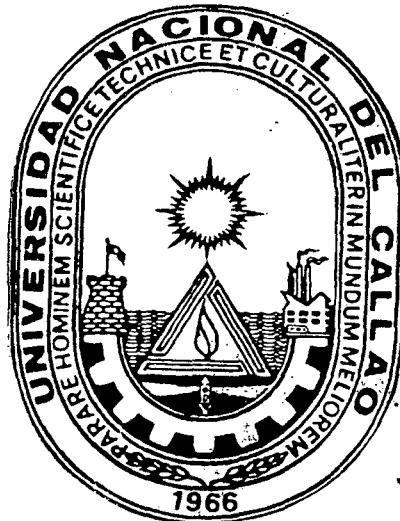


T/621.3/M39

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRICA



1702

"EFICIENCIA ELECTRICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL

FRENO S.A"

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

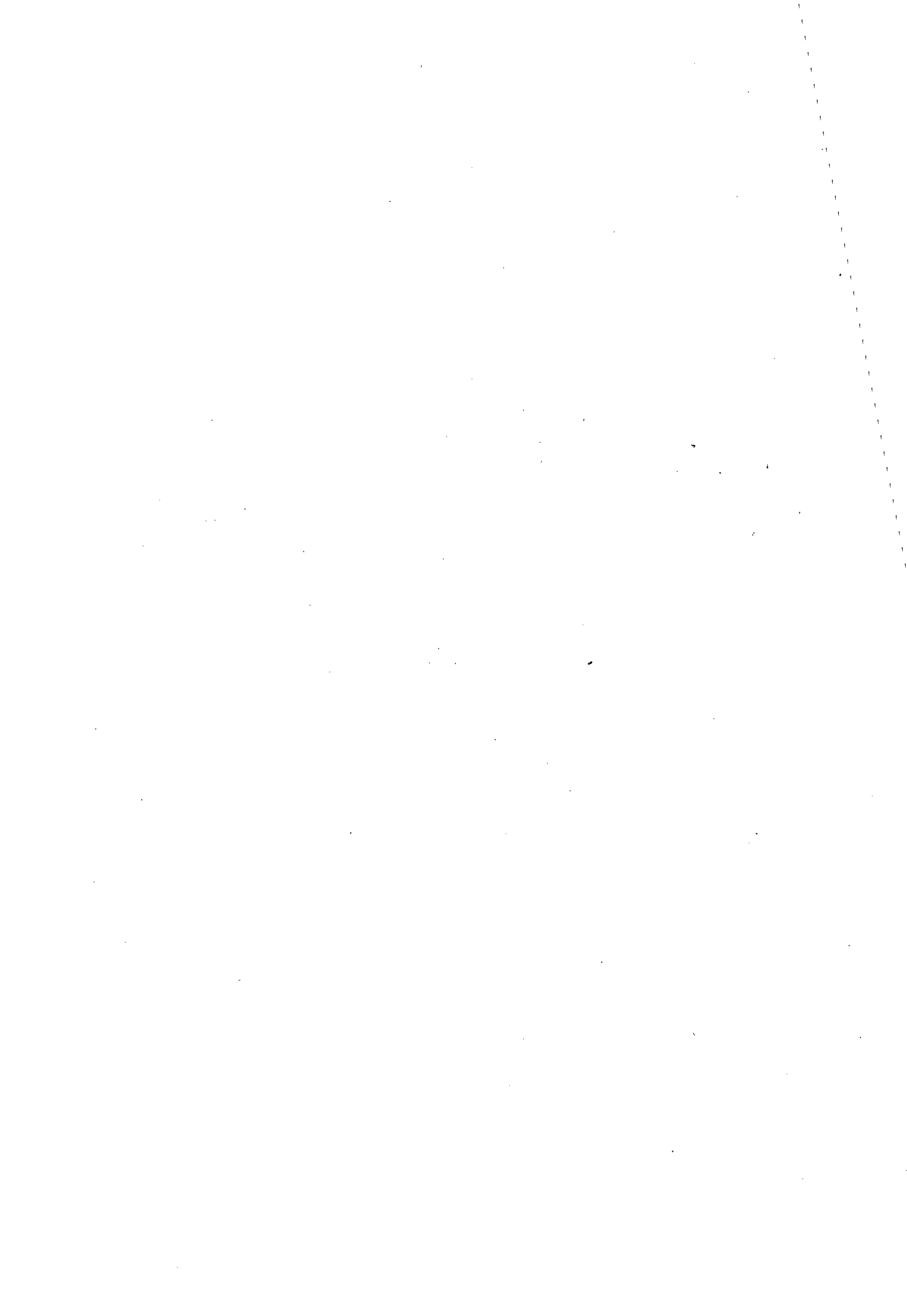
INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

ALEX ALEJANDRO MEJIA FALCON

CALLAO, PERÚ

2000



PROLOGO

La presente tesis esta dedicada a mis padres (Vidal Mejia y Libia Falcon) quienes con esfuerzo y empeño me enseñaron el camino a seguir. Agradecer a todos los profesores quienes contribuyeron en la enseñanza y formación de mi persona.

Esta tesis se ha realizado con el fin de suplir algunas dudas y afianzar el conocimiento sobre el trabajo de los condensadores en la industria y su influencia en la ampliación de armónicos.

A diferencia de las tesis anteriores sobre banco de condensadores, el presente incluye medición de armónicos, (planos, gráficos) que serán útiles para el estudiante.

Espero con este trabajo reforzar el conocimiento de banco de condensadores en la industria.

Ing. Alex Mejia F.

EFICIENCIA ELECTRICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL
FRENO SA.

CONTENIDO

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 OBJETIVOS

1.2 ALCANCES

1.3 UBICACIÓN DE LA FABRICA

1.4 DESCRPCION DE LA FABRICA

CAPITULO II

CONCEPTOS

**2.1 CAUSAS QUE ORIGINAN UN BAJO FACTOR DE
POTENCIA**

2.2 FACTOR DE POTENCIA CAUSAS Y EFECTOS

2.3 OPERACIÓN DE CONDENSADORES

2.4 INFLUENCIA DE ARMONICAS

CAPITULO III

ALTERNATIVAS PARA LA INSTALACION DE CONDENSADORES

3.1 INCONVENIENTES EN LA INSTALACION

3.2 VENTAJAS DE LA COMPENSACION

3.3 DIAGRAMA UNIFILAR DEL BANCO DE CONDENSADORES

CAPITULO IV

PUESTA EN SERVICIO DE CONDENSADORES

4.1 CARACTERISTICAS DE LOS CONDENSADORES

4.2 INSTALACION DE CONDENSADORES

CAPITULO V

CALCULO DE POTENCIA DE CONDENSADORES

5.1 CALCULO DEL NUEVO FACTOR DE POTENCIA

5.2 CALCULO DE LA NUEVA POTENCIA A COMPENSAR

CAPITULO VI

CALCULO DE ALIMENTADORES

6.1 CALCULO DE LA CORRIENTE DE LINEA

6.2 SELECCIÓN DE CONDUCTORES

6.3 SELECCIÓN DE CONTACTORES

6.4 REGULADOR ELECTRONICO

CAPITULO VII

CALCULO DE RECUPERACION DE CAPITAL

7.1 CALCULO DE AHORRO ECONOMICO

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA, ANEXOS.

CAPITULO I

INTRODUCCION

“EFICIENCIA ELECTRICA EN LA INDUSTRIA FRENO SA.” En el desarrollo del trabajo se ha hecho uso de datos y experiencias realizadas en la fabrica” freno sa”, mejoramiento del factor de potencia y mejor distribución del sistema eléctrico.

Explicare brevemente el entorno de Frenosa :

FRENOSA es una empresa que pertenece al sector metal mecánico, dedicado a la fabricación de partes de fricción para abastecer el mercado de reposición de frenos del mercado automotor e industrial tanto nacional como del exterior.

Los productos de FRENOSA son dirigidos a:

A) Mercado de reposición en los siguientes productos que van al mercado nacional como al de exportación.

- Fajas y bloques de freno.
- Segmentos para vulcanizar.
- Pastillas para frenos de disco.
- Materiales de fricción para equipos industriales.
- Líquido de frenos.
- Remaches semi tubulares.

- Forros para discos de embrague.
- Discos de fricción.
- Zapatas de freno para ferrocarriles.

La Gestión de Mantenimiento es la siguiente:

- Seguir los lineamientos y directivas de la Gerencia de Planta
- Fijar las metas del Departamento anualmente
- Elaborar indicadores de Gestión, Cuadros Estadísticos y Costos
- Mejorar la disponibilidad de los equipos (actualmente es de 50 %).
- Elaborar las normas del Sistema de Calidad
- Disminuir el Presupuesto de 1 165 000 en un 10 % para lo cual se debe mejorar el mantenimiento preventivo de los equipos de planta.
- Aplicar progresivamente conceptos de TPM con técnicas predictivas

1.1 OBJETIVOS

El objetivo de la presente tesis es realizar un estudio de compensación de energía reactiva del sistema de distribución de la planta FRENO SA, El mismo que permitirá obtener beneficios expresados en mejores indicadores de los niveles de tensión, optimizar tiempo y recursos en las labores de operación y mantenimiento de los circuitos eléctricos, así mismo también obtener beneficios económicos.

El costo de la instalación de estos equipos(condensadores), deberá ser recuperado, en el término de su instalación, de tal manera que se justifique su instalación.

1.2 ALCANCES

El estudio que se ofrece, se hará tomando en cuenta el Código Nacional de Electricidad en lo referente a los sistemas de distribución y protección de manera que el estudio cumpla con los requisitos necesarios de seguridad y confiabilidad.

Tomando los registros actuales y anteriores, del consumo de energía eléctrica, se podrá conocer la máxima demanda mensual promedio, así como también los datos mensuales de KVAR, los cuales nos van a permitir calcular el factor de potencia mensual.

El diagnóstico y evaluación del consumo de energía reactiva, consistirá en determinar exactamente el consumo promedio de la misma, mediante la ejecución de inspecciones, registros y mediciones; para así identificar las posibilidades de mejoras en el sistema de distribución eléctrica de las redes de baja tensión.

1.3 UBICACIÓN DE LA FABRICA FRENO SA.

La fabrica freno sa; se encuentra ubicado en la provincia constitucional del callao, en el departamento de lima.

La dirección de la fabrica es en la Avenida Bocanegra 149 – callao.

Al final del trabajo se podrá observar el plano de ubicación de la planta.

1.4 DESCRIPCION DEL COMPLEJO INDUSTRIAL

Suministro eléctrico:

La empresa recibe el suministro eléctrico de (EDELNOR), a la tensión de 10KV, llegando a una subestacion de entrada y distribuida en dos subestaciones de la siguiente manera:

1.- Subestacion #1

transformador de 640 kva, 1/0.23 kv, tipo dy5, y suministra energía a las secciones de:

- MEZCLA
- RESINAS
- FRICCION
- CASA DE FUERZA
- MOLDES UNITARIOS.

2.- Subestacion #2

transformador de 500 kva, 1/0.23 kv, tipo dy5, y suministra energía a las secciones de:

- METAL MECANICA
- FORROS
- PASTILLAS
- MANTENIMIENTO Y SERFRESA
- LABORATORIO
- OFICINAS ADMINISTRATIVAS.

1. SUB ESTACION #1

1.1 CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR:

PLACA DE CARACTERISTICAS

POTENCIA	640 KVA
FRECUENCIA	60 HZ. 3 FASES
Vcc %	4.80%
GRUPO	YD11
ENFRIAMIENTO	ONAN
PESO ACEITE	883 Kg
PESO TOTAL	2923 Kg
ALTITUD	1000 msnm.
AÑO FABRICACION	1980

	ALTA TENSION	BAJA TENSION
TENSION	10000 V	230 V
INTENSIDAD	36,95 A	1606,6 A
NIVEL AISLAMIENTO	2,8 KV	2,5 KV
CONEXIÓN	Y	Δ
BORNES	U V W	u v w

1.2 POTENCIA CONSUMO NOMINAL

POTENCIA ACTIVA (KW)	544,02
POTENCIA REACTIVA(KVARH)	337.11

OBS:EL FACTOR DE POTENCIA PERTENECE
AL TRANSFORMADOR, ES ASUMIDO 0,85 SEGÚN TEORIA.

1.3 CONMUTADOR DE TOMAS

	ALTA TENSION	BAJA TENSION
1	10500 V	230 V
2	10250 V	230 V
3	10000 V	230 V
4	9750 V	230 V
5	9500 V	230 V

OBS.:CONMUTADOR REGULABLE SIN CARGA, EN VACIO.

2. SUB ESTACION #2

1.1 CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR:

PLACA DE CARACTERISTICAS

POTENCIA	500KVA
FRECUENCIA	60 HZ. 3 FASES
Vcc %	4.50%
GRUPO	DY5
ENFRIAMIENTO	ONAN
PESO ACEITE	535 Kg
PESO TOTAL	1900 Kg
ALTITUD	1000 msnm.
AÑO FABRICACION	

	ALTA TENSION	BAJA TENSION
TENSION	10000 V	230 V
INTENSIDAD	28,9	1255
NIVEL AISLAMIENTO	28 KV	3 KV
CONEXIÓN	Δ	Y
BORNES	U V W	u v w

1.2 POTENCIA CONSUMO NOMINAL

POTENCIA ACTIVA (KW)	425
POTENCIA REACTIVA(KVARH)	263.4

OBS:EL FACTOR DE POTENCIA PERTENECE AL TRANSFORMADOR, ES ASUMIDO 0,85 SEGÚN TEORIA.

1.3 CONMUTADOR DE TOMAS

	ALTA TENSION	BAJA TENSION
1	10500 V	230 V
2	10250 V	230 V
3	10000 V	230 V
4	9750 V	230 V
5	9500 V	230 V

OBS.:CONMUTADOR REGULABLE SIN CARGA, EN VACIO.

CUADRO #1

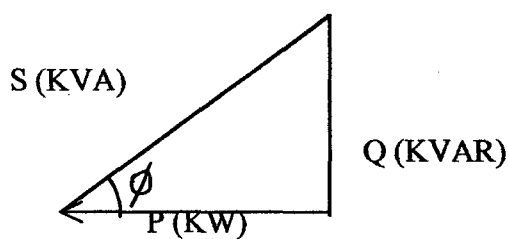
CONSUMOS MENSUALES DE KWH, KVARH

MESES	ENERGIA ACTIVA (KWH)	ENERGIA REACTIVA (KVARH)
Septiembre-98	304313.80	223623.60
Octubre-98	298227.52	218703.88
Noviembre-98	290315.37	218256.63
Diciembre-98	290923.99	190080.06
Enero-99	336571.06	233686.66
Febrero-99	297010.27	218256.63
Marzo-99	303705.17	221387.36
Abril-99	299749.09	220269.25
Mayo-99	297618.90	220492.87
Junio-99	297010.27	218256.63
Julio-99	301270.66	221387.36
Agosto-99	304618.11	223847.22
Septiembre-99	334745.18	254930.90
PROMEDIO	304313.80	221783.01

CALCULO DEL FACTOR DE POTENCIA ACTUAL

Con los datos obtenidos de energía activa (kwh) y energía reactiva (kvarh) de consumo mensual de la planta FRENO S.A.(ver cuadro#1), es posible determinar el factor de potencia promedio de cada mes. Hallaremos el factor de potencia actual con las siguientes relaciones matemáticas.

Triángulo de potencias



P(KW): Potencia activa

Q(KVAR): Potencia reactiva

$$\text{Tg}\phi = \frac{\text{Potencia reactiva}}{\text{Potencia Activa}} = Q/P.$$

Si deseamos obtener energía activa y energía reactiva realizamos el artificio de multiplicar al numerador por (H:horas) y al denominador por (H: horas), obtendremos:

$$\text{Tg}\varnothing = \frac{\text{Energía reactiva}}{\text{Energía Activa}}$$

$$\varnothing = \text{Arc. Tg (Q/P)}$$

Finalmente se obtiene el coseno de dicho ángulo.

Ejm: Para los datos del mes de setiembre 98 se tiene:

$$\text{KVARH} = 223623.60$$

$$\text{KWH} = 304313.80$$

$$\text{Tg}\varnothing = \frac{\text{Energía reactiva}}{\text{Energía Activa}} = 0.7348$$

$$\varnothing = \text{Arc. Tg (0.7348)} = 36.308$$

$$\text{Cos}\varnothing = 0.805$$

Se seguirá el mismo procedimiento para los demás meses, obteniéndose así valores de factor de potencia variables según el mes de consumo y de demanda.

Obteniendo el valor de factor de potencia promedio de los 13 meses tenemos un valor de 0.81 el cual es muy bajo y no es eficiente para el sistema eléctrico de la planta, esta es la razón por la cual se plantea la instalación del Banco de capacitores con el fin de aumentar el factor de potencia a 0.95 o cercano a la unidad. (Ver cuadro #2).

CUADRO #2

FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO MENSUAL

MESES	ENERGIA ACTIVA (KWH)	ENERGIA REACTIVA (KVARH)	FACTOR DE POTENCIA
Septiembre-98	304313.80	223623.60	0.806
Octubre-98	298227.52	218703.88	0.806
Noviembre-98	290315.37	218256.63	0.799
Diciembre-98	290923.99	190080.06	0.837
Enero-99	336571.06	233686.66	0.821
Febrero-99	297010.27	218256.63	0.806
Marzo-99	303705.17	221387.36	0.808
Abril-99	299749.09	220269.25	0.806
Mayo-99	297618.90	220492.87	0.804
Junio-99	297010.27	218256.63	0.806
Julio-99	301270.66	221387.36	0.806
Agosto-99	304618.11	223847.22	0.806
Septiembre-99	334745.18	254930.90	0.796
PROMEDIO	304313.80	221783.01	0.808

CAPITULO II

2.1 CAUSAS QUE ORIGINAN UN BAJO FACTOR DE POTENCIA

En el presente trabajo se utilizan términos cuyas definiciones se dan a continuación:

Potencia activa(P): Es la potencia útil, capaz de producir calor o trabajo, la que se aprovecha en forma efectiva en un aparato calefactor, en un motor, etc.; la cual se mide con un Vatímetro.

La unidad de potencia activa es el Vatio (W); como múltiplo se emplea el Kilovatio (KW), de manera que 1 KW es igual a 1000 W.

Las ecuaciones correspondientes son:

$$P=VI \cos \phi \text{ sistema monofásico}$$

$$P=VI \cos \phi \text{ sistema trifásico}$$

Donde:

P : Potencia activa(W)

V : Tensión (V)

I : Corriente(A)

ϕ : ángulo de desfase entre la tensión y la corriente

Potencia Reactiva(Q): Es la potencia necesaria para establecer el campo magnético en las maquinas eléctricas construidas con elementos el caso de los convertidores estáticos como potencia de mando y conmutación, la cual se mide con un Varómetro.

La unidad de potencia reactiva es el Voltio-Amperio reactivo (VAR) y su múltiplo mas empleado es el Kilovatio Amperio reactivo (KVAR), siendo 1 KVAR=1000 VAR.

Las ecuaciones correspondientes son:

$$Q=VI \text{ sen } \phi \text{ sistema monofásico}$$

$$Q=\sqrt{3} VI \text{ sen } \phi \text{ sistema trifásico}$$

Donde:

Q : potencia reactiva (VAR)

V : tensión (V)

I : corriente (A)

ϕ : ángulo de desfase entre la tensión y la corriente.

Potencia Aparente(S): Es la suma fasorial de la potencia activa (P) y reactiva (Q), la unidad es el voltio amperio (VA) y su múltiplo mas empleado es el kilovoltio amperio(KVA), siendo 1KVA=1000VA.

Las ecuaciones correspondientes son:

$S=VI$ sistema monofásico

$S=\sqrt{3} VI$ sistema trifásico

Donde:

S: potencia aparente(VA)

V: tensión (V)

I: corriente (A)

Triángulo de Potencias: Las expresiones de las potencias activa, aparente y reactiva se pueden representar geoméricamente mediante los lados de un triángulo.

2.2 FACTOR DE POTENCIA, CAUSAS Y EFECTOS

El factor de potencia es una medida de la proporción, de la potencia activa que se manifiesta en potencia útil, con respecto a la potencia aparente, es decir al total del consumo absorbido por el circuito, se representa por:

$$\cos \phi = P/S$$

Esta relación es de mucha importancia en circuitos de corriente alterna, pero no tiene importancia en circuitos puramente de corriente directa.

Existen algunos aparatos que contienen únicamente resistencia (lamparas incandescentes y aparatos de calefacción), en los cuales la potencia activa y la potencia aparente es la misma, dando como resultado un factor de potencia igual a 1.0 ó 100%.

Pero muchos aparatos, tales como motores y transformadores de corriente alterna son construidos con elementos inductivos (bobinas), consumiendo menos potencia activa o productiva que la aparente, dando como resultado un factor de potencia menor que 1.0 ò 100%

Es por esto, que en ciertas aplicaciones el factor de potencia disminuye considerablemente, como es el caso de los hornos de inducción a altas frecuencias, llegando a valores de hasta 0.10 ò 10 %.

A.- Bajo Factor de Potencia

Se puede decir que un aparato tiene bajo factor de potencia, cuando esta relación alcanza valores reducidos, o se aleja demasiado de la unidad.

Un bajo factor de potencia indica una eficacia eléctrica baja, significa que no sé esta utilizando en forma eficaz una instalación eléctrica, tanto en el aspecto técnico como en el económico, ya que el consumo de potencia activa que se convierte en trabajo productivo es menor que la potencia total suministrada por la red.

B.- Causas y Efectos

La causa principal originaria de un bajo factor de potencia es el requerimiento de una potencia reactiva necesaria para establecer la corriente de magnetización en todos los aparatos que contienen inductancia, tales como generadores, motores, transformadores y demás equipos con bobinas, conectados a la red de suministro.

Los principales casos pueden ser enumerados como sigue:

Motores Asíncronos

a) **Funcionamiento Normal.**- El motor asíncrono trabajando a plena carga y con su tensión exacta tiene un factor de potencia aproximadamente de 0.8 (80%) a 0.85(85%), dependiendo del fabricante.

b) **Poca carga.**- Si un motor trabaja con una carga inferior a la nominal, se reduce proporcionalmente la corriente activa $I \cos\phi$, que produce el trabajo útil, mientras que apenas disminuye la corriente reactiva $I \sin\phi$, de magnetización. La corriente total (I) que es la suma geométrica o fasorial

De las dos, entonces, al mismo tiempo disminuye, toma un mayor desfase; y el motor poco cargado trabaja con un factor de potencia inferior.

Hornos Industriales

Los hornos de arco e inducción para fines metalúrgicos y otros trabajan con factores de potencia muy bajos debido a sus características de funcionamiento. Todavía entre los hornos de inducción conviene distinguir los de baja frecuencia, con núcleo de hierro y los de alta frecuencia sin núcleo, cuyos valores de factor de potencia disminuyen en algunos casos hasta 0.1

Alumbrado

a) Fluorescente.- En las lamparas fluorescentes se requiere el uso de una reactancia para establecer el arco y limitar la corriente de funcionamiento de la lampara, dicha reactancia da lugar a un factor de potencia bajo, el cual se puede determinar de la siguiente manera:

$$\cos\phi = \frac{\text{Pot.en lampara} + \text{Pot.en reactor}}{\text{Tensión x Intensidad de Línea}}$$

Según procedencia el factor de potencia en los equipos fluorescentes mencionados oscila entre 0.4 y 0.65. Existen en el mercado equipos de alto factor de potencia (0.95) para dos lamparas que reúnen las ventajas de menor consumo y de la reducción de oscilaciones, estos son más recomendables para instalaciones en edificios, establecimientos comerciales e industriales.

b) Lamparas de Descarga.- Cuando se requiere de fuentes de iluminación de larga duración y alta eficacia se recurren a las lamparas de descarga en gas, las cuales también requieren para su funcionamiento de equipos auxiliares constituidos por elementos inductivos que originan un bajo factor de potencia. Entre las mas usadas tenemos las lamparas de mercurio a alta presión, las de sodio de alta y baja presión y las lamparas de halogenuro metálico.

Los efectos de un bajo factor de potencia son principalmente, técnicos y económicos, estos implican una eficiencia eléctrica mala involucrando todo el sistema, como son: la planta de generación, las líneas de transmisión, las sub-estaciones de transformación, las redes de distribución y alimentadores, provocando inestabilidad e inseguridad en el servicio, además de costosas inversiones, considerablemente mayores de las que naturalmente influyen en el costo de producción, transformación y distribución de la energía eléctrica.

Desventajas Técnicas y Económicas

a) Un bajo factor de potencia aumenta a la compañía de energía eléctrica, el costo de suministrar la potencia activa, ya que su capacidad productiva depende de la potencia aparente, los generadores, barras, transformadores y demás elementos deben ser dimensionados para producir la mayor potencia aparente requerida, y este costo mas alto se la cobra directamente al consumidor industrial.

b) Un bajo factor de potencia, también causa sobrecarga en los generadores, transformadores y líneas de distribución dentro de la misma instalación industrial; las caídas de tensión y perdidas de potencia se tornan mayores representando perdidas y desgaste en equipo industrial al no funcionar en forma satisfactoria.

c) Un bajo factor de potencia, reduce la capacidad de carga del sistema eléctrico de una planta industrial.

2.3 OPERACIÓN DE LOS CONDENSADORES

Las potencias eléctricas que sirven para el establecimiento de campos eléctricos y magnéticos y que se devuelven a la red una vez desaparecidos dichos campos son las llamadas reactivas; en los transformadores, en los motores eléctricos y en las bobinas de reactancia se transforma en magnética la energía eléctrica tomada de la red y se acumula durante una fracción de segundo. Como la corriente solo pueden penetrar en una bobina o devanado con retraso reactiva respectivo a la tensión se establece un desfase entre la onda de intensidad y de la tensión; la primera esta retrasada con respecto a la segunda, y se denomina “Intensidad Reactiva Inductiva”.

A medida que disminuye la intensidad o la tensión se reduce la energía magnética, y de acuerdo con la ley de Faraday, se transforma de nuevo en eléctrica volviendo al generado en forma de corriente. Este proceso se repite en función de la corriente de la red, es decir que la energía oscila entre la central y los receptores y como “Energía Reactiva” no se puede utilizar. Debido a los transportes inútiles de energía se producen perdidas adicionales en el sistema de transmisión. Además en la central se tiene que consumir energía primaria para aportar la potencia reactiva.

Así como una bobina hace que la onda de intensidad se retrase con respecto a la tensión, un condensador puede actuar como cortocircuito para la fuente de tensión en el momento de la conexión.

Esto significa que la onda de intensidad se adelanta entonces a la tensión y por tanto se denomina “Intensidad Reactiva Capacitiva “, mientras que una bobina puede almacenar energía magnética, un condensador es un acumulador de energía eléctrica.

Interconectando acumuladores de energía magnética y eléctrica, se evita el transporte de energía reactiva entre la central y los receptores, que origina pérdidas. Los condensadores acumulan la energía eléctrica liberada al desaparecer el campo magnético, hasta el momento que se vuelva a necesitar para establecer de nuevo dicho campo.

Penalizaciones

a) Cargos por Energía Reactiva:

El sistema de tarifas vigentes, considera penalizaciones por concepto de consumo de energía reactiva KVAR, cuando estos sobrepasan un cierto límite fijado, penalización que será cargada directamente al cliente en sus respectivas facturas.

En el caso de clientes del tipo fuera de punta los cargos pro energía reactiva pueden ser inferiores que a los del tipo de punta, que contribuyen al mayor consumo de energía reactiva coincidente con las horas punta del sistema.

Para el caso de los clientes en el nivel de media tensión, deberá reconocerse los factores de expansión del factor de potencia y las pérdidas de potencia y energía reactiva.

1702



Para las tarifas del sector domestico y las de simple medición de energía BT5 no es posible aplicar un recargo o penalizaciones por concepto de consumo de KVAR, por lo cual deberá reconocerse a los distribuidores de costos de equipamiento y generación de energía reactiva para atender este consumo.

b) Penalizaciones:

El sistema de tarifas vigentes contempla penalizaciones por consumo de energía reactiva, las cuales serán cargadas directamente a los clientes, incluidos en sus respectivas facturaciones.

Las penalidades asignadas y las condiciones para la empresa de Distribución y los clientes finales son los siguientes:

1. - Recargos para las empresas de distribución:

Para la energía entregada a las empresas de distribución, se ha fijado el sistema de penalidades por consumo de energía reactiva, en el cual se establece un periodo de penalizaciones comprendidos en las siguientes horas punta:

Entre las 10:00 a 12:00 por la mañana.

Entre las 18:00 a 23:00 horas por la noche.

En este periodo de penalizaciones el cliente tiene derecho a un consumo total de energía reactiva inductiva equivalente al 40% de la energía activa total, sin cargo alguno, es decir libre de penalizaciones.

El consumo de energía reactiva inductiva sobre el 40% mencionado, equivale a un factor de potencia promedio de 92.8%

2. -Recargo para los clientes finales:

Para los clientes finales se utiliza el término de recargo por concepto de energía reactiva, en lugar del término penalidades.

Este consumo de energía se adiciona a la facturación en las diferentes opciones tarifarias: MT2, MT3, MT4, BT2, BT3 y BT4 de acuerdo a los siguientes criterios:

Cargo por energía reactiva cuyo consumo es hasta el 30% de la energía activa total mensual (en KW) no estará afecto a recargo alguno.

Cargo por concepto de energía reactiva que exceda al 30% de la energía activa total mensual(en KW), estará afecto a un recargo, cuyo valor será igual a 3.60 centavos por KVARH consumidos en exceso al 30% establecido; ósea el equivalente a S/.0.036 nuevos soles por KVARH consumidos.

El límite establecido, esto es el 30% sin recargo, equivale a un factor de potencia promedio de 95.8%.

CUADRO #3

COSTO MENSUALES DE FACTURA

MESES	ENERGIA ACTIVA (KWH)	ENERGIA REACTIVA (KVARH)	COSTO S/.
Septiembre-98	304313.80	223623.60	50116.06
Octubre-98	298227.52	218703.88	49508.59
Noviembre-98	290315.37	218256.63	49407.35
Diciembre-98	290923.99	190080.06	43028.94
Enero-99	336571.06	233686.66	55988.24
Febrero-99	297010.27	218256.63	49407.35
Marzo-99	303705.17	221387.36	50116.06
Abril-99	299749.09	220269.25	4991.36
Mayo-99	297618.90	220492.87	50622.28
Junio-99	297010.27	218256.63	49407.35
Julio-99	301270.66	221387.36	50116.06
Agosto-99	304618.11	223847.22	50672.90
Septiembre-99	334745.18	254930.90	55684.51
PROMEDIO	304313.80	221783.01	46851.31

2.4 INFLUENCIA EN ARMONICAS

INFLUENCIA DE ARMONICAS

Cuando en una instalación hay una potencia instalada importante de aparatos electrónicos (variadores, ups, etc.), distorsiones en la forma de onda debido a las armónicas introducidas por ellos en la red pueden perforar el dieléctrico de los condensadores.

Ante estos posibles problemas a presentarse y perjudicar nuestros condensadores se contratan los servicios de la compañía (ENERGESA), la cual tenía como función realizar las mediciones de calidad de energía eléctrica (armónicas transitorios y perturbaciones y desbalance de tensión) existentes en la sub estación #2.

ANALIZADOR UTILIZADO

Para el desarrollo de las mediciones se utilizó el analizador de redes eléctricas de la siguiente característica.

Analizador de redes y energía eléctrica

- Marca : Dranetz technologies Inc.
- Modelo : Power Platform 4300
- Numero de canales 4 de tensión (independientes)
4 de corriente (independientes)
- Modo de operación Calidad de energía PQ- Lite
Opción H/T/E/M
- Precisión : $\pm 1\%$ tensión
 $\pm 1\%$ corriente
 $\pm 0.2\%$ frecuencia (30 a 450 Hz)
- Rango de operación rango alto: 10 a 600Vrms
50a1000Vpk(trans.)

El analizador tiene una memoria interna que permite almacenar la información preprogramada así como permite el uso de una tarjeta de memoria para guardar su programación u otro tipo de información. Asimismo, posee puerto serial RS –232 para comunicación con computadora y cuenta también con la opción del modo auto-transfer a una tarjeta de memoria externa.

NIVELES DE ARMONICOS ENCONTRADOS

Los registros efectuados en la barra principal de la SUBESTACION N2 lado 0.23 kv. Pertenecientes a FRENO SA.

Se presentan en el (ANEXO#1).

CAPITULO III

3.1.- INCONVENIENTES EN LA INSTALACION

Todas las maquinas eléctricas (motores, transformadores...) alimentadas en corriente alterna necesitan para su funcionamiento dos tipos de energía:

- Energía activa: es la que se transforma íntegramente en trabajo o en calor(perdidas). Se mide en KWh.
- Energía reactiva: Se pone de manifiesto cuando existe un trasiego de energía activa entre la fuente y la carga.
- Generalmente esta asociada a los campos magnéticos internos de los motores y transformadores. Se mide en KVArh. Como esta energía provoca sobrecarga en las líneas transformadores y generadores sin producir un trabajo útil, es necesario neutralizarla o compensarla.

Los capacitores generan energía reactiva de sentido inverso a la consumida en la instalación. La aplicación de estos neutraliza el efecto de las perdidas por campos magnéticos al instalar condensadores, se reduce el consumo total de energía (activa + reactiva).

3.2 .-VENTAJAS DE LA COMPENSACION

REDUCCION DE LOS RECARGOS: Las compañías eléctricas aplican unos recargos o penalizaciones al consumo de energía reactiva con el objeto de incentivar su corrección.

REDUCCION DE LAS CAIDAS DE TENSION: La instalación de condensadores permite reducir la energía reactiva transportada disminuyendo las caídas de tensión en la línea.

REDUCCION DE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES: Al igual que en le caso anterior la instalación de condensadores permite la reducción de energía reactiva transportada, y en consecuencia es posible, en el ámbito de proyecto, disminuir la sección de conductores a instalar.

En la tabla se muestra la reducción de la sección resultante de una mejora del $\cos\phi$ transportando la misma potencia activa.

Cosϕ	Factor de reducción
1	40%
0.8	50%
0.6	57%
0.4	100%

DISMINUCION DE PERDIDAS: la instalación de condensadores permite reducir las pérdidas por efecto joule que se producen en los conductores y transformadores.

AUMENTO DE LA POTENCIA DISPONIBLE EN LA INSTALACION: La instalación de condensadores permite aumentar la potencia disponible en una instalación sin necesidad de los equipos como cables, aparatos y transformadores.

Esto es a consecuencia de la reducción de la intensidad de la corriente que se produce al mejorar el factor de potencia la tabla siguiente muestra el aumento de la potencia que puede suministrar un transformador corrigiendo a $\cos\phi = 1$.

Cosϕ	Potencia disponible
1	100%
0.8	90%
0.6	80%
0.4	60%

3.3 DIAGRAMA UNIFILAR (BANCO DE CONDENSADORES) .

a) SUB ESTACION #1

b) SUB ESTACION #2

c) SECCION FORROS. (VER ANEXO #2)

CAPITULO IV

4.1 CARACTERISTICAS DE LOS CONDENSADORES

Los condensadores a utilizar son de las siguientes características:

- Condensadores Varplus

Todos los condensadores Varplus están realizados a partir de elementos capacitivos cuyas características principales son las siguientes:

- ◆ Tipo seco (sin impregnates)
- ◆ Dieléctrico: film de propileno metalizado
- ◆ Protección sistema HQ

Protección sistema HQ

Garantiza que en funcionamiento ningún elemento capacitivo explote causando daño a las personas o a los bienes.

En caso de fallo eléctrico aparecen corrientes de defecto cuyo valor puede variar desde algunos amperios hasta varios KA. Si no se remedia se generan gases que harán ser capaz de reaccionar frente al abanico de valores que puede tomar la corriente de defecto.

El sistema HQ consta de :

- ◆ Una membrana de sobrepresión que protege frente a intensidades de defecto pequeñas.

- ◆ Un fusible interno de alto poder de ruptura que, coordinado con la membrana, protege frente a intensidades de defecto elevadas cada uno de los elementos capacitivos monofasicos que componen un condensador trifasico.

La gama de condensadores Varplus esta compuesta por:

- Varplus M: enchufables, diseñados par conectarse uno tras otro formando condensadores de potencias superiores, hasta 60KVAR en 400V, a partir de baterias individuales de 5, 10 o 15KVAR.
- Varplus: monoblock, en potencias desde 40 a 70KVAR en 400V.

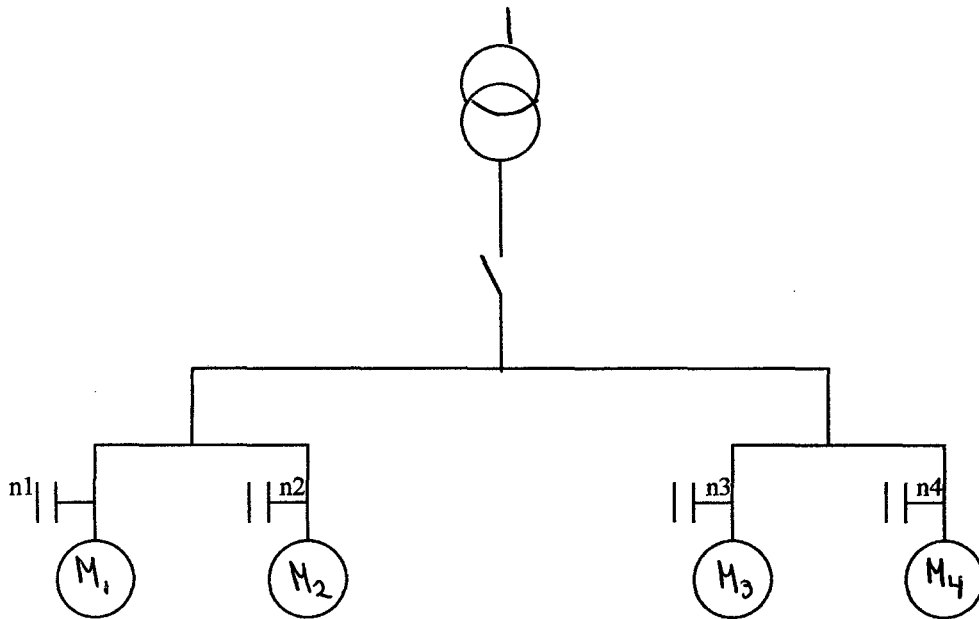
4.2 INSTALACION DE CONDENSADORES

- **Compensación individual**

El condensador se conecta directamente a los bornes del motor, esta compensación es la más efectiva, la corrección del factor de potencia en estos casos, representa la diferencia de aumentar la sección del conductor al aumentar un grupo de motores, o en todo caso adicionar un grupo de condensadores.

En esta forma el motor nunca puede operar sin su equipo correctivo, usándose de esta manera los capacitores únicamente cuando se necesitan, además se reduce el costo en la compra de interruptores para conectar y desconectar los capacitores ya que estos operan con los mismos controles del motor.

- **Compensación individual**



VENTAJAS:

- Suprime las penalizaciones por un consumo excesivo de energía Reactiva.
- Optimiza una parte de la instalación, la corriente reactiva no se Transporta en la línea compensada.
- Descarga la centro de transformación potencia disponible en kw.
- Las perdidas por efecto joule en los cables disminuyen (kwh).

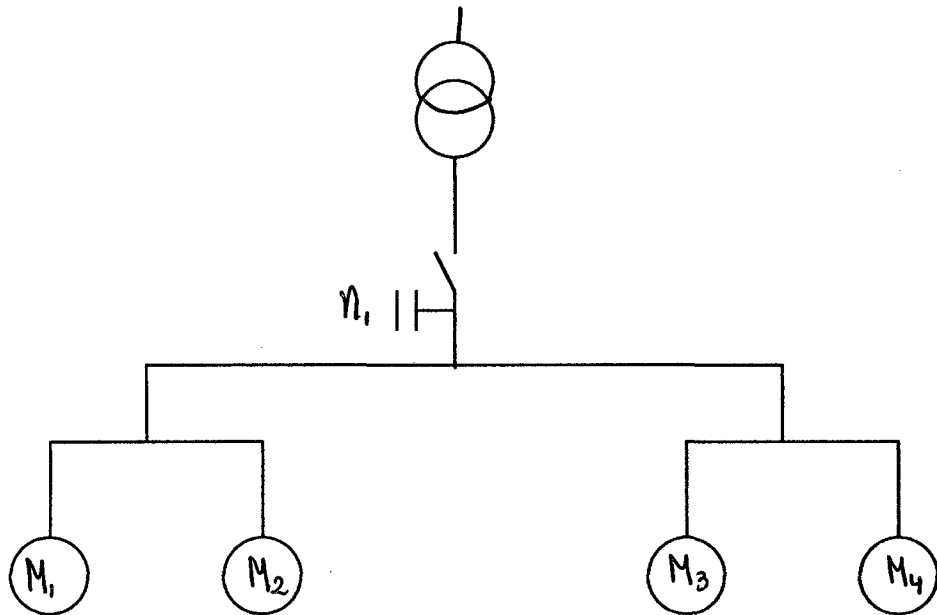
- **Compensación centralizada**

Mediante este método los condensadores compensaran el bajo factor de potencia a un grupo de motores o cargas eléctricas, alimentadas desde un tablero, puede realizarse en forma manual o automática, dependiendo el lugar donde se instale y el régimen de trabajo de los equipos a compensar

Este tipo de compensación generalmente es ventajoso cuando se dispone de una gran cantidad de cargas reactivas o grupos de motores eléctricos.

La potencia de los condensadores serán determinados sobre la base de la potencia de consumo promedio (KVAR), además para una ampliación de condensadores esta se realizara en forma simple conectando en paralelo las nuevas unidades.

- **Compensación centralizada**



VENTAJAS:

- Suprime las penalizaciones por un consumo excesivo de energía Reactiva.
- Ajusta la necesidad real de la instalación KW al contrato de la potencia aparente (KVA)
- Descarga al centro de transformación potencia disponible en kw.

CAPITULO V

5.1 CALCULO DEL NUEVO FACTOR DE POTENCIA

Para calcular el nuevo factor de potencia de la planta freno s.a. es necesario conocer la potencia reactiva y el comportamiento de las líneas de distribución de la planta, así como también el consumo por cada sub estación.

5.2 CALCULO DE LA POTENCIA REACTIVA A COMPENSAR

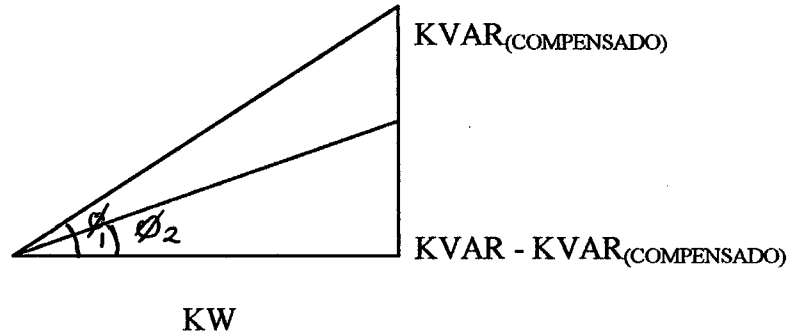
Para el calculo de la potencia requerida a compensar en la empresa se tomara los datos de setiembre 1998:

$$\text{KVAR} = 499.16$$

$$\text{KW} = 679,27$$

$$\text{Factor de potencia deseado}(\cos\phi) = 0.97$$

SABEMOS:



Potencia a compensar es:

$$KVAR_{(COMPENSAR)} = KVAR - P(\text{Tang}\phi)$$

Reemplazando en la formula tenemos:

$$KVAR_{(COMPENSAR)} = 499.16 - 679.27 \times \text{Tang}(\arccos(0.97))$$

$$\mathbf{KVAR_{(COMPENSAR)} = 328.93}$$

La cual es la potencia a compensar en el mes de setiembre para obtener un $\cos\phi$ de 0.97, de igual, manera se evaluara para los siguientes meses del año.
(ver cuadro #4)

Podemos observar en el cuadro #4, el promedio de potencia reactiva a compensar es de : **324.82KVAR** .

CUADRO #4

POTENCIA REACTIVA PROMEDIO A COMPENSAR

MESES	KVAR	KW	COSØ =0.97
Septiembre-98	499.1598214	679.271875	328.93429
Octubre-98	488.1783054	665.6864375	321.357284
Noviembre-98	487.1799857	648.0253688	324.784828
Diciembre-98	424.2858482	649.3839125	261.55024
Enero-99	521.6220134	751.2746938	333.352575
Febrero-99	487.1799857	662.96935	321.039867
Marzo-99	494.1682232	677.9133313	324.283142
Abril-99	491.6724241	669.0827969	324.000275
Mayo-99	492.1715839	664.3278938	325.691014
Junio-99	487.1799857	662.96935	321.039867
Julio-99	494.1682232	672.4791563	325.644947
Agosto-99	499.6589813	679.9511469	329.263224
Septiembre-99	569.0421964	747.1990625	381.794111
PROMEDIO	495.051	679.272	324.826

NOTA: LOS DATOS DE LA COLUMNA DE COSØ=0.97, ES LA POTENCIA REACTIVA A COMPENSAR MENSUALMENTE.

SUBESTACION#1

Debido a la ubicación de la subestacion #1, (centro de carga de la planta). En ella se ubicara un banco de condensadores de 200 KVAR, automático, con lo cual se obtendrá beneficios económicos y eficiencia de la energía eléctrica. Además para la ubicación del banco de condensadores se ha considerado la gran cantidad de motores que la subestacion alimenta.

SECCION FORROS

- Características del conductor
- Lecturas de parámetros de energía.
- Calculo de potencia capacitores en la sección.

Para los datos obtenidos tenemos: $I = 280 \text{ Amp.}$ $\text{Cos}\phi = 0.75$ $V = 220\text{v.}$

*Potencia reactiva a compensar de 74 kvar

Para los datos obtenidos tenemos: $I = 278 \text{ Amp.}$ $\text{Cos}\phi = 0.73$ $V = 220\text{v.}$

*Potencia reactiva a compensar de 73 kvar

Para los datos obtenidos tenemos: $I = 300 \text{ Amp.}$ $\text{Cos}\phi = 0.72$ $V = 220\text{v.}$

*Potencia reactiva a compensar de 78 kvar

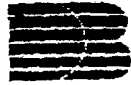
Teniendo estos datos de la potencia a compensar, sacamos el promedio:

Potencia a compensar: 75 KVAR.

CUADRO#5

CARACTERISTICAS DEL CONDUCTOR

SECCIO DEL CONDUCTOR	CALIBRE	CORRIENTE ADMISIBLE TUBERIA	CORRIENTE ADMISIBLE AIRE LIBRE	LONITUD HASTA LA CARGA	CORRIENTE CONSUMO PROMEDIO
3x 177.4 mm ²	350 AWG/MCM	260	420	160mt.	300



**DRANETZ
BMI**

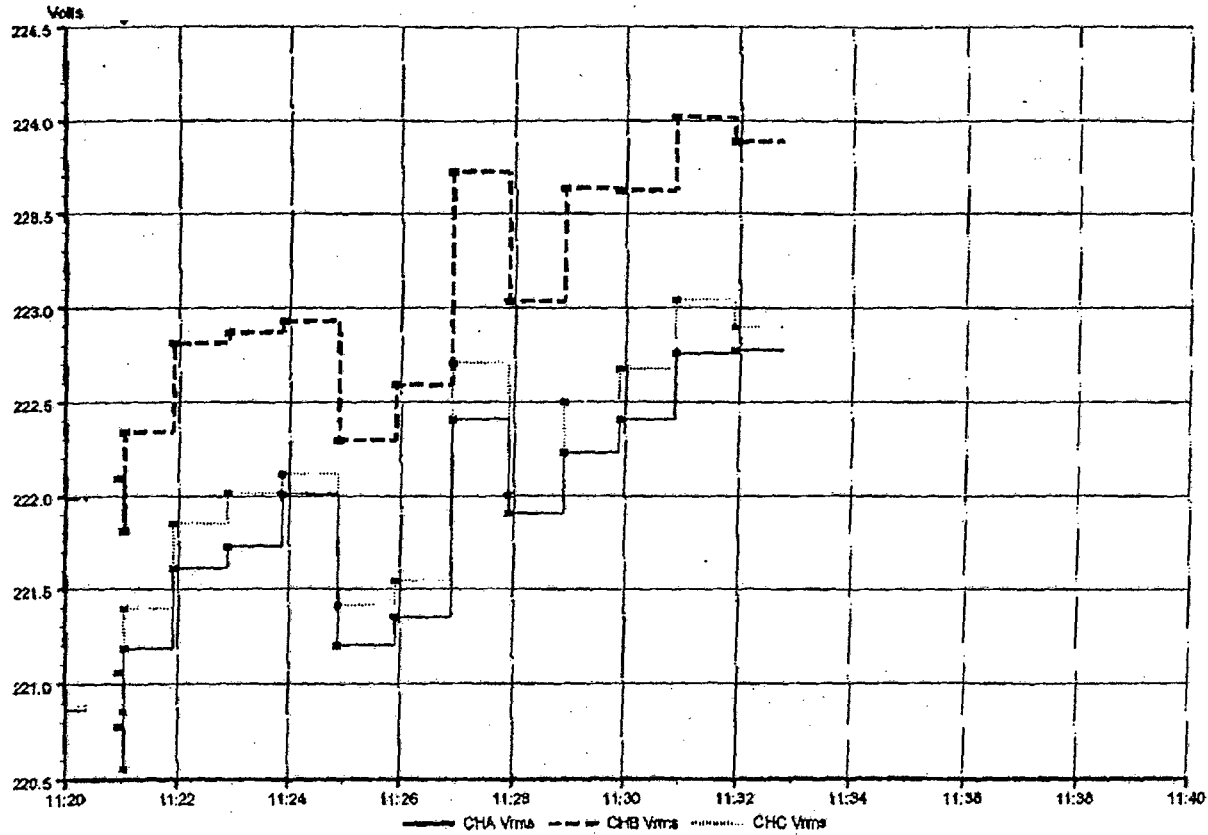
FRENOSA- SUBESTACION N° 2

Fecha
30/09/99 14:59:24

Cliente
FRENOSA

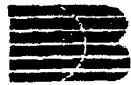
Consultor
ENERGETICA S.A.

DIAGRAMA DE VARIACION DE TENSION / C-6 (Forros)



	Min	Max	Mediana
CHA Vrms	220.68	222.78	221.91
CHB Vrms	221.82	224.02	222.93
CHC Vrms	220.88	223.06	222.02

23/09/99 11:20:00.00 - 23/09/99 11:40:00.00



**DRANETZ
BMI**

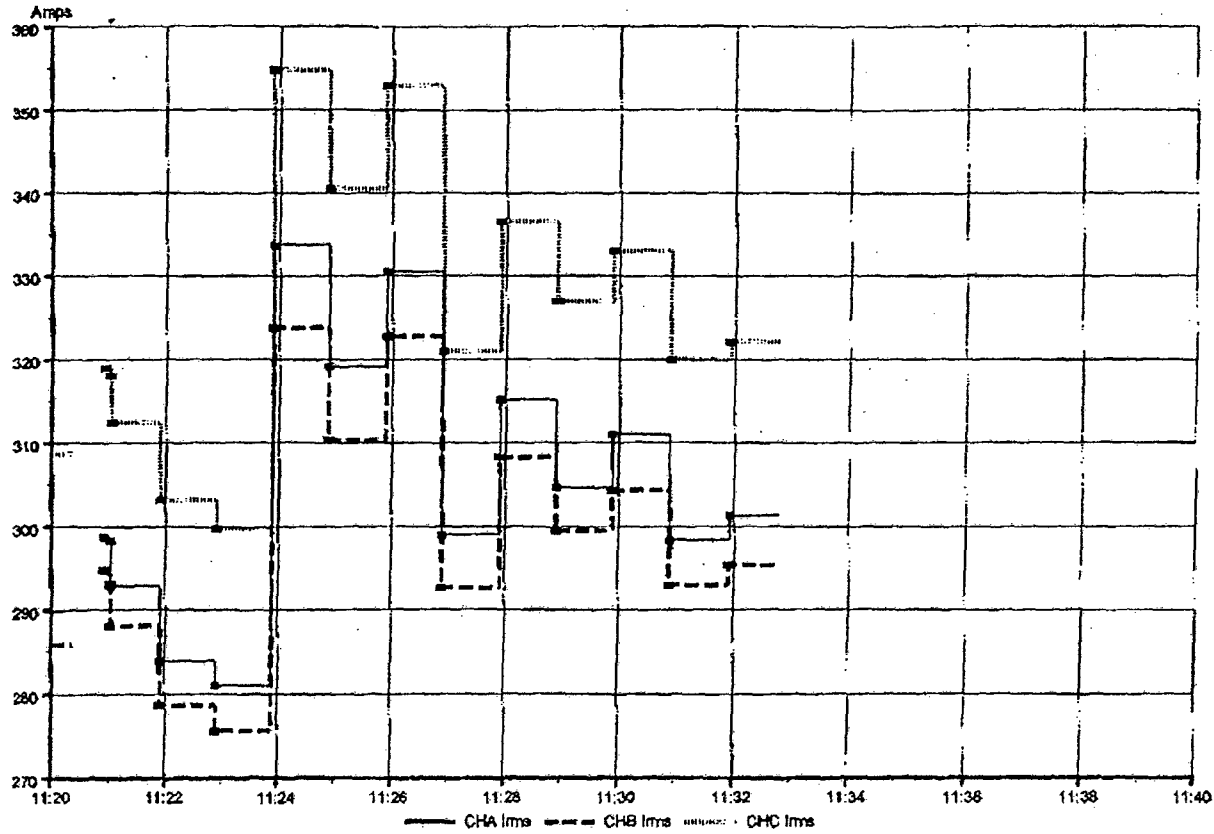
FRENOSA- SUBESTACION N° 2

Fecha
30/09/99 15:00:21

Cliente
FRENOSA

Consultor
ENERGETICA S.A.

DIAGRAMA DE VARIACION DE CORRIENTES / C-6 (Forros)



	Min	Max	Median
CHA lms	281.04	333.76	301.33
CHB lms	275.68	323.82	295.45
CHC lms	299.61	354.91	322.18

23/09/99 11:20:00.00 - 23/09/99 11:40:00.00



DRAANETZ
BMI

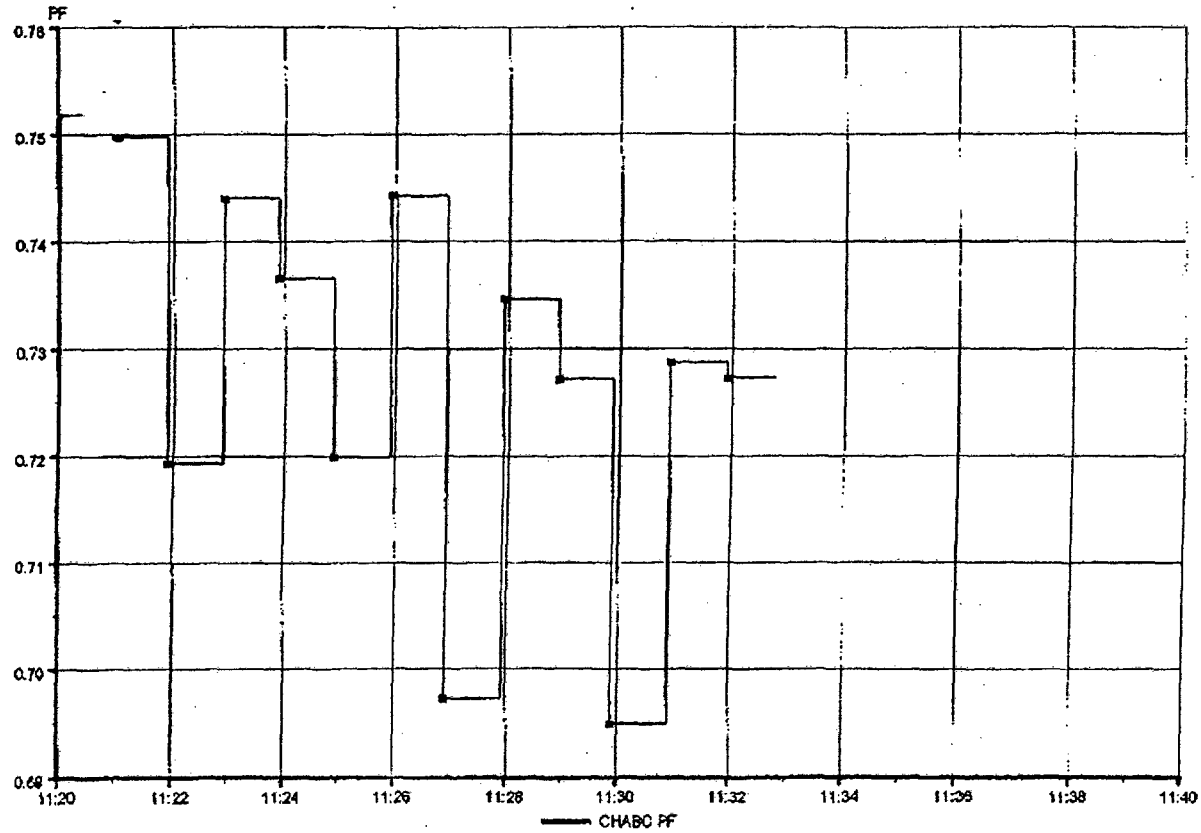
FRENOSA- SUBESTACION N° 2

Fecha
30/09/99 15:01:12

Cliente
FRENOSA

Consultor
ENERGETICA S.A.

DIAGRAMA DE VARIACION DEL FACTOR DE POTENCIA / C-6 (Forros)



	Min	Max	Median
CHABC PF	0.699	0.76	0.73

23/09/99 11:20:00.00 - 23/09/99 11:40:00.00

CALCULO DE LA TENSION EN LA SECCION FORROS

ICONSUMO	280
COSØ	0.75
SENØ	0.6834
VOLTIOS	224
POTENCIA (KW)	81.47567
POTENCIA (KVAR)	74.2406305

POTENCIA A COMPENSAR

POTENCIA (KVAR C)	74
-------------------	----

FINALMENTE

POTENCIA (KVAR)	0.24063049
POTENCIA (KW)	81.47567
S (KVA)	81.4760253
CORRIENTE	210.000916

CALCULO DE CAIDA DE TENSION CON LA CORRIENTE FINAL

FCT	0.18
L(metros)	160
corriente	210.000916
DELTA DE TENSION (%)	6.04802638
CAIDA DE TENSION (V)	13.305658
TENSION TABLERO	210.694342

CALCULO DE LA TENSION EN LA SECCION FORROS

ICONSUMO	278
COSØ	0.73
SENØ	0.6834
VOLTIOS	224
POTENCIA (KW)	78.7365356
POTENCIA (KVAR)	73.7103403

POTENCIA A COMPENSAR

POTENCIA (KVAR C)	73
-------------------	----

FINALMENTE

POTENCIA (KVAR)	0.71034028
POTENCIA (KW)	78.7365356
S (KVA)	78.7397397
CORRIENTE	202.948259

CALCULO DE CAIDA DE TENSION CON LA CORRIENTE FINAL

FCT	0.18
L(metros)	160
corriente	202.948259
DELTA DE TENSION (%)	5.84490985
CAIDA DE TENSION (V)	13.0925981
TENSION TABLERO	210.907402

CALCULO DE LA TENSION EN LA SECCION FORROS

ICONSUMO	300
COSØ	0.72
SENØ	0.6834
VOLTIOS	224
POTENCIA (KW)	83.8035463
POTENCIA (KVAR)	79.5435327

POTENCIA A COMPENSAR

POTENCIA (KVAR C)	78
-------------------	----

FINALMENTE

POTENCIA (KVAR)	1.54353267
POTENCIA (KW)	83.8035463
S (KVA)	83.8177598
CORRIENTE	216.036635

CALCULO DE CAIDA DE TENSION CON LA CORRIENTE FINAL

FCT	0.18
L(metros)	160
corriente	216.036635
DELTA DE TENSION (%)	6.22185508
CAIDA DE TENSION (V)	13.9369554
TENSION TABLERO	210.063045

SUBESTACION #2

Luego de la instalación de los condensadores en la subestacion #1 y sección: forros, se realizo la ultima medición con el fin de comparar los valores obtenidos, por lo cual se presenta nuevos datos para la instalación de un banco de condensadores en la subestacion #2, además tomando en cuenta la ampliación de motores en la empresa se dio un factor de corrección de 1.2.

Los datos obtenidos son del programa (Sangamo3, version4.0) el cual nos brinda los datos de:

- Tensión de servicio (10KV)
- Potencia consumo (KVA)
- Potencia consumo (KW)
- Potencia consumo (KVAR)
- Factor de potencia(total).
- Potencia(KVAR)_(COMPENSAR).

Nota: los datos obtenidos por el programa son en intervalos de 15'(minutos)

Además se realizara la gráfica con los datos obtenidos: para los días 10, 11, 28 de octubre de 1999.

En los gráficos podemos observar el comportamiento del factor de potencia corregido parcialmente, a su vez también calcular la potencia necesaria para alcanzar un costo en energía reactiva nulo.

Estos datos y gráficos se presentan en (ANEXO #3)

CALCULOS

										MAXIMO	
TIEMPO	KW	KVAR I	KVAR C	KVA	KV	KVAR (REAL)	COSØ	KWH	KVAR I	KVARI	Q(KVAR)
"00:30"	63.2	0	28.8	75.2	9.9	-28.8	-0.84043	15.8	0	4.74	-6.636

NOTAS:

- $kvari = 0$, Indica que la potencia reactiva inductiva es nulo.
- $kvarc = 28.8$, indica que la potencia reactiva capacitiva en ese Intervalo es de 28.8, con lo cual concluimos que a horas 00:30 entregamos reactivos al sistema.
- $Q(kvar) = -6,36$, Es la potencia que entregamos al sistema.

De las gráficas obtenidas los días 10, 11, 28 de octubre de 1999. Se puede observar que la empresa FRENO SA, necesita capacitores con una potencia **de 80 KVAR.**

CAPITULO VI

6.1 CALCULO DE LA CORRIENTE DE LINEA .

1) CAPACITANCIA

$$C = \frac{Q}{V^2 \times 2\pi f \times \sqrt{3}}$$

Donde:

Q : Potencia Reactiva

V : Tensión

f : Frecuencia (Hz)

2) REACTANCIA CAPACITIVA

$$X_C = \frac{1}{W \times C}$$

3)CORRIENTE DE FASE Y CORRIENTE DE LINEA

- $I_c = V / X_c$

- $I_L = I_c \times \sqrt{3}$

EJM:

1. SUBESTACION #1

A) POTENCIA: 200 KVAR

- $C = \frac{200,000}{220^2 \times 2\pi \times 60 \times \sqrt{3}} = 6,33 \times 10^{-3} \text{ farad.}$

- $X = 1 / 377 \times 6,33 \times 10^{-3} = 0.419$

- $I_C = 220 / 0.419 = 525.06 \text{ Amp.}$

- $I_L = 1,732 \times 525.06 = 909,43 \text{ Amp.}$

- $I_L = 1,3 \times 909,43 = 1180 \text{ Amp.}$

2. SUBESTACION #2

B) POTENCIA: 80 KVAR

- $C = \frac{80,000}{220^2 \times 2\pi \times 60 \times \sqrt{3}} = 2,53 \times 10^{-3} \text{ farad.}$
- $X = 1 / 377 \times 2,53 \times 10^{-3} = 1.048$
- $I_C = 220 / 1.048 = 209.92 \text{ Amp.}$
- $I_L = 1,732 \times 209,92 = 363,58 \text{ Amp.}$
- $I_L = 1,3 \times 209,43 = 272,26 \text{ Amp.}$

3. SECCION : FORROS

C) POTENCIA: 75 KVAR

- $$C = \frac{75,000}{220^2 \times 2\pi \times 60 \times \sqrt{3}} = 2,378 \times 10^{-3} \text{ farad.}$$

- $$X = 1 / 377 \times 2,37 \times 10^{-3} = 1,1154$$

- $$I_C = 220 / 1,1154 = 197,24 \text{ Amp.}$$

- $$I_L = 1,732 \times 197,24 = 341,61 \text{ Amp.}$$

- $$I_L = 1,3 \times 341,61 = 444,1 \text{ Amp.}$$

6.2 SELECCIÓN DE CONDUCTORES

AREA	VOLT.	POT. (KVAR)	I diseño	SEC. CONDUCTOR NYY mm ²	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
SUBESTACION #1	220	200	1180	2(3 - 1x300)	-
SUBESTACION #2	220	80	462.65	3 - 1x185	3x500
FORROS	220	75	444.1	3 - 1x185	-

6.3 SELECCIÓN DE CONTACTORES

EQUIPO	VOLT.	POT. (KVAR)	I NOMINAL	CONTACTOR	FUSIBLE
CONDENSADOR	220	20	53	TC1D60A	NH-100A
CONDENSADOR	220	15	40	TC1D40A	NH-63A

6.4 REGULADOR ELECTRONICO

CARACTERISTICAS:

MARCA: POWER CONTROLLER RPC 12 (JANITZA ELECTRONIC).

El regulador electrónico trabaja bajo la configuración del banco de condensadores, puede trabajar en manual o automático:

Trabajo manual. – El regulador electrónico no trabaja si el operario no presiona las teclas “+” (Aumentar los condensadores), “ - “ (Disminuir la presencia de los condensadores), este método requiere la presencia de un operario observando la carga de potencia reactiva a compensar con el fin de obtener el factor de potencia deseado.

Trabajo automático.- El regulador electrónico no necesita un operario, él actuara según el factor de potencia requerido por la empresa el cual es regulado con anterioridad.

Factory presettings

Target power factor:	0.96 ind.
Number of outputs:	12
Reactive power of first stage:	10.0 kvar
Stage ratios:	1:1:1:1
Current transformer:	200A/5A (or 200A/1A with the 1A version)
Average time:	20 (corresponds to 20 sec.)
Switch- in/switch –out time:	30 sec./20 sec.
Harmonics threshold value table :	5 (% value, see table)
Error messages:	“cos” (generating mode): yes Stage power too low: yes

Conexión para el banco de condensadores de 200 kvar:

- a) Transformador de 220/440V, para la alimentación principal del instrumento de medición.
- b) La opción de (stage ratio) será: 1:1:1:1, debido a que los condensadores son de una misma potencia. (20 kvar)
- c) La opción (Target power factor), es la opción que regula el factor de potencia, al valor deseado, par nuestro caso 0.98.
- d) La opción (Controlling speed), nos da el tiempo en segundos que necesita el instrumento para enclavar otro condensador.
- e) Harmonic, presionando esta tecla podemos observar el valor en (%) de la 5^{ta}, 7^{ta}, 9^{na}, 11^{ava}. Harmonica.

CAPÍTULO VII

7.1 CALCULO DE AHORRO ECONOMICO.

En la industria actual en un estudio o proyecto en general tiene tanta importancia como el expediente técnico, ya que para aprobar el mismo tiene que reunir las condiciones mínimas de costo y beneficio máximo.

Para desarrollar él calculo de ahorro económico se debe realizar esta en 2 partes:

COSTO DEL BANCO DE CONDENSADORES DE 200 KVAR

SUBESTACION #1

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL \$
CONDENSADORES DE 20 KVAR , 220V	10	192	1920
CONTACTOR TC1D6011 (TELEMECANIQUE)	10	80.2	802
FUSIBLE DE 100A NH00, 500V	30	34	1020
CABLE #8 AWG/MCM	100	2.34	234
CABLE #16 GTP	50	2.21	110.5
CABLE NYY- 1x300mm ²	20	4.3	86
BARRAS DE COBRE DE 50x100mm ²	12	12.23	146.76
FUSIBLES NH 500A	3	170	510
REGULADOR DE ENERGIA (JANITZA ELECTRONIC)	2	380	760
TABLERO ELECTRICO SEGÚN PLANO	1	230	230
COSTOS ADICIONALES			290.963

COSTO \$	6110.223
-----------------	-----------------

COSTO DEL BANCO DE CONDENSADORES DE 75 KVAR

SECCION: FORROS

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL \$
CONDENSADORES DE 15 KVAR , 220V	1	150	150
CONDENSADORES DE 20 KVAR , 220V	3	192	576
FUSIBLE DE 100A NH00, 500V	9	34	306
FUSIBLE DE 63A NH00, 500V	3	21	63
CABLE #8 AWG/MCM	30	3.2	96
CABLE NYY 3-1x185mm ²	36	3.4	122.4
TABLERO ELECTRICO SEGÚN PLANO	4	35	140
COSTOS ADICIONALES			72.67

COSTO \$	1376.07
-----------------	----------------

COSTO DEL BANCO DE CONDENSADORES DE 80 KVAR

SUBESTACION #2

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL \$
CONDENSADORES DE 20 KVAR , 220V	4	192	768
CONTACTOR TC1D6011 (TELEMECANIQUE)	4	80.2	320.8
FUSIBLE DE 100A NH00, 500V	12	34	408
CABLE #8 AWG/MCM	50	2.34	117
CABLE #16 GTP	50	2.21	110.5
CABLE NYY 1x300 mm ²	50	4.3	215
BARRAS DE COBRE DE 50x100mm ²	12	12.23	146.76
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 3x500A	1	1200	1200
REGULADOR DE ENERGIA (JANITZA ELECTRO)	1	380	380
TABLERO ELECTRICO SEGUN PLANO	1	220	220
COSTOS ADICIONALES			194.303

COSTO \$ 3286.06

ANALISIS ECONOMICO DE RECUPERACION DE CAPITAL

A) BANCO DE CONDENSADORES EN LA SECCION :FORROS

B) BANCO DE CONDENSADORES EN LA SUBESTACION #1

COSTO DE ENERGIA REACTIVA FACTURADA	5,522.96	S/.
COSTO DE ENERGIA REACTIVA FACTURADA	1,596.23	US \$

COSTO DEL BANCO DE CONDENSADORES

SECCION FORROS	1,376.07	US \$
SUBESTACION#1	6,110.22	US \$
COSTO TOTAL	7,486.29	US \$

PERIODO DE RECUPERACION DEL MONTO INVERTIDO **4.69** **Meses**

ANALISIS ECONOMICO DE RECUPERACION DE CAPITAL #2

B) BANCO DE CONDENSADORES EN LA SUBESTACION #2

COSTO DE ENERGIA REACTIVA FACTURADA	980.00	S/.
COSTO DE ENERGIA REACTIVA FACTURADA	283.24	US \$

COSTO DEL BANCO DE CONDENSADORES

SUBESTACION#2	3,286.06	US \$
COSTO TOTAL	3,286.06	US \$

PERIODO DE RECUPERACION DEL MONTO INVERTIDO **11.60** **Meses**

1) Ahorro#1: Puesta en servicio de 2 bancos de condensadores (200 kvar y 75 kvar).

Los datos obtenidos en la factura de energía eléctrica del mes de octubre se puede observar que el ahorro mensual en el costo de energía reactiva es de: s/.4050 (nuevos soles mensual), ya que antes de la instalación del banco de condensadores el costo por energía reactiva ascendía a s/. 5000 (nuevos soles). (Ver factura de energía eléctrica).

Realizando la comparación del costo de inversión y recuperación de capital podemos concluir que la inversión inicial se paga en 5 meses.

2) Ahorro#2: Puesta en servicio del banco de condensadores de 80 kvar, con el fin de eliminar el costo por concepto de energía reactiva. La recuperación de capital es en 1 año

CAPITULO VIII

8.1 CONCLUSIONES

1. - los beneficios obtenidos con la instalacion del banco de condensadores son las siguientes:

-Disminución de perdidas debido al efecto joule o $I^2 \times R$, llamadas también perdidas por calentamiento, disminución en el consumo de energía reactiva.

-Aumento del rendimiento y operación del transformador, referente a que las perdidas por histeresis (disminuyen).

2.- Con respecto a la instalación de los condensadores se ha realizado en 2 grupos: compensación grupal y compensación individual, se debe tener en cuenta estas 2 elecciones con el fin de obtener el mejor uso de la energía eléctrica.

3. -el ahorro mensual conseguido con la instalacion del banco de condensadores reduce el costo de la factura mensual de consumo de energia.

4. -Resulta mucho mas económico la instalación de un banco de condensadores global comparada con una compensación individual, así como también se obtiene una mejor utilización de los condensadores y mejor regulación de los mismos.

5. - La instalación del banco de condensadores en forma global, es segura, los resultados ventajosos, debido al corto plazo de recuperación de inversión.

La estabilidad con que trabajan los condensadores, garantizan su operación a un factor de potencia de óptimo.

6. -la corrección del factor de potencia llevan consigo muchas mejoras, tanto económicas como técnicas:

- Reducción de las pérdidas de potencia
- Aumento de la potencia de reserva.
- Aumento de la tensión en la instalación.

7. Los valores de THD de tensión son comparados con los límites exigidos por la norma técnica de calidad de servicio eléctrico (NTCSE) que es de 8% para niveles menores de 60KV. (vigente actualmente), pero para normas internacionales IEEE Std 519 el valor máximo admisible es de 5% para THD de tensión.

8.2 RECOMENDACIONES

1. - Se debe realizar las mediciones de calidad de energía, antes de la instalación de un banco de condensadores.

2. -Llevar un control de la potencia instalada, en la planta con el fin de conocer el factor de potencia, realizar las coordinaciones con el Ingeniero eléctrico con el fin de no sobrecargar ni desbalancear las líneas de alimentación.

3.- Realizar un mantenimiento continuo (según inspección visual) del banco de condensadores con el fin de eliminar la polución del medio ambiente, ya que el aumento de temperatura en los condensadores llegaría a disminuir el tiempo de vida útil.

4. - En la instalación de un banco de condensadores se debe tener cuidado en la selección de cada uno de ellos, ya que una mala selección de los mismos no mejorará el problema de factor de potencia.

5. -Antes de conectar los condensadores, se debe conocer las fluctuaciones de tensión en la línea de conexión ya que una amplitud de las mismas podría perforar el dieléctrico del condensador, ante este problema de sobretensión se debe elegir condensadores con una tensión mayor.

Ejm:

Condensador de 220V, con el fin de suplir las sobretensiones elegir un condensador de 230V. Sin afectar la potencia del mismo.

6. El valor de la 5^{ta} armónica de tensión excede el valor límite exigido, por la norma NTCSE por lo que se recomienda efectuar mediciones por tiempo más prolongado para una mejor evaluación y ubicar la fuente generadora de armónicos, y así disminuir las posibles fallas que originarían estas distorsiones.

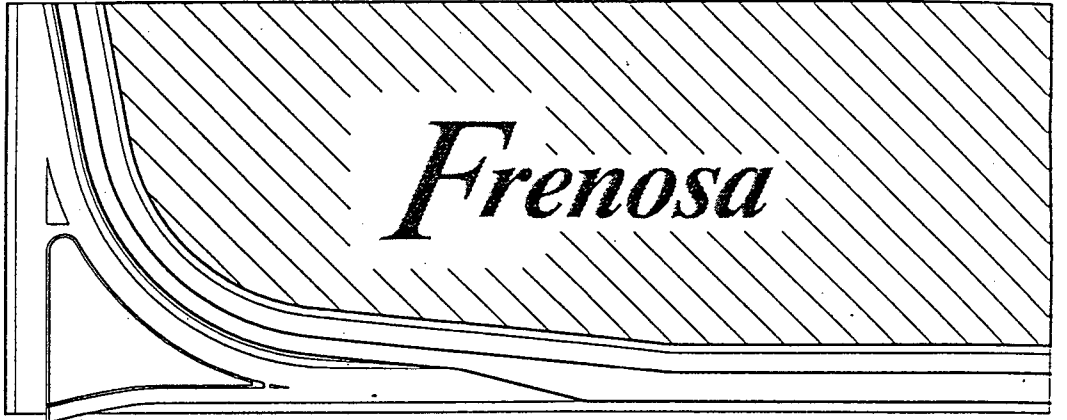
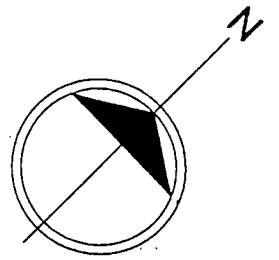
7. **NORMA PERUANA**, Armónicas de tensión, La distorsión armónica (H05) de tensión es de 5.21%, comparada con la permitida que es de 6%, Estamos por debajo, por tal la empresa realizó la conexión del nuevo banco de condensadores sin ningún problema, pero al culminar la instalación se recomienda la medición de distorsiones armónicas generadas por la puesta en servicio del nuevo banco de condensadores.

8. **ARMONICAS DE CORRIENTE**, podemos observar que la empresa no genera distorsiones armónicas mayores al 12% (ver cuadro comparativo), por lo cual se procede sin ningún problema a la instalación del banco de condensadores.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- EULER QUARTZ Motores Eléctricos Industriales
Editorial Barcelona, España 1983.
2. - IRWIN – KOSOW Maquinas Electricas,
Editorial CEAC- México D.F. 1978.
3. HUMBERTO FIGUEROA Protección de Sistema de Potencia
UNI 1983.
4. E FITZGERALD. Maquinas Eléctricas de Corriente
Alterna.
Ed. Mc. Graw Hill, 1984 – New
York.
- 5.LEY DE CONSESIONES ELECTRICAS 25844, Ministerio de
Energía y Minas 1993.
6. CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD. AEP. Lima 1986

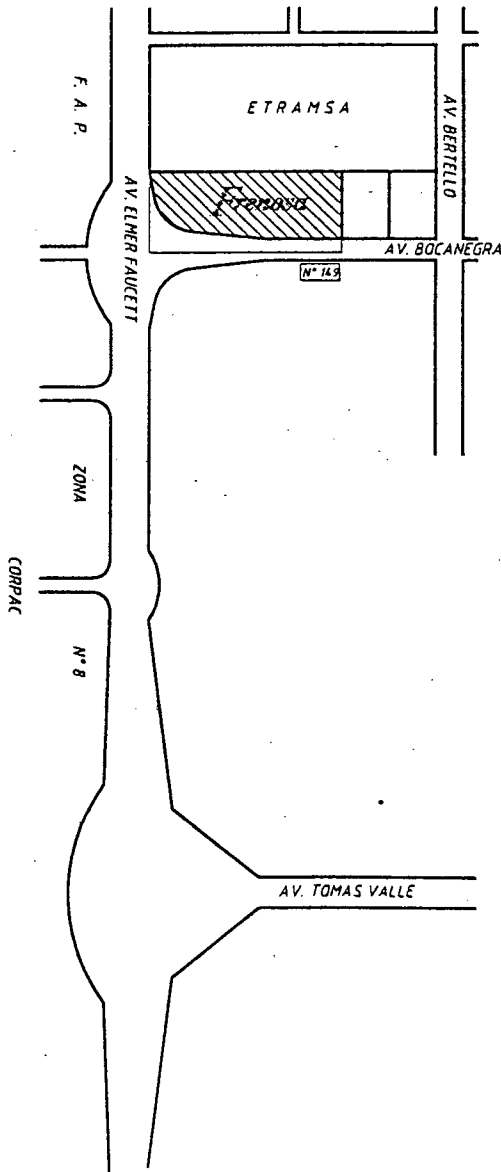
ANEXO #1



AV. BOCANEGRA N° 149

AV. ELMER FAUCETT

ESC 1:1000

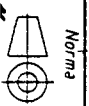


ESC 1:5000

Area bruta : 57.150.00 M²
 Area util : 39.374.64 M²

Ubicación Geográfica de FRENOSA

Fecha	Nombre
Dibujado 10-02-00	J. Lanza R.
Revisado 10-02-00	L. Contreras



VALORES LIMITE INDICADOS EN LA SIGUIENTE TABLA

ARMONICOS DE TENSION PERMISIBLES

OEDEN (n) DE LA ARMONICA o THD	TOLERANCIA (THD) (% CON RESPECTO A LA TENSION NOMINAL DEL PUNTO DE MEDIDION)	
	Para tensiones mayores a 60KV	Para tensiones menores a 60KV
	(Armonicas impares no multiplos de 3)	
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
(Armonicas impares multiplos de 3)		
3	1.5	5
9	1	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Pares		
2	1.5	2
4	1	1
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
mayores de 12	0.2	0.5
THD	3.0	8.0

NORMAS LEGALES " EL PERUANO"
11 DE OCTUBRE DE 1997.

Tabla 4.2
MAXIMAS TENSIONES Y CORRIENTES ARMONICAS

	TENSIONES ARMONICAS			CORRIENTES ARMONICAS		
	V_{RS} (%FND)	V_{ST} (%FND)	V_{TR} (%FND)	I_R (Amp)	I_S (Amp)	I_T (Amp)
THD	6.91	3.85	6.95			
H02	4.86	0.10	4.83	3.60	3.63	4.47
H03	2.97	0.20	2.73	10.48	10.96	9.62
H04	2.30	0.10	2.30	1.84	1.77	1.01
H05	4.71	3.83	5.21	31.36	19.10	29.13
H06	0.96	0.09	1.06	1.92	1.29	1.01
H07	1.51	1.34	1.22	10.96	11.77	10.21
H08	0.97	0.05	0.87	0.88	0.48	0.84
H09	0.78	0.23	0.78	1.60	1.77	1.52
H10	0.75	0.03	0.69	0.88	0.40	0.93
H11	0.70	0.23	0.58	1.84	1.93	1.77
H12	0.60	0.02	0.52	0.88	0.32	0.76
H13	0.54	0.12	0.54	1.28	1.05	1.01
H14	0.49	0.02	0.46	0.80	0.32	1.10
H15	0.45	0.03	0.44	0.72	0.56	1.18
H16	0.43	0.02	0.42	0.96	0.32	0.84
H17	0.42	0.05	0.38	1.04	0.64	0.76
H18	0.40	0.02	0.38	0.96	0.24	0.76
H19	0.38	0.03	0.35	0.96	0.56	0.68
H20	0.38	0.02	0.35	0.80	0.24	0.84
H21	0.34	0.02	0.32	1.04	0.32	0.84
H22	0.32	0.02	0.31	0.88	0.32	0.76
H23	0.32	0.04	0.29	0.88	0.40	0.93
H24	0.30	0.02	0.27	0.80	0.32	0.93
H25	0.29	0.05	0.29	0.80	0.40	0.68
H26	0.29	0.02	0.25	1.12	0.40	1.01
H27	0.28	0.02	0.25	0.96	0.24	0.93
H28	0.27	0.02	0.24	0.88	0.24	0.84
H29	0.25	0.03	0.23	0.80	0.32	0.84
H30	0.25	0.02	0.23	0.88	0.24	0.68
H31	0.25	0.06	0.23	0.96	0.40	0.93
H32	0.24	0.02	0.22	0.96	0.24	1.01
H33	0.23	0.03	0.21	0.88	0.32	0.76
H34	0.23	0.02	0.20	0.88	0.24	0.76
H35	0.24	0.04	0.21	0.80	0.32	0.76
H36	0.21	0.01	0.20	0.80	0.32	0.76
H37	0.23	0.04	0.21	1.12	0.32	1.01
H38	0.21	0.02	0.19	0.96	0.24	0.76
H39	0.21	0.03	0.19	0.80	0.24	0.84
H40	0.22	0.01	0.19	1.12	0.32	0.76
H41	0.21	0.03	0.18	0.96	0.32	0.76
H42	0.22	0.02	0.18	1.04	0.24	0.76
H43	0.20	0.03	0.18	1.04	0.32	0.76
H44	0.19	0.02	0.18	0.80	0.32	0.84
H45	0.18	0.03	0.18	1.04	0.32	0.84
H46	0.18	0.02	0.18	0.96	0.32	0.76
H47	0.20	0.03	0.17	0.96	0.24	0.68
H48	0.19	0.02	0.18	0.96	0.32	0.84
H49	0.18	0.05	0.17	0.96	0.24	0.68
H50	0.17	0.02	0.16	0.88	0.32	1.01



**DRANETZ
BMI**

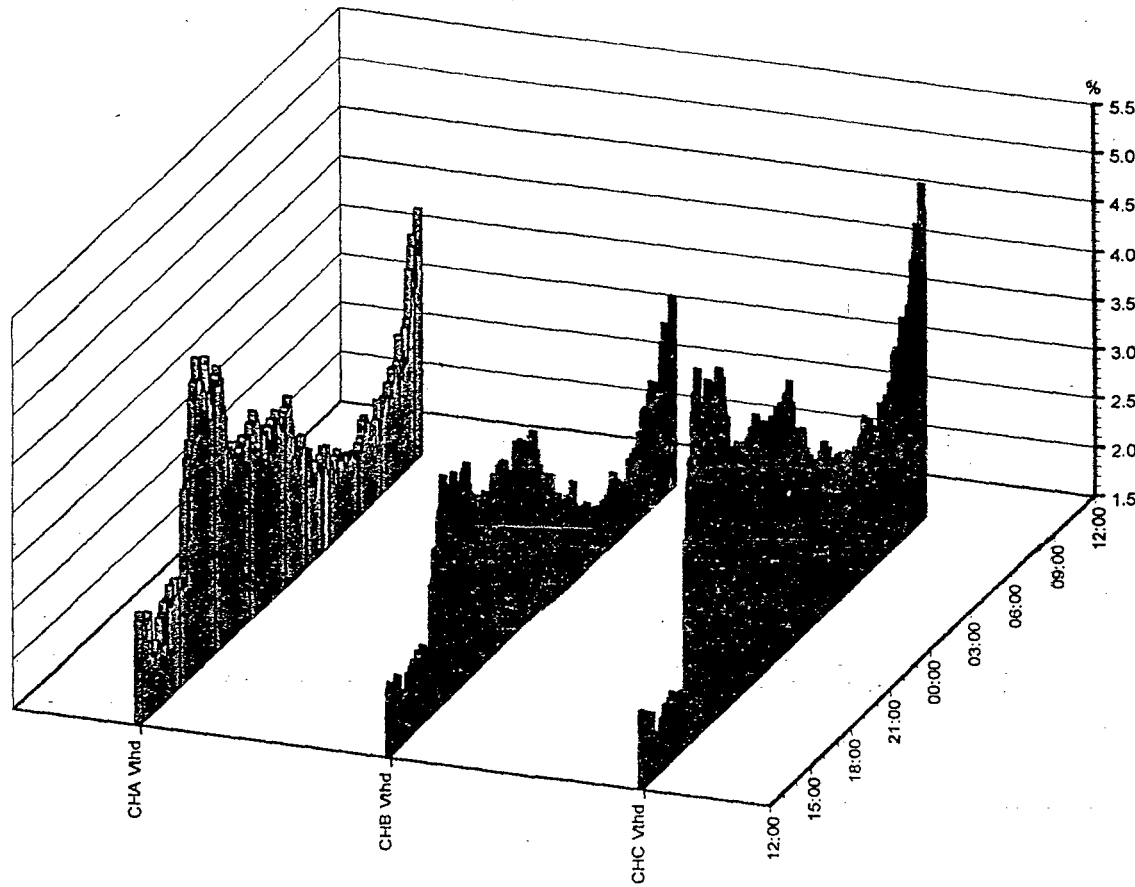
FRENOSA- SUBESTACION N° 2

Fecha
27/09/99 09:23:08

Cliente
FRENOSA

Consultor
ENERGETICA S.A.

DIAGRAMA DE VARIACION DE THD DE TENSION



	Min	Max	Median
CHA Vthd	1.96	4.70	2.66
CHB Vthd	1.81	3.81	2.55
CHC Vthd	1.71	5.22	3.38

23/09/99 12:00:00.00 - 24/09/99 12:00:00.00



DRANETZ
BMI

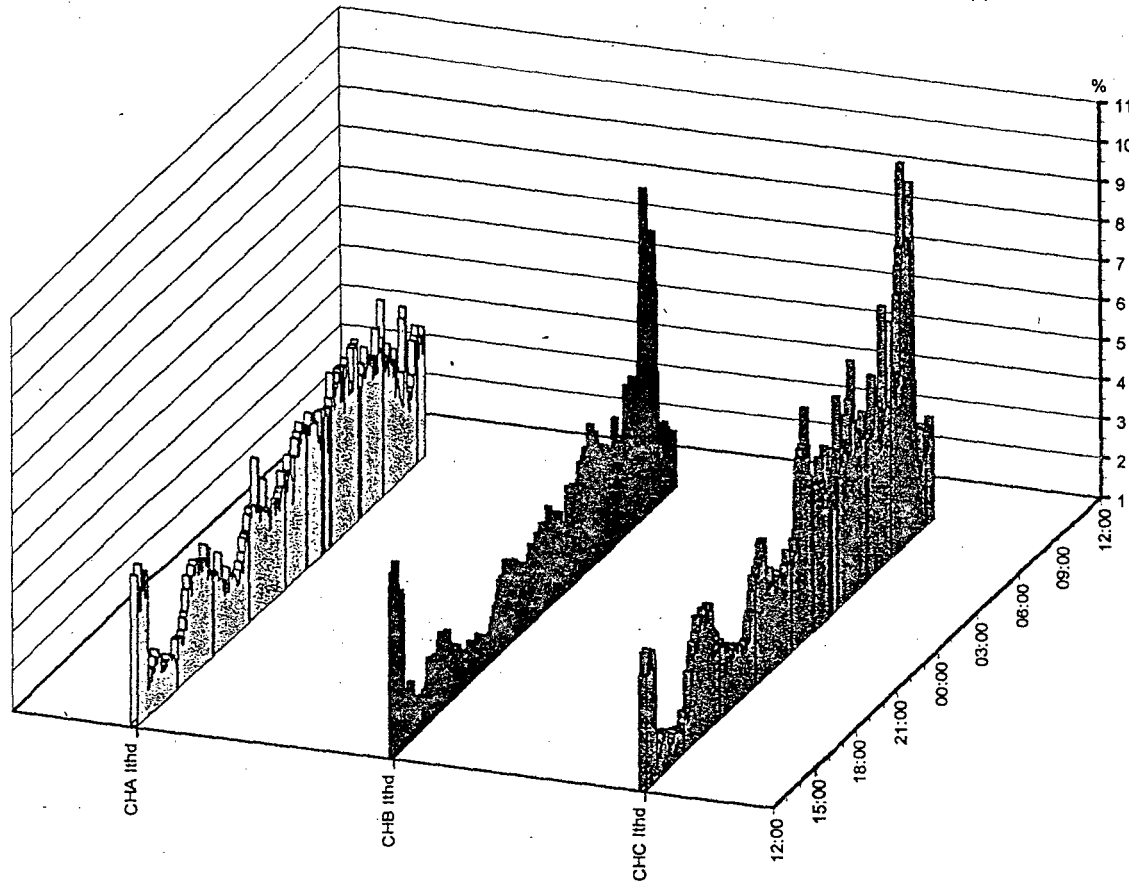
FRENOSA- SUBESTACION N° 2

Fecha
27/09/99 09:28:16

Cliente
FRENOSA

Consultor
ENERGETICA S.A.

DIAGRAMA DE VARIACION DE THD DE CORRIENTE



	Min	Max	Median
CHA Ithd	1.59	5.97	3.69
CHB Ithd	1.31	9.31	2.69
CHC Ithd	1.29	10.72	3.71

23/09/99 12:00:00.00 - 24/09/99 12:00:00.00



**DRANETZ
BMI**

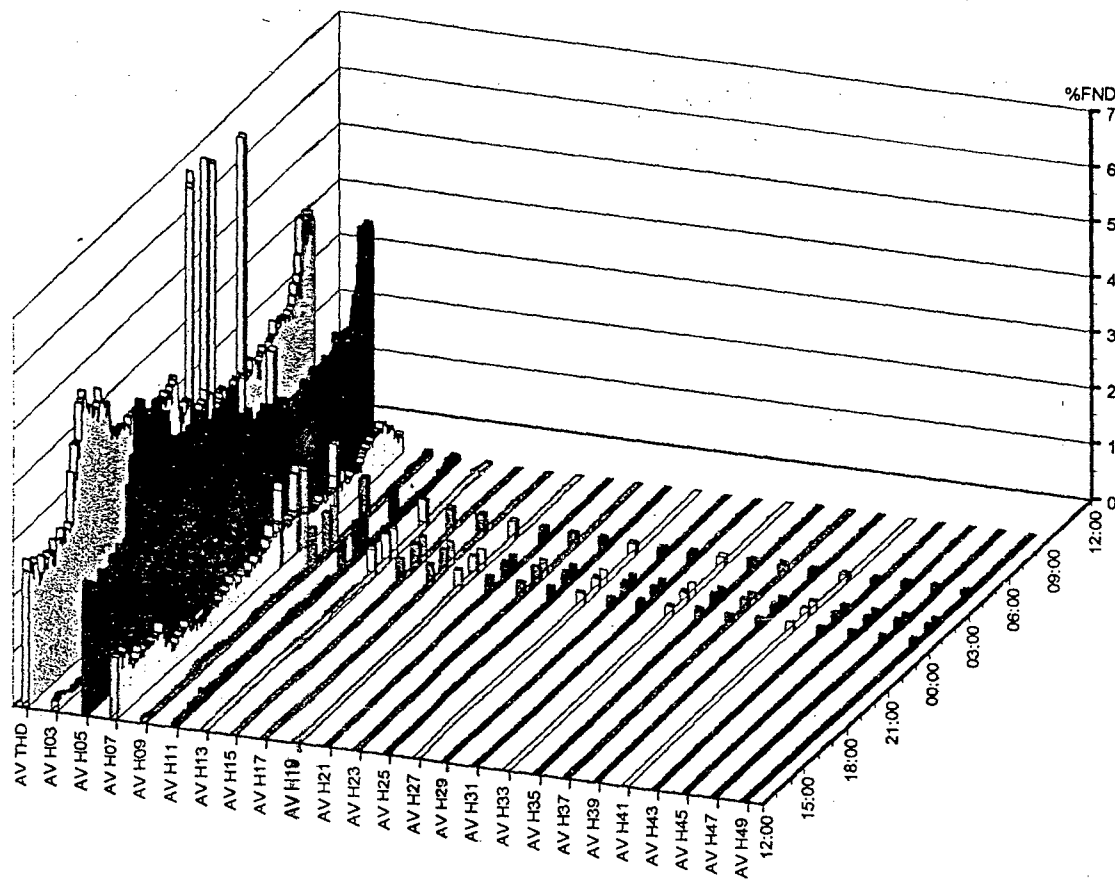
FRENOSA- SUBESTACION N° 2

Fecha
27/09/99 09:31:57

Cliente
FRENOSA

Consultor
ENERGETICA S.A.

DISTRIBUCION ARMONICA DE TENSION - FASE RS



	Max	Time
AV THD	6.91	00:13:04
AV H03	2.97	01:25:30
AV H05	4.71	16:13:59
AV H07	1.51	01:24:34
AV H09	0.78	01:14:10
AV H11	0.70	01:14:10
AV H13	0.55	01:24:38
AV H15	0.45	01:24:34
AV H17	0.42	01:54:18
AV H19	0.38	00:17:14
AV H21	0.34	00:13:04
AV H23	0.32	01:14:10
AV H25	0.30	01:20:19
AV H27	0.28	01:24:34
AV H29	0.25	01:24:35
AV H31	0.25	00:17:14
AV H33	0.23	01:24:34
AV H35	0.24	01:24:38
AV H37	0.23	01:20:19
AV H39	0.21	00:14:11
AV H41	0.21	01:54:18
AV H43	0.20	01:14:10
AV H45	0.18	00:08:53
AV H47	0.20	04:01:14
AV H49	0.18	00:17:14

23/09/99 12:00:00.00 - 24/09/99 12:00:00.00



**DRANETZ
BMI**

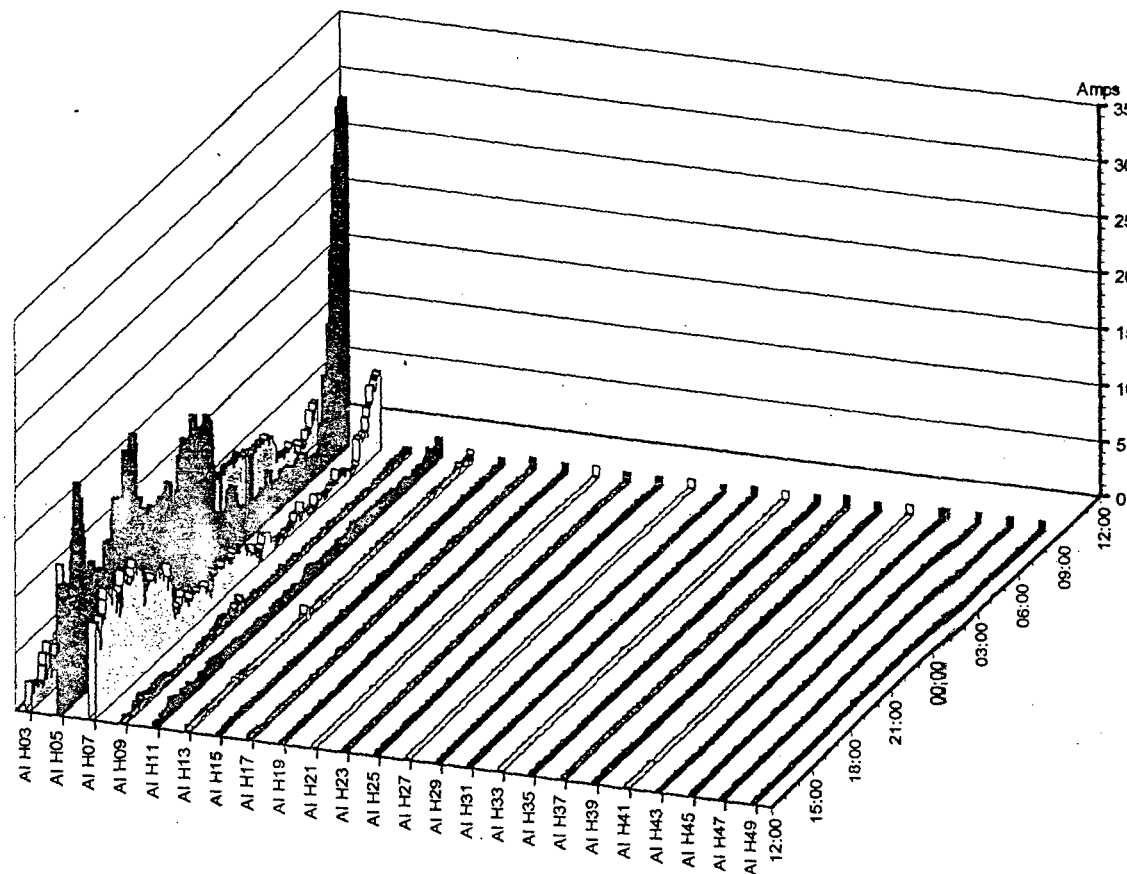
FRENOSA- SUBESTACION N° 2

Fecha
27/09/99 09:41:29

Cliente
FRENOSA

Consultor
ENERGETICA S.A.

DISTRIBUCION ARMONICA DE CORRIENTE- FASE R



	Max	Time
AI H03	10.48	14:19:00
AI H05	31.36	08:54:00
AI H07	10.96	14:54:00
AI H09	1.60	20:34:00
AI H11	1.84	09:04:00
AI H13	1.28	20:38:59
AI H15	0.72	09:04:00
AI H17	1.04	09:04:00
AI H19	0.96	09:04:00
AI H21	1.04	09:04:00
AI H23	0.88	09:04:00
AI H25	0.80	09:04:00
AI H27	0.96	09:04:00
AI H29	0.80	09:04:00
AI H31	0.96	09:04:00
AI H33	0.88	09:04:00
AI H35	0.80	09:04:00
AI H37	1.12	09:04:00
AI H39	0.80	09:04:00
AI H41	0.96	09:04:00
AI H43	1.04	09:04:00
AI H45	1.04	09:04:00
AI H47	0.96	09:04:00
AI H49	0.96	09:04:00

23/09/99 12:00:00.00 - 24/09/99 12:00:00.00



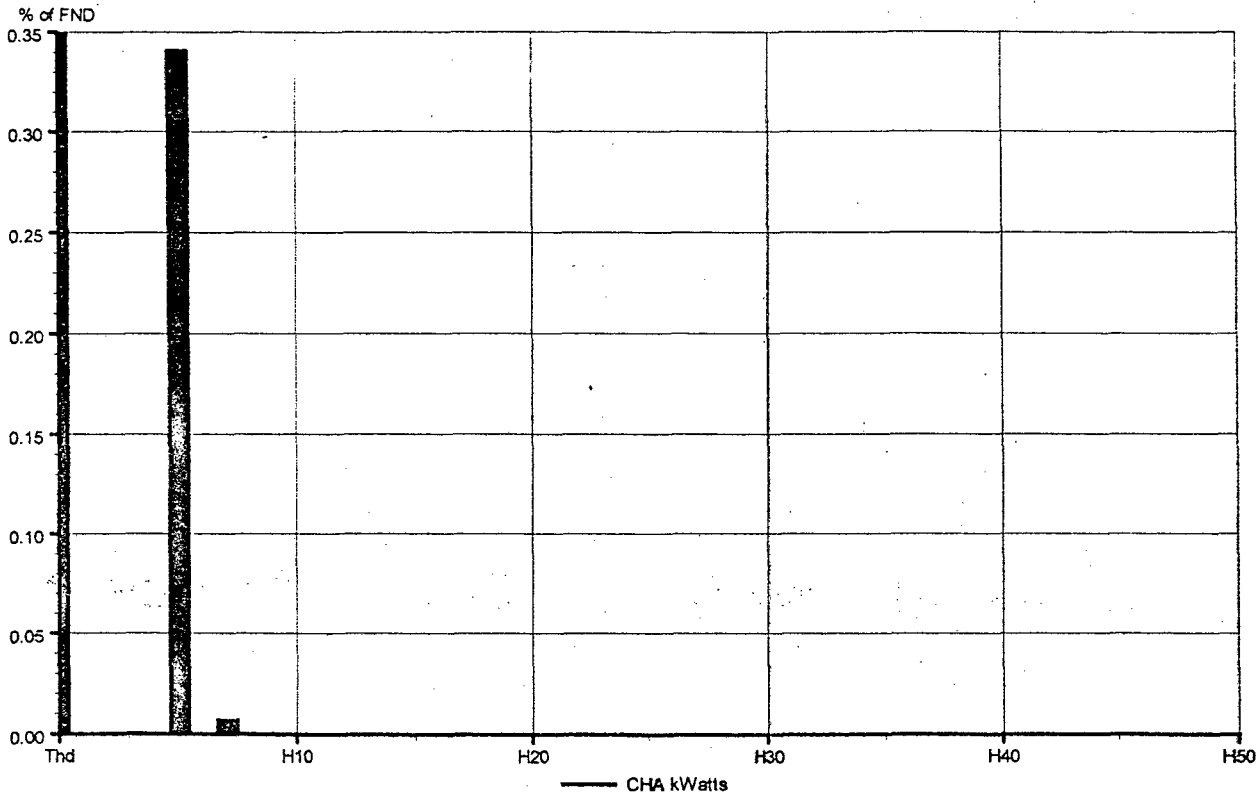
FRENOSA- SUBESTACION N° 2

Fecha
27/09/99 11:48:36

Cliente
FRENOSA

Consultor
ENERGETICA S.A.

DISTRIBUCION ARMONICA DE POTENCIA (DIRECCIONALIDAD DE ARMONICA) PARA MAX. Vthd - FASES RS



Phase	Phase	Phase	Phase		
FND	67.0	H21	0.0	H41	0.0
H02	44.5	H22	0.0	H42	148.5
H03	63.2	H23	194.1	H43	0.0
H04	73.6	H24	138.1	H44	0.0
H05	327.7	H25	0.0	H45	0.0
H06	4.7	H26	0.0	H46	0.0
H07	64.1	H27	0.0	H47	0.0
H08	82.6	H28	0.0	H48	335.5
H09	304.2	H29	0.0	H49	0.0
H10	40.8	H30	0.0	H50	328.2
H11	105.5	H31	0.0		
H12	0.0	H32	138.4		
H13	110.7	H33	0.0		
H14	0.0	H34	288.4		
H15	65.9	H35	0.0		
H16	0.0	H36	106.9		
H17	1.7	H37	0.0		
H18	0.0	H38	277.4		
H19	271.3	H39	0.0		
H20	111.5	H40	0.0		

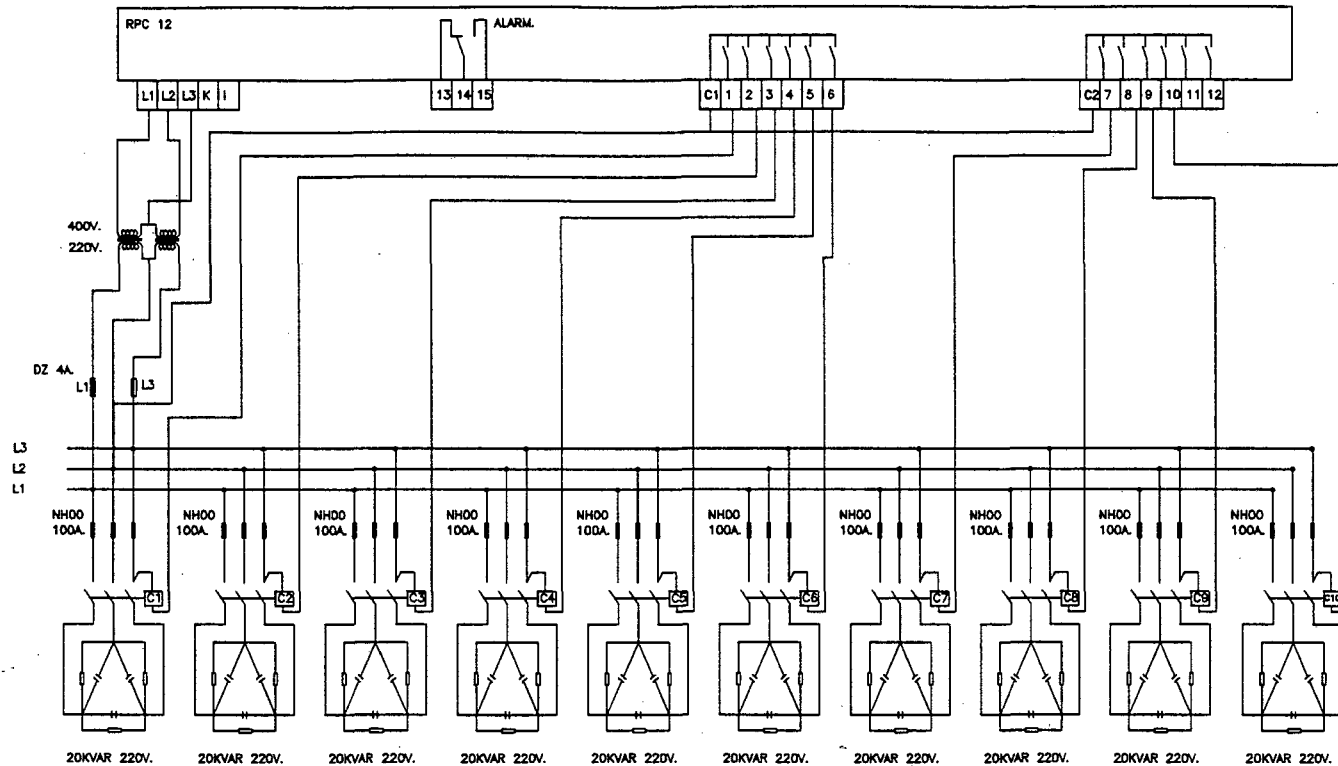
Total (H01-H50): 39.39 kWatts
 Fundamental RMS: 39.26 kWatts
 Total Harmonic Distortion (H02-H50): 0.349 % of FND
 Even contribution (H02-H50): 0.000 % of FND
 Odd contribution (H03-H49): 0.349 % of FND

Timed event at 23/09/99 16:13:59.000

ANEXO #2

BANCO DE CONDENSADORES FRENO SA.

CONDENSADORES: SUBESTACION #1



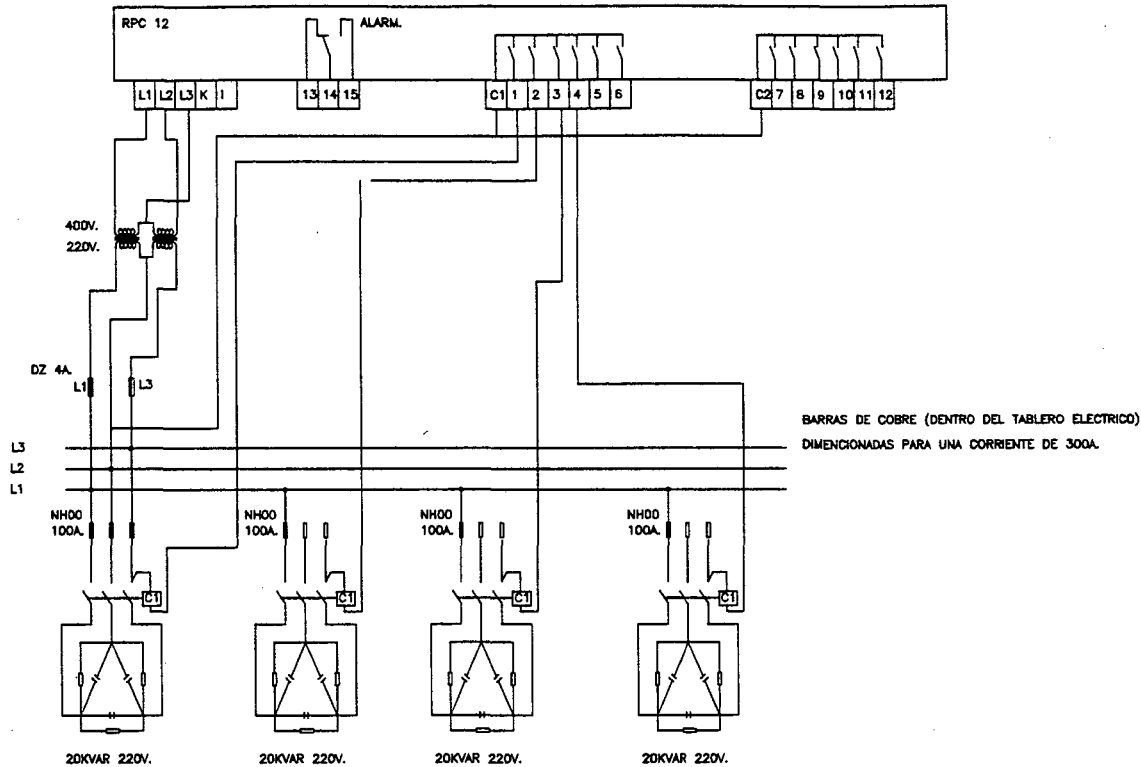
NOTA:

- ① LAS BARRAS DE COBRE SON SELECCIONADAS SEGUN LA CORRIENTE TOTAL DE LOS CONDENSADORES
- ② CARACTERISTICAS DEL FUSIBLE NH100A CORRIENTE Y TIEMPO MINIMO DE FUSION SE FUNDE PARA UNA CORRIENTE DE 200xIn POR UN TIEMPO DE 16 MINUTOS
- ③ EL CONTACTOR A UTILIZAR, PARA LOS CONDENSADORES DE 20KVAR DEBE SER DE 60A.
- ④ LA SECCION DEL CONDUCTOR EN GENERAL A UTILIZAR SERA DE:
CONDUCTOR: NYY 2(3x185mm)²
- ⑤ EL RADIO DE CONEXION DEL INSTRUMENTO SERA:
INSTRUMENTO: JANITZA ELECTRONIC (RPC12)
RADIO: (1111)
SE DEJARA 2 PUNTOS PARA AMPLIACION .

ST	Pza. Conf.	Denominacion	Norma/Dimension	Material	Ver
		Código Referencial:			Observaciones
		Arch. CADp-1			
		Acc. Filtro N°		Sagun	Fecha
		Tolerancia angular:	Aristas biseladas:	Trat. Térmico/Acabado:	
				Máquina/vehículo:	
				Fecha	Nombre
				Plano según	

BANCO DE CONDENSADORES SUB ESTACION #2 (FRENO SA.)

BANCO DE CONDENSADORES DE 80 KVAR C



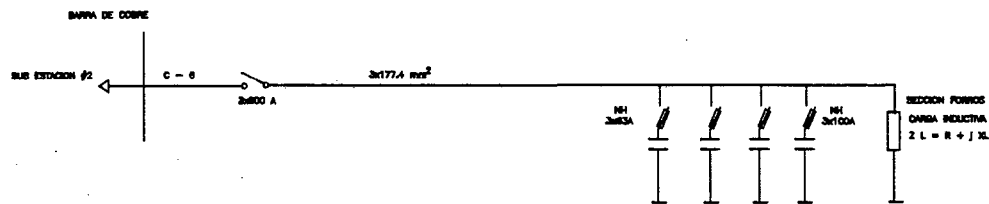
NOTA:

- ① EL RADIO DE CONEXION DEL INSTRUMENTO SERA:
INSTRUMENTO: JANITZA ELECTRONIC (RPC12)
RADIO: (1111)
SE DEJARA 8 SALIDAS PARA AMPLIACION
- ② EL INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
RANGO: 250A - 300A.
- ③ CABLE DE ALIMENTACION: NYY TRIPOLAR
SECCION : 3-1x300 mm²

DT	Var
Pza. Cant. Denominacion	Norma/Dimension Material Observaciones
Código Referencial:	
Arch. CAD: 1	
Arch. Fisico/ File N°	Segun Fecha
Tolerancia angular:	Aristas biseladas: Trat. Térmico/Acabado: Máquina/vehículo:
BANCO DE CONDENSADORES 80KVAR	
Dibujado	Fecha Nombre Plano según
Revisado	08/11/99 A. Mejía F. MUESTRA
Aprobado	09/11/99 A. Mejía F. C. Carhuaz

BANCO DE CONDENSADORES : SECCION FORROS

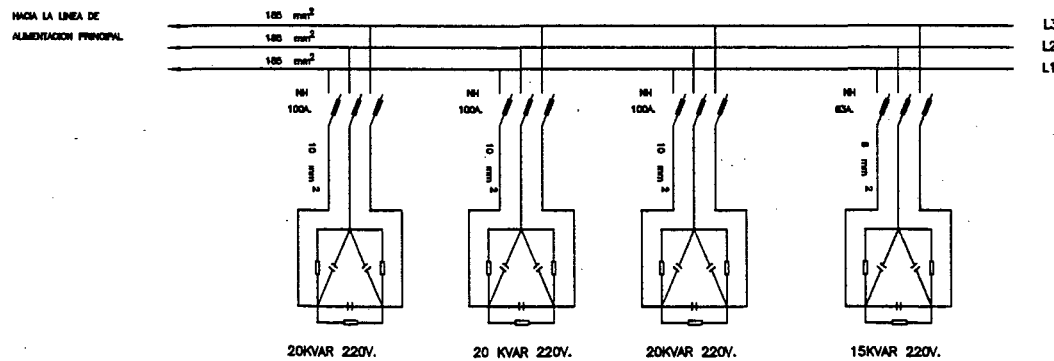
LINEA DE ALIMENTACION ELECTRICA: SECCION FORROS



LEYENDA

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	RESISTENCIA DE DESCARGA
	CONDENSADOR
	FUSIBLE TIPO NH

DIAGRAMA UNIFILAR DEL BANCO DE CONDENSADORES EN FORROS



EQUIVALENCIAS DEL CONDUCTOR	
SECCION (mm ²)	DIAMETRO (MM)
10 mm ²	φ 8 AWG
185 mm ²	φ 350 AWG/MCM

NOTA:

- CON LA PUESTA EN SERVICIO DE UN CONDENSADOR DE 20 KVAR LA TENSION MINIMA EN LA SECCION FORROS A MAXIMA CARGA SERA DE 212V, CON LO CUAL SE SOLUCIONARA EL PROBLEMA DE CAIDA DE TENSION EN LA RESPECTIVA SECCION. (V_{forros} > 5%V_n)

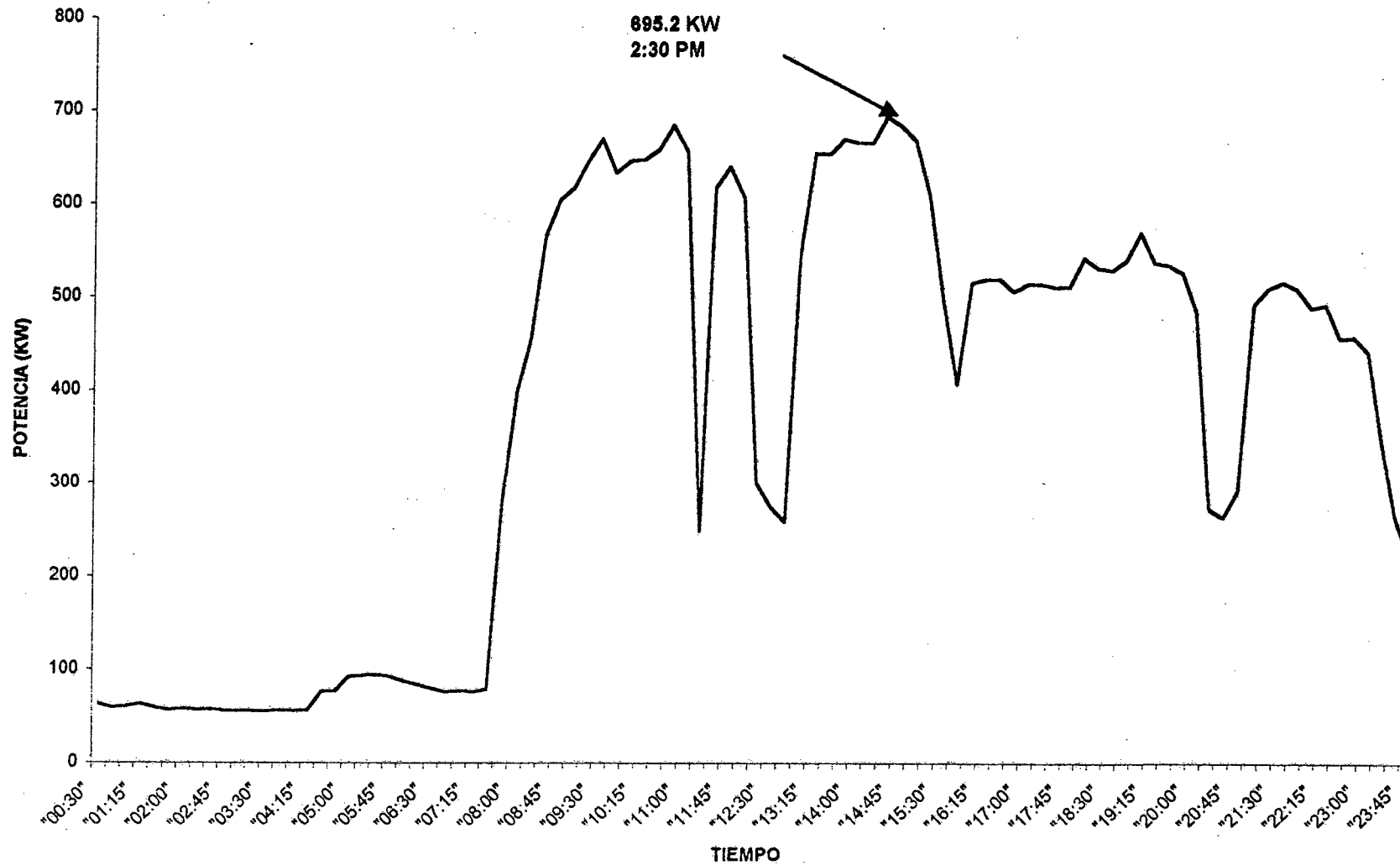
Of.	Pza. Conf.	Denochección	Norma/Dimensión	Materia	Var	Observaciones
Código Referencial:						
Arch. CADp:						
Arch. Fisker/Elc N°					Segun	Fecha
Tolerancia angular:		Arbitrio ibnadas:		Trat. Térmico/Acabado:		
				Módulo/vehículo:		
				Fecha		
				Nombre		
				Plazo según		
				Dibujado 68/71/99 A. Hoja F.		
				Revisado 68/71/99 A. Hoja F. MUESTRA		

BANCO DE CONDENSADORES 75KVAR

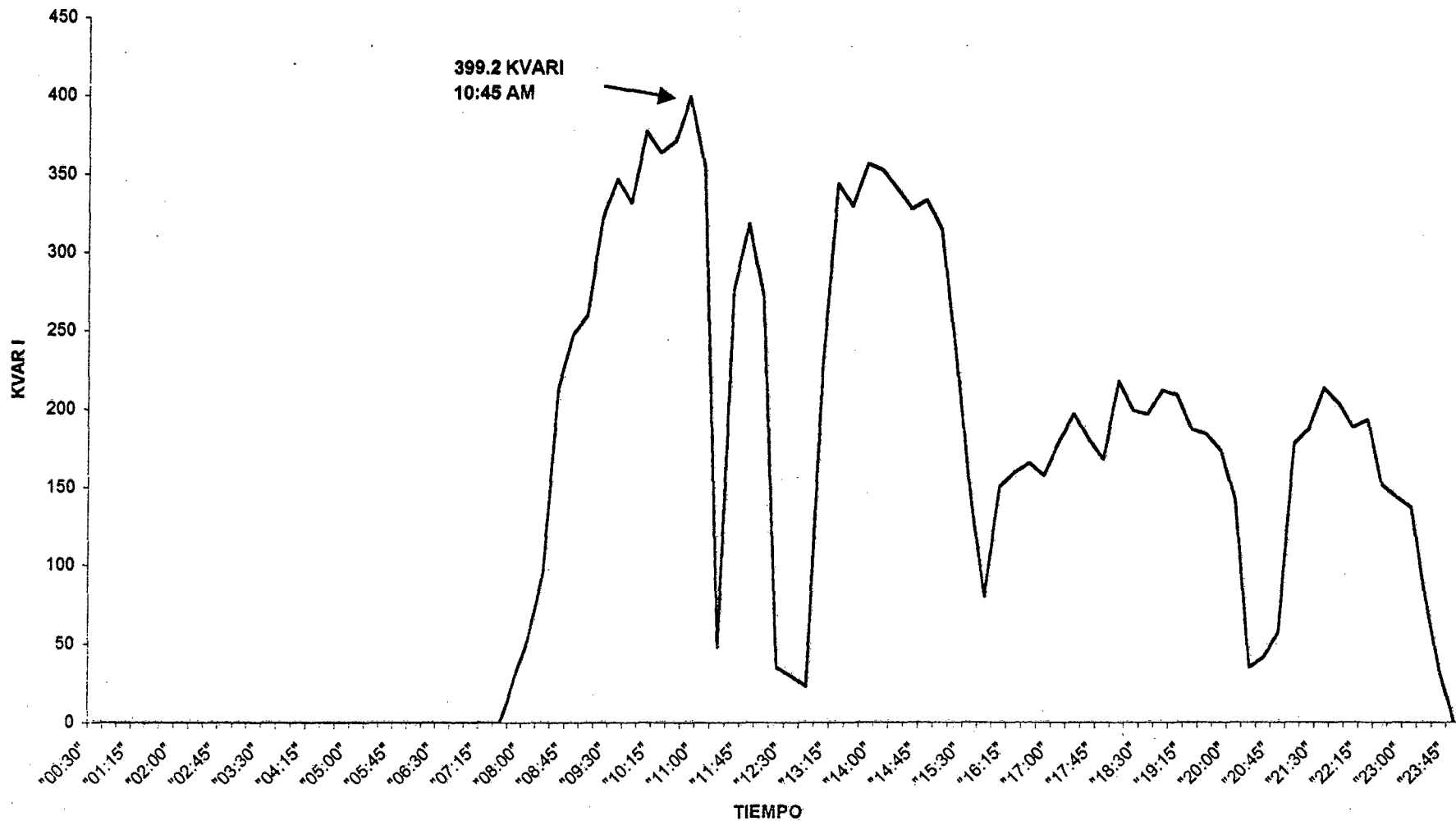
ANEXO #3

11 DE OCTUBRE

POTENCIA (KW)

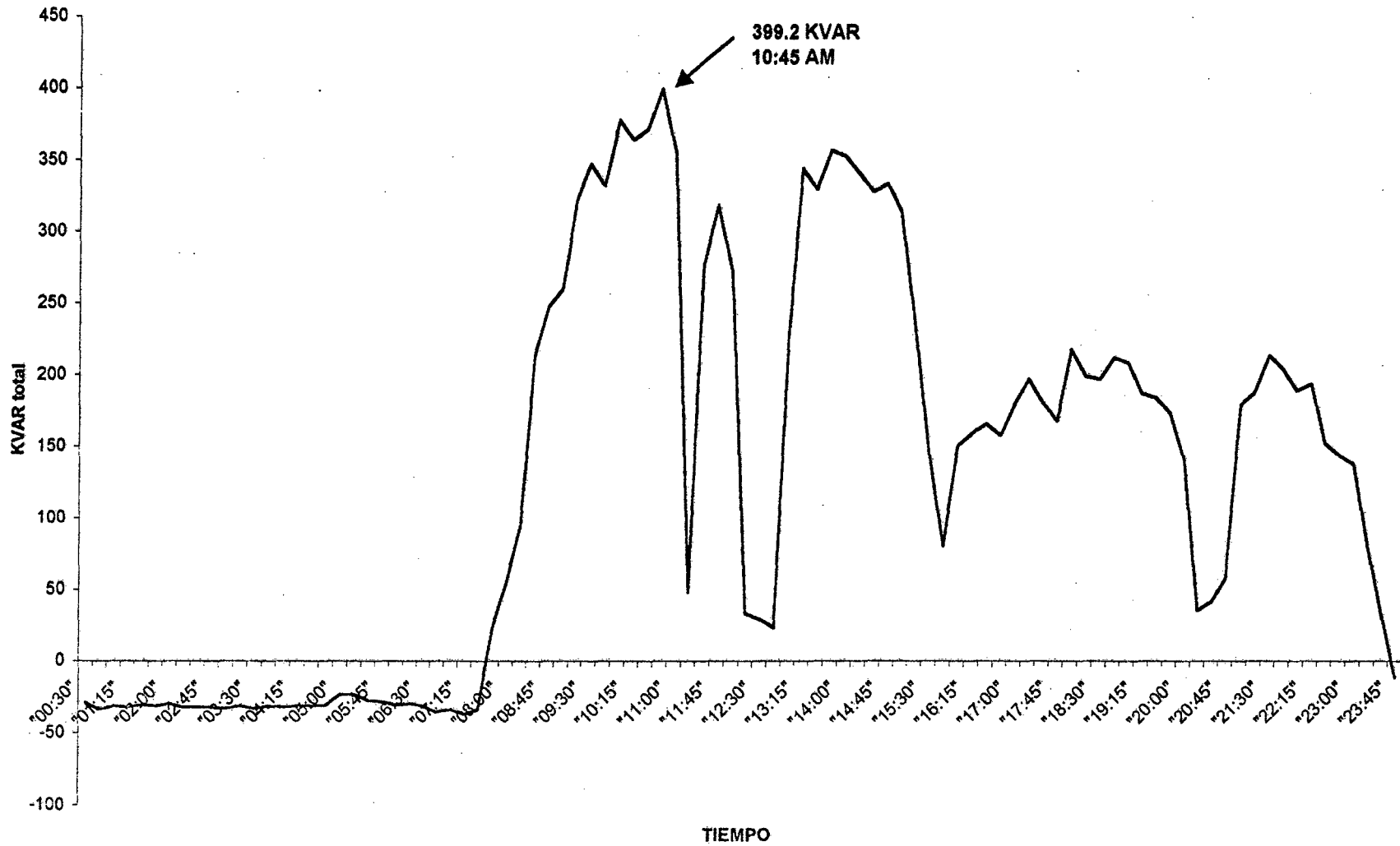


POTENCIA (KVAR I) vs TIEMPO

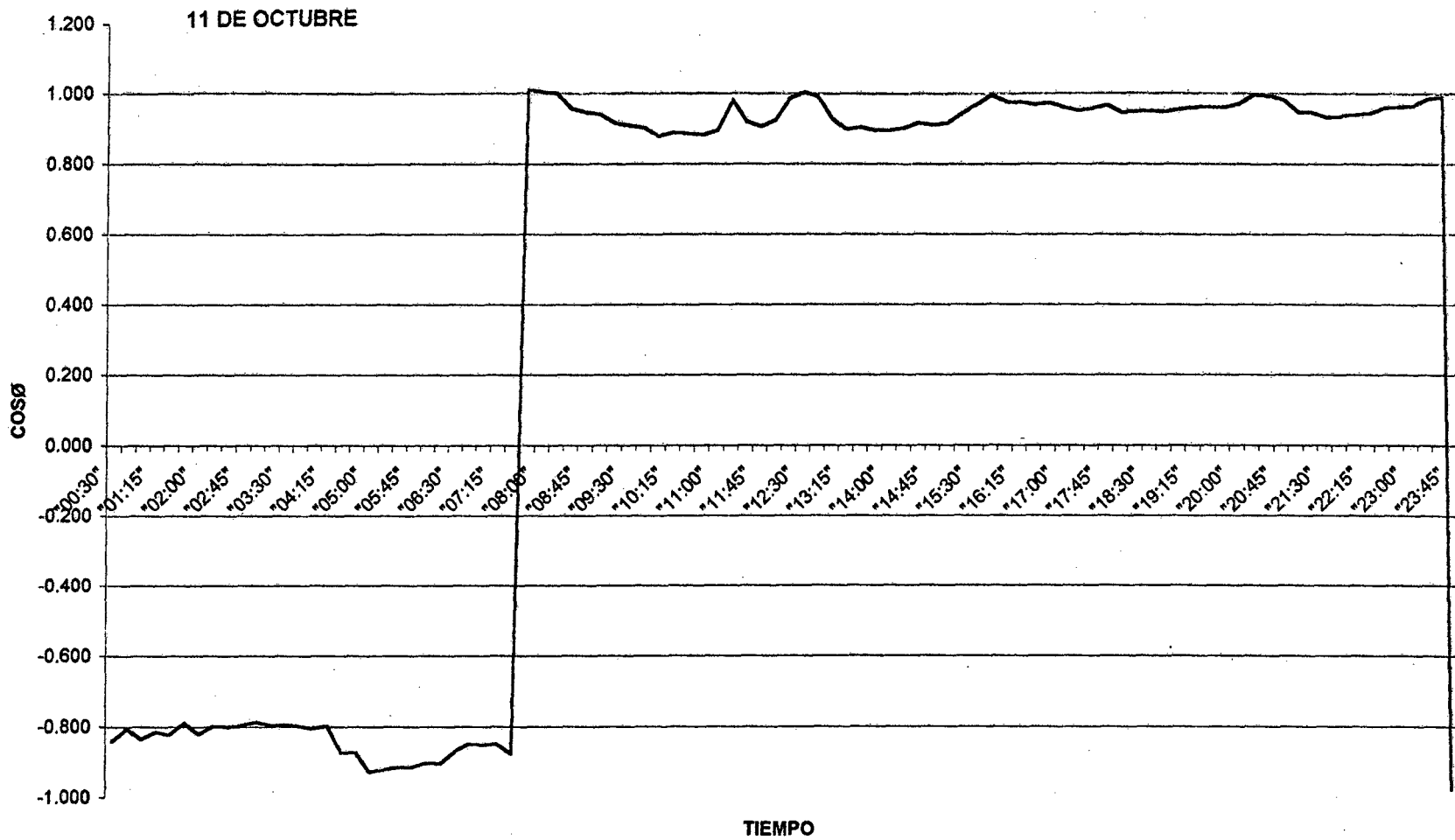


11 DE OCTUBRE DE 1999

POT.KVAR total vs TIEMPO

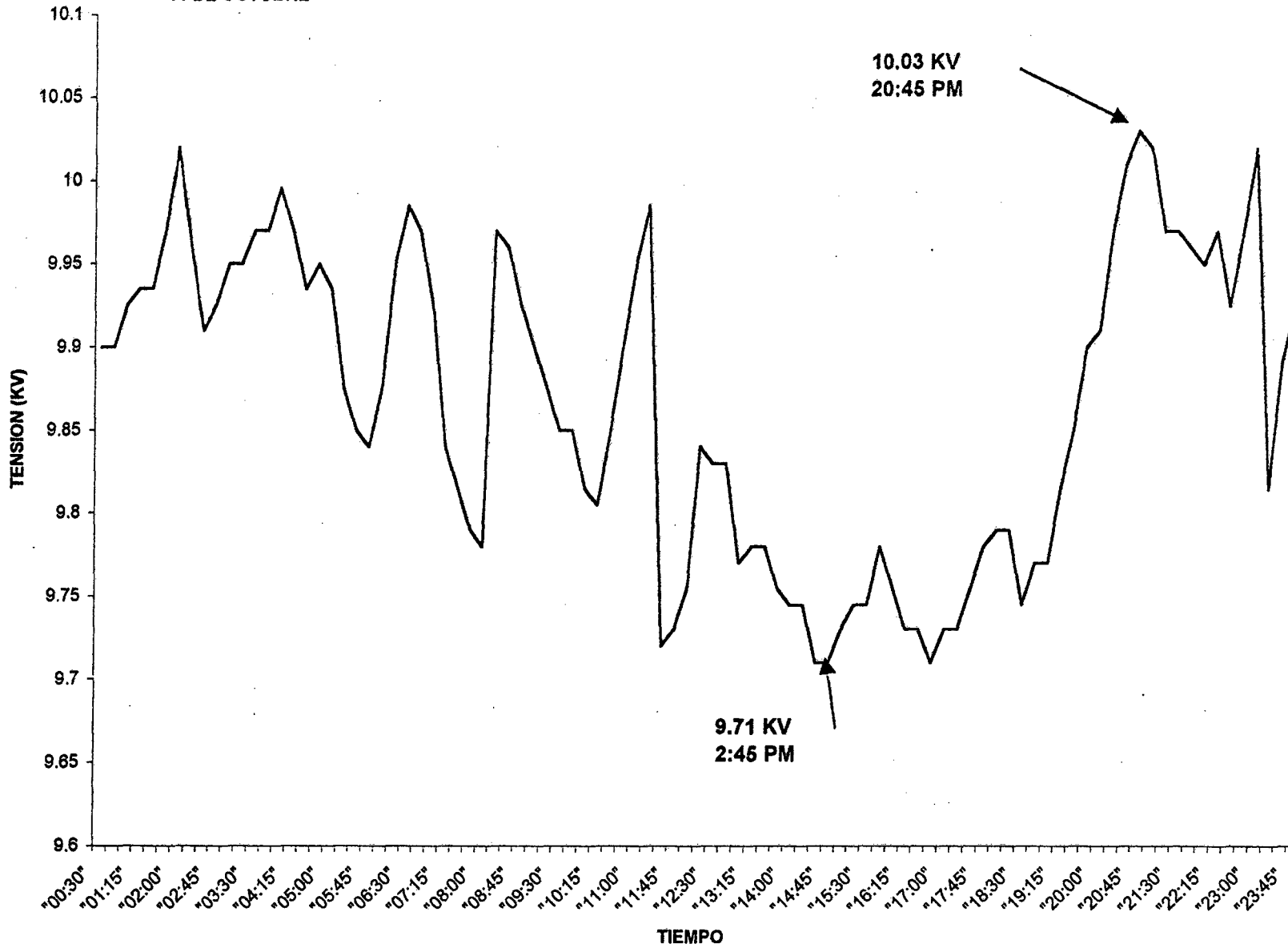


COSØ VS TIEMPO

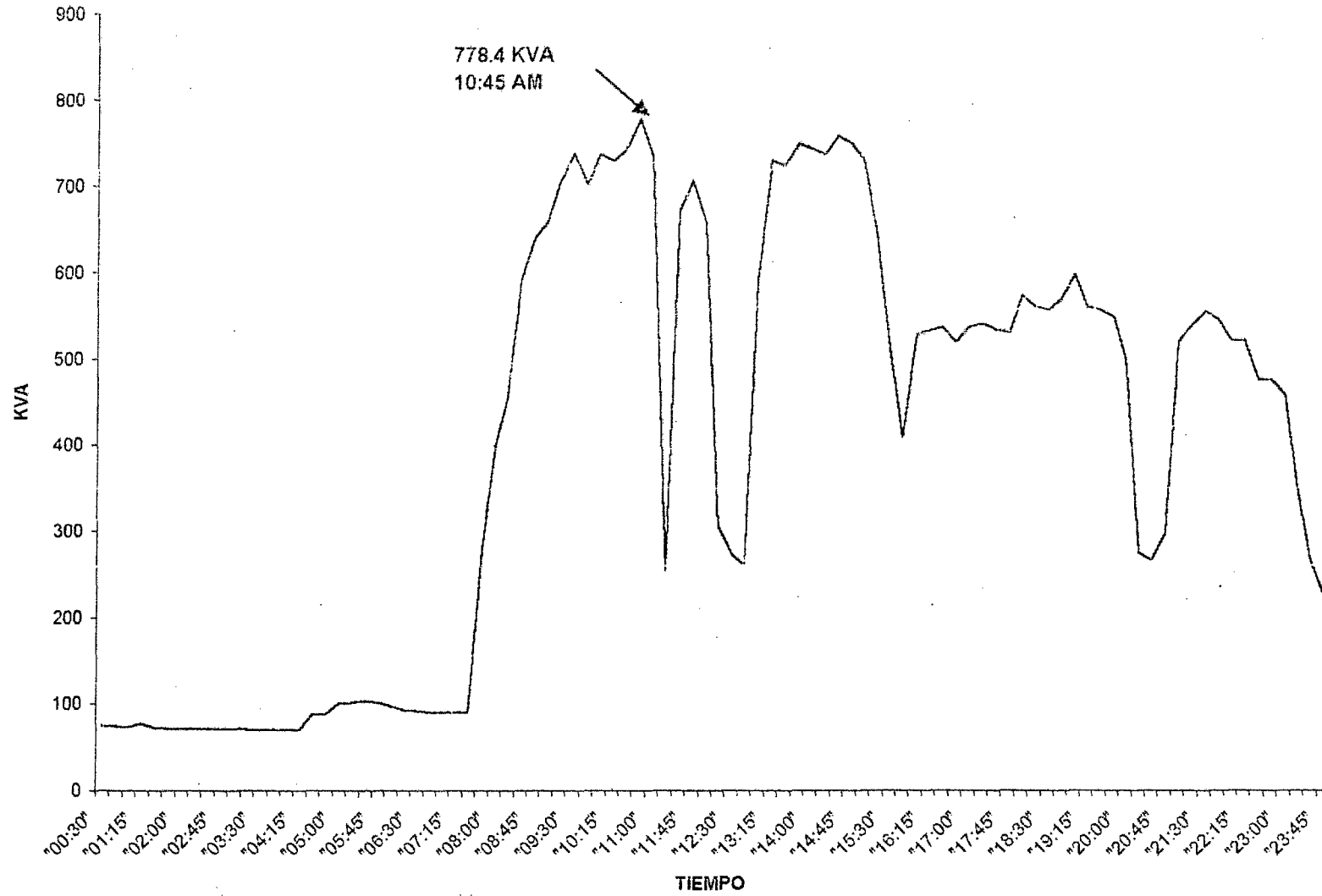


TENSION (KV) vs TIEMPO

11 DE OCTUBRE

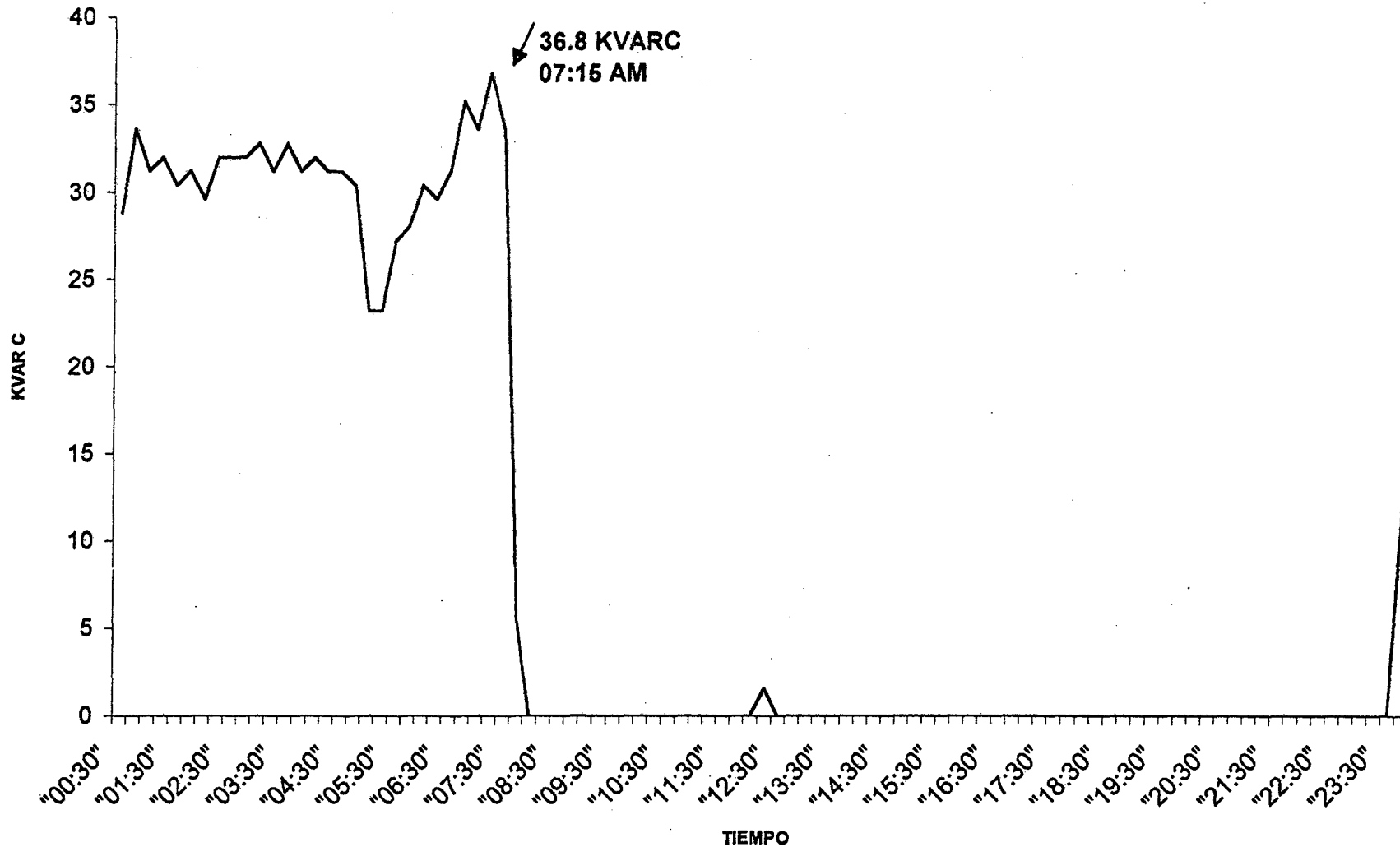


KVA vs TIEMPO



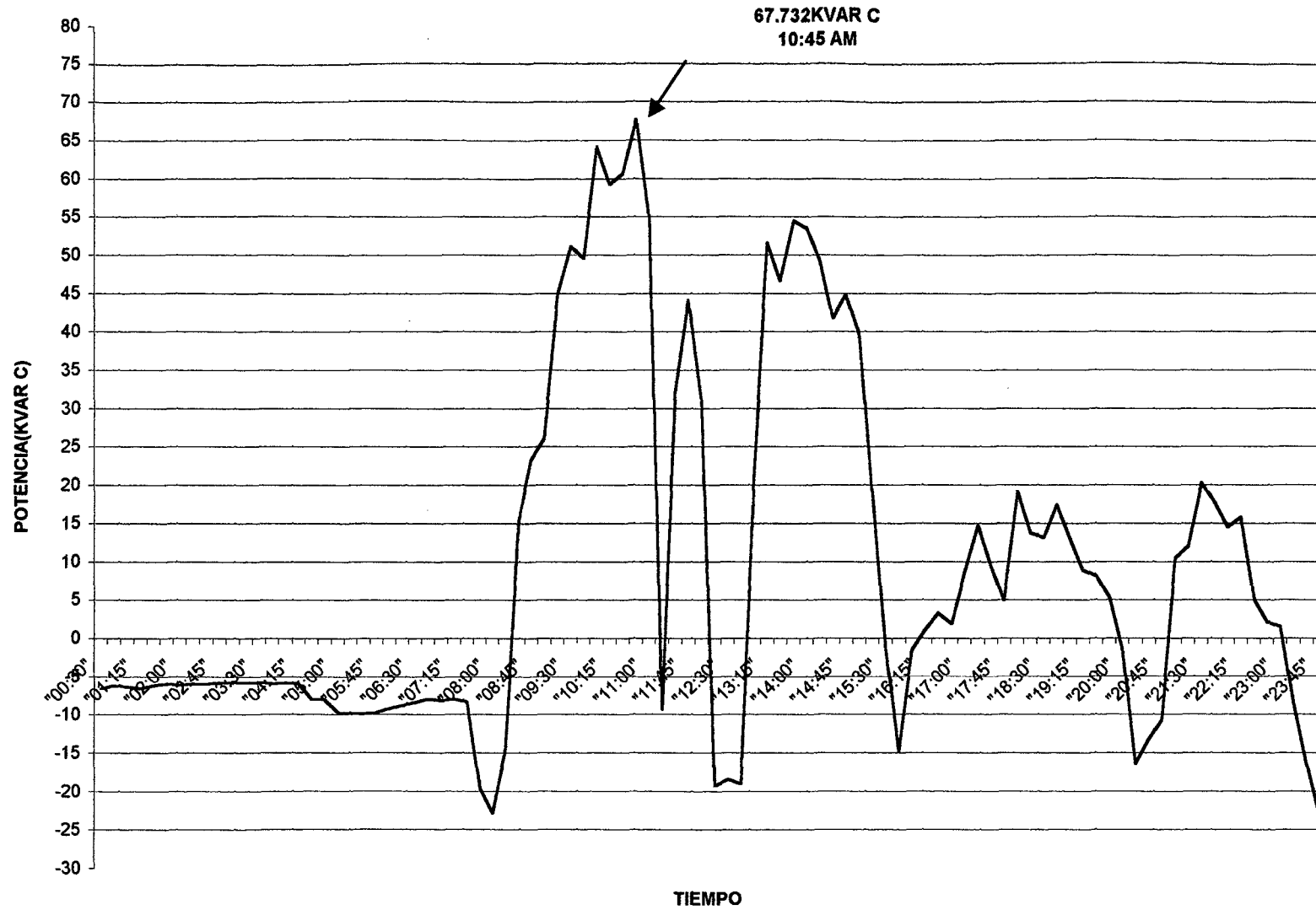
11 DE OCTUBRE DE 1999

KVAR C vs TIEMPO

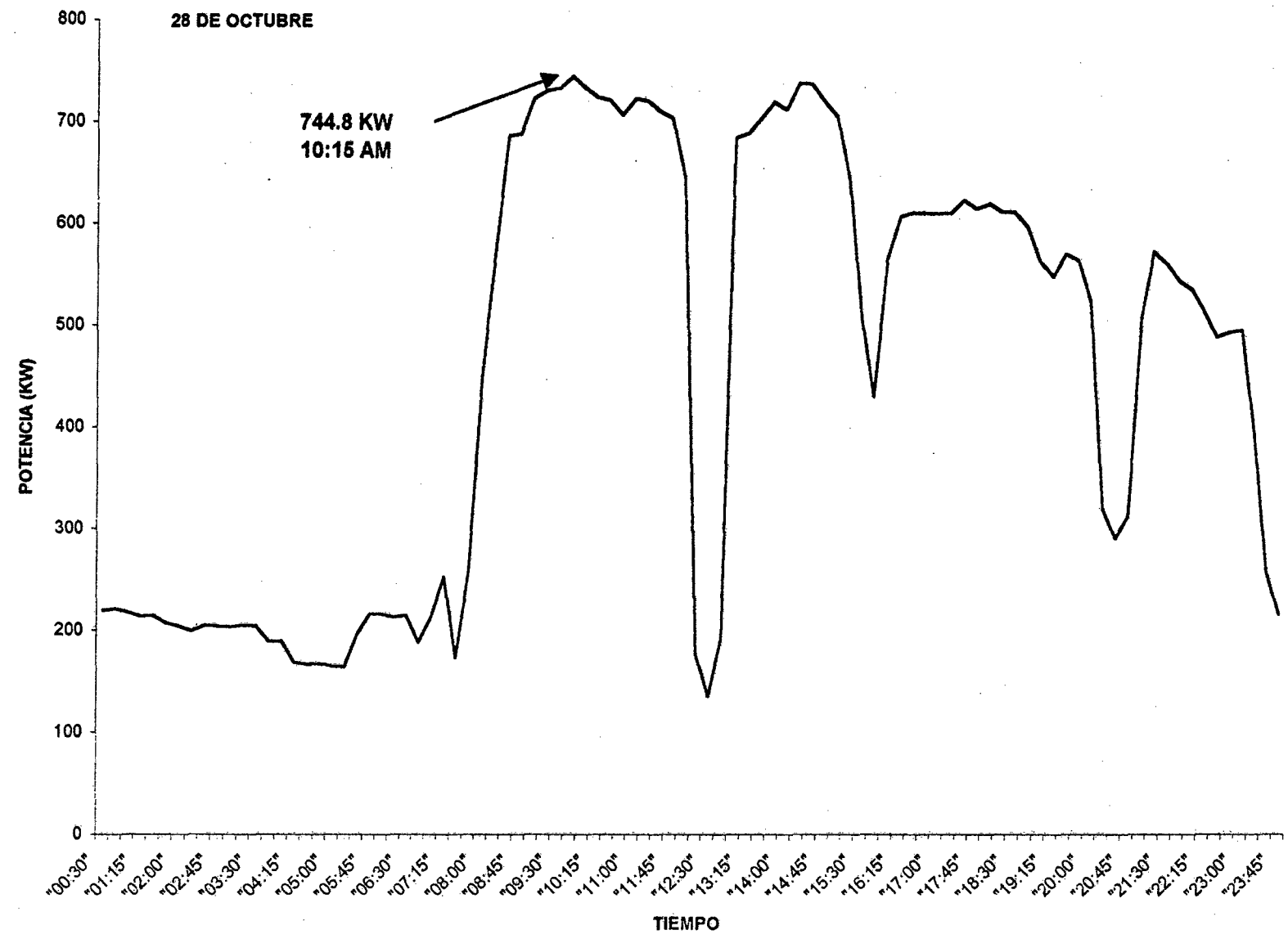


POTENCIA DE CONDENSADORES

11 DE OCTUBRE DE 1999



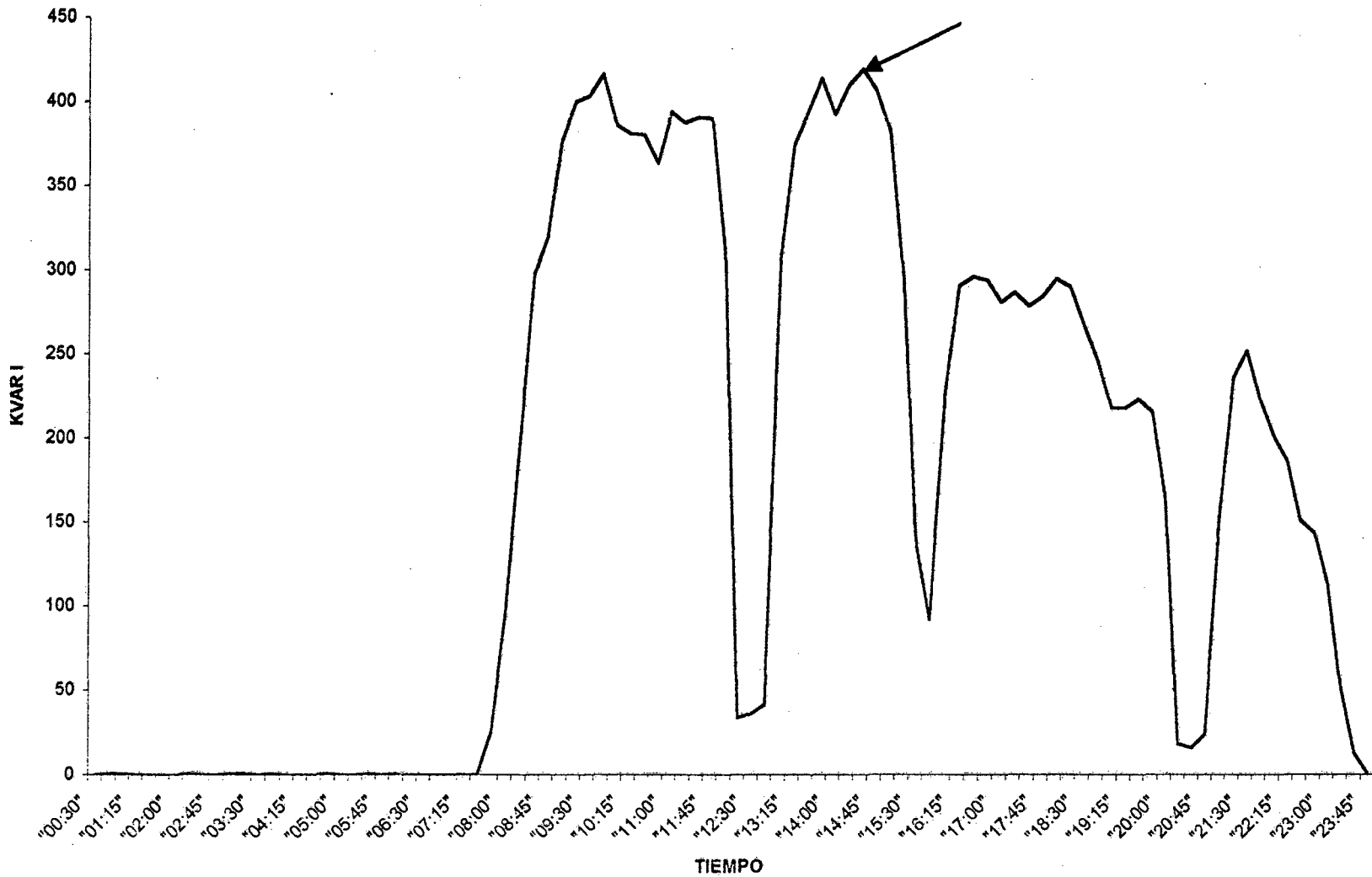
POTENCIA (KW)



28 DE OCTUBRE

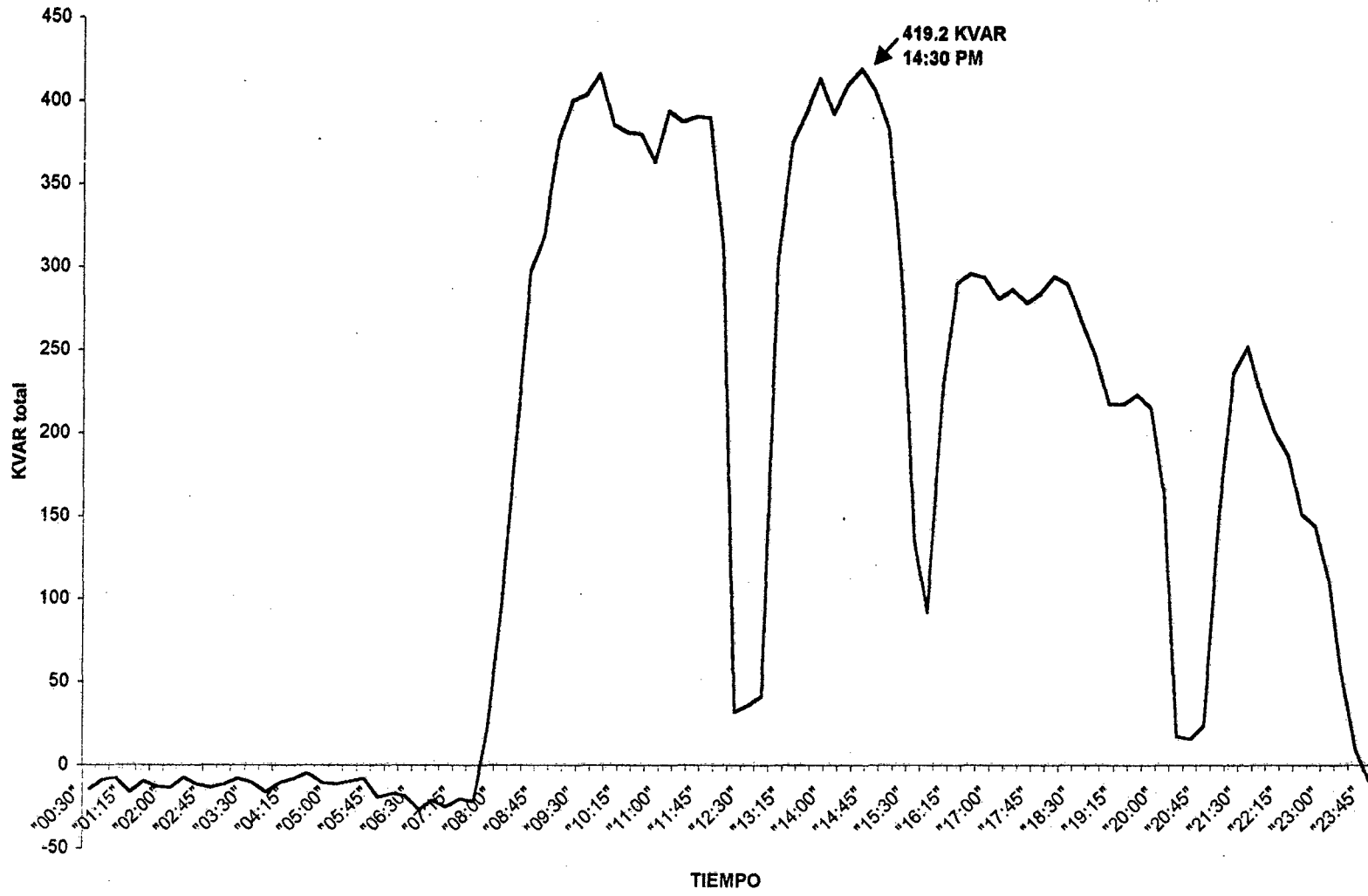
POTENCIA (KVAR I) vs TIEMPO

419.2 KVAR
14:30 PM



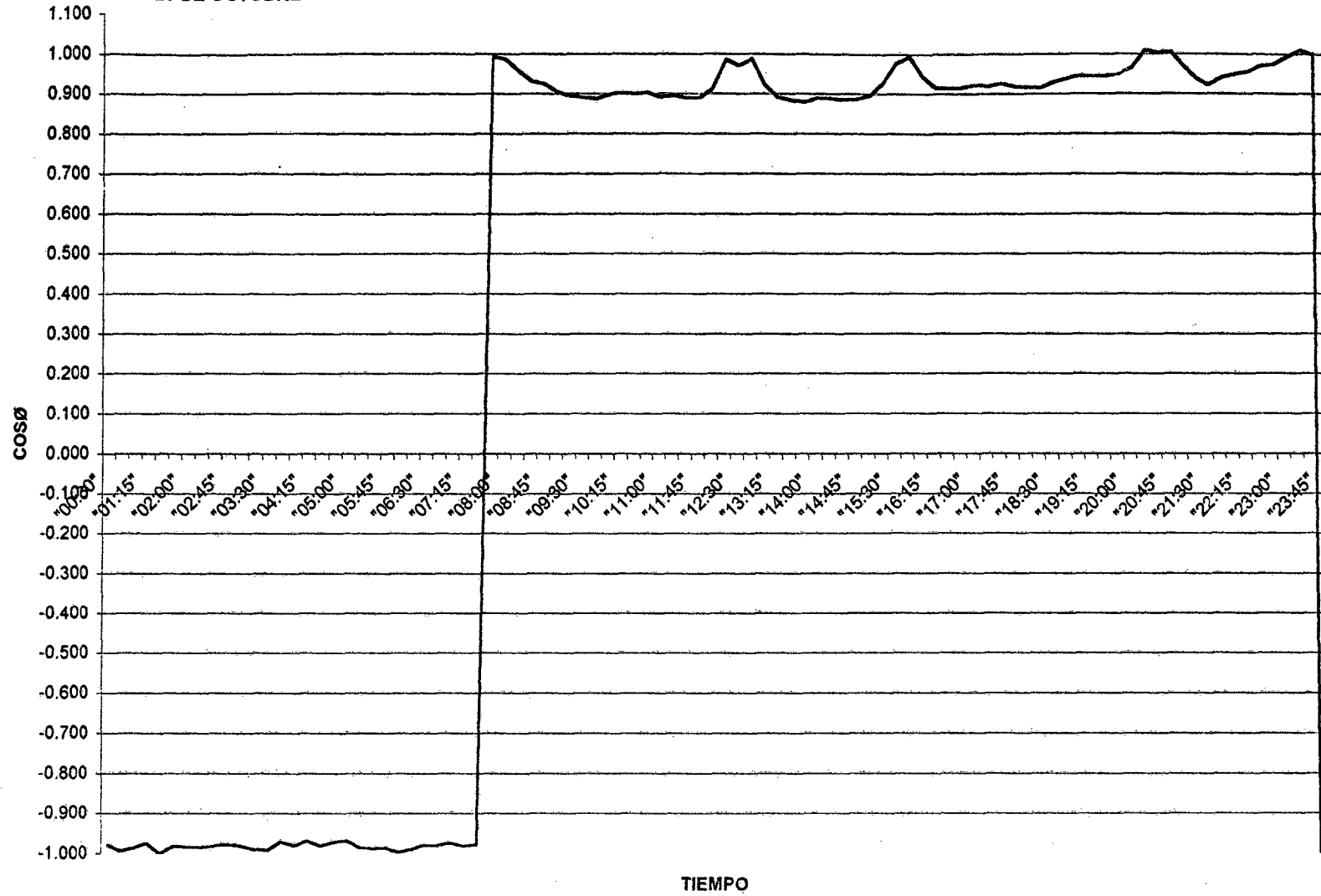
28 DE OCTUBRE DE 1999

POT.KVAR total vs TIEMPO



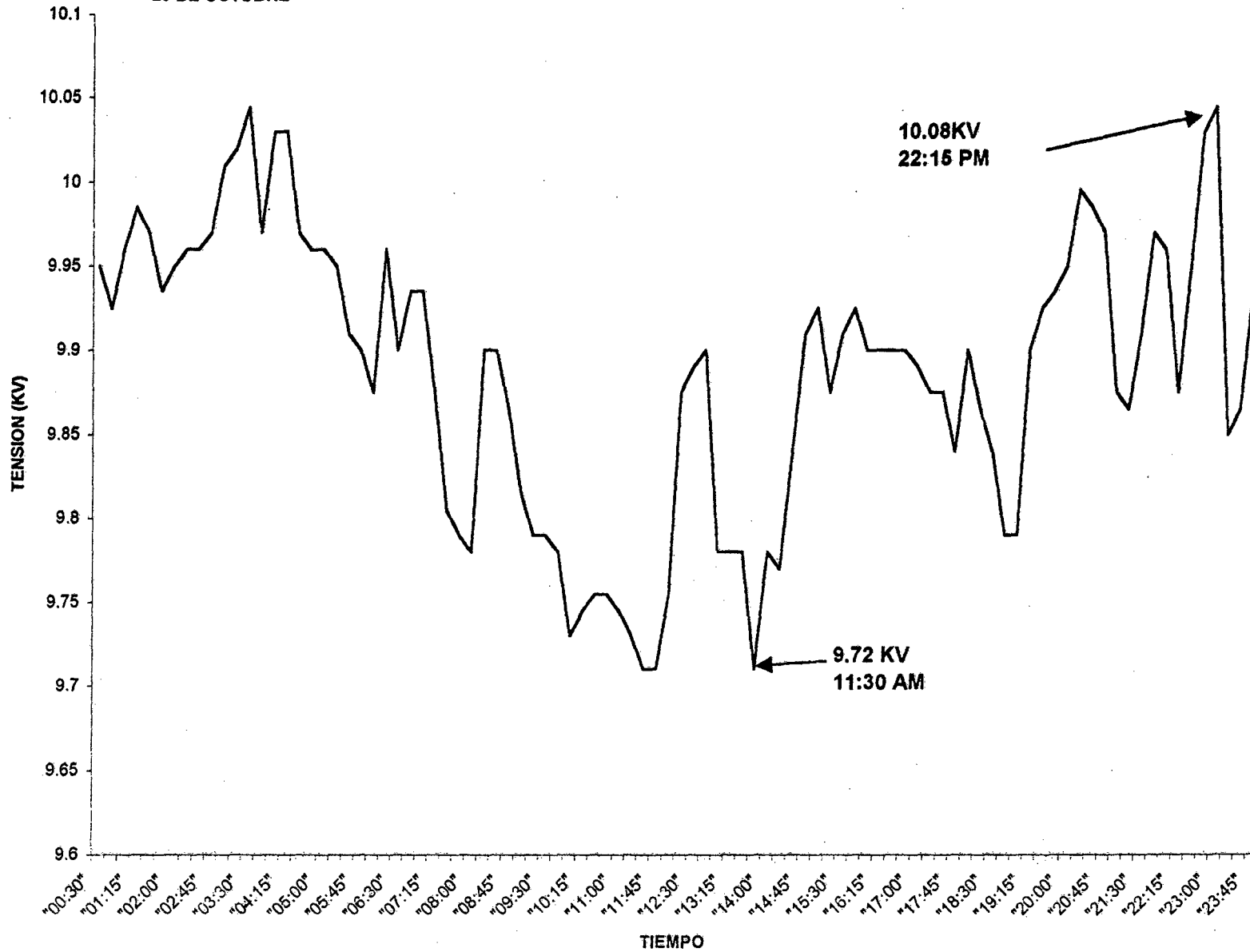
COSØ vs TIEMPO

28 DE OCTUBRE



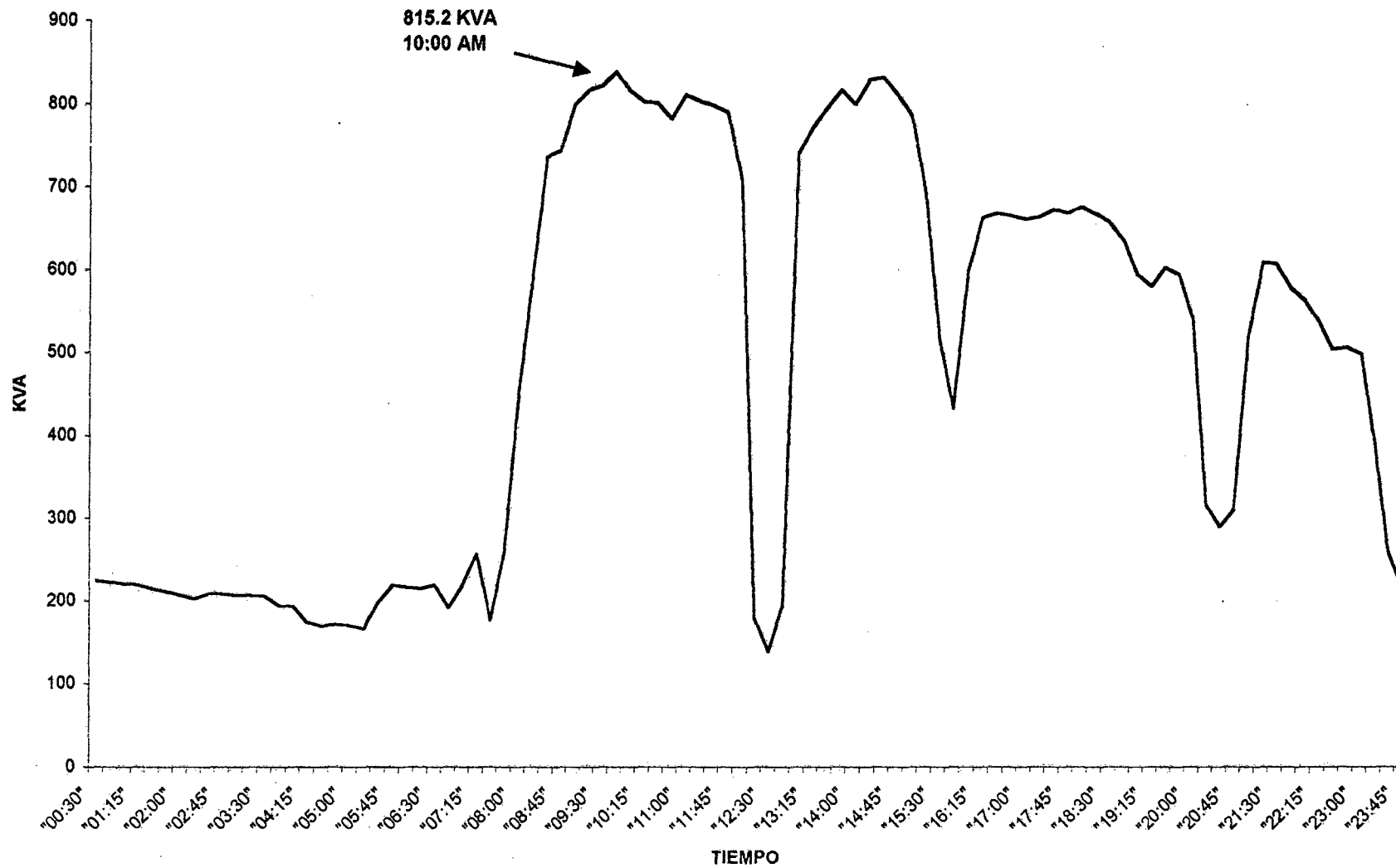
TENSION (KV) vs TIEMPO

28 DE OCTUBRE



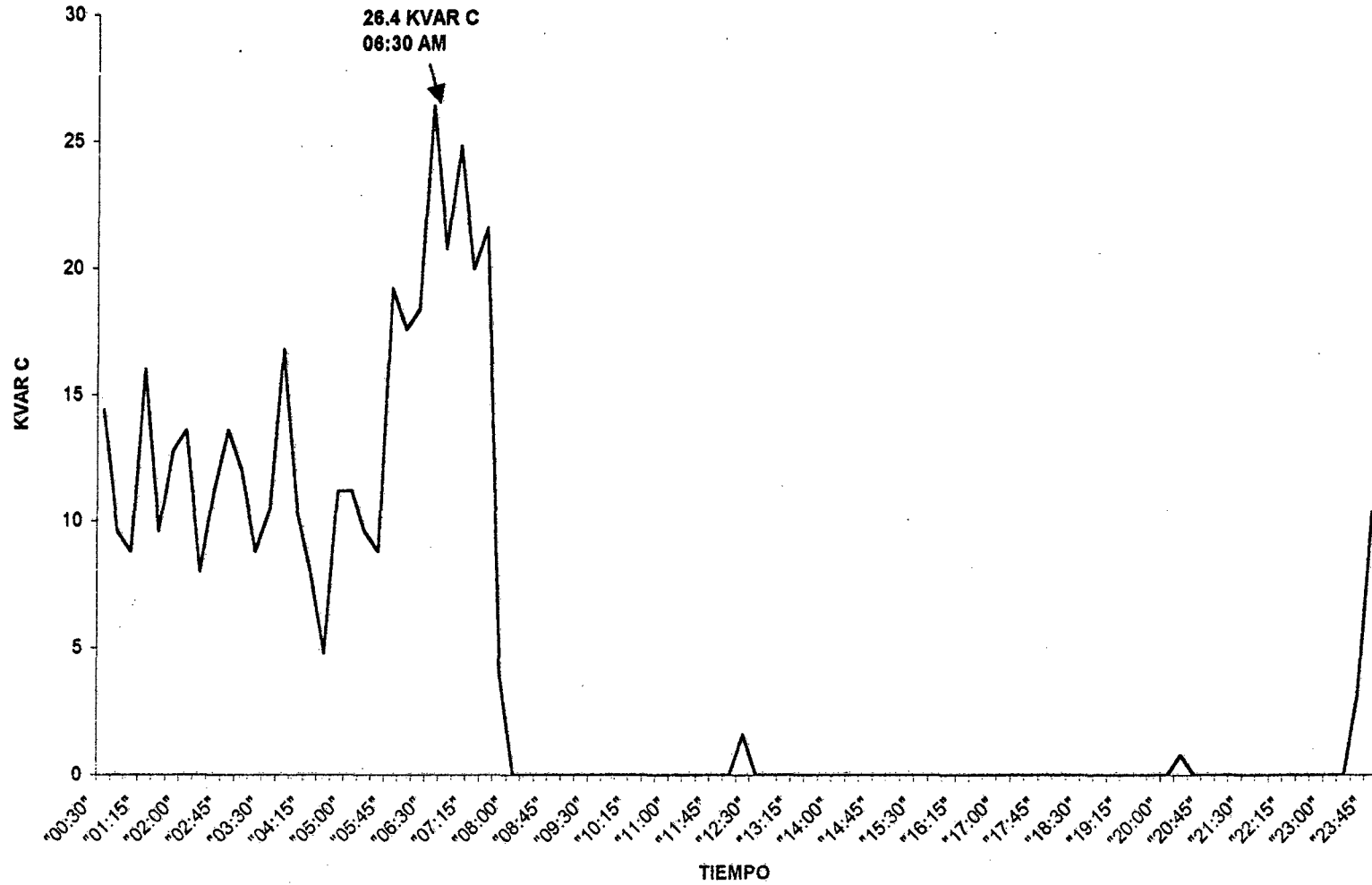
28 DE OCTUBRE

KVA vs TIEMPO



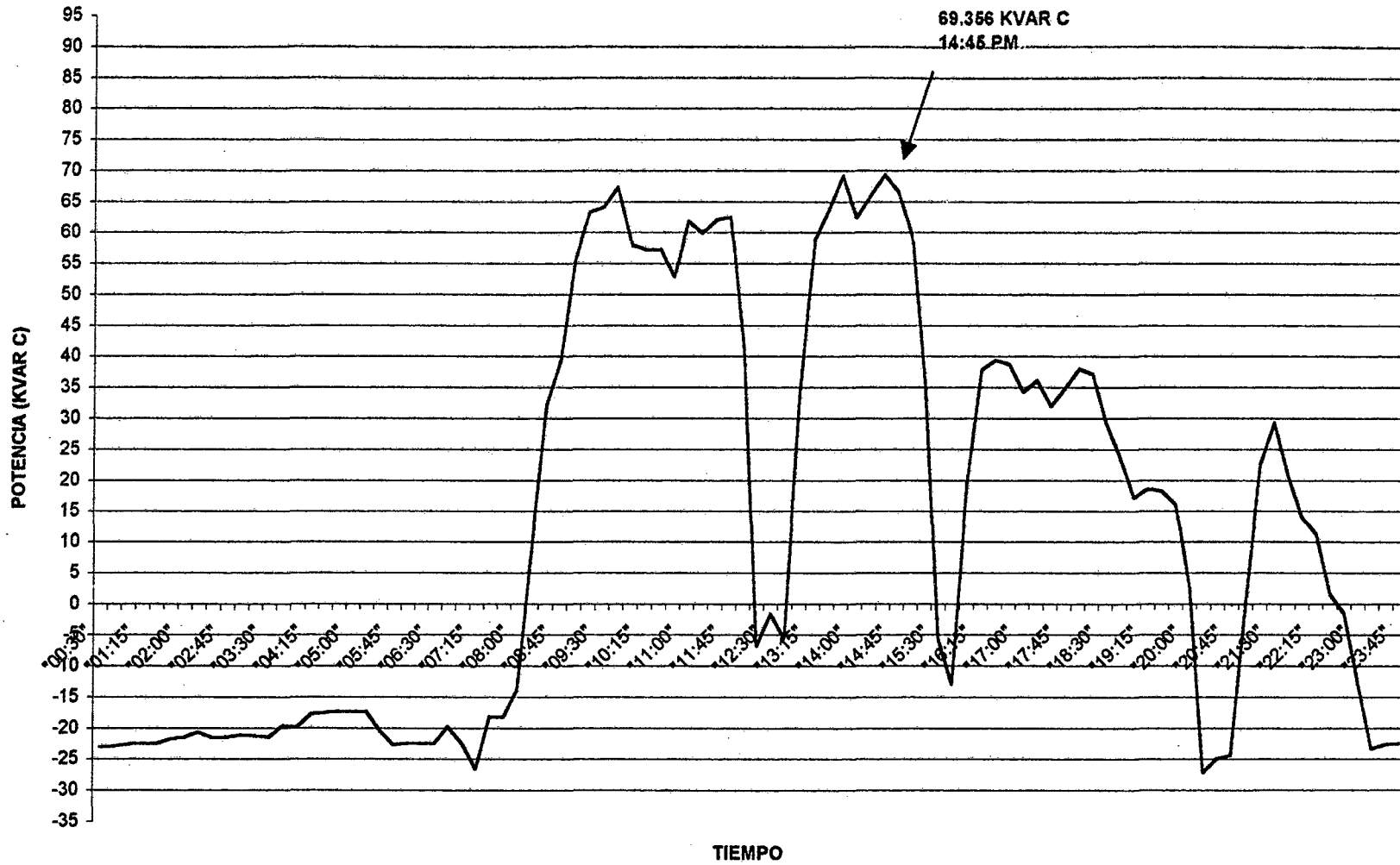
28 DE OCTUBRE 1999

KVAR C vs TIEMPO



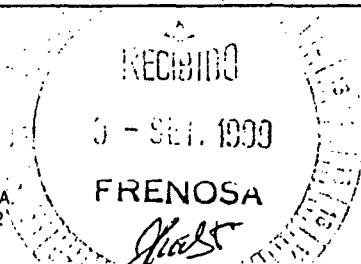
28 DE OCTUBRE DE 1999

POTENCIA DE CONDENSADORES



edelnor

Edelnor S.A. de Distribución Eléctrica Lima Norte S.A. A.
 de César López N° 201 Urb. Maranga Lima 32
 R.U.C. N° 26998590.



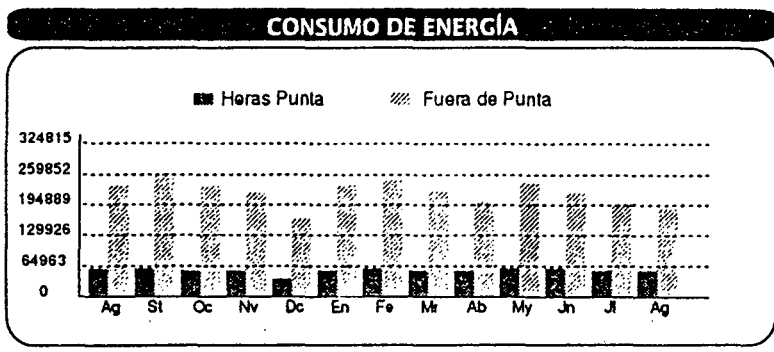
Para consultas su Número de Cliente es:
0711809

Su Ejecutivo Comercial es: Daniel Jaime V.
 Telf.: 517-1284 email: dj Jaime@edelnor.com.pe

DATOS DEL SUMINISTRO	
Cliente	: FRENOSA
Cobranzas	: AV BOCANEGRA S/N FDO BOCANEGR ALTA
	: AV BOCANEGRA 149 CALLAO
	: 10001951

FECHAS DE LECTURA Y VENCIMIENTO	
Nro de Recibo	: A-21352899
Mes de Facturación	: AGOSTO 1999
Fecha Lectura Anterior	: 30/07/1999
Fecha Lectura Actual	: 28/08/1999
Fecha de Próxima Lectura	: 29/09/1999
Fecha de Próximo Vencimiento	: 15/10/1999

DATOS TÉCNICOS COMERCIALES	
Maxima Contratada	: MT3
Capacidad de Facturación	: 1000.000
Fecha de Opción Tarifaria	: Potencia Variable
Fecha de Alimentador	: MAYO 1998
	: TV-07
	: 32-551-1805



ENERGÍA Y DEMANDA	LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMOS	CONSUMOS A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Energía Fuera Punta (KWH)	187013.600	0.000	187013.600	1	187013.60	187013.60	0.0886	16,569.40
Energía Horas Punta (KWH)	56440.800	0.000	56440.800	1	56440.80	56440.80	0.1474	8,319.37
Energía Reactiva (KVARH)	140554.200	0.000	140554.200	1	140554.20	67517.88	0.0409	2,761.48
Maxima Leida FP (KW)	789.600	0.000	789.600	1	789.60	861.60	20.1472	17,358.83
Impuesto								3.09
Costo Público								141.79
Costo Reposic. y Mant								16.72
TAL Mes Actual								45,170.68
								8,130.73
Mes Actual								53,301.41

FECHA DE EMISIÓN	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
31/AGO/1999	15/SET/1999	*****53,301.41

MENSAJES AL CLIENTE

pagable en Banco CONTINENTAL y Centros de Servicios EDELNOR

CLIENTE	Nº RECIBO	TARIFA	FECHA DE EMISIÓN	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
0711809	A-21352899	MT3	31/AGO/1999	15/SET/1999	*****53,301.41

0711809K005330141150919992

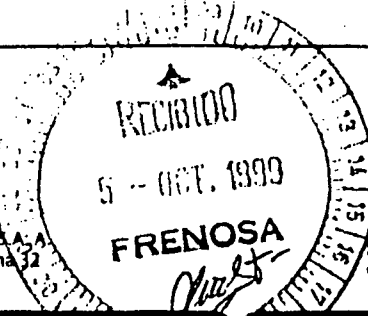


edelnor

CUENTA 32-551-1805

edelnor

de Distribución Eléctrica Lima Norte S.A.
 Cesar López N° 201 Urb. Maranga Lima 32
 R.U.C. N° 26998590.



4.40 PM

Para consultas su Número de Cliente es:

0711809

Su Ejecutivo Comercial es: Oscar Kobayashi S.
 Telf.: 517-1179 email: okobayashi@edelnor.com.pe

DATOS DEL SUMINISTRO

FRENOSA
 AV. BOCA NEGRA N° 1000 BOCA NEGRA
 AV. BOCA NEGRA N° 1000 CALLAO
 1000195

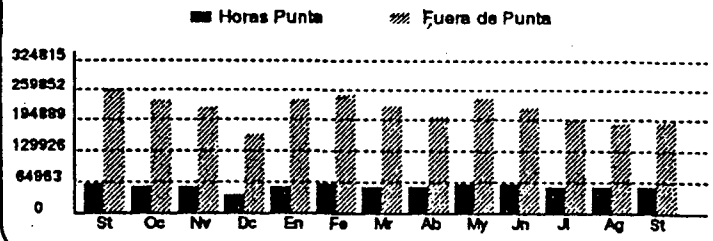
FECHAS DE LECTURA Y VENCIMIENTO

Nro de Recibo : A-22185616
 Mes de Facturación : SETIEMBRE 1999
 Fecha Lectura Anterior : 28/08/1999
 Fecha Lectura Actual : 29/09/1999
 Fecha de Próxima Lectura : 29/10/1999
 Fecha de Próximo Vencimiento : 15/11/1999

DATOS TÉCNICOS COMERCIALES

Alínea Contratada : MT3
 Capacidad de Facturación : 1000.000
 Potencia Variable : Potencia Variable
 Opción Tarifaria : MAYO 1998
 Tipo de Alimentador : TV-07
 Teléfono : 32-551-1805

CONSUMO DE ENERGÍA



DESCRIPCIÓN	LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMOS	CONSUMOS A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Consumo Fuera de Punta (KWH)	188446.600	0.000	188446.600	1	188446.60	188446.60	0.0979	18,448.92
Consumo Horas Punta (KWH)	58785.000	0.000	58785.000	1	58785.00	58785.00	0.1634	9,605.47
Consumo Reactiva (KVARH)	134635.400	0.000	134635.400	1	134635.40	60465.92	0.0414	2,503.29
Consumo Leída FP (KW)	822.400	0.000	822.400	1	822.40	861.60	20.3044	17,496.27
Impuesto Pùblico								3.11
Impuesto Deposic. y Mant								146.87
								16.85
Mes Actual								48,218.78
								8,679.38
Total Actual								56,898.16

FECHA DE EMISION	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
30/SET/1999	15/OCT/1999	*****56,898.16

MENSAJES AL CLIENTE

Depositar en Banco CONTINENTAL y Centros de Servicios EDELNOR

CLIENTE	N° RECIBO	TARIFA	FECHA DE EMISION	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
1809	A-22185616	MT3	30/SET/1999	15/OCT/1999	*****56,898.16

0711809K005689816151019998



edelnor

Compañía de Distribución Eléctrica Lima Norte S.A. A.
 Calle César López N° 201 Urb. Maranga Lima 32
 R.U.C. N° 26998590.

Su Ejecutivo Comercial es: Oscar Kobayashi S.
 Telf.: 517-1179 email: okobayashi@edelnor.com.pe

Para consultas su Número de Cliente es:

0711809

DATOS DEL SUMINISTRO

Cliente : FRENOSA
 : AV BOCANEGRA S/N FDO BOCANEGR ALTA
 Cobranzas : AV BOCANEGRA 149 CALLAO
 : 10001951

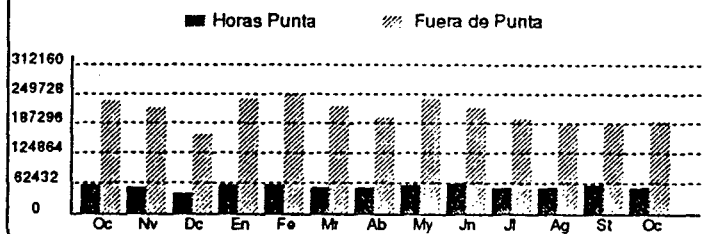
FECHAS DE LECTURA Y VENCIMIENTO

Nro de Recibo : A-23019957
 Mes de Facturación : OCTUBRE 1999
 Fecha Lectura Anterior : 29/09/1999
 Fecha Lectura Actual : 29/10/1999
 Fecha de Próxima Lectura : 29/11/1999
 Fecha de Próximo Vencimiento : 15/12/1999

DATOS TÉCNICOS COMERCIALES

Máxima Contratada : MT3
 de Facturación : 1000.000
 e Opción Tarifaria : Potencia Variable
 : MAYO 1998
 Alimentador : TV-07
 : 32-551-1805

CONSUMO DE ENERGÍA



REGÍA Y DEMANDA	LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMOS	CONSUMOS A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
va Fuera Punta (KWH)	192229.600	0.000	192229.600	1	192229.60	192229.60	0.1029	19,780.43
va Horas Punta (KWH)	55699.200	0.000	55699.200	1	55699.20	55699.20	0.1720	9,580.26
activa (KVARH)	96481.800	0.000	96481.800	1	96481.80	22103.16	0.0425	939.38
na Leida FP (KW)	810.400	0.000	810.400	1	810.40	861.60	20.6173	17,763.87
								3.11
Publico								166.67
Reposic. y Mant								17.08
de Facturas								1.59
Mes Actual								48,252.39
								8,685.44
s Actual								56,937.83

FECHA DE EMISIÓN	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
30/OCT/1999	15/NOV/1999	*****56,937.83

MENSAJES AL CLIENTE

en Banco CONTINENTAL y Centros de Servicios EDELNOR

CLIENTE	N° RECIBO	TARIFA	FECHA DE EMISIÓN	VENCIMIENTO	TOTAL A PAGAR S/.
809	A-23019957	MT3	30/OCT/1999	15/NOV/1999	*****56,937.83

CUENTA 32-551-1805

0711809K005693783151119993



Reactive Power Controller

RPC12

Operating Instructions

Janitza electronic GmbH

*Vor dem Polstück 1
D-35633 Lahnau
Tel. (0 64 41) 9642-0
Fax (0 64 41) 9642-30*

Application

In plants with high inductive loads such as motors and fluorescent lamps, these items can lead to significant additional loading of the mains supply due to the reactive component. This additional loading is not only confined to the plant network, it also affects the mains network of the electric supply company.

As the electric supply company has to size and install the mains network in accordance with the currents which arise, it incurs considerable additional cost as a result of reactive currents. These must be borne by the customer, who has to pay for the reactive work.

Compensation of reactive power is based on limiting that part of the network which is additionally loaded by reactive current, at least to the extent that the reactive component is intercepted prior to the feeding point into the plant. The most efficient type of reactive current compensation is the use of a regulated compensation system which switches the capacitors in and out in stages according to the particular requirement. As opposed to a fixed compensation system, a regulated system requires fewer capacitors, since only the actual switched-on inductive loads need to be compensated for.

The Reactive Power Controller RPC 12 is used in controllable power compensation systems to control the power factor $\cos \phi$ in the mains network with 50Hz or 60Hz. Besides this, the unit can also be used to measure the power factor and reactive power.

Functional description

The Reactive Power Controller RPC 12 calculates the actual reactive power from the current in the L1 phase and the phase to phase voltage L2-L3, and calculates the reactive power necessary to achieve the power factor which has been set. In addition, the percentage voltage values of the 5th, 7th, 9th, 11th and 13th harmonics are calculated. When preselected harmonic threshold values are exceeded, the capacitor stages will be switched out in order to protect the capacitors and avoid resonances.

If the reactive power is at least 2/3 of the reactive power of one of the connected capacitor stages, the controller first of all checks the availability of an output from the stage concerned. Before the output can be switched in, it must have been switched off for at least 45 seconds, to ensure that its capacitors are definitely discharged. Further, after a previous switch-in, at least 30 seconds and after a switch-out at least 20 seconds must have elapsed, before the next switching operation can take place. The switching procedure of the RPC 12 achieves the desired power factor with a minimum of switching operations, because the largest possible capacitor stage which fulfils the above mentioned conditions is switched in to suit the reactive power at a particular time. In order to ensure uniform loading of capacitors and contactors, outputs with the same power stages are switched in in rotation.

In generating mode, i.e. when real power is fed back into the electric supply company's network, the controller compensates the reactive current drawn when the error message "COS" is not activated. In this case, the display $\cos \phi$ indicates a minus sign. But when this error message is activated, the controller switches off all capacitor stages in the generating mode. (see also *additional functions*; error message "COS")

The four-digit digital display shows power factor, reactive power, required reactive power and its peak value as well as the peak value of the harmonic wave components. LEDs provide information on the units of measurement of the values displayed, inductive or capacitive zone, incorrect rotary field, alarm and state of the output relays.

During commissioning and operation, error messages report zero voltage, faults in current path, incorrect rotary field, inadequate capacitor performance and undervoltage and overvoltage. The type of fault is indicated in the display and the alarm LED is lit up. In addition, the alarm relay, whose contact can be used for signalling faults optically or acoustically, is released whenever a fault occurs, except in the case of a too small measuring current. As soon as the cause of the fault is no longer present, the unit returns to normal operation and to normal display of the power factor.

Settings and manual switching can only be carried out under manual operation. All setting data and peak values are saved in case of power failure. When power returns, the unit returns to automatic operation.

Reactive Power Controller RPC12

Installation and commissioning

When mounting and installing as well as operating the Reactive Power Controller RPC12, the VDE regulations 0113 and 0100 (in a foreign country the regulations common to the country apply) must be complied with. Before connecting up ensure that the local mains supply coincides with the data provided on the nameplate. The Reactive Power Controller must be connected in accordance with connection diagram page 8.

Note

The current transformer must be fitted at a point such that the consumer current AND compensation current flows through it.
The outer conductors L1, L2 and L3 must be connected similarly to the controller terminals "L1", "L2" and "L3".

When commissioning, the controller detects the voltage rotary field and operating frequency. When thereafter no error messages or faults are displayed, the controller is ready for use and can be programmed according to the specific requirements (see also *dealing with malfunctions and factory presettings*)

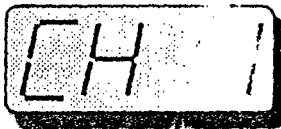
The learning process described in the following section is not a mandatory part of the commissioning. It should only be performed when no guarantee can be given that the connection of the Reactive Power Controller has been carried out according to the connection drawing. In cases of doubt about the correct connection of the current path and voltage path, the Reactive Power Controller RPC12 is able to establish the pin assignment of the current path and voltage path by itself under the following conditions:

- the power factor must lie between 1.00 and 0.65 ind.
- the current in the current path must be at least 0.2 A (0.04 A with the 1A version).

Note

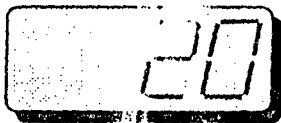
During the learning session $\cos \phi$ must lie between 1.00 and 0.65 inductive! Otherwise the controller will establish a wrong terminal configuration and evaluate $\cos \phi$ and reactive power wrongly!

By pressing and holding down the "-" key and operating the "man/auto-key", the learning process will be set into operation. During the learning session the following display is shown:



Learning process is running

After a successful learning process, the controller stores the new data, otherwise it will not change the settings last stored. By pressing the keys "1 cond." and "stage ratio", the following settings are displayed:



Learning process unsuccessful

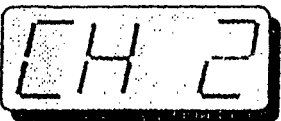
The learning process was stopped because the current was too low. The previously stored settings, in this example settings according to circuit diagram, recognizable by the right hand digit "0", remain valid.



Measurement according to connection diagram

The pin assignment of the current path and voltage path corresponds to the connection diagram. A different number than 0 points out that in fact the connection is not according to plan, but was recognized during learning and is usable for measuring.

After a learning process that has provided incorrect results, the terminal configuration can be reset to standard, i.e. according to the connection diagram by pressing the keys "-" and "man/auto".



Standard setting is re-established

The result of the previous learning process is rejected. The controller works again in accordance with the connection diagram.

Factory presettings

Target power factor:	0.96 Ind
Number of outputs:	12
Reactive power of first stage:	10.0 kvar
Stage ratios:	1:1:1:1
Current transformer:	200A /5A (or 200 A /1 A with the 1A version)
Average time:	20 (corresponds to 20 sec.)
Switch-in/switch-out time:	30 sec./20 sec.
Harmonics threshold value table:	5 (% values, see table)
Error messages:	"cos" (generating mode): yes Stage power too low: yes

Key functions and programming

Programming of Reactive Power Controller RPC 12 is carried out using the keyboard and the digital display. It is not necessary to reprogram the controller after a power failure, as the programmed data is stored.



Switching from Manual to Automatic

Switching from one to the other is effected by depressing this key. In the manual mode the LED "M" flashes, in the automatic mode the LED "A" is continuously on. Programming can only be carried out in the manual mode. In the same way, it is only possible to switch the outputs in or out by hand in this mode, independent of their stage power and the stage ratio which has been set. In the automatic mode, the controller takes care of all switching operations in order to achieve the target power factor. This mode is automatically selected after a power failure.



"+" Key

The "+" key is used in conjunction with other keys for the following functions:

- Switching in stages in manual mode
- Altering programming
- Indicating the peak value of the required reactive power



" - " Key

The "-" key is used in conjunction with other keys for the following functions:

- Switching out stages in manual mode
- Altering programming
- Erasing the peak value of the required reactive power.



Capacitor performance of the first stage

The capacitive reactive power of the first capacitor stage (of necessity also the smallest) is set with this key.

Setting range of capacitor performance: 0,01...300 kvar.



Stage ratio

The stage ratio indicates the ratio of the connected capacitor performance at the outputs. Only the ratio numbers of the first four stages are given. Stage 5 and subsequent stages have to be the same as stage 4. Under manual operation the programmed status is indicated and can be changed by additionally pressing the "+" or "-" key.

The following stage ratios can be selected:

1:1:1:1; 1:1:2:2; 1:1:2:4; 1:2:2:2; 1:2:3:3; 1:2:3:4; 1:2:3:6; 1:2:4:4; 1:2:4:8



Number of capacitor stages connected

Between 1 and 12 outputs can be programmed. Under manual operation the programmed status is indicated and can be changed by additionally pressing the "+" or "-" key.

Note

When the stages ratio and number of capacitor groups is changed, all stages which are switched in at present will be switched out.

Reactive Power Controller RPC12



Primary current of current transformer

Under manual operation the programmed status is indicated and can be changed by additionally pressing the "+" or "-" key.

The value set is always based on a secondary current in the current transformer of 5A. This must be taken into account for versions with 1A transformer inputs, e.g. the setting value "1000" corresponds to 1000 A / 5 A as well as to 1000 A / 1 A.

Setting range: 5... 9995 A.



Target power factor

In automatic mode, this value is to be obtained by switching capacitor stages.

Under manual operation the programmed status is indicated and can be changed by additionally pressing the "+" or "-" key.

Setting range: 0,80 inductive...0,95 capacitive.

The following keys are used for displaying calculated values and erasing peak values, if necessary:



Total reactive power

When this key is pressed, the reactive power which is measured in the network (kvar) is displayed. The average value of the reactive power is built up within a preselected averaging time. Based on thus calculated reactive power and the set target power factor, the capacitor stages are switched on or off.

The LEDs "ind" and "cap" serve to indicate whether the load in the network is mainly inductive or capacitive.



Required compensation power

The compensation power (kvar) required to achieve the target power factor which has been set is measured several times a second. The LEDs "ind" and "cap" show whether capacitors must be switched in or out. They do not however indicate overcompensation or undercompensation, as the target power factor can be set deviating from 1.00. If "ind" lights up, capacitors must be switched out, if "cap" lights up, capacitors must be switched in.

If the "+" key is also pressed, the peak value measured until now will be displayed. If the "-" key is also pressed (instead of the "+" key), the peak value will be erased.



Harmonic wave content of the mains voltage

By repeated use of the key, the stored values of the following harmonics will be shown, as %:

5th harmonic	(250 Hz)
7th harmonic	(350 Hz)
9th harmonic	(450 Hz)
11th harmonic	(550 Hz)
13th harmonic	(650 Hz)

Measurement and calculation of the four harmonic components are carried out one after the other. Three measurements are taken for each harmonic and the resulting calculated average stored and displayed if required. At the left hand side of the display the ordinal number of the harmonic wave (5., 7., 11., 13.) appears. The percentage value is displayed in the two right hand segments. With each successive use of the "Harm" key, the value of the next harmonic wave is shown.

Approximately one to two measurements are made per second. If the key is held pressed and the "-" key pressed at the same time, the peak value shown will be erased. The values displayed are based on 400 V.

Calling up additional functions

The following functions are carried out by continuous pressing and pressing two keys at once.



Software-Release

The software present in the unit can be indicated by pressing these two keys; e.g. "3.01"



Controlling speed

The times after a switch-in or switch-out can be indicated and changed with the "+" or "-" key.

Selectable time combinations in seconds:

20.10 30.20 40.30 50.40 60.50 70.60 80.70 90.80 99.90

The first of the two numbers indicates the delay time after a switch-in; the second number indicates the delay time after a switch-out.



Average time

The average reactive power value is built up within the preselected time. Setting range: 1..200 (corresponding to 1 ... 200 sec.)

Important Note

Please observe that the average time must not be longer than the smaller controlling speed value. (For example: controlling speed '20.10' means a value of ten seconds.)



Error message "COS", generating mode

Under manual operation the programmed status is indicated and can be changed by additionally pressing the "+" or "-" key.

JA - error message enabled

NEIN - error message disabled

When this error message is disabled, the controller also compensates the reactive current drawn, also when real power is fed back into the mains network of the electric supply company.



Error message "SL", stage power too low

Under manual operation the programmed status is indicated and can be changed by additionally pressing the "+" or "-" key.

JA - error message enabled

NEIN - error message disabled



Harmonic wave threshold values

Under manual operation the table number set is indicated and can be changed by additionally pressing the "+" or "-" key. When the harmonic wave thresholds which have been set (see table) are exceeded, the capacitor stages will be switched off in order to protect the capacitor and to avoid resonances. In this case the display shows an "H". The percentage values shown in the table are based on 400 V.

table no.	1	2	3	4	5	6	7	8
5. harmonic [%]	25	5	5	5	6	7	8	9
7. harmonic [%]	25	4	4.5	5	5	6	7	8
9. harmonic [%]	25	2	2	2	3	4	5	6
11.harmonic [%]	25	3	3	3	4	5	6	7
13.harmonic [%]	25	3	3	3	4	5	6	7

Reactive Power Controller RPC12

Dealing with malfunctioning

Error message	Possible cause	Remedy
	Phase L2 or L3 is missing. The voltage between L2 and L3 is too low.	Check power connections.
	Incorrect rotary field. This error message only appears after switching on.	Check and correct voltage rotary field.
	Real power is fed back into the mains network of the power supply company. If real power is not fed back, current transformer terminals k and l are mixed up.	Turn off error message (see <i>additional functions</i> ; error message "cos"). Check and correct terminals k and l.
	Measuring current is less than 0.05 A. Current transformer terminals bridged. Interruption of the current transformer line.	Check current transformer terminals and open bridging if necessary. Check current transformer terminals and remove interruption.
	Phase L1 failure.	Check phase L1.
	Stage capacity too low. The target power factor was not achieved for one hour.	Check compensation system and extend if necessary. Switch off fault message. (see <i>additional functions</i> ; fault message "SL")
	Voltage L2 - L3 underscores measuring range.	Check voltage L2 - L3.
	Voltage L2 - L3 exceeds measuring range.	Check voltage L2 - L3.
	Harmonic threshold value exceeded. ("H" is shown additionally in the display)	Choose higher threshold values from the threshold value table. Use chokes in compensation system.

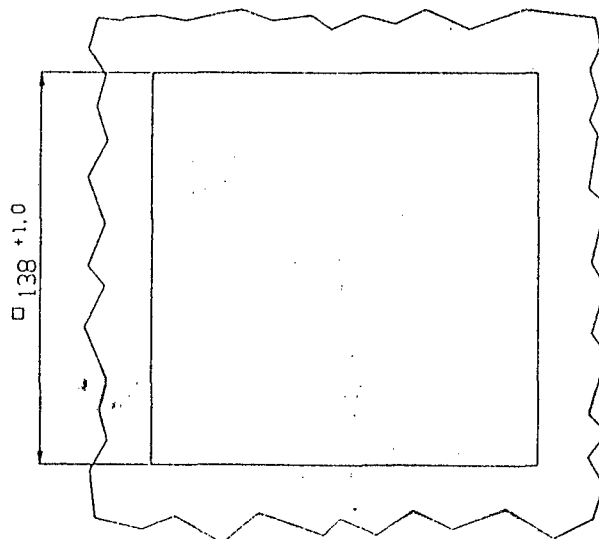
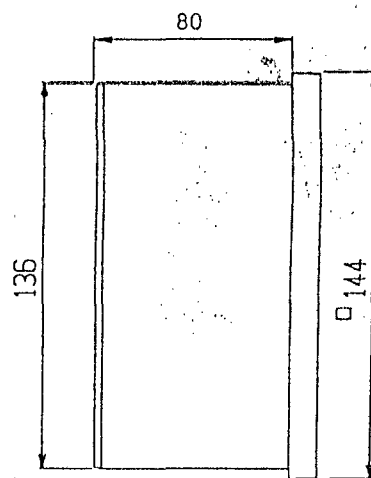
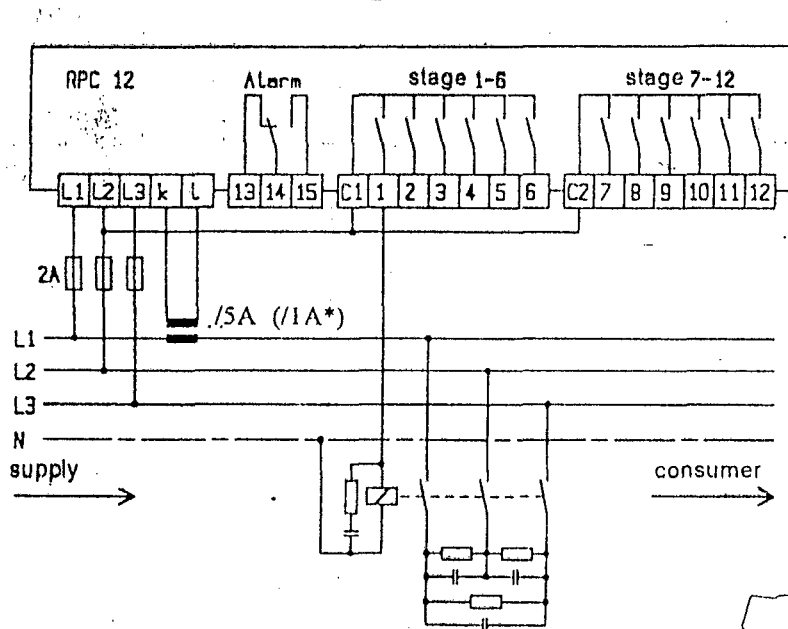
Technical data

Mains voltage:	see nameplate
Operating frequency:	48...52Hz or 58...62 Hz
Current path :	for current transformer with 5A (1 A*) secondary current
Power consumption in current path:	1 VA
Current measurement range:	0,05 ... 5 A (1 A*); continuous overload rating x 1.2
Max. reactive power:	1500 kvar
Power consumption in voltage path L2-L3:	15 VA
Max. switching voltage of the relay outputs:	230 V AC
Switching power with $\cos \phi = 1.0$:	1000 VA
Switching power with $\cos \phi = 0.4$:	700 VA
Electromagnetic compatibility :	in accordance with VDE 0843/ Part 4, interference level 3
Operating ambient temperature:	-10... +45°C
Storage temperature:	-20... +45°C
Weight:	1,5 kg
Construction:	in accordance with VDE 0160, creepage and sparking distance in accordance with VDE 0010C. RF suppression in accordance with VDE 0871 class B.

(*): Data applies to versions with 1 A current transformers.

Connection diagram

Dimensions



COPYRIGHT

© Janitza electronic GmbH 1994
This handbook may not be copied or reproduced by any means in whole or in part without the written permission of Janitza electronic GmbH.