	21 64	16 36	6 32	0.885	
31/10/02 14 32 21	131 69	132 99	131 56	16 22	21 53	16 23	6 27	0.884	
31/10/02 14 34 23	132 45	133 69	132 12	3 42	6 82	4 70	1 77	0.932	
31/10/02 14 36 21	132 37	133 52	131 96	3 41	6 75	4 70	1 77	0.935	
31/10/02 14 38 21	132 39	133 54	131 99	3 41	6 76	4 69	1 77	0.934	
31/10/02 14 40 22	132 27	133 61	131 77	3 42	6 76	9 17	2 13	0.881	
31/10/02 14 42 23	132 49	133 61	132 07	3 41	6 78	4 69	1 77	0.934	
31/10/02 14 44 21	132 42	133 59	132 03	3 41	6 78	4 69	1 77	0.934	
31/10/02 14 46 22	131 81	133 10	131 68	16 37	21 74	16 34	6 33	0.885	
31/10/02 14 48 22	131 71	132 99	131 54	16 28	21 57	16 24	6 28	0.885	
31/10/02 14 50 21	131 69	132 94	131 50	16 34	21 62	16 31	6 31	0.886	
31/10/02 14 52 20	132 51	133 71	132 09	3 39	6 79	4 70	1 76	0.932	
31/10/02 14 54 22	132 91	134 02	132 57	3 41	6 92	4 71	1 78	0.928	
31/10/02 14 56 23	132 92	134 01	132 38	3 42	6 89	4 70	1 77	0.929	
31/10/02 14 58 21	133 08	134 22	132 70	3 43	6 98	4 70	1 78	0.926	
31/10/02 15 00 21	133 10	134 14	132 60	3 43	6 93	4 71	1 78	0.928	
31/10/02 15 02 23	132 22	133 65	131 83	16 48	21 88	21 16	6 75	0.865	
31/10/02 15 04 21	132 44	133 68	132 24	16 54	22 09	16 50	6 41	0.881	
31/10/02 15 06 20	132 47	133 69	132 29	16 34	21 85	16 31	6 32	0.879	
31/10/02 15 08 22	133 25	134 20	132 76	3 44	6 97	4 72	1 78	0.926	
31/10/02 15 10 23	133 44	134 39	132 97	3 44	7 02	4 71	1 78	0.924	
31/10/02 15 12 20	133 26	134 26	132 76	3 44	6 97	4 70	1 78	0.926	
31/10/02 15 14 21	133 08	134 01	132 54	3 44	6 91	4 70	1 78	0.930	
31/10/02 15 16 22	133 14	134 18	132 73	3 44	6 98	4 72	1 78	0.926	
31/10/02 15 18 23	133 25	134 23	132 81	3 43	6 99	4 71	1 78	0.926	
31/10/02 15 20 22	132 45	133 54	132 28	16 52	21 97	16 55	6 41	0.882	
31/10/02 15 22 21	132 35	133 52	132 22	16 23	21 76	16 33	6 30	0.880	
31/10/02 15 24 23	132 18	133 46	131 73	16 35	21 61	21 05	6 69	0.865	
31/10/02 15 26 22	133 09	134 09	132 70	3 43	6 94	4 71	1 78	0.928	
31/10/02 15 28 23	132 78	133 90	132 43	3 40	6 87	4 70	1 77	0.929	
31/10/02 15 30 21	132 72	133 81	132 34	3 41	6 84	4 70	1 77	0.931	
31/10/02 15 32 23	132 70	133 82	132 30	3 42	6 85	4 69	1 77	0.931	



Hora	Voltaje de Fase a tierra (Volts)			Corriente de Fase (Amp)			Pot. Real (KW)	Factor de Potencia
	V _A	V _B	V _C	I _A	I _B	I _C	P _{3φ}	FP 3φ
Máximo	133.82	135.38	133.73	27.94	23.09	24.96	8.856	0.989
Mínimo	129.50	131.43	129.98	3.36	6.32	4.66	1.742	0.844
Promedio	132.10	133.45	132.12	10.10	11.21	8.07	3.495	0.934

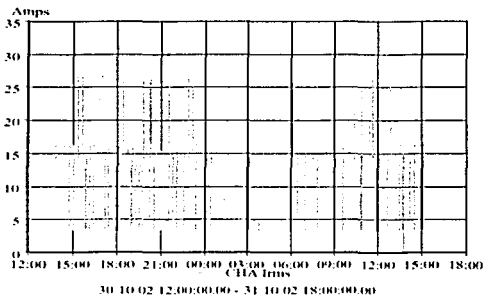
Gráficas del comportamiento del Voltaje, Corriente, Potencia Real y Factor de Potencia.

Comportamiento del Voltaje de la fase (A).



	Min	Max	Median
CHA Vrms	0.16	133.82	132.09

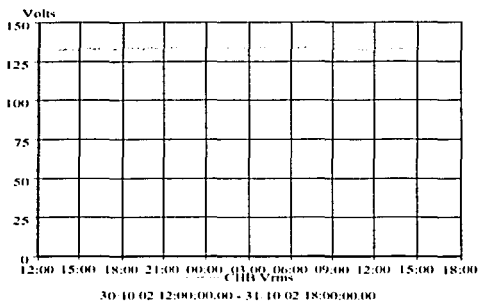
Comportamiento de la corriente de la Fase (A).



	Min	Max	Median
CHA Irms	0.18	32.90	3.46

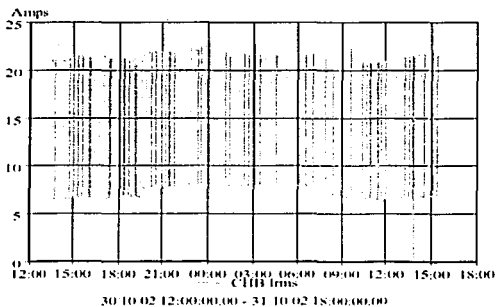
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Comportamiento del Voltaje de la fase (B).



	Min	Max	Median
CIB Vrms	0.07	135.38	133.51

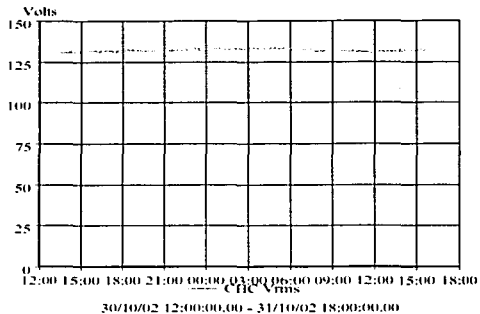
Comportamiento de la Corriente de la Fase (B).



	Min	Max	Median
CIB Irms	0.43	23.09	7.94

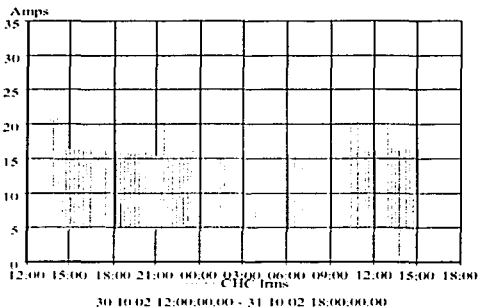
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Comportamiento del Voltaje de la fase (C).



	Min	Max	Median
C' Vrms	0.17	133.73	132.03

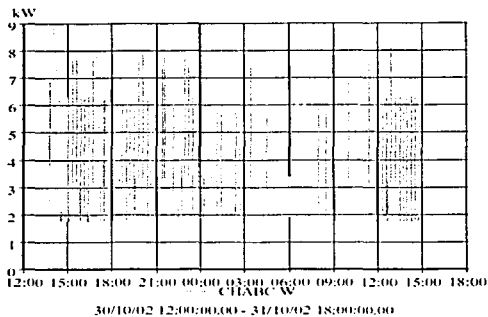
Comportamiento de la Corriente de la Fase (C).



	Min	Max	Median
C' Irms	0.07	30.35	4.70

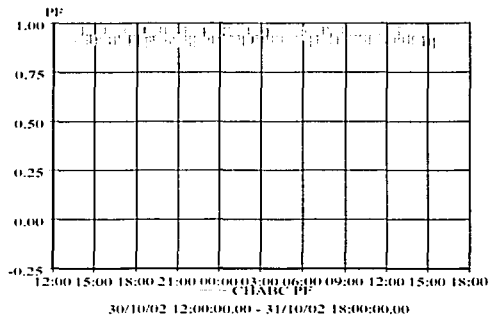
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Comportamiento de la Potencia Real Trifásica.



	Min	Max	Median
CHABC W	-0,02	8,86	2,39

Comportamiento del Factor de Potencia Trifásico.



	Min	Max	Median
CHABC PF	-0,22	0,99	0,94

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tablas de la distorsión Armónica Total (THD) en % con respecto a la fundamental, del alimentador principal.

Fecha de la medición: 30 y 31 de Octubre de 2002.

Hora	Distorsión Armónica de Voltaje			Distorsión Armónica de Corriente		
	Va	Vb	Vc	Ia	Ib	Ic
30-10-02 13:32:20	3.78	3.49	3.51	8.37	11.81	10.06
30-10-02 13:34:21	3.79	3.52	3.54	8.23	11.66	11.08
30-10-02 13:46:20	4.09	3.74	3.75	8.53	12.01	11.29
30-10-02 13:48:21	3.93	3.64	3.66	8.28	11.84	10.92
30-10-02 13:50:20	3.85	3.59	3.56	8.50	12.08	11.37
30-10-02 13:52:21	3.86	3.58	3.60	8.31	11.92	11.26
30-10-02 13:54:21	3.87	3.59	3.63	4.81	29.76	21.21
30-10-02 13:56:22	4.07	3.79	3.82	4.84	28.43	20.72
30-10-02 13:58:21	4.24	3.96	3.91	4.93	27.91	20.90
30-10-02 14:00:21	4.05	3.85	3.85	4.86	28.45	21.15
30-10-02 14:02:20	4.03	3.80	3.81	5.69	11.22	10.53
30-10-02 14:04:20	4.20	3.90	3.93	5.97	12.04	10.53
30-10-02 14:06:20	4.19	3.91	3.96	5.94	12.05	11.55
30-10-02 14:08:20	4.18	3.90	3.93	5.90	12.13	11.58
30-10-02 14:10:22	4.22	3.92	3.86	5.07	27.93	27.49
30-10-02 14:22:23	4.12	3.88	3.83	9.07	12.03	14.74
30-10-02 14:24:21	4.17	3.95	3.88	8.87	12.52	14.71
30-10-02 14:26:20	4.13	3.98	3.87	9.12	12.44	14.88
30-10-02 14:40:21	3.93	3.69	3.67	8.55	11.71	14.35
30-10-02 14:42:21	4.04	3.81	3.77	8.50	11.82	14.73
30-10-02 14:44:20	3.93	3.70	3.70	8.49	11.89	14.27
30-10-02 14:58:22	4.27	4.08	4.03	9.16	11.96	14.53
30-10-02 15:00:21	4.37	4.11	4.12	9.25	12.15	14.85
30-10-02 15:02:20	4.33	4.06	4.03	9.12	12.09	14.51
30-10-02 15:14:21	4.56	4.29	4.19	8.89	11.48	14.47
30-10-02 15:16:20	4.54	4.22	4.19	6.36	12.13	14.65
30-10-02 15:18:23	4.58	4.31	4.29	6.52	12.28	15.22
30-10-02 15:20:23	4.51	4.22	4.17	6.44	12.46	14.87
30-10-02 15:32:23	4.56	4.26	4.27	6.37	12.37	15.00
30-10-02 15:34:23	4.41	4.22	4.20	6.25	12.31	14.73
30-10-02 15:36:21	4.64	4.38	4.39	6.50	12.64	15.20
30-10-02 15:40:22	4.81	4.53	4.45	5.49	27.56	24.09
30-10-02 15:50:23	4.68	4.37	4.38	9.73	12.29	14.90
30-10-02 15:52:23	4.76	4.52	4.43	10.13	12.65	15.29
30-10-02 15:54:22	4.69	4.41	4.35	9.95	12.60	15.26
30-10-02 16:06:21	4.60	4.39	4.33	9.68	12.52	14.99
30-10-02 16:08:23	4.49	4.31	4.24	9.67	12.48	15.22
30-10-02 16:10:23	4.52	4.26	4.24	9.53	12.43	14.95
30-10-02 16:22:22	4.24	4.01	3.98	8.37	11.26	13.53
30-10-02 16:24:21	4.32	4.11	4.09	9.31	12.05	14.95

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hora		Distorsión Armónica		Distorsión Armónica		
		Total	de Voltaje	Total	de Corriente	
		Vb	Vc	Ia	Ib	Ic
30-10-02 16 26 20	4.32	4.10	4.07	9.17	12.20	14.90
30-10-02 16 28 22	4.37	4.15	4.12	9.43	12.43	15.03
30-10-02 16 40 22	4.45	4.20	4.19	9.44	12.45	15.23
30-10-02 16 42 21	4.58	4.26	4.31	8.43	12.50	15.03
30-10-02 16 44 20	4.60	4.29	4.26	8.23	12.81	14.58
30-10-02 16 56 23	4.81	4.52	4.58	6.69	12.37	15.17
30-10-02 16 58 21	4.83	4.60	4.62	6.73	12.66	15.30
30-10-02 17 00 20	4.97	4.69	4.66	6.87	12.95	15.26
30-10-02 17 02 23	4.69	4.47	4.50	6.58	13.04	15.72
30-10-02 17 14 20	4.74	4.48	4.52	6.96	12.81	15.41
30-10-02 17 16 23	4.80	4.54	4.54	10.19	13.04	13.96
30-10-02 17 18 23	4.86	4.61	4.64	10.27	13.10	16.02
30-10-02 17 30 21	4.77	4.54	4.61	10.06	12.82	15.68
30-10-02 17 32 21	4.90	4.66	4.67	10.56	12.94	15.90
30-10-02 17 34 23	4.76	4.51	4.55	9.93	12.72	15.75
30-10-02 17 46 21	4.72	4.46	4.51	9.58	13.02	15.33
30-10-02 17 48 23	4.59	4.43	4.40	9.58	12.59	13.62
30-10-02 17 50 20	4.60	4.38	4.42	9.54	12.75	15.69
30-10-02 17 52 23	4.69	4.52	4.48	10.11	13.08	16.05
30-10-02 18 04 23	4.65	4.46	4.38	9.83	12.89	15.59
30-10-02 18 06 22	4.55	4.42	4.28	9.90	12.61	15.63
30-10-02 18 08 17	4.73	4.54	4.45	10.34	12.88	15.53
30-10-02 18 20 22	5.11	4.82	4.81	7.21	13.11	15.83
30-10-02 18 22 21	5.12	4.93	4.89	7.29	13.30	15.93
30-10-02 18 24 23	5.07	4.81	4.78	7.15	13.18	15.68
30-10-02 18 30 20	5.48	5.13	5.08	6.23	27.57	25.14
30-10-02 18 38 22	5.05	4.83	4.78	7.10	13.09	15.70
30-10-02 18 40 21	5.06	4.83	4.77	10.98	13.21	16.40
30-10-02 18 42 23	4.99	4.82	4.72	11.08	13.44	16.45
30-10-02 18 56 23	5.31	5.08	4.91	11.55	13.72	16.24
30-10-02 18 58 21	5.31	5.13	4.95	11.62	13.49	16.50
30-10-02 19 00 23	5.20	5.04	4.87	11.63	13.63	16.18
30-10-02 19 12 21	4.93	4.70	4.56	10.85	13.34	15.93
30-10-02 19 14 23	5.18	4.91	4.71	11.35	13.94	16.42
30-10-02 19 16 23	5.10	4.88	4.62	11.37	13.52	16.01
30-10-02 19 30 20	4.92	4.69	4.45	10.78	13.16	15.83
30-10-02 19 32 23	4.94	4.68	4.43	11.00	12.79	15.68
30-10-02 19 34 21	4.99	4.70	4.41	10.88	12.71	13.74
30-10-02 19 46 21	4.89	4.57	4.42	7.69	12.41	15.72
30-10-02 19 48 21	4.87	4.58	4.38	7.06	12.42	15.81
30-10-02 19 50 20	4.94	4.66	4.45	7.12	12.63	15.90
30-10-02 20 04 22	4.87	4.61	4.42	6.98	12.48	16.03
30-10-02 20 06 21	4.87	4.61	4.36	7.05	12.83	14.34
30-10-02 20 20 23	4.95	4.77	4.58	10.90	13.14	16.59
30-10-02 20 22 22	4.89	4.71	4.54	10.55	13.08	16.49
30-10-02 20 24 21	4.82	4.63	4.43	10.73	12.86	16.42
30-10-02 20 36 21	4.78	4.51	4.41	10.63	12.49	16.20
30-10-02 20 38 22	4.80	4.54	4.34	10.53	12.60	14.34
30-10-02 20 40 20	4.68	4.46	4.29	10.51	12.89	16.52

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hora	Distorsión Armónica			Distorsión Armónica		
	Total	de Voltaje	Corriente	Total	de Voltaje	Corriente
	Va	Vb	Vc	Ia	Ib	Ic
30-10-02 20 54 22	5 00	4.67	4.55	11.40	13.03	16.86
30-10-02 20 56 23	5 00	4.73	4.58	11.24	12.85	17 00
30-10-02 21 10 23	4.89	4.57	4.48	10.80	13.02	16 60
30-10-02 21 12 22	4.87	4.54	4.44	10.93	12.74	16 70
30-10-02 21 14 21	4.94	4.62	4.53	7.20	12.87	16 78
30-10-02 21 28 22	5 11	4.78	4.71	7.48	13.30	17 32
30-10-02 21 30 20	5 09	4.76	4.65	7.37	12.92	16 95
30-10-02 21 32 22	5 19	4.81	4.70	7.50	13.06	15 03
30-10-02 21 46 24	5 23	4.87	4.79	11.33	13 07	17 22
30-10-02 21 48 22	5 31	4.98	4.89	11.79	13.26	17 48
30-10-02 22 02 22	5 44	5 12	4.99	11.84	13 32	17 00
30-10-02 22 04 23	5 49	5 11	5 02	11.96	13.30	17 69
30-10-02 22 06 22	5 31	4.95	4.88	11.71	13 22	17 38
30-10-02 22 20 23	5 38	5 05	4.92	11.82	13 27	17 16
30-10-02 22 22 21	5 30	4.92	4.87	11.81	13 11	17 42
30-10-02 22 36 28	5 37	5 00	4.88	12 16	13 34	17 45
30-10-02 22 38 22	5 59	5 18	5 13	12.64	13 46	17 32
30-10-02 22 40 21	9 67	5 26	5 18	12 45	13 84	17 63
30-10-02 22 48 22	5 88	5 38	5 31	6 38	23 85	24 68
30-10-02 22 54 22	5 54	5 08	5 00	7 51	13 04	16 85
30-10-02 22 56 24	5 48	5 05	4 95	7 91	13 27	17 22
30-10-02 22 58 23	5 55	5 16	5 05	8 18	13 27	17 48
30-10-02 23 10 23	5 59	5 16	4 98	6 04	22 05	23 49
30-10-02 23 12 21	5 55	5 08	4 94	8 03	12 86	16 80
30-10-02 23 14 23	5 39	4 92	4 88	12 13	12 89	16 60
30-10-02 23 16 22	5 46	5 00	4 95	12 23	12 90	16 63
30-10-02 23 30 22	4 88	4 35	4 47	10 18	11 71	15 17
30-10-02 23 32 21	5 02	4 48	4 61	11 31	12 28	16 12
30-10-02 23 34 23	4 90	4 41	4 46	11 07	12 32	16 37
30-10-02 23 48 20	4 71	4 27	4 30	9 19	11 00	15 68
30-10-02 23 50 22	4 71	4 24	4 24	10 79	12 01	15 38
30-10-02 23 52 20	4 71	4 20	4 24	10 71	12 09	15 73
31-10-02 0 08 20	4 41	3 79	3 91	9 93	11 44	14 99
31-10-02 0 10 23	4 48	3 79	3 93	10 17	11 36	14 77
31-10-02 0 12 27	4 72	4 26	4 27	10 80	12 21	15 83
31-10-02 0 26 21	3 99	3 42	3 52	5 79	11 12	12 01
31-10-02 0 28 20	3 97	3 40	3 53	5 87	10 95	13 86
31-10-02 0 44 24	4 05	3 49	3 56	5 14	10 95	13 94
31-10-02 0 46 22	4 08	3 53	3 59	9 29	10 98	14 34
31-10-02 1 04 24	4 20	3 57	3 64	9 44	11 01	14 27
31-10-02 1 06 23	4 18	3 56	3 62	9 34	10 90	14 29
31-10-02 1 22 23	3 74	3 22	3 30	8 50	10 76	13 91
31-10-02 1 24 21	3 72	3 19	3 28	8 48	10 66	13 96
31-10-02 1 42 22	3 84	3 24	3 31	8 74	10 65	13 50
31-10-02 1 44 24	3 86	3 25	3 36	5 82	10 93	13 92
31-10-02 2 02 20	3 79	3 19	3 33	5 65	10 79	13 53
31-10-02 2 04 23	3 84	3 23	3 36	5 65	10 66	13 64
31-10-02 2 22 22	3 68	3 17	3 22	8 60	10 74	13 95
31-10-02 2 24 21	3 68	3 14	3 22	8 43	10 61	13 79

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hora	Distorsión Armónica			Distorsión Armónica		
	Total	de Voltaje		Total	de Corriente	
		Vb	Vl		Ia	Ib
31-10-02 2 42 23	3 64	3 07	3 13	8 38	10 67	13 65
31-10-02 2 44 22	3 63	3 08	3 11	8 38	10 63	13 73
31-10-02 3 02 23	3 88	3 29	3 41	8 46	10 21	13 62
31-10-02 3 04 21	3 99	3 42	3 51	9 35	11 00	14 01
31-10-02 3 24 20	3 90	3 25	3 43	5 82	10 77	13 62
31-10-02 3 46 21	3 85	3 27	3 31	8 75	10 65	13 55
31-10-02 3 48 20	4 12	3 51	3 58	10 28	15 97	24 72
31-10-02 4 08 21	3 77	3 13	3 33	8 80	11 00	14 04
31-10-02 4 28 23	3 80	3 16	3 34	6 88	9 64	12 85
31-10-02 4 30 21	3 84	3 21	3 34	9 14	10 61	13 52
31-10-02 4 50 23	3 99	3 43	3 54	5 83	10 48	13 30
31-10-02 4 52 22	4 04	3 44	3 55	6 00	11 06	13 98
31-10-02 5 14 22	3 91	3 38	3 53	8 74	11 00	14 08
31-10-02 5 16 23	3 83	3 31	3 36	9 15	10 95	14 20
31-10-02 5 38 21	3 98	3 38	3 60	9 37	10 77	13 91
31-10-02 5 40 22	3 98	3 40	3 58	9 15	11 28	14 03
31-10-02 6 04 22	4 08	3 49	3 62	6 15	11 00	14 07
31-10-02 6 06 21	4 01	3 45	3 58	6 02	11 13	14 10
31-10-02 6 14 23	4 20	3 62	3 72	4 79	22 06	22 08
31-10-02 6 30 22	4 06	3 49	3 64	9 30	11 16	14 53
31-10-02 6 32 20	3 83	3 35	3 49	9 12	11 35	14 79
31-10-02 6 58 23	3 85	3 38	3 55	9 00	11 08	14 43
31-10-02 7 00 22	3 97	3 38	3 54	9 01	11 32	14 63
31-10-02 7 26 22	3 86	3 38	3 52	5 69	11 32	14 75
31-10-02 7 28 21	3 77	3 29	3 44	5 55	11 11	14 52
31-10-02 7 40 21	3 75	3 25	3 33	4 45	24 94	23 71
31-10-02 7 54 21	3 41	3 05	3 14	7 85	11 07	14 34
31-10-02 8 22 21	3 76	3 41	3 52	8 29	11 50	14 21
31-10-02 8 24 22	3 69	3 46	3 50	8 42	12 03	14 82
31-10-02 8 46 22	4 16	3 94	4 08	4 93	27 09	30 46
31-10-02 8 48 23	4 14	3 86	3 95	5 71	11 33	14 82
31-10-02 8 50 22	4 09	3 86	3 94	5 96	12 17	15 37
31-10-02 9 14 23	4 30	4 03	3 95	9 57	12 55	15 00
31-10-02 9 16 22	4 25	3 97	3 92	9 50	12 57	15 47
31-10-02 9 36 21	3 85	3 62	3 54	8 18	11 12	12 80
31-10-02 9 38 20	3 78	3 51	3 56	8 57	12 05	14 48
31-10-02 9 58 21	3 48	3 27	3 30	4 89	10 77	12 82
31-10-02 10 00 23	3 46	3 26	3 25	5 03	11 58	14 33
31-10-02 10 02 22	3 56	3 33	3 31	4 69	28 02	25 23
31-10-02 10 22 21	3 49	3 21	3 28	5 24	11 45	14 02
31-10-02 10 24 20	3 70	3 41	3 38	5 48	12 02	12 29
31-10-02 10 42 21	3 74	3 39	3 40	8 34	11 79	14 44
31-10-02 10 44 23	3 72	3 44	3 49	8 00	11 83	14 43
31-10-02 11 02 22	3 37	3 05	3 01	7 37	11 41	13 93
31-10-02 11 04 21	3 57	3 26	3 19	7 71	11 48	13 76
31-10-02 11 20 22	3 50	3 15	3 19	4 99	11 45	13 59
31-10-02 11 22 22	3 50	3 20	3 22	5 12	11 52	13 76
31-10-02 11 24 22	3 45	3 08	3 14	4 91	11 33	13 57
31-10-02 11 40 23	3 30	3 01	3 04	4 75	11 51	11 63

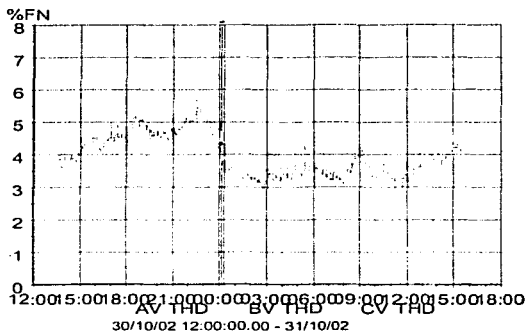
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hora	Distorsión Armónica			Distorsión Armónica		
	Total	de	Voltaje	Total	de	Corriente
	V _t	V _b	V _c	I _a	I _b	I _c
31-10-02 11:42 22	3.32	3.03	3.08	4.78	11.60	13.71
31-10-02 12:00 22	3.53	3.20	3.18	7.54	11.48	14.07
31-10-02 12:16 23	3.47	3.15	3.19	7.56	11.49	13.93
31-10-02 12:18 22	3.39	3.15	3.17	7.38	11.49	13.88
31-10-02 12:32 21	3.72	3.42	3.43	7.86	11.42	13.55
31-10-02 12:34 23	3.95	3.61	3.64	8.56	11.65	13.95
31-10-02 12:36 22	3.92	3.53	3.60	8.35	11.81	13.87
31-10-02 12:38 21	3.82	3.49	3.47	8.66	11.80	14.34
31-10-02 12:50 23	4.08	3.73	3.70	5.69	11.43	13.06
31-10-02 12:52 21	4.04	3.68	3.70	5.62	11.48	13.84
31-10-02 12:54 20	3.92	3.60	3.53	5.62	11.59	11.91
31-10-02 13:08 22	3.76	3.40	3.45	5.29	11.32	13.73
31-10-02 13:10 22	3.78	3.39	3.45	5.33	11.39	13.54
31-10-02 13:20 22	4.02	3.58	3.50	8.43	11.31	11.61
31-10-02 13:28 21	3.85	3.53	3.46	8.13	11.58	13.98
31-10-02 13:30 20	3.74	3.41	3.39	8.01	11.46	13.82
31-10-02 13:42 21	4.29	3.90	3.98	9.12	11.73	14.37
31-10-02 13:44 24	4.19	3.73	3.87	8.93	11.65	14.19
31-10-02 13:44 44	2.77	3.52	3.44	6.69	14.61	9.45
31-10-02 13:44 44	9.69	11.99	7.17	18.69	45.86	14.57
31-10-02 13:44 44	7.20	14.35	18.09	33.11	47.45	13.70
31-10-02 13:54 22	3.89	3.50	3.55	8.18	11.52	14.05
31-10-02 13:56 21	3.93	3.50	3.58	8.35	11.62	14.09
31-10-02 13:58 23	3.88	3.46	3.53	8.23	11.49	13.99
31-10-02 14:10 21	4.09	3.72	3.71	8.56	11.60	13.99
31-10-02 14:12 20	4.07	3.69	3.72	8.69	11.69	13.99
31-10-02 14:14 22	4.15	3.75	3.80	8.79	11.77	14.49
31-10-02 14:16 22	4.18	3.79	3.85	8.99	11.77	14.58
31-10-02 14:28 22	4.23	3.84	3.89	8.80	11.66	14.39
31-10-02 14:30 22	4.17	3.77	3.83	9.16	11.53	14.38
31-10-02 14:32 21	4.25	3.84	3.90	9.06	11.80	14.60
31-10-02 14:46 22	4.22	3.79	3.88	8.88	11.67	14.58
31-10-02 14:48 22	4.11	3.70	3.75	8.81	11.75	14.29
31-10-02 14:50 21	4.27	3.76	3.93	9.10	11.54	14.47
31-10-02 15:02 23	4.57	4.13	4.11	9.44	11.87	14.72
31-10-02 15:04 21	4.64	4.22	4.29	9.92	12.03	12.78
31-10-02 15:06 20	4.52	4.13	4.10	9.70	11.95	14.71
31-10-02 15:20 22	4.71	4.23	4.23	9.87	12.01	14.48
31-10-02 15:22 21	4.68	4.28	4.25	10.24	11.98	14.78
31-10-02 15:24 23	4.80	4.33	4.23	10.17	12.33	13.07
Máximo	9.69	14.35	18.09	33.11	47.45	30.46
Mínimo	2.77	3.01	3.01	4.45	9.64	9.45
Promedio	4.41	4.10	4.09	8.57	13.22	15.27

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráficas del comportamiento del THD en Voltaje y Corriente

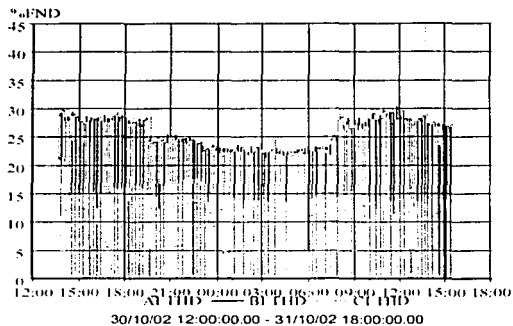
Comportamiento del THD de Corriente de las 3 Fases.



	Min	Max	Media
AV	54.15	4.16	
BV	61.16	3.72	
CV	2.85	56.90	3.74

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Forma de Onda y Espectro Armónico del Voltaje de la fase (A).



	Min	Max	Median
A1 THD		33.11	
B1 THD		155.12	23.13
C1 THD		49.28	

**TESIS C-10
FALLA DE ORIGEN**

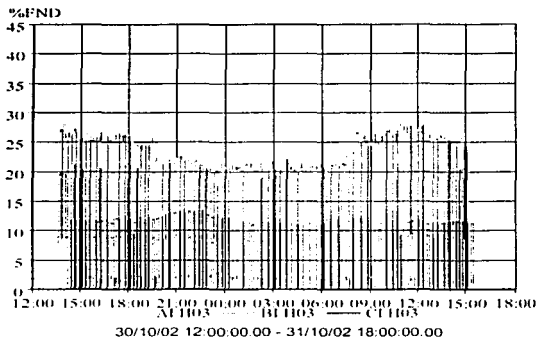
Este análisis que se realiza es para obtener el porcentaje de las armónicas en corriente de mayor impacto contar la fundamental para cada una de las fases.

TOTAL DE DISTORSIÓN ARMÓNICA TRIFÁSICA PROMEDIO PARA CADA UNA DE LAS FASES DEL SISTEMA

3 ^a ARMÓNICA	7.848
5 ^a ARMÓNICA	4.997
7 ^a ARMÓNICA	0.483
9 ^a ARMÓNICA	0.316
11 ^a ARMÓNICA	0.230
13 ^a ARMÓNICA	0.198
15 ^a ARMÓNICA	0.153
17 ^a ARMÓNICA	0.146

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Gráfica con la 3ª armónica en corriente para las fases A, B y C, la de mayor impacto en el sistema.



	Min	Max	Median
A1103		13.93	
B1103		29.06	21.16
C1103		28.46	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Característica del Transformador que alimenta el Repetidor.

Equipo	Transformador Tipo Poste
Marca	XXXXXXXXXX
Tipo	Transformador en Aceite
Conductores	Cobre—Cobre
Potencia	45 KVA
Clase	OA
Voltajes primario y secundario	13.2KV/220-127 Volts
Conexión	Delta—Estrella
Fases	3
Frecuencia	60 Hz
Impedancia	XXXXXXXXXX

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Memoria de Cálculo para encontrar Potencia Reactiva necesaria para alcanzar el factor de potencia de 0.98.

A) Cálculo de la potencia Reactiva:

Cálculo de la Potencia Reactiva, tomando como soporte el procedimiento matemático

Del triángulo de potencias se define la siguiente fórmula

$$\begin{aligned}\text{Tan } \theta &= (\text{Potencia Reactiva} / \text{Potencia Activa}) \\ &= \text{KVAR} / \text{KW}\end{aligned}$$

Esta expresión se puede reescribir como:

$$\text{Potencia Reactiva} = \text{Potencia Activa} \times \text{Tan } \theta$$

$$\text{KVAR} = (\text{KW} \times \text{Tan } \theta)$$

Donde:

$$\text{Tan } \theta = \text{Angulo del factor de potencia.}$$

Para determinar la capacidad del capacitor con el que se alcanzara un factor de potencia de 0.98 en el **Tablero de distribución del Repetidor.**

$$\begin{aligned}\text{Potencia Reactiva a Factor de Potencia Original} &= \text{Potencia Activa} \times \text{Tan } \theta_1 \\ &= (\text{KW}) (\text{Tan } \theta_1)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Potencia Reactiva a Factor de Potencia Mejorado} &= \text{Potencia Activa} \times \text{Tan } \theta_2 \\ &= (\text{KW}) (\text{Tan } \theta_2)\end{aligned}$$

En donde:

θ_1 = Angulo del Factor de Potencia Original para cálculo (para este Repetidor es de 0.91).

θ_2 = Angulo del Factor de Potencia Mejorado (Factor de Potencia Objetivo 0.98).

La capacidad del capacitor requerido para mejorar el Factor de Potencia es:

$$\text{Potencia Reactiva} = \text{Potencia Activa} \times (\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$$

Donde la Potencia Activa que tomaremos, es el promedio de la Potencia Activa máxima y promedio, medida con analizador de redes.

$$\begin{aligned} \text{Potencia Activa que tomaremos} &= \mathbf{3.19 \text{ KW}} \\ \text{KVAR} &= \text{KW} (\tan \theta_1 - \tan \theta_2); \\ \text{Para este caso } (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) &= (\tan 24.49 - \tan 11.478) \\ &= \mathbf{0.2526} \end{aligned}$$

Por simplificación, el producto $(\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$ normalmente se expresa como $\Delta \tan$, por lo que:

$$\begin{aligned} \text{Potencia Reactiva} &= \text{Potencia Activa} \times \Delta \tan \\ \text{KVAR} &= \text{KW} (\Delta \tan) \\ \text{Entonces KVAR} &= \mathbf{3.19 \text{ KW} (0.2526)} \\ &= \mathbf{0.8057 \text{ KVAR}} \end{aligned}$$

La capacidad obtenida es para un voltaje de 228 Volts (Magnitud medida con el analizador de redes en arreglo Estrella), sin embargo los capacitores no son diseñados para ese nivel de tensión, sino para 240 Volts.

Entonces se requiere un banco de una capacidad mayor a la obtenida, de tal manera que al aplicarle un voltaje menor al de diseño podamos obtener la capacidad necesaria para alcanzar el factor de potencia solicitado.

Capacidad necesaria para mejorar
el F.P. al valor solicitado (0.98) = (Capacidad del banco) / (factor de corrección)

$$\text{Factor de corrección} = (228)^2 / (240)^2 = 0.9025$$

$$\text{Capacitor Requerido} = (0.8057) / (0.9025)$$

$$= 0.8927 \text{ KVAR}$$

Para alcanzar el factor de Potencia solicitado instalar un banco de capacitores de 1.0 KVAR en 240 Volts.

B) Cálculo del calibre de los conductores que alimentarán al banco calculado.

Para poder seleccionar el calibre del conductor que alimentará el banco de capacitores, debemos de partir del cálculo de la corriente nominal que demanda el equipo.

$$\begin{aligned} I_{\text{nominal}} &= (\text{Potencia} \times 10^3) / (3)^{1/2} \times V_L \\ &= (1.0 \times 1,000) / (1.732 \times 220) \\ &= 2.62 \text{ Amperes} \end{aligned}$$

El cable que se deberá de usar según la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-1999, será del tipo THW-LS/THHW-LS; dimensionado aun mínimo de 135 % de la corriente nominal, según el artículo 460-8-a de la NOM-001, la cual indica que la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito de los capacitores no debe ser menor de 135 % de la corriente eléctrica nominal del capacitor.

$$I_{\text{nominal}} = 2.624 \times 1.35 = 3.54 \text{ Amperes}$$

Para esa ampacidad se requiere instalar un conductor por fase en calibre 12 AWG, el cual tiene un ampacidad de 25 Amperes (Tabla 310-16 de la NOM-001) si se instala en Tubería, siempre respetando un máximo de 3 conductores dentro del tubo, si se llevan más de 3 conductores se deberán de aplicar factores de corrección.

Si para la alimentación del Banco de capacitores es usada charola tipo escalera, tomar en consideración el artículo 318-10-b de la NOM-001 con su correspondiente tabla, con la cual se podrá seleccionar el calibre a usar.

Habiendo realizado el levantamiento en el sitio, para el caso de este R.M.O. se instalarán aproximadamente 10 metros por fase de cable THW-LS/THHW-LS en calibre 12 AWG y 10 metros de cable THW-LS/THHW-LS color verde o cable de cobre desnudo Cal. 12 AWG para la conexión a tierra.

C) Cálculo del interruptor a instalar para el banco calculado.

El Interruptor Termomagnético que se deberá de usar según la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-1999, será dimensionado aun mínimo de 135 % de la corriente nominal.

$$\text{Capacidad del ITM} = 2.624 \times 1.35 = 3.54 \text{ Amperes}$$

El interruptor trifásico que se deberá de usar irá montado en propio gabinete del Equipo, de una capacidad de 5 Amperes.

D) Cálculo de la Tubería a instalar como canalización para los conductores del equipo.

No. conductores a instalar	Calibre	Diámetro del cable mm	Área del cable mm ²	Área Total
3 Fases	12 AWG	4.0	12.57	37.71
1 Tierra	12 AWG	4.0	12.57	12.57
				50.28 mm ²

Área Total	Factor para no ocupar mas del 40%	Área mínima que se requiere	Diámetro del Tubo que será Usado para la Instalación	Área del tubo que será usado MM ²
50.28 mm ²	0.40	125.7 MM ²	19 mm (3/4")	283.5

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

El diámetro del tubo a usar es de 19 mm (3/4 pulgadas) este tubo tiene un área de 283.50 mm²

Cálculo de la charola que será usada para la instalación del banco calculado en el presente proyecto.

Para el cálculo de este punto nos basamos en la norma NOM-001-SEDE-1999, punto 318-10

El criterio que tomaremos estará en función del calibre que será usado, ya que cuando se usa charola el calibre mínimo a usar es el 4 AWG.

Cuando usamos cables en calibres 600 KCM o mayores según el criterio de arreglo del punto 318-10 de la NOM-001-SEDE-1999, la capacidad de conducción de corriente no debe exceder el 75 % de la capacidad de conducción de corriente permitida en las tablas 310-17 y 310-19.

b) Cuando usamos cables en calibres del 4 AWG al 500 KCM según el criterio de arreglo del punto 318-10 de la NOM-001-SEDE-1999, la capacidad de conducción de corriente no debe exceder el 65 % de la capacidad de conducción de corriente permitida en las tablas 310-17 y 310-19.

Cuando se instalen cables monoconductores en una sola capa en soportes tipo charola para cables sin cubrir guardando una separación entre cables no inferior al diámetro de cada conductor, la capacidad de conducción de corriente permitida en cables del 4 AWG y mayores no debe superar la capacidad de conducción de corriente permitida en las tablas 310-17 y 310-19.

Cuando se instalen cables monoconductores en configuración triangular o cuadrada en soportes tipo charola para cables sin tapar, guardando una

separación entre circuitos no-inferior a 2.15 veces el diámetro exterior de un conductor ($2.15 \times DE$), de cables de 4 AWG y mayores no debe superar la capacidad de conducción de corriente permitida de dos o tres cables monoconductores aislados de 0 a 2000 Volts nominales soportados por un mensajero, como se indica en la tabla A-310-2 del Apéndice A de la NOM-001-SEDE-1999.

Para este proyecto se deberá de considerar Tubería de un diámetro de 19 mm^2

RESUMEN EJECUTIVO:

A) Parámetros eléctricos y armónicas encontradas

Voltajes Fase—Neutro promedio:

	Voltaje Promedio Fase-Neutro
Va	132.10
Vb	133.45
Vc	132.12

Corrientes por Fase promedio:

	Corriente Promedio Por Fase
Ia	10.21
Ib	11.21
Ic	8.07

Factor de potencia y Potencia activa Trifásica promedio:

	Potencias y Factor de Potencia
KW _{3F}	3.495
FP _{3F}	0.934

Distorsión armónica promedio en Voltaje y Corriente (THD):

	Distorsión Armónica en % contra la fundamental (THD)
Va	4.41
Vb	4.10
Vc	4.09
Ia	8.57
Ib	13.22
Ic	15.27

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

B) Diagnóstico

DIAGNOSTICO	
Sitio de la medición	<p>Voltaje dentro de la NORMA sin problemas de desbalanceo.</p> <p>Esta central tampoco no problemas de sobrevoltaje, valores considerados dentro de NORMA. Manteniendo solamente un 4 % de sobre-voltaje el valor nominal.</p> <p>Los Valores de Distorsión armónica en Corriente THD -I, se encuentran por debajo de los valores (15%) permitidos por la norma (IEEE-519).</p> <p>THD-I, Fase A: 8.57 % THD-I, Fase B: 13.22 % THD-I, Fase C: 15.27 %</p> <p>Los Valores encontrados de Distorsión armónica en Voltaje THD -V, se encuentran por debajo de los valores (5%) permitidos por la norma (IEEE-519)</p> <p>THD-V, Fase A: 4.41 % THD-V, Fase B: 4.10 % THD-V, Fase C: 4.09 %</p> <p>Se localizó un desbalanceo del 38.9 % en corriente entre las fases B y C, se recomienda balancear el sistema eléctrico para una mejor operación.</p> <p>Las mediciones se realizaron en el Repetidor trabajando en condiciones normales de carga.</p> <p>Factor de potencia promedio encontrado: $FP=0.934$</p> <p>La potencia Real Trifásica promedio encontrada: 3.495 KW</p>
Alimentador principal en la Repetidor Jalisco.	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

C) Recomendaciones

RECOMENDACIONES	
Sitio de la medición	Instalar un Banco de capacitores marca R.T.C. de una capacidad de 1.0 KVAR en 240 Volts, con el cual se garantiza alcanzar un factor de potencia que oscilará entre 0.95 inductivo y 0.98 Capacitivo.
Alimentador principal del Repetidor.	Se recomienda este equipo sin protección (Inductancias o Reactores de rechazo) contra la distorsión armónica, basados en las mediciones realizadas y en las cuales encontramos bajos valores en THDI, además los porcentajes del THD encontrados están referidos a la corriente nominal, la cual mantiene valores bastante bajos, y en esas magnitudes los filtros o reactores de rechazo no operan correctamente. El Equipo sugerido será protegido a través de un ITM de 3x5 Amperes, 600 Volts mismo que será colocado en propio gabinete NEMA 1

A) Trabajos a realizar para la colocación del banco de capacitores

- Fletes y maniobras del equipo a instalar
- Traslado del equipo y material al Repetidor.
-

Banco de Capacitores de 1.0 KVAR Marca R.T.C

Cable de fuerza calibre 12 AWG

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

B) Colocación y fijación del banco de Capacitores en sala de fuerza.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
02	Suministro de un banco de Capacitores Marca R.T.C. Banco de Capacitores tipo Fijo, de una capacidad de 1.0 KVAR, 240 Volts, ensamblado en gabinete NEMA 1, con ITM para Protección del mismo equipo, deberá de ser manufacturado con Celdas capacitivas que permitan la reparación en campo, estas celdas deberán de ser de 80 °C, el Gabinete deberá de ser diseñado de tal manera que pueda ser montado en pared o piso.	Pza.	1
03	Suministro de Base de ángulo de Fe de 1/2" x 1/8", para el montaje en el piso o en Pared del sitio.	Pza.	1
04	Suministro de Taquetes de expansión de 3/8"	Pza.	4
05	Suministro de tornillo de 3/8" con rondana plana y rondana de presión.	Pza.	4
06	Colocación de Banco de Capacitores fijo en marca R.T.C. en sala de fuerza	Serv	1
07	Tubería Galvanizada tipo Ligera de 19 mm	Tramos	3
08	Cable tipo THW-LS/THHW-LS Calibre 12 AWG.	Mts	40
09	Zapatas Ponechables de Cobre en calibre 12 AWG con un Ojillo.	Pzas	4
10	Pintura Color Azul—Telmex para pintar las tuberías que serán usadas como canalización.	Lote	1
11	Cinchos para fijar cables de alimentación	Lote	1
12	Misceláneos	Lote	1
13	Material para marcar el circuito en el tablero.	Lote	1

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

C) Conexión y puesta en servicio del banco de capacitores.

EL Banco de capacitores siempre se debe conectar del lado de la acometida de CFE, de preferencia en el tablero de protección, si es que se cuenta con él, nunca podrá quedar conectado un banco de capacitores del lado del Grupo Electrógeno, ya que de darse esta condición se podría alterar la correcta operación de la planta de Emergencia.

Considerando el punto anterior se encontró lo siguiente, éste **Repetidor** no cuenta con tablero de protección, por tal motivo el banco de capacitores solo podrá conectarse en dos puntos.

- a) En las barras donde acomete CFE, punto donde se alimenta al ITM principal, este último alojado en el tablero de protección.
- b) En la transferencia, del lado de línea del contactor que recibe la acometida de CFE.

Tomando en cuenta los puntos anteriores, colocar y conectar un conductor por fase y tierra calibre 12 AWG, a cualesquiera de los puntos a) ó b) del punto anterior, para llevar a cabo esto se deberá colocar fuera de servicio a la central, a través de su protección general localizada en el patio del RMO, quedando esta respaldada por el Grupo Electrógeno y su banco de baterías, durante un tiempo aproximado de 30 minutos.

A) Catálogo de conceptos

Catálogo de conceptos para la instalación del Banco de Capacitores.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
01	Traslado de equipo y material al Repetidor, Jalisco.	SERV.	1		
02	Suministro de un banco de Capacitores Marca R.T.C., Banco de Capacitores tipo Fijo, de una capacidad de 1.0 KVAR, 240 Volts, ensamblado en gabinete NEMA 1, con ITM para Protección del mismo equipo, deberá de ser manufacturado con Celdas capacitivas que permitan la reparación en campo, estas celdas deberán de ser de 80 °C, el Gabinete deberá de ser diseñado de tal manera que pueda ser montado en pared o piso.	Pza.	1		
03	Suministro de Base de ángulo de Fe de 1 1/2" x 1/8", para el montaje en el piso o en Pared del sitio.	Pza.	1		
04	Suministro de Taquetes de expansión de 3/8"	Pza.	4		
05	Suministro de tornillo de 3/8" con rondana plana y rondana de presión.	Pza.	4		
06	Colocación de Banco de Capacitores fijo en marca R.T.C. en sala de fuerza	Serv	1		
07	Tubería Galvanizada tipo Ligera de 19 mm	Tramos	3		
08	Cable tipo THW-LS/THHW-LS Calibre 12 AWG.	Mts	40		
09	Zapatas Puchables de Cobre en calibre 12 AWG con un Ojillo.	Pzas	4		

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

10	Pintura Color Azul—Telmex para pintar las tuberías que serán usadas como canalización.	Lote	1	
11	Cinchos para fijar cables de alimentación	Lote	1	
12	Misceláneos	Lote	1	
13	Material para marcar el circuito en el tablero.	Lote	1	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CONCLUSIONES.

Muchas empresas descuidan sus instalaciones eléctricas, dejando un factor de potencia muy inferior al 0.9 establecido como norma, lo que ocasionan la existencia de recargos, por parte de la compañía suministradora de energía eléctrica.

En este trabajo se demuestra que estos recargos se pueden evitar al instalar bancos de capacitores, amortizándose en poco tiempo la inversión requerida; para el mejoramiento del factor de potencia, para el mejoramiento del factor de potencia.

Además, del ahorro económico obtenido, se pueden evitar muchos problemas de operación de la instalación como:

- 1.- Sobre calentamiento de conductores, dispositivos de protección, embobinados principalmente.
- 2.- Caídas de tensión causando el arranque difícil de los motores, provocando la disminución de la vida útil de los mismos.
- 3.- Mayor demanda del suministro de energía eléctrica, presionando a la necesidad de un incremento en la contratación ya existente.
- 4.- Al requerir mayor demanda de energía eléctrica por parte de los consumidores, también se presiona a la compañía suministradora de energía eléctrica para que instale nuevas plantas de energía eléctrica.

En este trabajo también se presenta la forma de corregir el factor de potencia de una manera práctica y real al presentar datos, pruebas y gráficas, obtenidos en la

empresa de Teléfonos de México, lo que se considera como una aportación importante de conocimientos hacia los alumnos principiantes en esta materia.

BIBLIOGRAFÍA.

- **Irvin L. Kosow**
Maquinas eléctricas y transformadores.
Segunda edición
Edit. Prentice Hall, Hispanoamericana S.A.

- **Orlando s. Lobosco, José Luis P.C. Díaz**
Selección y aplicación de motores eléctricos.
Siemens
Edit. Marcombo.

- **Máquinas electromagnéticas y electromecánicas.**
Leander W. Matsch
Representaciones y servicios de ingeniería, S.A.

- **Circuitos eléctricos**
Joseph A. Edminister, M.S.E.
Editorial McGrawHill, Serie Schaum.

- **Curso de Máquinas Síncronas.**
Gilberto Enriquez Harper
Editorial Limusa.

- **Análisis introductorio de Circuitos.**
Robert L. Boylestad.
Editorial Pearson Educación.

Paquetes utilizados.

- **AUTOCAD.**
- **CLIPART GALLERY.**
- **POWERPOINT (POENCIA).**
- **INTERNET (CAPACITORES R.T.C.).**

Folleto de consulta.

- **Revisit PQ. Today featured.**
Una Publicación de Power Cet Latinoamérica. S.A. de C.V.
- **Manual para la corrección del factor de potencia.**
Depto. Ingeniería Eléctrica
SELMEC
- **Aplicación del control para capacitores .**
Departamento de ingeniería especializada.
Comisión federal de electricidad.
- **Folleto y catálogos de la compañía R.T.C.**
Fabricante de los capacitores R.T.C.