

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**“PROYECTO PARA EL USO EFICIENTE DEL RECURSO  
ELÉCTRICO EN LAS INSTALACIONES DEL HOSPITAL NACIONAL  
EDGARDO REBAGLIATI MARTINS”**

**INFORME DE INGENIERÍA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:  
LUIS HUAYANAY PÉREZ**

**PROMOCIÓN  
1992-1  
LIMA-PERU  
2001**

Dedico a mi padre, señora e hijos:

Samuel Huayanay Vicente

Martha Conde Ramos

Luis Huayanay Conde

Ronal Huayanay Conde

Agradesco al H.N.E.R.M. que por intermedio del Ing. Jorge Gonzales y el Ing. Claudio Cantorín brindaron su apoyo y colaboración desinteresada para la realización del presente proyecto.

Asimismo estoy muy agradecido con los Ing. Cesar Delgado V. y el Ing. Alfredo Cornejo F. Por la motivación constante e incondicional para la culminación del mismo.

**“PROYECTO PARA EL USO EFICIENTE DEL RECURSO  
ELÉCTRICO EN LAS INSTALACIONES DEL HOSPITAL  
NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS”**

## **SUMARIO**

El presente estudio tiene la finalidad de aplicar las acciones de eficiencia energética, de acuerdo con el avance tecnológico. Para la reducción de costos operativos y que los beneficios permitan la recuperación de la inversión. Asimismo poder brindar en condiciones optimas los servicios necesarios para los asegurados.

El proyecto se realizó a través de un manejo autónomo de recursos asignados al hospital y en el caso de montos elevados a través de la sede de control.

## INTRODUCCION

En el presente proyecto tiene el propósito de mejorar la calidad de energía eléctrica y reducir costos de operación y facturación.

Para tal caso se ha efectuado reemplazos e implementaciones de equipos con tecnología moderna (supresores de picos de voltaje, sistema de aterramiento, banco de condensadores, interruptores en estado sólido, lámparas de menor potencia) entre otros.

Para ser realidad este proyecto se efectuaron gestiones administrativas en la gerencia logística y que progresivamente se han aprobado de acuerdo a prioridades, pese a las limitaciones presupuestarias.

Paralelamente ha sido necesario una coordinación y comunicación constantemente entre la parte operativa y los niveles de decisión.

## INDICE

	Pag.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>1</b>
1.1 Consideraciones generales	1
1.2 Justificación del proyecto	5
1.3 Planteamiento de un modelo a ser considerado	6
<b>CAPITULO II</b>	
<b>DESCRIPCIÓN SITUACIONAL DE LA INFRAESTRUCTURA</b>	
<b>HOSPITALARIA</b>	<b>10</b>
2.1 Información general sobre las instalaciones del hospital	10
2.2 Descripción situacional de las instalaciones eléctricas	12
2.2.1 Sub estaciones	12
2.2.2 Sistema eléctrico de emergencia	14
2.2.3 Sistema de iluminación	20
2.2.4 Redes e instalaciones eléctricos en los servicios	22
<b>CAPITULO III</b>	
<b>EVALUACIÓN Y ALCANCES SOBRE EL CONSUMO</b>	
<b>ENERGÉTICO</b>	<b>24</b>

3.1	Conceptos generales	24
3.2	Consumo de energía eléctrica	25
3.3	Parámetros del consumo eléctrico	26
3.4	Análisis del sistema de alumbrado	30
3.5	Análisis de la compensación reactiva	31

## **CAPITULO IV**

### **PROYECTO PARA LA PRESTACIÓN EFICIENTE DEL**

### **SISTEMA ELECTRICO** **34**

4.1	Aspectos que comprende el proyecto	34
4.1.1	Consideraciones preliminares	34
4.1.2	Determinación de las líneas de acción del proyecto	34
4.2	Implementación de las líneas de acción del proyecto	36
4.2.1	Utilización óptima del sistema tarifario	37
4.2.2	Reducción del consumo de energía por compensación reactiva	41
4.2.3	Cambio del sistema de arranque de motores eléctricos	47
4.2.4	Protecciones de equipos e instalaciones eléctricas	49
4.2.5	Ahorro en los sistemas de iluminación	52
4.2.6	Ampliación del sistema eléctrico de emergencia	53
4.2.7	Construcción de sistemas puesta a tierra	54
4.2.8	Reformulación del plan de mantenimiento	61
4.2.9	Concientización y sensibilidad sobre el uso racional de la Energía eléctrica	63



## **CAPITULO V**

<b>EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO</b>	<b>65</b>
5.1 Objetivo	65
5.2 Mejoras con inversión	66
5.2.1 Inversión sin recupero	66
5.2.2 Reducción del consumo de energía por compensación reactiva	67
5.2.3 Cambio del sistema de arranque de motores eléctricos	71

## **CAPITULO VI**

<b>RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES</b>	<b>75</b>
6.1 Ejecución del proyecto	75
6.2 Resultados obtenidos a la fecha	76
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>77</b>

## **ANEXOS**

## **BIBLIOGRAFIA**

## **CAPITULO I. MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1 Consideraciones Generales**

Hoy en día, a pesar de los extraordinarios avances tecnológicos en materia de generación y distribución de energía eléctrica, así como de contarse con modernas fuentes de alimentación; las concesionarias no siempre están en condiciones de proporcionar a los equipos eléctricos y electrónicos del usuario final, una electricidad limpia, confiable y compatible con una prefijada calidad de servicio; si es que previamente no se ha estudiado el problema y se han tomado luego las medidas del caso.

Las empresas generadoras y/o aquellas que administran la energía eléctrica, tratan de suministrar la mejor electricidad disponible; pero no tienen control sobre la conmutación de las cargas inductivas (en especial motores y transformadores) a lo largo de la red de transmisión, ni sobre la acción de la naturaleza (rayos, etc.); por lo que a pesar de los esfuerzos para crear una energía estable y limpia, la energía eléctrica que llega finalmente al usuario es de naturaleza parcialmente distinta.

En estos casos, lo que normalmente hacen las empresas generadoras y/o administradoras de energía eléctrica, es proveer hasta el ingreso de las instalaciones del usuario, energía eléctrica del tipo: Clase Industrial; por lo tanto, los aspectos concernientes a la limpieza de la energía eléctrica corresponderán al usuario respectivo. De aquí la importancia, para que toda instalación comprendida dentro de

esta categoría, cuente con el personal especializado en estas labores; permitiendo aprovechar de manera eficiente la energía eléctrica.

Conforme a las estadísticas disponibles, mas del 80% de los problemas relacionados con la calidad de la energía eléctrica son generados dentro de los confines de las plantas de los usuarios (industrias, comercios, hospitales, etc.). La electricidad entra a la sub estación (usuario: Clase Industrial), y de allí, desde el panel principal de distribución, se alimenta a los diferentes componentes eléctricos de la instalación (cargas inductivas, resistivas y/o capacitivas conmutándose).

Existen aspectos muy importantes a considerar dentro de las instalaciones del usuario, tales como: el diseño de la estructura de la instalaciones eléctricas, el dimensionamiento de la red misma (con la distribución de cargas) y la determinación de los componentes eléctricos requeridas en cada parte de la instalación. Señalamos sin embargo que existiendo diversas soluciones posibles para todo problema de dimensionamiento, tanto en lo que se respecta a la estructura de la instalación, como a los componentes eléctricos empleados, y que conviene ponerlos en servicio, sigue siendo posible diferenciarla según otros criterios, como por ejemplo el costo de la red.

Un aspecto también importante dentro de una instalación eléctrica industrial; en el que normalmente existen máquinas industriales, motores generadores, compresoras, motores de aire acondicionado, sistemas de iluminación, etc.; es aquella relativa a los transitorios que se generan y que ocasionan, de no tomarse las previsiones del caso, daños de gran magnitud.

La empresa GENERAL ELECTRIC y también la IIEEE, han publicado algunos artículos sobre la magnitud y efectos de los transitorios internos, y que pueden

alcanzar valores tan altos como 5,600 voltios, en una línea de 120 voltios. Sin embargo, a pesar de que la duración de los transitorios es muy corta, estos van dejando huellas, por ejemplo, en los circuitos integrados empleados comúnmente en la maquinaria electrónica, así como produciendo el deterioro del aislamiento de los motores eléctricos, entre otros; en términos generales se presenta una degradación acumulativa.

Esta degradación acumulativa produce las siguientes alteraciones:

Breve vida útil de los sistemas de iluminación de todo tipo.

Rendimiento reducido de los motores, compresoras, transformadores y equipos complementarios.

Fallas en los tiristores que controlan la velocidad variable y los arrancadores de motores.

Fallas en los órganos de control basados en microprocesadores.

Fallas en las tarjetas de computadoras, pérdidas de memoria, operaciones erráticas y bloqueos inexplicables.

Hemos mencionado algunos problemas originados por los transitorios, estos problemas están costando al comercio y a la industria ingente cantidad de dinero debemos de remarcar que los transitorios no son el único problema que enfrenta un especialista en la rama de electricidad, tenemos también el caso de la energía reactiva como indicaremos a continuación.

La mayoría de los equipos eléctricos requieren no solamente de potencia activa sino también de potencia reactiva, que por ejemplo, en el caso de los motores y transformadores, se requiere para la potencia de magnetización, y en el caso de arrancadores estáticos, como potencia de mando y conmutación.

Podemos decir, que la potencia aparente que recibe un consumidor se descompone en potencia activa y potencia reactiva. La potencia activa es inevitablemente suministrada por la red, pero no sucede lo mismo con la potencia reactiva, ya que sería antieconómico su transporte debido a que no puede ser transformada en energía utilizable; se opta entonces por otra solución, como es el empleo de condensadores.

El uso de condensadores para compensar el factor de potencia, se ha incentivado como consecuencia de una eventual crisis energética, y también para reducir los pagos en las tarifas por consumo eléctrico; asimismo a contribuido a ello el desarrollo de nuevos y mejores dieléctricos, el avance en los diseños; y en general, el adelanto tecnológico, que ha significado condensadores de menores costos, con menores pérdidas y baja posibilidad de fallas.

Si conectamos un condensador a una red de corriente alterna, se comporta entonces como un generador de energía reactiva. Este comportamiento del condensador, se puede aprovechar para la compensación reactiva, en instalaciones con bajo factor de potencia; su empleo eficiente permite obtener ventajas tanto técnicas como económicas.

Como ventajas económicas, señalamos que las compañías de distribución de energía eléctrica aplican una tarifa al consumo de energía reactiva; por tanto, el consumidor que se proporciona a si mismo, su propia energía reactiva, puede alcanzar un importante ahorro.

Dentro de las ventajas técnicas, podemos citar, el aumento de la capacidad de línea; presentándose en el modo siguiente: al compensar la energía reactiva, se reduce la cantidad de corriente reactiva que inicialmente fluía a través de la red de

distribución, con lo que se consigue descargar la línea; y en consecuencia, aumentar su capacidad para el transporte de energía activa.

Asimismo, al mejorar el factor de potencia, disminuye la componente reactiva de la intensidad que absorbe la red, y por lo tanto, disminuye la caída de tensión provocada por dicha componente; en consecuencia, mejora la tensión de la instalación; y también se logra reducir las pérdidas de potencia generadas por la componente reactiva de la intensidad.

De manera muy general, hemos mencionado algunos aspectos que intervienen para una buena operación de las redes eléctricas en instalaciones del tipo industrial; la aplicación de tales consideraciones en una institución del tipo hospitalario, y la forma como esta debe permitir un aprovechamiento eficiente del recurso eléctrico, es materia del presente trabajo, tal como se describe en los siguientes capítulos.

## **1.2 Justificación del Proyecto**

El Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins (HNERM), es una entidad de prestación de servicios de salud de alta especialización, cuenta con 1500 camas y constituye el Hospital mas grande a nivel nacional con 42 años de funcionamiento ininterrumpido. Cumple un rol muy importante en la atención de pacientes asegurados del Instituto Peruano de Seguridad Social (IPSS), por lo cual es necesario brindar en condiciones optimas los servicios necesarios, para el bienestar de los mismos.

La demanda en la atención de pacientes, por parte de los diferentes servicios, muchas veces se ve incrementada; por tal razón, la dinámica que se observa en el Hospital, es tal que, continuamente se efectúan ampliaciones de servicios, remodelaciones de ambientes y traslados de estos a otras ubicaciones; tales

modificaciones implican a su vez variaciones en la demanda eléctrica, la misma que presenta tendencia al crecimiento, conforme a las estadísticas de consumo eléctrico observadas. En forma adicional a lo señalado se efectúan las labores de mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones y equipos eléctricos, así como la atención de las solicitudes de trabajo emitidas diariamente por las diferentes unidades del Hospital.

Por las consideraciones señaladas, previamente a la implementación de actividades del presente proyecto y tendientes a la utilización eficiente del recurso eléctrico; debe efectuarse el estudio pertinente, en el que se contemple la evaluación de la infraestructura existente y los aspectos de la demanda eléctrica; para luego elevarse las recomendaciones del caso. En consideración a las recomendaciones que justifican la elaboración de un estudio con el propósito señalado, se elabora el presente proyecto como un aporte al HNERM.

### **1.3 Planteamiento de un Modelo a ser Considerado**

Debemos de señalar previamente algunas precisiones sobre las condiciones bajo las cuales se efectúa el presente estudio, para ello fijaremos los siguientes objetivos generales a tenerse presente:

Atender la demanda eléctrica de las diferentes instalaciones del Hospital, de manera oportuna, confiable y acorde a una calidad de servicio preestablecida.

Conseguir que la prestación del servicio sea lo más económico y eficaz posible.

Cabe señalar que el Hospital atraviesa por algunas dificultades de orden económico; por lo que soluciones simplistas como la del reemplazo global o de la mayor parte de los equipos e instalaciones, no serían las más adecuadas, en el

planteamiento de una solución óptima; antes bien nos fijaremos en los condicionamientos siguientes:

Utilización al máximo de los equipos e instalaciones eléctricas existentes.

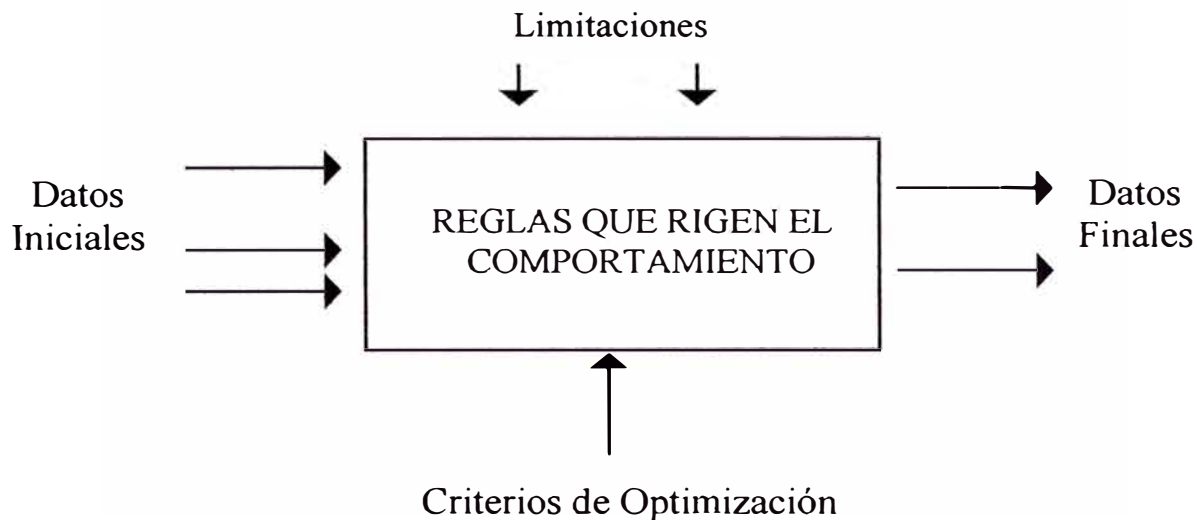
Considerar que la solución a proponerse abarque el mayor plazo posible.

En algunos casos, los objetivos perseguidos como las condicionantes señalados pueden ser contradictorios; sin embargo, en tales situaciones se deberá llegar a soluciones de compromiso. En función a las limitaciones y demás consideraciones antes indicadas, se deberá dar una salida técnica aplicando el intelecto necesario de forma que se garantice el funcionamiento de los equipos e instalaciones que permitan disminuir los costos operativos y disponer de la capacidad necesaria para atender la demanda de los años siguientes.

Para atender a esta realidad, y desde un punto de vista formal, señalaremos que los aspectos de optimización en la utilización de los recursos, pertenecen a la categoría de investigación operativa. Como tal, según el formalismo de la investigación operativa, requiere de la definición de un modelo que represente problemas que se planteen en la vida real.

El tratamiento del presente estudio se efectuará mediante la consideración del modelo como se indica a continuación:





En este caso, dado:

Un conjunto de datos iniciales, tales como, distribución de cargas eléctricas por servicios, solicitudes de nueva implementación, quejas sobre calidad de servicio, costos.

Las leyes que describen el comportamiento de la red, tales como, especificaciones técnicas de los equipos y normas técnicas.

Las condiciones impuestas a la solución, como: limitaciones presupuestarias, equipo existente y grado de servicio.

El criterio de optimización, es decir, el objetivo perseguido que es el de minimizar los costos sin una mayor degradación de la calidad de servicio.

El problema consiste en obtener un conjunto de datos finales relativos a la red eficientemente constituida.

Debemos mencionar sin embargo que el desarrollo del modelo como el señalado puede darse en forma de algoritmos (matemática), o también el puede ser analizado de manera cualitativa.

## **CAPITULO II DESCRIPCION SITUACIONAL DE LA INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA**

### **2.1 Información General sobre las Instalaciones del Hospital**

El Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins (HNERM) ex-Empleado pertenece al Instituto Peruano de Seguridad Social (IPSS), estando catalogado como de nivel IV (Máximo Nivel); se encuentra ubicado en el Distrito de Jesús María: Dpto. de Lima, ocupa un área total de 151,854 m<sup>2</sup>. Desde su inauguración en 1958, el Hospital viene prestando ininterrumpidamente sus servicios.

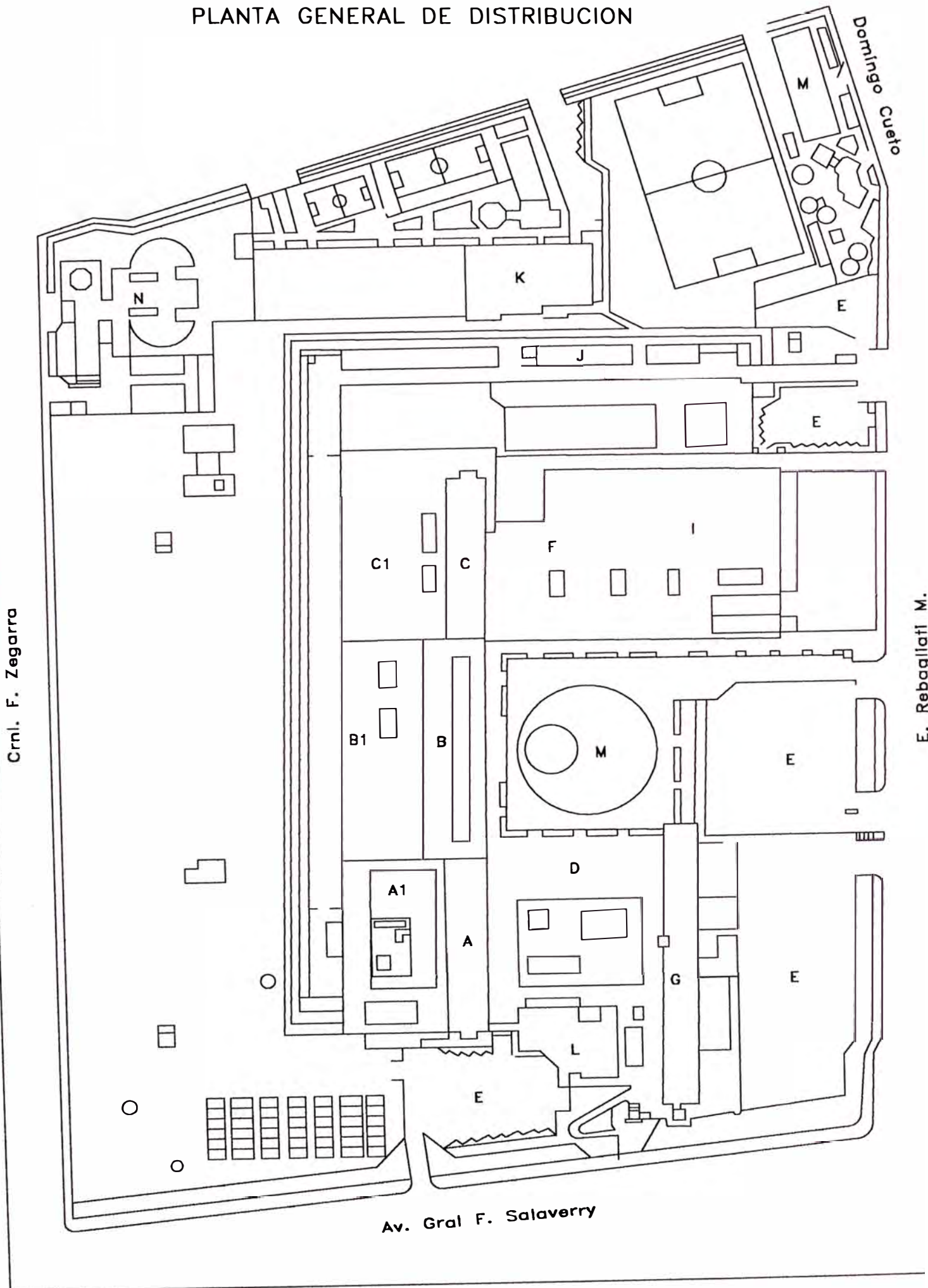
El edificio que ocupa tiene 14 pisos, cuenta además con (02) sótanos, la distribución de los ambientes se da por sectores (A-N), y en los cuales se ubican las distintas unidades médicas, de hospitalización y administrativas, así como de servicios generales. En el *Plano 2.1* se puede apreciar la ubicación de los distintos sectores.

La designación de cada sector y los servicios que brinda cada uno de ellos se indica a continuación en el *Cuadro 2.1*.

Debemos señalar que dentro de los servicios médicos se encuentran considerados como estratégicos los siguientes servicios: EMERGENCIA (obstétrica, pediátrica y adultos), CENTRO QUIRURGICO (salas de operaciones) y UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS, por la labor que desempeñan se asigna preferente atención a estos servicios, cada uno de estos servicios cuenta por ejemplo con grupos electrógenos automáticos.

PLANO DE UBICACION 2.1

HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS  
PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCION



Desde el punto de vista organizacional, el HNERM mantiene una estructura jerárquica, tal como se indica en el *Organigrama 2.1*.

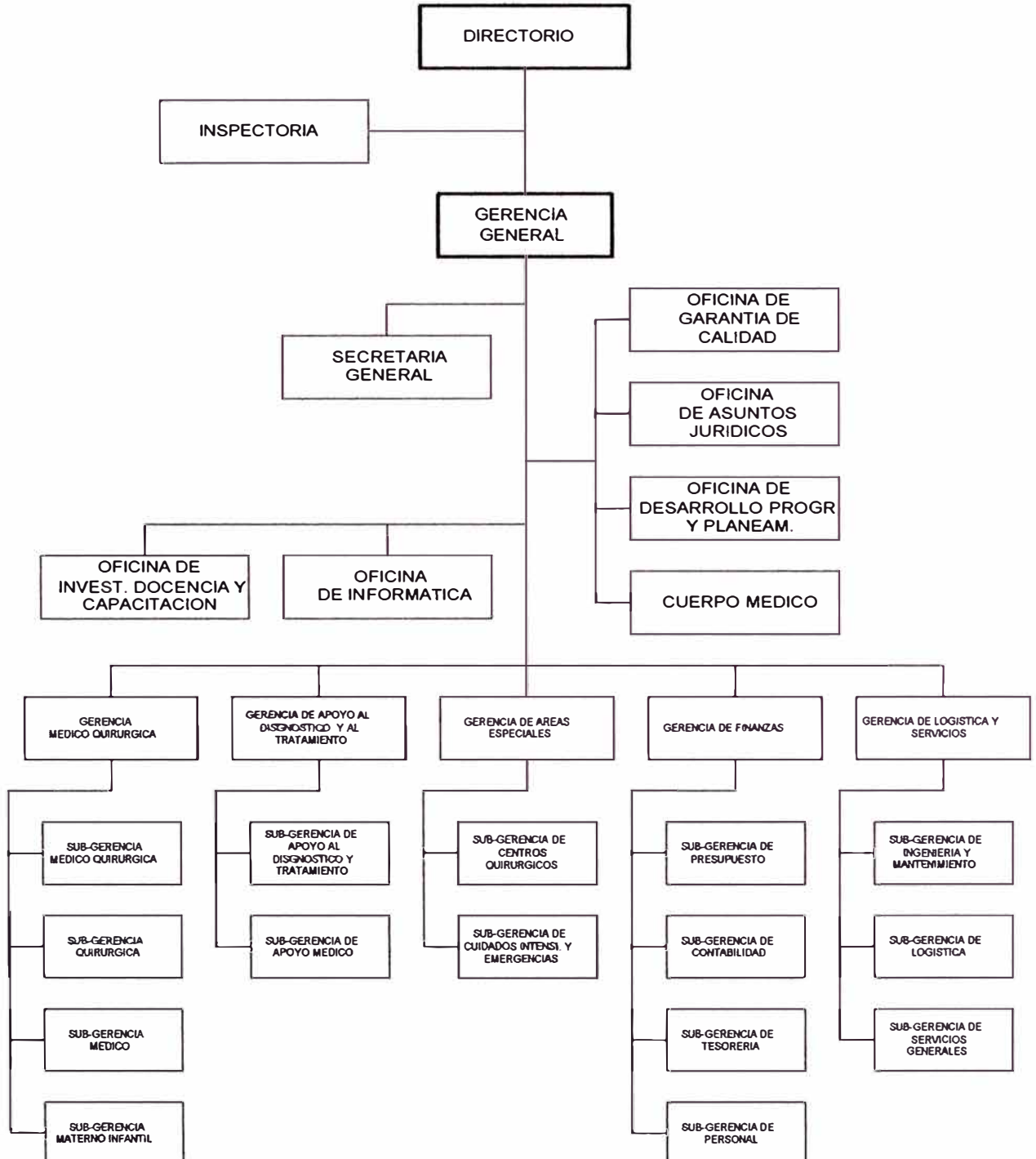
Dentro de la estructura señalada (*Organigrama 2.1*) se encuentra la Sub Gerencia de Ingeniería y Mantenimiento que tiene a su cargo los diferentes talleres de mantenimiento, dentro de los cuales se encuentra (01) taller de electricidad y (08) sub estaciones, estos últimos situados en diversos sectores.

**CUADRO 2.1**

<b>SECTOR</b>	<b>SERVICIOS</b>
A	Unidad de Hospitalización (Maternidad – Obstetricia)
B	Unidad de Hospitalización (Centro Quirúrgico), Central de Esterilización, Cocina Central.
C	Unidad de Hospitalización (Medicina General)
A1	Capilla – Capacitación, Auditorias, Biblioteca.
B1	Consulta Externa: Gineco – Obstetricia
C1	Laboratorios de Patología Clínica, Radiología, Cobalto Terapia, Almacenes, Calderas.
D	Unidad de Hemodialisis
E	Estacionamiento Vehicular
F	Administración, Consulta Externa
G	Unidad de Hospitalización, Pediatría
H	Helipuerto, Pileta Hornamental
I	Archivo Central, Consulta Externa
J	Depósitos
K	Salud Mental
L	Medicina Física, Emergencia de Pediatría, Obstetricia y Ginecología
M	Centro de Educación Inicial
N	Centro de Hemodiálisis

## ORGANIGRAMA 2.1

### MACRO - ESTRUCTURA ORGANICA DEL HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS



## 2.2 Descripción Situacional de las Instalaciones Eléctricas

La energía eléctrica del HNERM es suministrada por la empresa LUZ DEL SUR a un nivel de tensión de 10 KV, la misma que es transformada a 220V y distribuida por las sub estaciones.

### 2.2.1 Sub Estaciones

La potencia total de transformación del Hospital es de 4965 KVA, distribuido a través de las (08) sub estaciones siguientes:

<u>SUB ESTACION</u>	<u>POTENCIA</u>
ESTE	2600 KVA
OESTE	1000 KVA
SECTOR "G"	80 KVA
SECTOR "K"	160 KVA
SECTOR "L"	400 KVA
POZOS 1,2,3 y 4	125 KVA
ASCENSORES "A"	300 KVA
ASCENSORES "B" y "C"	300 KVA

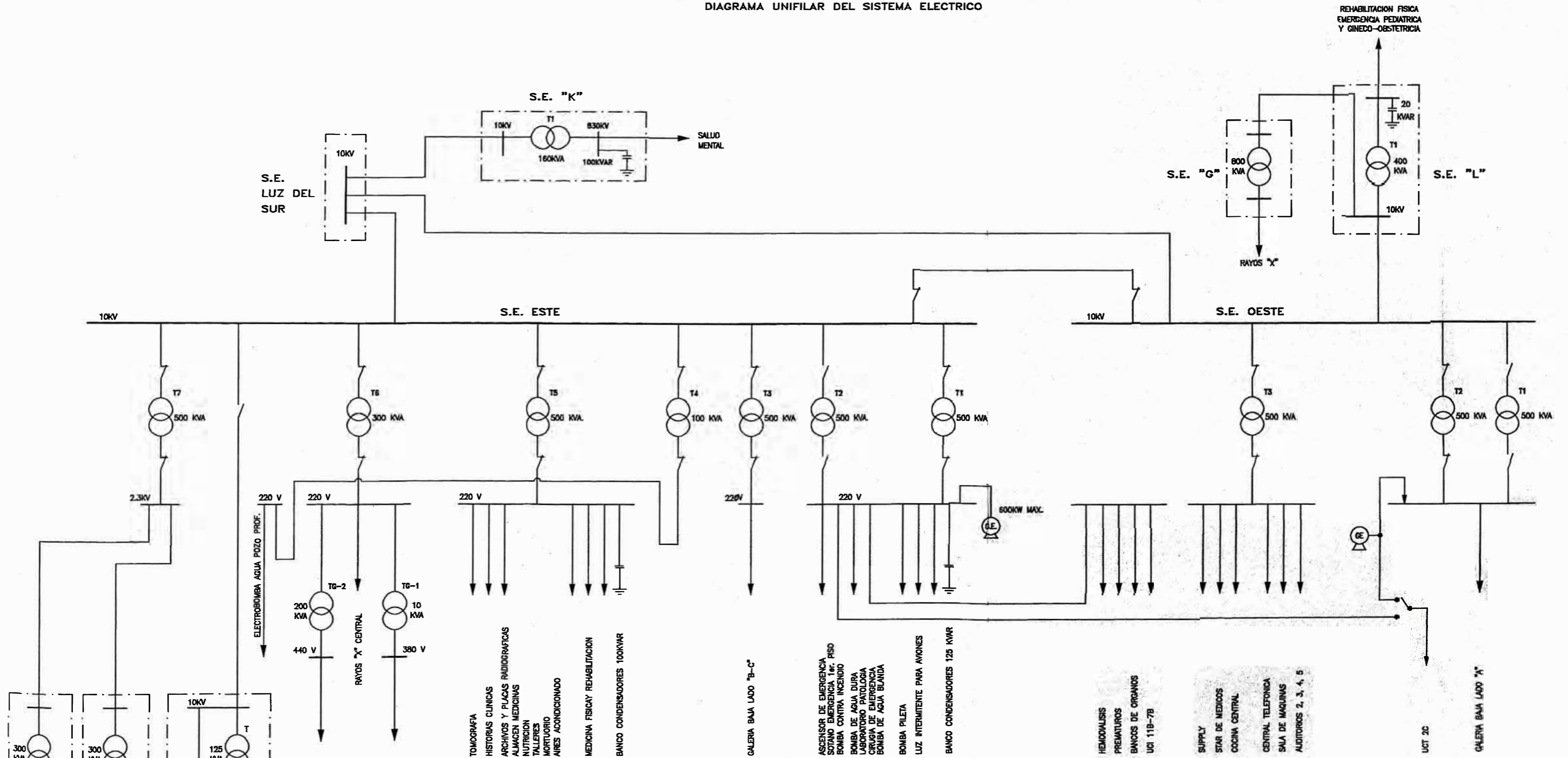
Las sub estaciones ESTE y OESTE son las principales, estando configuradas ambas en anillo con la sub estación de la empresa LUZ DEL SUR.

En el *plano 2.II* se aprecia el esquemático y la distribución de cargas de las sub estaciones correspondientes.

#### Sub Estación Este

Constituye la sub estación principal, tiene una línea de llegada desde la sub estación de LUZ DEL SUR, y una línea auxiliar con la sub estación OESTE. Se dispone de (07) transformadores operativos, La potencia nominal de operación de los transformadores es como se indica a continuación:

HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS  
 DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELECTRICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FAC. DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
PROYECTO : USO EFICIENTE DEL RECURSO ELECTRICO EN LAS INSTALACIONES DEL HOSPITAL NACIONAL REBAGLIATI MARTINS		
ASESOR :	U.R.A.	PLANO :
GRADUANTE :	L.H.P.	DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELECTRICO
DIBUJANTE :	C.R.R.	FECHA :
		DIC. - 2001
		ESCALA :
		S/E
		IE-2.II

Trans.	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>T<sub>4</sub></b>	<b>T<sub>5</sub></b>	<b>T<sub>6</sub></b>	<b>T<sub>7</sub></b>
Unidad							
PNOM (KVA)	500	500	500	100	500	300	500

El tablero de transferencia es activado por un controlador lógico programable (PLC) para efectos de la puesta en funcionamiento del Grupo Electrónico de 600 KW (Potencia Máxima).

### Sub Estación Oeste

Esta es la segunda sub estación en orden de importancia, dispone de (03) transformadores y además cuenta con la línea de llegada desde la estación de LUZ DEL SUR, La potencia de operación de los transformadores de esta sub estación es como se indica a continuación.

Trans.	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Unidad			
PNOM (KVA)	500	500	500

En esta sub estación se dispone también de un sistema eléctrico de emergencia, el mismo que es alimentado por un Grupo Electrónico de 160 KW (Potencia Máxima). El tablero de transferencia con el que cuenta es del tipo tradicional.



### **Sub Estación Sector “G”**

Esta sub estación alimenta al sector “G” y dentro de las cuales se encuentran servicios especializados como “Rayos X”y el laboratorio de Banco de Organos. En dicha ubicación se encuentra (01) transformador de 80 KVA de potencia aparente nominal.

### **Sub Estación Sector “K”**

Esta sub estación alimenta el sector “K”, básicamente los ambientes de salud mental. Se dispone en dicha ubicación de (01) transformador de 160 KVA de potencia aparente nominal.

### **Sub Estación Sector “L”**

Esta sub estación alimenta al sector “L” donde se encuentran los ambientes de rehabilitación física, emergencia pediátrica y emergencia obstétrica. Se dispone en dicha ubicación de (01) transformador de 400 KVA de potencia aparente nominal.

Debemos mencionar que existen otras tres (03) sub estaciones, que en conjunto suministran una potencia instalada de 725 KVA (Potencia Aparente Nominal) y que alimentan a equipos específicos.

### **2.2.2 Sistema Eléctrico de Emergencia**

Como se indicó en el punto anterior, las sub estaciones ESTE y OESTE son las principales, por cuanto albergan a la mayor carga que alimenta a los diferentes servicios del Hospital. Por tal razón ambas sub estaciones cuentan con su propio sistema eléctrico de emergencia, las mismas que suministran energía eléctrica principalmente a áreas críticas (o estratégicas) tales como: emergencias, centro quirúrgico y unidad de cuidados intensivos.

## **Sistema de Emergencia de la Sub Estación Este**

Se dispone de un (01) Grupo Electrónico de marca: INGERSOLL RAND cuya capacidad máxima es de 600 KW.

Para efectos de su operación, el tablero de transferencia es activado por un controlador lógico programable (PLC), el cual permite que la transferencia de carga se realice en cualquiera de los dos modos siguientes de operación:

Modo Manual

Modo Automático

Para averiguar el modo en el cual se está trabajando se debe observar en la luz indicadora correspondiente. En modo Automático, la luz indicadora permanece encendida en forma constante. En el modo Manual, la luz indicadora se enciende en forma intermitente.

El modo de operación del tablero se define mediante el conmutador de (03) posiciones ubicado en la puerta del tablero, como se indica a continuación:

M: Modo Manual

A: Modo Automático

O: Fuera de Servicio

### **Modo de Operación Manual**

Para la operación en este modo, el selector del tablero de transferencia debe estar en la posición de manual y el del Grupo Electrónico en modo Automático. En esta disposición, el arranque y la parada se realizan a través de los pulsadores de arranque y parada del tablero.

Colocados en este modo de operación, basta presionar el pulsador de arranque para que el PLC inicie la secuencia de arranque, esto es independientemente si está presente la tensión eléctrica en la red o no.

Si el operador desea transferir alguna carga al Grupo Electrónico, primeramente debe actuar manualmente sobre el interruptor principal del Grupo para después intentar efectuar la transferencia.

El PLC al sensor la entrada de la carga, verifica la apertura del interruptor de LUZ DEL SUR y el cierre del interruptor principal del Grupo y el del seccionador de carga, si se cumplen estas condiciones, dispone que ingrese la carga elegida por el operador. Si existiese sobrecarga, el PLC desactivará la carga de menor escalón. Con el mismo pulsador con que se ha tomado la carga se puede desactivar presionándolo nuevamente.

El PLC dispone de la capacidad también para hacer el ingreso de cargas en forma selectiva a la red de LUZ DEL SUR.

Si se presenta alguna falla en el Grupo Electrónico mientras se encuentre éste funcionando, el PLC dispondrá de la salida de las cargas y mandará apagar el Grupo, para éstos efectos activará la sirena y mostrará la señal visual en la respectiva lámpara de diagnóstico.

### **Modo de Operación Automática**

En este modo el PLC tiene el control para el normal funcionamiento del sistema. La secuencia normal de funcionamiento ante una falla de la red de LUZ DEL SUR, es como se indica a continuación:

### **Verificación de Caída de Tensión**

En el modo automático, el PLC censa constantemente el estado de la red. Si este es menor al 85% de la tensión nominal durante 30 segundos, entonces el PLC enciende el Grupo Electrónico; si la tensión se recupera antes del tiempo fijado, el PLC volverá nuevamente a esperar una caída de la red.

### **Encendido del Grupo Electrónico**

Consta de (02) intentos de arranque. Si transcurren 5 segundos sin la tensión de red o si ésta es menor que el nivel señalado, actuará la entrada de aire y de combustible al Grupo Electrónico. Espera 3 segundos hasta que el sensor de presión de aceite se cierre. Si esto no sucede, desconecta la entrada de aire por 3 segundos y vuelve a hacer otro intento de arranque. Si en este segundo intento no llega la presión de aceite, se activa la lámpara de falla de arranque y la sirena, a la vez que desactiva las entradas de aire y combustible. Si llega la presión de aceite en cualquiera de los dos intentos, desactivará solamente la entrada de aire. Después de 5 segundos que tanto la tensión y la frecuencia del alternador del Grupo Electrónico se estabilicen; se iniciará la secuencia de transferencia de carga, de la red al Grupo.

### **Transferencia de Carga**

Efectúa previamente, de manera automática, la verificación de desconexión del interruptor termomagnético de cada carga del sistema eléctrico de emergencia, si esto no es así, activa la alarma hasta que estas se accionen para continuar con la secuencia. Ordena luego aperturar el interruptor de la red pública. Al confirmarse su apertura, se cierra el interruptor Grupo Electrónico después de 3 segundos.

Al verificar su actuación, se conecta la primera carga, luego espera un tiempo promedio de 3 segundos para que entre la segunda carga, repitiendo este ciclo hasta

la última carga. Si se sensa una sobrecarga, desactivará el último contactor activado y espera un tiempo de 5 segundos para intentar nuevamente incorporar la carga. La desactivación de cargas se efectuará por prioridades.

### **Retorno de la Tensión Eléctrica en la Red Pública**

Cuando retorna el suministro de la red pública, el PLC verifica que la tensión se encuentre en condiciones nominales por el lapso de 01 minuto, desactivando luego el total de las cargas. Se verifica si los interruptores se abrieron, y luego de 03 segundos, se activa el interruptor general de la red pública, y las cargas se conectan en forma escalonada (con un lapso de 3 segundos).

A partir de la desactivación de cargas se espera 01 minuto para que el Grupo Electrónico trabaje en vacío y después desactivar el ingreso de combustible al Grupo.

Resulta también importante mencionar algunos aspectos relativos al sistema de refrigeración del Grupo Electrónico, así como lo correspondiente a las fallas de sus componentes.

### **Sistema de Refrigeración del Grupo Electrónico**

Dada la magnitud de potencia del Grupo Electrónico (Capacidad Máxima: 600 KW) éste necesariamente requería la instalación de un sistema de refrigeración. Esto se logró resolver con un sistema de refrigeración por agua desde la pileta del patio principal del Hospital, hacia el grupo para luego ser bombeada a la pileta, produciendo un efecto decorativo y estético en dicha pileta.

El PLC también interviene en el accionamiento de la bomba de agua de refrigeración, la misma que puede accionar en cualquiera de los modos sea modo manual ó modo automático.

En el modo manual el PLC activará una lámpara parpadeante cuando exista un bajo nivel de agua, pero no actuará sobre la bomba. En este caso no se encenderá la sirena.

En el modo automático, cuando ya se ha concluido la transferencia de cargas al Grupo Electrónico, y existe suficiente agua, ordena activar la bomba y permanece prendida hasta después de 02 minutos de apagado el grupo. En el caso que el nivel de agua sea insuficiente, se activa la lámpara de nivel de agua, así como la sirena, ordenándose parar la bomba.

### **Fallas en el Grupo Electrónico**

Las fallas comunes que pueden presentarse son varias como: sobre temperatura, sobre velocidad, presión de aceite y alteraciones en la tensión generada por el Grupo Electrónico; estas fallas se empiezan a considerar después de 08 segundos de arrancado el Grupo. La falla debe persistir por 05 segundos adicionales para que luego se desactiven las cargas y se detenga el grupo. En este caso, se encenderán las lámparas que permiten visualizar y diagnosticar la falla, activándose también la sirena. La sirena puede ser acallada por un silenciador de alarma, las lámparas continuarán encendidas hasta que se dé solución a la falla respectiva.

Una vez solucionada la falla, si es que la tensión en la red pública no ha retornado aún, y el tablero de transferencia está en el modo automático de operación, el PLC iniciará la secuencia de arranque del grupo.

Las fallas relativas al nivel de agua, nivel de combustible y presión de aire, serán visualizadas por las lámparas respectivas, cual fuere el modo de operación en que se encuentre, aun cuando el selector del tablero se encuentre en “0” (fuera de servicio) ó en el modo manual.

### **Nivel de Combustible**

Su verificación se realiza en todo momento, cuando este se encuentre debajo del nivel correspondiente, se enciende la lámpara respectiva. Si la anomalía persiste por 05 segundos, manda a parar el grupo y se activa la sirena.

### **Presión de Aire**

La verificación de éste parámetro se realiza de manera continua, si su valor está por debajo del nivel requerido durante 03 minutos, se encenderá la lámpara respectiva y se activará la sirena, mientras permanezca esta condición. En este caso, el PLC no actúa sobre el Grupo.

### **Sistema de Emergencia de la Sub Estación Oeste**

Esta sub estación cuenta con 01 Grupo Electrónico de la marca: VOLVO PENTA, cuya potencia máxima es de 160 KW.

El tablero de transferencia de carga es del tipo convencional que es accionado en modo semi-automático, por intermedio de contactores, relés e interruptores termomagnéticos.

Dada las características convencionales del tablero, no nos extenderemos en explicar su funcionamiento.

### **2.2.3 Sistema de Iluminación**

Para la iluminación interior del Hospital se emplea mayormente lámparas fluorescentes y en menor medida lámparas incandescentes.

Expresado en términos porcentuales, si es que consideramos solamente estos 02 tipos de lámparas, podemos decir que el 30% de las lámparas utilizadas son del tipo fluorescentes y el 70% son del tipo incandescente.

En el *Cuadro 2.III* se describe el tipo de lámpara empleado, su potencia y el uso al cual esta destinado.

Dada su especial importancia, por su empleo en el Centro Quirúrgico, nos ocuparemos aunque de manera breve de las lámparas cialíticas. El diseño de estas lámparas tiene una concepción global constructiva y luminotécnica, cumpliendo asimismo con las altas exigencias de las modernas técnicas de operaciones actualmente empleadas.

El empleo de esta lámpara tiene por característica que la luz va dirigida desde una fuente de luz simultánea a través de una gran variedad de zonas reflectoras de un reflector polígono hacia el área de operación. Los múltiples haces de luz convergen en el campo operatorio en varios niveles luminosos provocando con ello ausencia de sombra y por consiguiente luz de óptima profundidad.

### CUADRO 2.III

#### TIPOS DE LAMPARAS UTILIZADAS EN HNERM

FLUORESCENTES	USADOS GENERALMENTE EN:
10 y 15 W	Portátiles
20 W	Oficinas
40 W	Oficinas, pasadizos, Laboratorios, Consultorios
75 W	Oficinas y Corredores, Talleres, Pasadizos Altos
22 W	Descansos de Escaleras
32 W	Consultorios, Negatoscopios
INCANDESCENTES	USADOS GENERALMENTE EN:
75 W	Braquetes en cuartos de Hospitalización
50 W	Luz de cabecera de Pacientes, Vestuarios
25 W	Luz de Veladores
OTROS	USADOS EN:
Tipo Bayoneta de 24 V	Señalización
Vapor de Sodio 160 W	Exteriores, Playa de Estacionamiento, Jardines
Ovoide	Perimétricos
Luz Directa 130 W	Cialítica, Sala de Operaciones
Luz Indirecta 400 W	Cialítica, Sala de Operaciones
Faros Cialíticos 24V, 40 W	Cialítica, Sala de Operaciones
Germicida 30 W	Pacientes aislados, Post-operativo



La fuente de luz es del tipo halógeno y con su rendimiento luminoso específico produce:

Alta intensidad luminosa

Alta temperatura de color similar a la luz diurna

Luz fría en la zona operatoria

Su extraordinario desplazamiento (horizontal - vertical, acercamiento alejamiento), así como su capacidad de giro de hasta 360°, hacen que su funcionamiento sea versátil.

#### **2.2.4 Redes e Instalaciones Eléctricas en los Servicios**

El HNERM cuenta actualmente con 42 años de existencia, y en este lapso se han efectuado construcción de nuevos ambientes, remodelaciones y traslados de ambientes; tales variaciones han modificado también la distribución de cargas eléctricas, redes e instalaciones eléctricas interiores; en consecuencia los planos eléctricos de las instalaciones originales en muchos casos no corresponden a las actuales, por lo que existen servicios que no cuentan actualmente con los planos de distribución eléctrica, lo cual constituye también una deficiencia.

Adicionalmente a lo indicado, se han presentado cambios en los tipos de sistemas de iluminación; así también existen cableado que debe ser renovado ya sea por su antigüedad, deterioro o por su vulnerabilidad ya que éstos se encuentran en la trayectoria de las redes de conducción de vapor, cocina central o de laboratorios.

Debemos mencionar también que en las sub estaciones: este, oeste y aquellas de los sectores "L" y "G", tanto en el lado de alta tensión 10 KV, así como en el lado de baja tensión 220 V, sus sistemas de puesta a tierra están deteriorados. Los grupos electrógenos de las sub estaciones este y oeste no cuentan también con este sistema.

Cabe resaltar, que es necesario y urgente se restituya y/o instale estos sistemas de puesta a tierra, por razones de seguridad al personal que manipula los equipos electrónicos, entre otros aspectos.

## **CAPITULO III. EVALUACION Y ALCANCES SOBRE EL CONSUMO ENERGÉTICO**

### **3.1 Conceptos Generales**

Durante los últimos años el Perú ha experimentado relativamente elevadas tasas de crecimiento en relación con el PBI, el incremento se ha dado en el orden del 6.5%, 12.9% y 6.9% en 1993, 1994 y 1995 respectivamente. Respecto a la inflación, ésta ha mostrado reducción del 56.7% en 1992 al 10.2% en 1995. La inversión extranjera directa en el Perú se incrementó de U.S \$ 1500 millones en 1992 a U.S \$ 5400 millones en 1995. Estos logros económicos son mayormente el resultado de un Programa de Reforma Económica implementada por el actual Gobierno, el cual incluye la liberación de precios y salarios, la eliminación de restricciones en flujos de capitales y el desarrollo e implementación de un programa de privatización agresivo.

En base al proceso de privatización que ha realizado el estado, se crea la Empresa LUZ DEL SUR como una de las empresas de distribución eléctrica en el Perú. La obligación de esta empresa es proveer de electricidad a todos los clientes dentro de su área de cobertura, el mismo que es conformado por todo el sector sur de la ciudad de Lima y sus áreas adyacentes. La empresa opera bajo un contrato de concesión a largo plazo otorgado por el Ministerio de Energía y Minas.

Una de las metas de la privatización es expandir significativamente la red de distribución y mejorar la calidad de servicio. La empresa ha mejorado significativamente su eficiencia operativa al reducir las pérdidas de energía en el

sistema de distribución, de los factores técnicos y los hurtos; desde un 20% aproximadamente en agosto de 1994 a un valor del 14% aproximadamente en junio de 1996, mejorando los sistemas de información, implementando los sistemas de manejo de las cuentas por pagar y facturación patentada.

Se puede deducir, que el crecimiento continuo en demanda por servicios de electricidad en el Perú estará influenciada por el crecimiento de la economía peruana, la continua expansión de la red de distribución y la estructura tarifaria.

En referencia a la utilización y consumo de energía eléctrica en el HNERM, la demanda del mismo y su utilización eficiente, merece de un estudio especial, parte del cual lo haremos en este capítulo.

### 3.2 Consumo de Energía Eléctrica

Para efectuar el análisis del consumo de energía eléctrica, se tomará como referencia los valores de facturación de la empresa LUZ DEL SUR. Tomaremos como base las facturas que van de noviembre de 1995 a octubre de 1996, es decir durante el lapso de (01) año.

En la *Tabla 3.I* podemos apreciar los valores de energía activa, energía reactiva y la demanda de potencia, así como el gasto que irroga dicho consumo. Asimismo, en la *Tabla 3.II* se aprecia un resumen de lo indicado en el cuadro precedente los valores allí consignados nos servirán para un posterior análisis.

**TABLA 3.I**

MES	AÑO	ENERGIA ACTIVA (KWH)		DEAMANDAS (KW)		ENERGIA REACTIVA (KVARH)		CONSUMO S/. (Nuevos Soles)
		HP	HP	HP	HP		>30%EA	
NOV	95	103,070.00	442,965.00	1,070.40	1,161.60	333,978.40	170,167.66	111,114.45
DIC	95	106,116.80	483,878.00	1,143.20	1,197.60	368,233.00	191,234.00	115,665.95
ENE	96	112,594.40	504,534.20	1,064.00	1,313.60	446,162.40	261,083.82	129,310.00
FEB	96	115,754.00	510,339.60	1,142.40	1,392.80	439,290.80	251,462.72	132,375.95
MAR	96	121,224.60	543,986.20	1,178.40	1,428.80	472,277.80	272,714.56	136,194.40

ABR	96	110,99.60	513,964.60	1,182.40	1,401.60	449,592.20	262,183.94	130,738.95
MAY	96	114,010.00	500,400.60	1,222.40	1,284.80	436,893.40	299,652.08	126,688.85
JUN	96	102,872.60	477,931.80	1,103.20	1,332.00	473,136.60	298,577.20	133,487.15
JUL	96	111,659.40	490,388.80	1,094.40	1,218.40	479,136.60	298,537.20	133,487.15
AGO	96	109,573.20	484,388.80	1,080.00	1,312.80	478,591.60	300,403.00	133,057.25
SET	96	104,209.40	461,373.60	1,071.20	1,192.80	472,303.40	302,628.50	130,006.45
OCT	96	115,416.80	498,048.40	1,167.20	1,255.20	508,570.80	324,531.24	141,286.98

H.P. = HORAS PUNTA

F.H.P. = FUERA DE HORAS PUNTA

**TABLA 3.II**

MES	AÑO	ENERGIA ACTIVA (Kw.h) H.P.+F.H.P.	DEMANDA (KW) H.P.+F.H.P.	ENRGIA REACTIVA (KVAR.h)	CONSUMO (S/.)
NOVIEMBRE	1995	546,035.00	2,232.00	504,146.06	111,114.45
DICIEMBRE	1995	589,994.80	2,340.80	559,467.56	115,665.95
ENERO	1996	617,128.60	2,377.60	707,246.22	129,310.00
FEBRERO	1996	626,093.60	2,535.20	690,753.52	132,375.95
MARZO	1996	665,210.80	2,607.20	744,992.36	136,194.40
ABRIL	1996	624,694.20	2,584.00	711,776.14	130,738.95
MAYO	1996	614,410.60	2,507.20	688,796.42	133,219.40
JUNIO	1996	580,804.40	2,435.20	773,545.48	126,684.85
JULIO	1996	601,998.00	2,312.80	777,673.80	133,487.15
AGOSTO	1996	593,962.00	2,392.80	778,994.60	133,057.25
SETIEMBRE	1996	565,583.00	2,264.00	774,931.90	130,006.45
OCTUBRE	1996	613,465.20	2,422.40	833,102.04	141,286.98

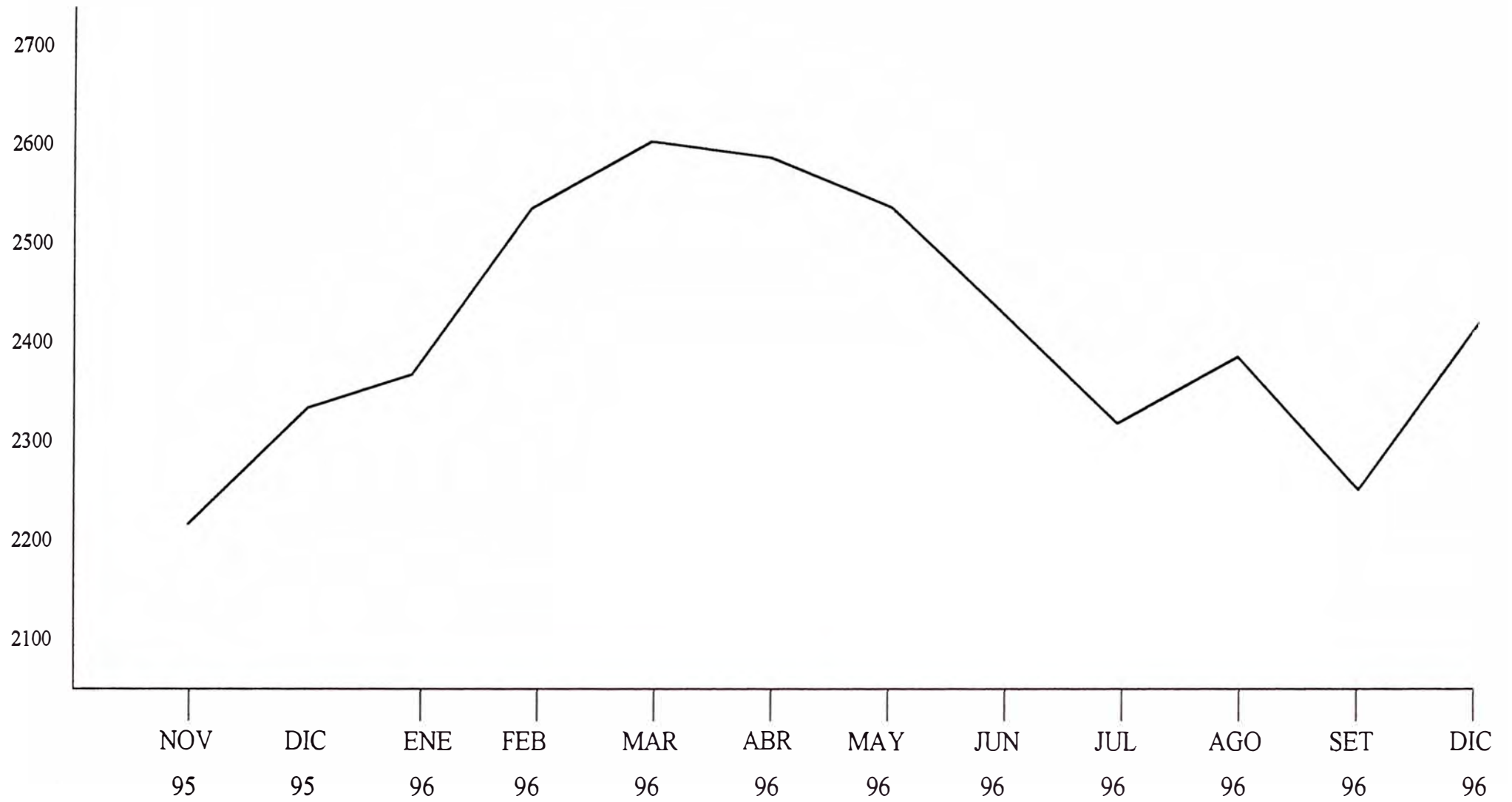
Se ha efectuado también la representación gráfica de los indicados consumos, tal como puede apreciarse en los Gráficos 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 conforme a los valores de consumo señalados, se observa que en el mes de marzo de 1996, se produjo un pico en todos los valores (consumo de energía activa, reactiva y potencia).

### 3.3 Parámetros del Consumo Eléctrico

La Energía activa puede ser establecida como sigue:

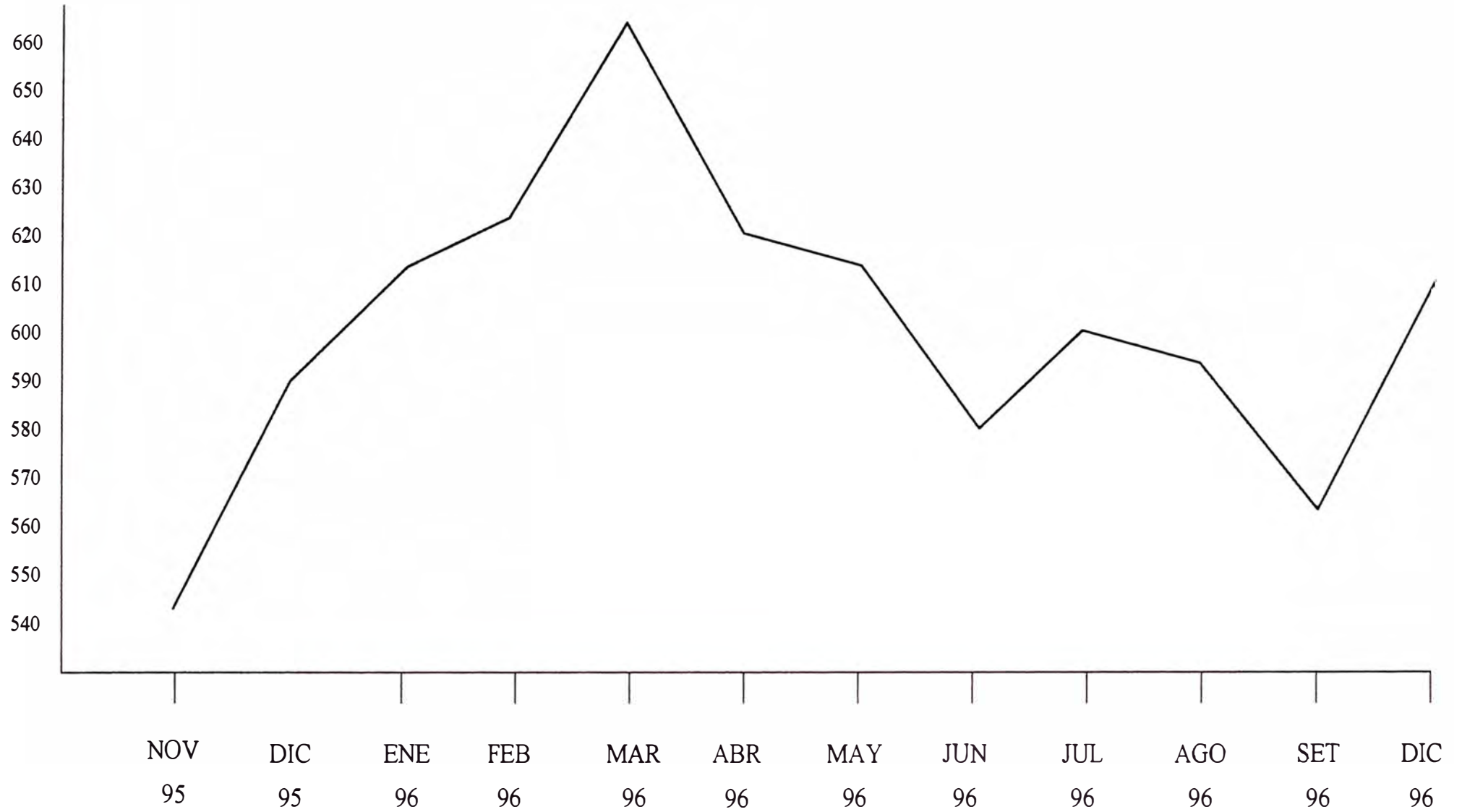
DEMANDA  
(KW)

### GRAFICO 3.1



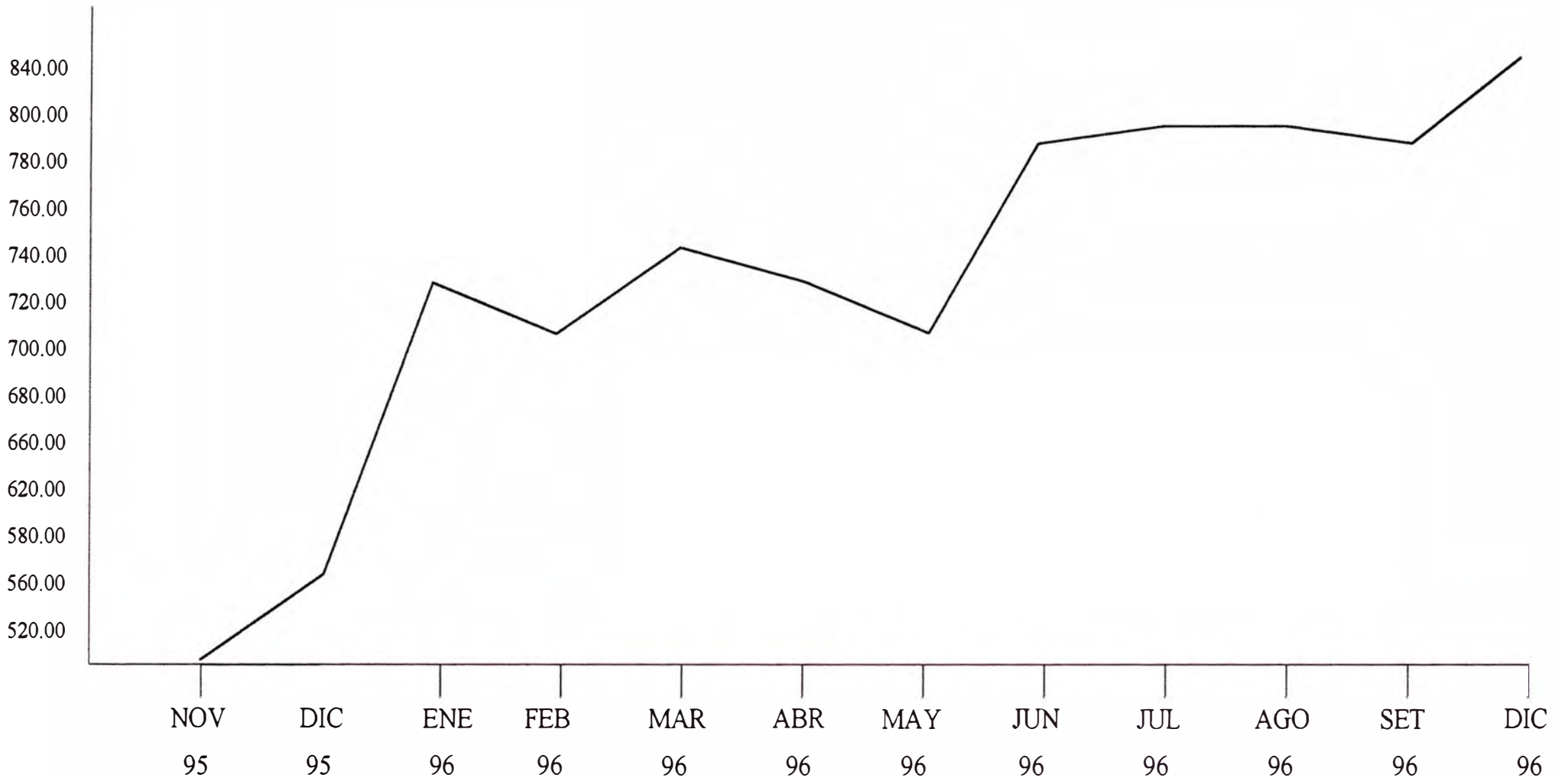
ENERGIA  
ACTIVA  
(Kw.H)

### GRAFICO 3.2



ENERGIA  
REACTIVA  
(KVAR.H)

### GRAFICO 3.3





# GRAFICO 3.4

MONTO  
(S/.)



$$\text{Energia Activa} = \text{Potencia Activa} \times \text{Tiempo} \dots\dots\dots(1)$$

Si nos referimos a la potencia total activa, tendremos:

$$P_{\text{TOTAL}} = P_{\text{ACTIVA CONSUM.}} + \Delta P_{\text{PERDIDAS}} \dots\dots\dots(2)$$

En esta última relación el parámetro  $P_{\text{ACTIVA CONSUMIDA}}$  es la que resulta de la sumatoria de todas las potencias activas nominales de todos los artefactos y equipos eléctricos del HNERM, afectada por un factor de simultaneidad. La aplicación del concepto  $P_{\text{ACTIVA CONSUMIDA}}$  toma vigencia cuando nos hemos referido al “Crecimiento continuo de la demanda”(punto 3.1); debe aclararse que normalmente este parámetro no se puede alterar, debido a que el Hospital no puede dejar de brindar sus servicios al público; lo que podría plantearse en todo caso sería un racionamiento de cargas no esenciales. De todos modos un racionamiento de cargas implicaría también un freno al crecimiento de la demanda eléctrica, por lo que más adelante intentaremos clarificar aún mas este concepto.

El parámetro  $\Delta P_{\text{PERDIDAS}}$  resulta de la sumatoria de todas las pérdidas de potencia activa en los artefactos y equipos eléctricos y posibles fugas por aislamiento en las redes, las cuales son asumidos por los transformadores En el caso específico de nuestro Hospital, este mantiene la siguiente relación:

$$\Delta P_{\text{PERDIDAS}} = \Delta P_{\text{TRAFOS}} \dots\dots (3)$$

Donde :

$\Delta P_{\text{TRAFOS}}$  : Pérdidas eléctricas que se producen en los transformadores, y son debidas a las pérdidas en hierro y en el cobre, las cuales pueden ser determinadas mediante el empleo de la siguiente relación:

$$\Delta P_{\text{TRAFOS}} = \Delta P_{\text{cu}} + \Delta P_{\text{fe}} = \frac{S^2}{Sn^2} P_k + P_O \dots\dots\dots (4)$$

Donde :

$P_O$  : Pérdidas en la prueba de vacío

$P_k$ : Pérdidas en la prueba de cortocircuito

$\Delta P_{cu}$  : Pérdidas en el cobre en régimen nominal

$\Delta P_{fe}$  : Pérdidas en el hierro

$S$  : Potencia aparente de carga promedio (en período de medición)

$S_n$  : Potencia aparente nominal del transformador

Efectuando estas consideraciones, vamos a determinar cada uno de estos parámetros, los cuales habrán de corresponder a los transformadores ubicados en las sub estaciones, tal como se indica en la *Tabla 3.III* , en este cuadro encontramos adicionalmente los parámetros  $\eta$  y  $c$ , cuyas características serán indicadas a continuación

La eficiencia ( $\eta$ ) de un transformador se calcula mediante la siguiente relación:

$$\text{Eficiencia } (\eta) = 100\% - \frac{P_o + C^2 P_k}{C \times S_n \times \text{Cos } \phi + P_o} \times 100 \% \dots\dots (5)$$

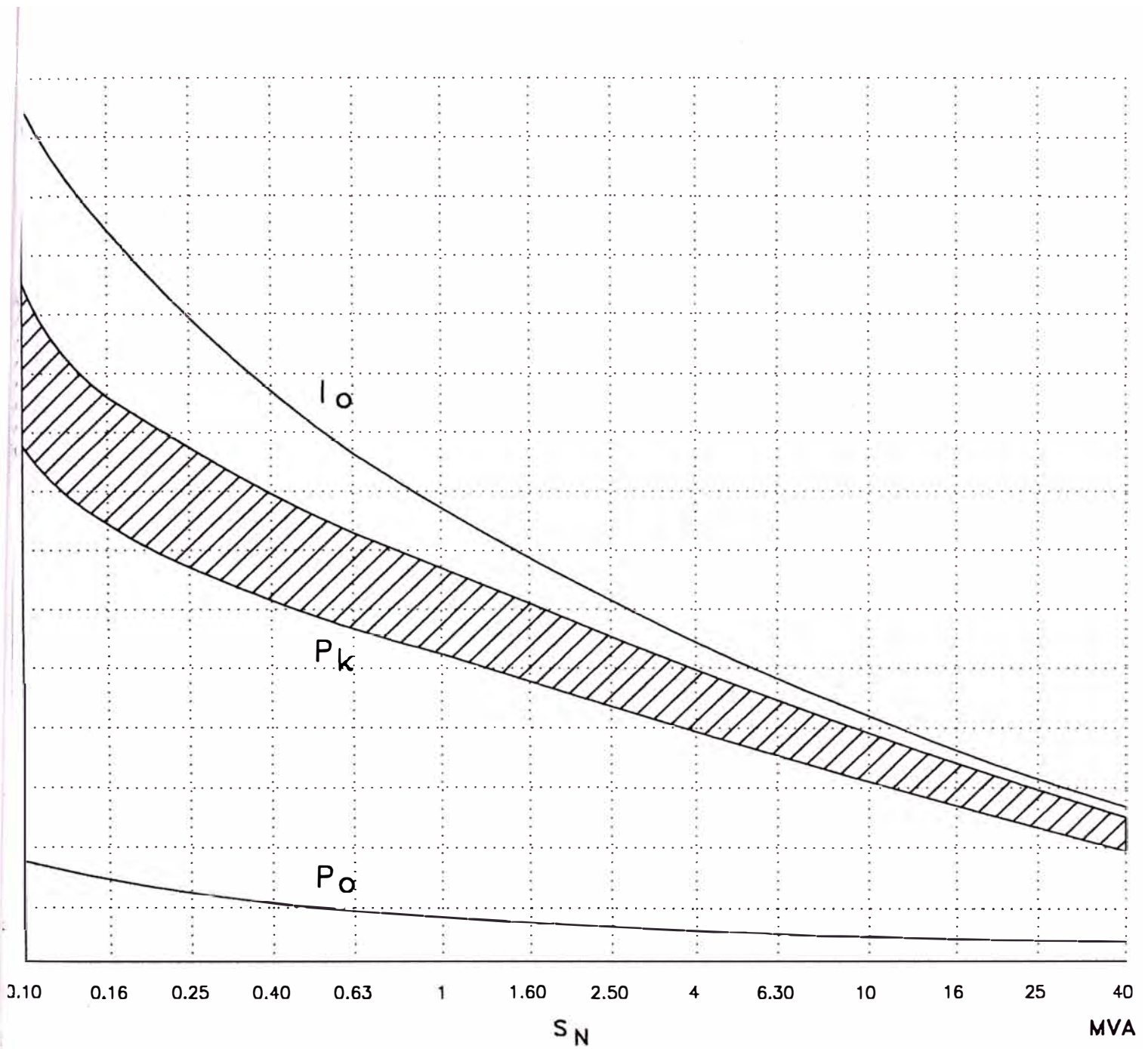
Donde :  $C = \frac{\text{Scarga}}{S_{nom}}$

También  $Scarga = \sqrt{3} \times V_N \times I_{carga}$   
 $\Delta P_{TRAFO} = C^2 P_k + \Delta P_o$   
 $P = VI \text{ Cos } \phi$   
 $Q = VI \text{ Sen } \phi$

En el caso de los transformadores:  $\text{Cos } \phi = 0.8$

Reemplazando los valores correspondientes de cada transformador, se ha determinado un total de:  $\Delta P_{TRAFO} = 41.56 \text{ KW}$  ver *Tabla 3.III* y con ayuda del *Gráfico 3.5*, debiéndose de señalar que este valor no puede evitarse, y es una

GRAFICO 3.5



VALORES CARACTERISTICOS DE TRANSFORMADORES:

- $I_o$  Intesidad porcentual en vacío
  - $P_o$  Pérdidas porcentuales en vacío
  - $P_k$  Pérdidas porcentuales en corto circuito
- en función de la potencia nominal  $S_N$

consecuencia también, de lo que hemos venido denominando como “Incremento continuo de la energía eléctrica”.

**TABLA 3.III**

DESCRIPCIÓN	POTENCIA APARENTE NOMINAL SNOW (KVA)	S CARGA (KVA)	INDICE DE CARGA C=S CARGA SNOW	PK (KW)	Po (KW)	AP (KW) TOTAL	ERICIONARIA %
SE ESTE							
T1	500	270	0.54	6.50	1.00	2.90	98.66
T2	500	270	0.54	6.50	1.00	2.90	98.66
T3	500	285	0.57	6.50	1.00	3.11	98.64
T4	100	93	0.93	2.00	0.35	2.08	91.46
T5	500	285	0.57	6.50	1.00	3.11	98.64
T6	300	20	0.07	4.50	0.66	0.68	96.11
T7	500	335	0.67	6.50	1.00	4.05	98.49
SE OESTE							
T1	500	70	0.14	6.50	1.00	1.13	98.02
T2	500	80	0.16	6.50	1.00	1.17	98.20
T3	500	228	0.46	6.50	1.00	2.38	98.71
SE “G”							
TE	80	80	1.00	1.68	3.20	4.88	92.74
SE “K”							
TK	160	35	0.97	2.72	0.48	0.61	97.87
SE “L”							
TL	400	173	0.57	5.60	0.84	1.88	98.64
GENERADOR VAPOR							
3 CALDEROS SE ESTE	200	199	0.57	3.20	0.56	3.76	97.66
POZOS #1,2,3,4							
	125	121	0.97	2.38	0.44	2.68	97.24
ASCENSORES							
ASCENSOR “A”	300	171	0.57	4.50	0.66	2.12	98.46
ASCENSOR “B-C”	300	171	0.57	4.50	0.66	2.12	98.46
<b>TOTAL</b>						<b>41.56</b>	

### **3.4 Análisis del Sistema de Alumbrado**

Por las dimensiones del Hospital, el consumo del sistema de iluminación reviste interés, por cuanto debemos analizar la eficiencia versus las oportunidades de ahorro por cada opción.

Como ya se mencionó en el capítulo II, luminarias del tipo lámpara fluorescente representan la mejor opción frente a las lámparas incandescentes; sin embargo en la actualidad se presentan también otras alternativas de uso, vamos a considerar al menos (02) opciones frente a las lámparas fluorescentes convencionales, como se indica a continuación:

#### **OPCION 1: Encendido Electrónico de Lámparas Fluorescentes Circulares**

Respecto a la lámpara fluorescente circular convencional permite prescindir del arrancador y el reactor, lográndose el encendido instantáneo al igual que una lámpara incandescente. Su empleo está limitado a las lámparas fluorescentes circulares de 32 y 22 Watts y para los cuales debe utilizar el socket de lámpara incandescente. Este dispositivo (ya que básicamente es un accesorio) se adecua apropiadamente para la etapa de cambio de lámpara incandescente a fluorescente.

#### **OPCION 2: Lámparas ahorradoras de energía**

Están constituidas por lámparas fluorescentes compactas, su empleo ha sido bastante recomendado por el ahorro de energía que representa, es decir, entregan igual nivel de iluminación (en lux) con menos consumo de energía eléctrica, esto lo podemos apreciar en la siguiente

**TABLA 3.IV**

LAMPARA	CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EQUIVALENTE (WATTS)			
INCANDESCENTE	25	50	75	100
FLUORESCENTE AHORRADOR	9	11	15	20
FLUORESCENTE TRADICIONAL	20	22	32	40

Los beneficios funcionales que presenta esta opción son

Alta eficiencia lumínica

Ahorro de energía entre el 75% y el 80%

Duración 8 veces mayor (respecto a la lámpara incandescente)

Resistencia a los cambios bruscos de tensión

Reemplazo directo en el socket normal

### **3.5 Análisis de la Compensación Reactiva**

La compensación reactiva que se emplea en el HNERM es del tipo COMPENSACIONES DESCENTRALIZADA, consistiendo está en la instalación de banco de condensadores conectados en las barras de energía a niveles de tensión de 220V. o en algunos casos en equipos que consumen energía reactiva en gran proporción. Este procedimiento es empleado comúnmente cuando se trata de corregir el factor de potencia, el cual permite también bajar el costo mensual de energía eléctrica, además de reducir la corriente en los cables alimentadores primarios que vienen desde el Generador hasta el transformador. En este caso, se instalan baterías de condensadores en el tablero principal.

Dado que existe variación de carga a lo largo de la jornada de trabajo, la batería de condensadores debe dividirse en un número de secciones que pueden conectarse y

desconectarse conforme a las necesidades mediante un equipo automático de control. Esto significa que las unidades de regulación de potencia reactiva contienen además de condensadores conectables, de un regulador que mide la potencia reactiva en el punto de entrada. Si la potencia difiere del valor preestablecido, el regulador provoca la conexión de grupos de condensadores que conectan por medio de contactores. La potencia reactiva de los condensadores se elige de tal forma que el factor de potencia para todo el Hospital mantenga (en promedio) el  $\text{Cos } \phi$  deseado.

Los bancos de condensadores a instalar para la compensación reactiva en el Hospital cuando tiene una demanda máxima (DM), con un factor de potencia promedio  $\text{Cos } \phi_1$ , mejorado hasta llegar a un factor de potencia  $\text{Cos } \phi_2$ , se puede calcular mediante la siguiente relación

$$Q_C = DM (\text{Tag } \phi_1 - \text{Tag } \phi_2) \dots\dots\dots (6)$$

Los cálculos a efectuarse para obtener este parámetro se desarrollarán en el sub capítulo 4.2.2, para su obtención hemos recurrido a la *Tabla 3.V* a efectos de determinar el factor  $(\text{Tag } \phi_1 - \text{Tag } \phi_2)$ .



**TABLA 3.V**

Forma de cálculo de la potencia de una batería de condensadores para obtener un  $\text{Cos } \phi_2$  determinado :  
Potencia del condensador en KVAR de carga para pasar del factor de potencia ( $\text{Cos } \phi_1$ ) a  $\text{Cos } \phi_2$

Tg	Cos $\phi_1$ inicial de la instal.	0.80	0.86	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1
2.22	0.40	1.557	1.691	1.805	1.832	1.861	1.895	1.924	1.959	1.998	2.037	2.085	2.145	2.233
2.16	0.41	1.474	1.625	1.742	1.769	1.798	1.831	1.860	1.896	1.935	1.973	2.021	2.082	2.225
2.10	0.42	1.413	1.561	1.681	1.709	1.738	1.771	1.800	1.836	1.874	1.913	1.961	2.022	2.154
2.03	0.43	1.356	1.499	1.624	1.651	1.680	1.713	1.742	1.778	1.816	1.855	1.903	1.961	2.107
1.98	0.44	1.290	1.441	1.558	1.585	1.614	1.647	1.677	1.712	1.751	1.790	1.837	1.899	2.003
1.93	0.45	1.230	1.384	1.501	1.532	1.561	1.592	1.626	1.659	1.695	1.737	1.784	1.846	1.950
1.88	0.46	1.179	1.330	1.446	1.473	1.502	1.533	1.657	1.600	1.636	1.677	1.725	1.786	1.929
1.82	0.47	1.130	1.278	1.397	1.425	1.454	1.485	1.519	1.532	1.588	1.629	1.677	1.758	1.881
1.77	0.48	1.076	1.228	1.343	1.370	1.400	1.430	1.464	1.497	1.534	1.575	1.623	1.684	1.825
1.73	0.49	1.030	1.179	1.297	1.326	1.355	1.386	1.420	1.453	1.489	1.530	1.578	1.639	1.782
1.68	0.50	0.982	1.132	1.248	1.276	1.303	1.337	1.369	1.403	1.441	1.481	1.529	1.590	1.732
1.64	0.51	0.936	1.087	1.202	1.230	1.257	1.291	1.323	1.369	1.395	1.435	1.483	1.544	1.685
1.60	0.52	0.894	1.043	1.160	1.188	1.215	1.249	1.281	1.357	1.353	1.393	1.441	1.502	1.644
1.55	0.53	0.850	1.000	1.116	1.144	1.171	1.205	1.237	1.271	1.309	1.349	1.397	1.458	1.600
1.51	0.54	0.809	0.959	1.075	1.103	1.130	1.164	1.196	1.230	1.258	1.308	1.356	1.417	1.559
1.47	0.55	0.769	0.918	1.035	1.063	1.090	1.124	1.156	1.190	1.228	1.268	1.316	1.377	1.519
1.44	0.56	0.730	0.879	0.996	1.024	1.051	1.085	1.117	1.151	1.189	1.229	1.277	1.338	1.480
1.40	0.57	0.692	0.841	0.958	0.986	1.013	1.047	1.079	1.113	1.151	1.191	1.239	1.300	1.442
1.36	0.58	0.665	0.805	0.921	0.949	0.976	1.010	1.042	1.076	1.114	1.154	1.202	1.263	1.405
1.33	0.59	0.618	0.768	0.884	0.912	0.939	0.973	1.005	1.039	1.077	1.117	1.165	1.226	1.368
1.30	0.60	0.584	0.733	0.849	0.878	0.905	0.939	0.971	1.005	1.043	1.083	1.131	1.192	1.334
1.26	0.61	0.549	0.699	0.815	0.843	0.870	0.904	0.936	0.970	1.008	1.048	1.096	1.157	1.299
1.23	0.62	0.515	0.665	0.781	0.809	0.836	0.870	0.902	0.936	0.974	1.014	1.062	1.123	1.255
1.20	0.63	0.483	0.633	0.749	0.777	0.804	0.838	0.870	0.904	0.942	0.982	1.030	1.091	1.233
1.17	0.64	0.450	0.601	0.716	0.744	0.771	0.805	0.837	0.871	0.909	0.949	0.997	1.058	1.200
1.14	0.65	0.419	0.569	0.685	0.713	0.740	0.774	0.806	0.840	0.878	0.918	0.966	1.007	1.169
1.11	0.66	0.388	0.538	0.654	0.682	0.709	0.743	0.775	0.809	0.847	0.887	0.935	0.996	1.138
1.08	0.67	0.358	0.508	0.624	0.652	0.679	0.713	0.745	0.779	0.817	0.857	0.905	0.966	1.108
1.05	0.68	0.329	0.478	0.595	0.623	0.650	0.684	0.716	0.750	0.788	0.828	0.876	0.937	1.079
1.02	0.69	0.299	0.449	0.565	0.593	0.620	0.654	0.686	0.720	0.758	0.798	0.840	0.907	1.049
0.99	0.70	0.270	0.420	0.536	0.564	0.591	0.625	0.657	0.691	0.729	0.769	0.811	0.878	1.020
0.96	0.71	0.242	0.392	0.508	0.536	0.563	0.597	0.629	0.663	0.701	0.741	0.783	0.850	0.992
0.93	0.72	0.213	0.364	0.479	0.507	0.534	0.568	0.600	0.634	0.672	0.712	0.754	0.821	0.963
0.90	0.73	0.186	0.336	0.452	0.480	0.507	0.541	0.573	0.607	0.645	0.685	0.727	0.794	0.936
0.88	0.74	0.159	0.309	0.425	0.453	0.480	0.514	0.546	0.580	0.618	0.658	0.700	0.757	0.909
0.85	0.75	0.132	0.282	0.398	0.426	0.453	0.487	0.519	0.553	0.591	0.631	0.673	0.740	0.882
0.82	0.76	0.105	0.255	0.371	0.399	0.426	0.460	0.492	0.526	0.564	0.604	0.652	0.713	0.855
0.80	0.77	0.079	0.229	0.345	0.373	0.400	0.434	0.466	0.500	0.538	0.578	0.620	0.687	0.829
0.77	0.78	0.053	0.202	0.319	0.347	0.374	0.408	0.440	0.474	0.512	0.552	0.594	0.661	0.803
0.75	0.79	0.026	0.176	0.292	0.320	0.347	0.381	0.413	0.447	0.485	0.525	0.567	0.634	0.776
0.72	0.80	-	0.150	0.266	0.294	0.321	0.355	0.387	0.421	0.459	0.499	0.541	0.608	0.750
0.69	0.81	-	0.124	0.240	0.268	0.295	0.329	0.361	0.395	0.433	0.473	0.515	0.582	0.724
0.67	0.82	-	0.098	0.214	0.242	0.269	0.303	0.335	0.369	0.407	0.447	0.489	0.556	0.699
0.64	0.83	-	0.072	0.188	0.216	0.243	0.277	0.309	0.343	0.381	0.421	0.463	0.530	0.672
0.62	0.84	-	0.046	0.162	0.190	0.217	0.251	0.283	0.317	0.355	0.395	0.437	0.504	0.645
0.59	0.85	-	0.020	0.136	0.164	0.191	0.225	0.257	0.291	0.329	0.369	0.417	0.478	0.620
0.57	0.86	-	-	0.109	0.140	0.167	0.198	0.230	0.264	0.301	0.343	0.390	0.450	0.593
0.54	0.87	-	-	0.083	0.114	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.317	0.364	0.424	0.557
0.50	0.88	-	-	0.054	0.085	0.112	0.143	0.175	0.209	0.246	0.288	0.335	0.395	0.538
0.48	0.89	-	-	0.024	0.059	0.086	0.117	0.149	0.183	0.230	0.262	0.309	0.369	0.512
0.48	0.90	-	-	-	0.031	0.058	0.089	0.121	0.155	0.192	0.234	0.281	0.341	0.484

Ejemplo : Es una instalación de una potencia media de 200 KW con un  $\text{Cos } \phi_1 = 0.70$ . Para elevar el  $\text{Cos } \phi$ , a 0.90 se necesita una potencia reactiva de :  $200 \times 0,536 = 107 \text{ KVAR.}$ , a cualquier valor nominal de tensión.

## **CAPITULO IV. PROYECTO PARA LA PRESTACION EFICIENTE DEL SISTEMA ELECTRICO**

### **4.1 Aspectos que Comprende el Proyecto**

#### **4.1.1 Consideraciones Preliminares**

Tomando como referencia las consideraciones señaladas en los capítulos precedentes, de manera muy especial lo indicado en el capítulo I (punto 1.3), respecto a un modelo para la obtención de resultados; mencionaremos que en la implementación del citado modelo se empleará la siguiente data:

Datos Iniciales: Estado actual de los equipos e instalaciones

Limitaciones: Utilización restringida de recursos económicos

Criterios de Optimización: Mínima inversión, mayor ahorro y excelente calidad.

Datos Finales: Red eléctrica eficientemente constituida.

El análisis y la obtención de resultados (Datos Finales), en este caso, lo desarrollaremos solamente de manera cualitativa. Con este propósito se establecerán los parámetros sobre las cuales se debe llevar a cabo el programa.

#### **4.1.2 Determinación de las Líneas de Acción del proyecto**

Como se dijo, previamente estableceremos los parámetros, es decir los diferentes aspectos a considerar para obtener la eficiencia esperada. La implementación por cada aspecto considerado se efectuará mediante los programas o líneas de acción correspondientes.

Los parámetros a considerar son referidos a: inversiones, ahorro de energía, calidad de servicio, protección de equipos e instalaciones y garantía del servicio.

Cada parámetro o aspecto señalado tendrá determinados trabajos a ejecutar (o líneas de acción); debemos remarcar, sin embargo, que una determinada línea de acción puede ubicarse en mas de un parámetro, de ser este el caso, simplemente se confirmara su importancia para su ejecución.

A continuación por cada parámetro considerado determinaremos las líneas de acción correspondientes.

## 1. **Inversiones**

### **Mejoras sin Inversión**

Selección del modo correspondiente a la tarifa (LUZ DEL SUR) que permita obtener ahorros.

Elaboración y/o completamiento de los planos eléctricos de las instalaciones eléctricas faltantes.

Elaboración de un plan de concientización para el uso racional y/o ahorro de la energía eléctrica.

Reformular el plan de mantenimiento, con especial incidencia en el mantenimiento preventivo.

### **Mejoras con Inversión**

Implementación gradual de supresores de pico para la protección de los equipos e instalaciones.

Adquisición de Banco de Condensadores (compensación reactiva).

Adquisición de Grupo Electrónico (sistema de emergencia).

Automatización del Tablero de Energía de la sub estación Oeste.

Construcción de Sistemas de puesta a tierra para la protección de los equipos e instalaciones.

Cambios en los sistemas de iluminación.

Cambios en los sistemas de arranque de motores.

## 2. **Ahorro de Energía**

Empleo de la compensación reactiva.

Cambios en los sistemas de arranque de motores.

Cambios en los sistemas de iluminación.

Plan de concientización para el uso racional de la energía eléctrica.

## 3. **Calidad de Servicio**

Reformulación del plan de mantenimiento, e incidencia en el mantenimiento preventivo programado.

Construcción de Sistemas de puesta a tierra

## 4. **Protección de Equipos e Instalaciones**

Implementación de supresores de pico

Construcción de sistemas de puesta a tierra

## 5. **Garantía Permanente de Servicio**

Automatización del Tablero de Energía de la sub estación Oeste

Adquisición de Grupo Electrónico

### **4.2 Implementación de las Líneas de Acción del Proyecto**

La implementación de las líneas de acción esta siendo efectuada actualmente, la misma que es función de la disponibilidad de recursos presupuestales.

Durante una primera fase se ha considerado las mejoras a efectuar sin inversión, considerando en primer término a la elección del modo tarifario y a la reformulación

del programa de mantenimiento; durante una segunda fase se ha llevado a cabo la implementación de los supresores de pico en diferentes instalaciones, asimismo se están realizando las gestiones de compra para complementar el programa.

Los diferentes aspectos que comprende la implementación del programa propuesto serán indicados a continuación.

#### 4.2.1 Utilización Óptima del Sistema Tarifario

La empresa LUZ DEL SUR a la cual esta suscrita el HNERM, basa su facturación estrictamente a las lecturas de los medidores asociados y al modo de estructura tarifaria por la que el usuario ha optado.

Conforme al tipo de suministro adoptado, se establece la tarifa correspondiente, tal como se indica a continuación.

**A) Suministros no Regulados:** Para clientes cuyas potencias son mayores de 1000 KW, se tienen las siguientes tarifas:

<b>TARIFA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
M A T 1 MUY ALTA TENSION	Tarifa general para suministros con alimentación a tensiones nominales desde 138,000 a 220,000 voltios.
A T 1 ALTA TENSION	Tarifa general para suministros con alimentación a tensiones nominales de 30,000 a 69,000 voltios.
M T 1 MEDIA TENSION	Tarifa general para suministros con alimentación a tensiones nominales de 2,300 a 29,000 voltios.

**B) Suministros Sujetos a Regulación:** Para clientes cuyas potencias límites son menores o igual a 1,000 KW, se tienen las siguientes tarifas:

TARIFA	DESCRIPCION
MT2 MEDIA TENSION BT2 BAJA TENSION	Tarifa horaria con doble medición de energía y contratación o medición de las potencias : 2E, 2P.
MT3 MEDIA TENSION BT3 BAJA TENSION	Tarifa horaria con doble medición de energía y contratación o medición de una potencia : 2E, 1P.
MT4 MEDIA TENSION BT4 BAJA TENSION	Tarifa con simple medición de energía y contratación o medición de una potencia : 1E, 1P.

Para el caso específico del HNERM, le corresponde la tarifa MT1, debido a las características del consumo de energía eléctrica y su nivel de tensión de suministro (10 KV).

El sistema de facturación (tarifa MT1), mantiene los siguientes cargos:

**CARGO FIJO MENSUAL:** Este cargo se aplica aún cuando el consumo sea nulo o haya corte de suministro.

**CARGO POR MANTENIMIENTO**

**CARGO POR POTENCIA CONSUMIDA EN HORAS PUNTA (H.P)**

**EXCESO DE POTENCIA REGISTRADA EN HORAS PUNTA:** Este exceso es triplicado en su valor para efectos de su facturación.

**CARGO POR POTENCIA REGISTRADA FUERA DE HORAS PUNTA (F.H.P)**

**EXCESO DE POTENCIA REGISTRADA FUERA DE HORAS PUNTA:** Este exceso es triplicado en el valor de este rubro para su facturación correspondiente.

**ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA**

**ENERGIA ACTIVA FUERA DE HORAS PUNTA**

**Energía Reactiva:** La facturación de este consumo se hace efectiva solo si el consumo registrado supera el 30% de su energía activa mensual.

El HNERM ha suscrito un contrato con LUZ DEL SUR para el uso de la tarifa MT1, en las cláusulas del mismo se han consignado los siguientes valores para el consumo:

Potencia Límite: 1,500 KW

Potencia Contratada en horas punta: 1,200 KW

La tarifa MT1 nos ofrece la opción de concertar periódicamente los indicados valores, si es que la demanda de energía eléctrica se alterase. Para estos casos se realizan reuniones entre los representantes del Hospital y los de LUZ DEL SUR donde luego de deliberaciones técnicas sustentadas se concluyen en acuerdos de ambas partes.

Los valores facturados por concepto de:

Exceso de potencia registrada en horas punta y,

Exceso de potencia registrada fuera de horas punta

Son obtenidas con respecto a la potencia contratada en horas punta y potencia límite respectivamente. El objeto es evitar que se den estos excesos, por cuanto cada exceso representa el triple de su valor normal. Con este propósito, se ha efectuado un análisis bastante cuidadoso sobre la evolución de la demanda eléctrica antes de concertar los valores de las potencias límite y contratada, prueba de ello es que se ha logrado obtener ahorros en los gastos por consumo eléctrico como se indicará mas adelante.

A continuación vamos a presentar un caso práctico.

Disponemos de las facturas de LUZ DEL SUR de los meses Abril, Mayo y Junio - 1996 .

De la factura de Abril se obtiene

	Precio Unit.	Consumo
Exceso de potencia registrada en horas punta	S/.36.48	0.00 KW
Exceso de potencia registrada fuera de horas punta	S/. 9.12	4.80 KW
Lo cual corresponde a		
Potencia registrada fuera de horas punta:		1404.60 KW
Potencia límite (Abril 96)		1250.00 KW
	Diferencia	<hr/> 151.60 KW
	Factor Triplicador	3
		<hr/> 454.80 KW

El monto de la facturación por este exceso corresponde:

$$454.80 \times 9.12 = S/. 4,147.77$$

Luego de la reunión de concertación con LUZ DEL SUR se llegó a elevar la potencia límite a un valor de 1500 KW.

Durante el mes de Mayo - 96, se obtiene de las facturas:

	Precio Unit.	Consumo
Exceso de potencia registrada en horas punta	36.12	67.20 KW
Exceso de potencia registrada fuera de horas punta	9.03	0.00 KW

Se observa en el segundo caso (F.H.P) que no existe consumo y por lo tanto la facturación en este rubro es de S/. 0.00; significándoles relativamente al mes anterior un ahorro de S/. 4,147.77 .

En relación al exceso (H.P) este se ha obtenido respecto a las lecturas:



Potencia registrada en horas punta	1222.40 KW
Potencia contratada en horas punta	1200.00 KW
Diferencia	22.40 KW
Factor Triplicador	3
Total	67.20 KW

El monto de facturación correspondería a

$$67.20 \times 36.12 = S/. 2,427.20 .$$

Posteriormente en reuniones con LUZ DEL SUR se estableció que dada la cercanía de los valores (1222.40 y 1200 KW) debería mantenerse el valor de la potencia contratada en horas punta; y por nuestra parte comprometernos a evitar dichos excesos.

A partir del mes de Junio - 96 y los siguientes meses se obtiene de la facturación:

	Precio Unit.	Consumo
Exceso por potencia registrada en horas punta	S/. 0.00	0.00 KW
Exceso por potencia registrada fuera de horas punta	S/. 0.00	0.00 KW

Lo cual nos significa un AHORRO en la facturación del orden de S/. 6,500 a S/. 7,000 en promedio al MES.

#### **4.2.2 Reducción del Consumo de Energía por Compensación Reactiva.**

Tomando como referencia las facturas se ha elaborado la siguiente tabla:

**TABLA 4.I**

<b>MES 1996</b>	<b>ENERGIA REACTIVA</b>		
	PRECIO UNIT.	CONSUMO (> 30% E.A) KVAR-H	MONTO
ENERO	0.0317	261,083.62	8,276.36
FEBRERO	0.0321	251,462.72	8,071.95
MARZO	0.0321	272,714.56	8,754.13
ABRIL	0.0321	262,183.94	8,416.10
MAYO	0.0322	252,236.62	8,122.01
JUNIO	0.0322	299,652.08	9,648.79
JULIO	0.0333	298,537.20	9,941.28
AGOSTO	0.0334	300,403.00	10,033.46
SETIEMBRE	0.0334	302,628.50	10,107.79
OCTUBRE	0.0349	324,531.24	11,326.14

Como puede apreciarse tenemos valores crecientes, el precio unitario es controlado por LUZ DEL SUR y se da en función a sus costos operativos (generación, distribución, etc).

El consumo de energía reactiva en (KVAR-H), si es posible controlar por el Hospital y será motivo de estudio en el presente capítulo, debiendo de manifestarse su importancia, por cuanto es posible obtener ahorros económicos.

En el punto 3.5 se manifestó que la compensación reactiva en el HNERM es del tipo DESCENTRALIZADA. La potencia reactiva total a instalar, para efectos de los cálculos correspondientes, debe ser la diferencia entre la demanda de energía reactiva en el momento de la carga máxima, y la energía reactiva que puede consumirse sin pagar tarifa extra a la empresa suministradora de energía eléctrica.

Una instalación que consume potencia activa P, al ser compensada para mejorar el factor de potencia de  $\text{Cos } \phi_1$  a  $\text{Cos } \phi_2$ , necesita una batería de condensadores cuya potencia mantiene la siguiente relación:

$$Q_C = P (\text{Tag } \phi_1 - \text{Tag } \phi_2)$$

Para el cálculo del factor de potencia del Hospital ( $\text{Cos } \phi_1$ ), recurrimos a los recibos mensuales de LUZ DEL SUR por un período de 10 meses. En dichos documentos se encuentran los siguientes parámetros

Demanda Máxima : DM (KW)

Energía Activa : EA (KW - H)

Energía Reactiva : ER (KVAR - H)

Con estos datos determinaremos lo siguiente:

$P = DM \text{ (KW)}$

$$\text{Tag } \phi_1 = \frac{\text{ER}}{\text{EA}}$$

Haciendo uso de la *Tabla 3.V* tenemos  $\text{Cos } \phi_1$  y también el factor

$\text{Tag } \phi_1 - \text{Tag } \phi_2$ ; con lo cual determinaremos  $Q_c$ .

En la *Tabla 4.II* se aprecia la determinación de estos valores.

**TABLA 4.II**

MES (96)	DEMANDA MAXIMA (KW)	ENERGIA ACTIVA (KW)	ENERGIA REACTIVA (KVAR -H)	ER TAG $\phi_1 = \frac{\text{ER}}{\text{EA}}$
ENERO	1313.60	616,928.60	446,162.40	0.72
FEBRERO	1392.80	626,093.60	439,290.80	0.70
MARZO	1428.80	665,210.80	472,277.80	0.71
ABRIL	1401.60	624,694.20	449,592.20	0.72
MAYO	1284.80	614,410.60	436,559.80	0.71
JUNIO	1332.00	580,804.40	473,893.40	0.82
JULIO	1318.80	601,998.00	479,136.60	0.80
AGOSTO	1312.80	593,962.00	478,591.60	0.81
SETIEMBRE	1192.80	565,583.00	472,303.40	0.84
OCTUBRE	1255.20	613,465.20	508,570.80	0.83

A modo de ejemplo, calculamos la potencia reactiva consumida en Octubre - 96:

Con un  $\text{Tag } \phi_1 = 0.85$  vamos a la *Tabla 3.V* de donde obtenemos  $\text{Cos } \phi_1 = 0.76$ , el cual debemos mejorarlo a  $\text{Cos } \phi_2 = 0.96$ , obteniéndose  $(\text{Tag } \phi_1 - \text{Tag } \phi_2) = 0.564$

Tendremos por lo tanto:

$$Q_C = DM (\text{Tag } \phi_1 - \text{Tag } \phi_2) \Rightarrow Q_C = 1,255.20 \times 0.564$$

$$Q_C = 707.93 \text{ KVAR} \qquad Q_C \approx 710 \text{ KVAR}$$

De conformidad al flujo de corriente de carga en la operación de los actuales transformadores, efectuaremos la distribución de la batería de condensadores en el modo siguiente:

### **Sub Estación Este**

Banco automático de condensadores de 225 KVAR conectado a las barras del transformador  $T_1$

Condensador de 125 KVAR conectado a las barras del transformador  $T_3$

Banco automático de condensadores de 125 KVAR conectado a las  $T_5$

En cada una de las (04) electrobombas de agua dura y blanda pueden ser instalados, condensadores de 20 KVAR sumando un total de 80 KVAR.

### **Sub Estación Oeste**

Condensador de 75 KVAR en las barras del transformador  $T_2$

Banco automático de condensadores de 100 KVAR conectado a las barras del transformador  $T_3$ .

Efectuando la suma de la potencia reactiva de los condensadores a ser instalados este nos dará un total de:  $Q_C = 730 \text{ KVAR}$ .

En las figuras 4.I y 4.II se muestran los esquemas de conexión propuestos para las sub estaciones Este y Oeste.

### **Compensación Estática del Factor de Potencia**

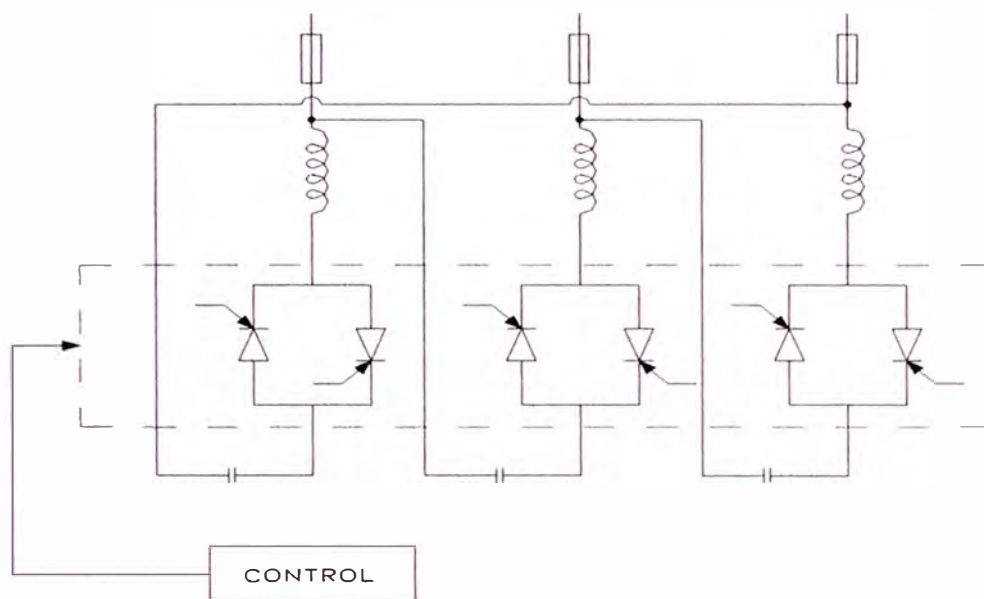
En los ascensores “A” y “B - C” (6 motores de 40 HP por cada grupo) donde las fluctuaciones de carga son importantes y rápidas (corrientes variantes desde 50Amp. Hasta 400Amp.), la conexión a base de contactores no permite actuar lo suficientemente rápido como para tener en cada momento la compensación necesaria. En tal sentido se optó por aplicar contactores estáticos, a base de tiristores gobernados con reguladores, para la conexión o desconexión de los condensadores.

### **Ventajas Obtenidas**

- Conexión del condensador, se produce cuando la tensión de la red coincide con la del condensador, por tal motivo se elimina el transitorio de conexión.
- Desconexión del condensador, se produce al paso por cero de la corriente.
- Respuesta inmediata a la demanda de compensación, esta condición es inalcanzable con los contactores convencionales.
- Menor desgaste de los condensadores y de interruptores de maniobra, la cuál implica la eliminación de transitorios y la total ausencia de partes mecánicas móviles, por consiguiente la vida útil de los equipos se incrementa.

Su instalación es según el diagrama siguiente.

## ESQUEMA DE PRINCIPIO DE CONDENSADOR CON INTERRUPTOR ESTATICO



Los cálculos efectuados hacen ver la necesidad de conexión de un condensador de 50 KVAR adicionalmente en cada sub estación (ESTE y OESTE), lo cual nos da un agregado de 100 KVAR.

El valor de  $Q_C$  se incrementaría, y se tendrá que :  $Q_C = 830$  KVAR.

Este último resultado es también válido ya que tenemos como potencia límite: 1500 KW. Si aplicamos los factores anteriormente determinadas ( $\cos \phi_1 = 0.76$  y  $\cos \phi_2 = 0.96$ ), tendremos:

$$Q_C = 1500 \times (0.654)$$

$$Q_C = 846 \text{ KVAR}$$

La implementación de los condensadores para los ascensores "A" y "B - C", requiere salvar previamente el inconveniente de la soldadura de los contactos.

FIGURA 4.1

ESQUEMA ELECTRICO COMPENSADO Y CON PROTECCION CONTRA PICOS DE VOLTAJE SUB ESTACION ESTE

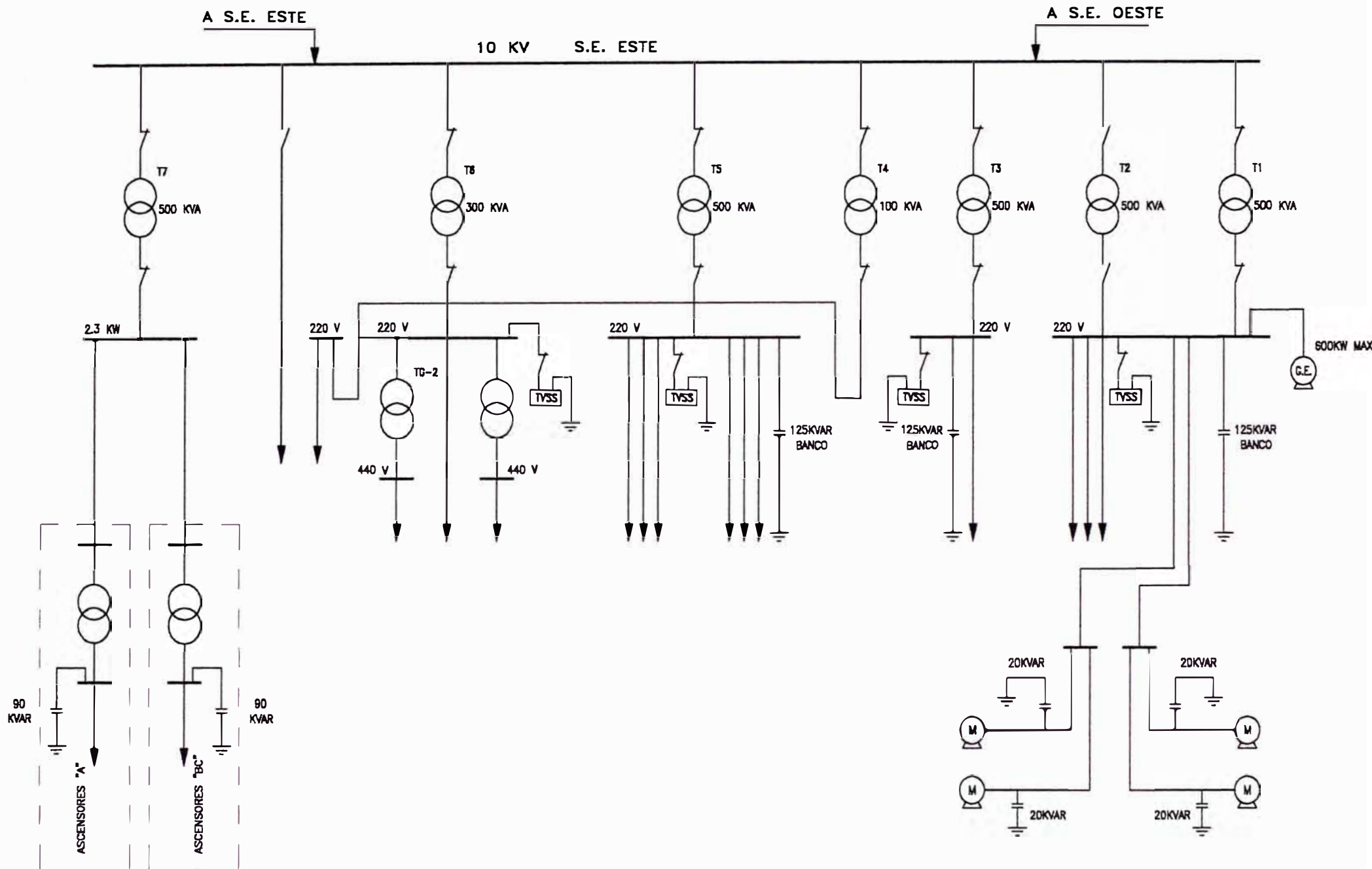
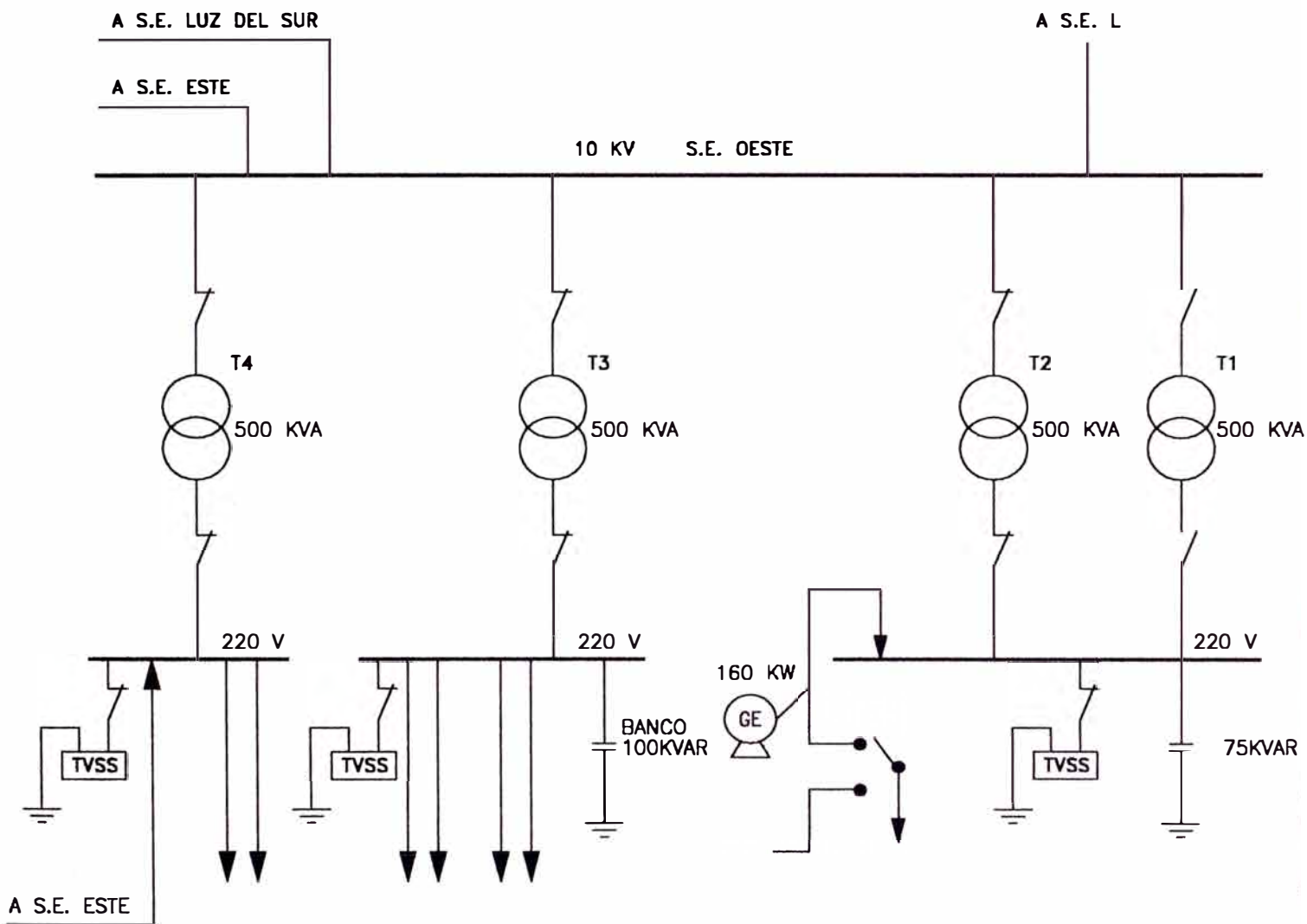


FIGURA 4.II

ESQUEMA ELECTRICO COMPENSADO Y CON PROTECCION  
CONTRA PICOS DE VOLTAJE SUB ESTACION OESTE





#### **4.2.3 Cambio del Sistema de Arranque de Motores Eléctricos**

Esta opción consiste en la implementación de interruptores de estado sólido, se emplea reemplazando a los actualmente utilizados, ha sido previsto para los motores eléctricos de los ascensores y para las electrobombas; se pretende con ello obtener las siguientes ventajas:

Arranque suave, con reducción de la corriente de arranque y Protección de las partes mecánicas del motor.

Se anulan las caídas de tensión.

Permite prolongar la vida de los motores y equipos asociados

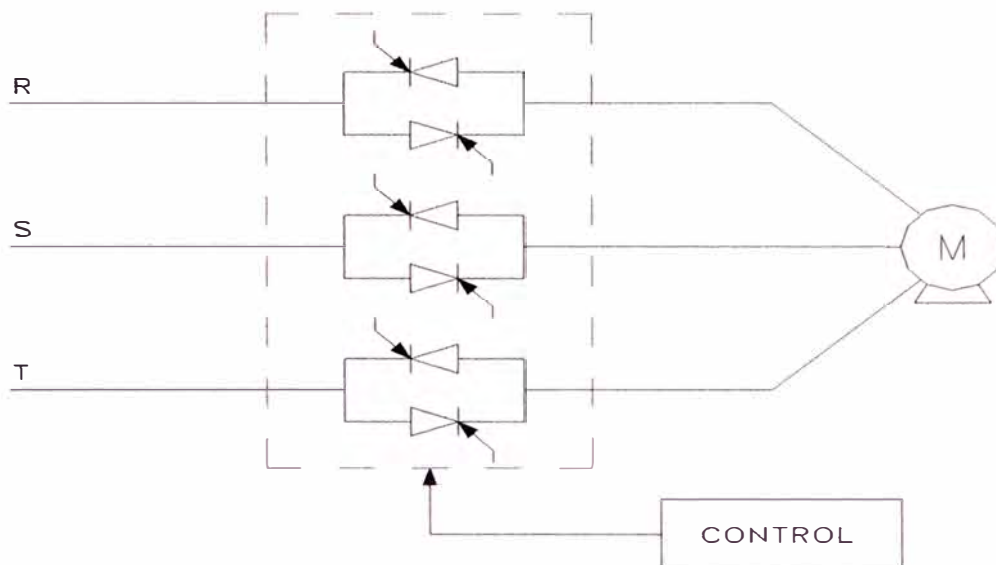
Se obtiene sencillez de operación, economía de espacio y de peso.

Dependiendo del número de arranques y el índice de carga de los motores, se obtiene un menor consumo de energía activa.

Las ventajas señaladas frente a los sistemas convencionales de arranque justifican su implementación.

En el HNERM los motores que deben contar con este dispositivo son aquellos correspondientes a las electrobombas (04 en total) de agua dura y blanda, así como a los ascensores de los sectores “A” y “B - C” (12 en total). Debemos manifestar sin embargo que en la actualidad se esta completando la instalación de los interruptores de estado sólido en los ascensores antes señalados, quedando aún pendiente su instalación en las electrobombas.

El funcionamiento de un control del sistema de arranque que emplea dispositivos de estado sólido (tiristores), se basa mediante el principio de control de fase. En la figura siguiente se aprecia un esquema de control de la variación de la tensión estática mediante tiristores empleado para estos efectos.



El arrancador estático tiene (02) sub sistemas, uno de potencia y otro de control. El sub sistema de potencia consta de (02) tiristores en antiparalelo en serie con cada fase, aplicando una excitación permanente a la puerta de los tiristores estos no oponen resistencia al paso de la corriente estatórica, y la tensión aplicada al motor es de la red de alimentación, el valor de la pequeña caída de tensión en los tiristores es de 1 a 2 voltios. En cada semiperíodo, la corriente cambia de sentido y pasa por uno de los 02 tiristores de fase alternativamente. En cualquier instante existen 03 tiristores en conducción, uno por fase, dos en un sentido y uno en el otro, de forma que la suma de las corrientes instantáneas que llegan al motor es nula. Aplicando estos principios, el dispositivo puede considerarse como un interruptor estático, aunque en situación de bloqueo siempre circularán por los devanados las pequeñas corrientes de fugas de los tiristores, insuficientes para mover el motor, pero no para producir descargas indeseables si se tocan los terminales del mismo.

La variación de la tensión estatórica se realiza a través de las puertas de los tiristores mediante el disparo secuencial de pulsos emitidos por el órgano de control y con un retardo de ángulo  $\alpha$ . Eliminando la excitación de las puertas de los tiristores

estos se bloquean al primer paso por cero subsiguiente de las corrientes de fase, quedando el motor desconectado de la red.

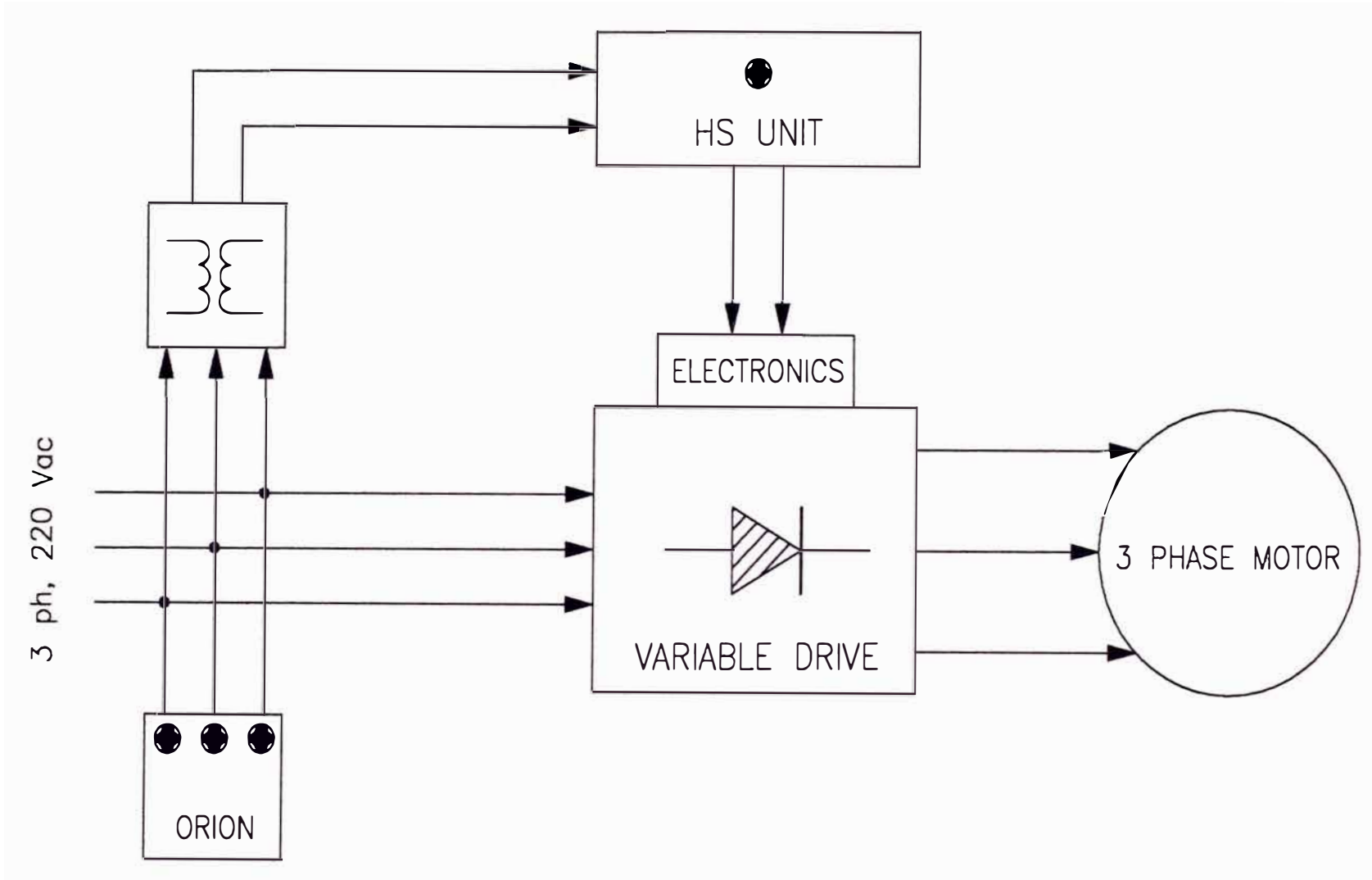
#### **4.2.4 Protección de Equipos e Instalaciones Eléctricas**

En el HNERM desde hace algunos años atrás han venido presentándose problemas derivados de las variaciones bruscas de voltaje y dados principalmente por los transitorios picos, los cuales a su vez son producidos por la conmutación de cargas inductivas de equipos eléctricos, sistemas de iluminación, inducción entre líneas, etc; tales problemas han afectado a nuestros equipos e instalaciones de diversas maneras.

Citaremos algunos de los casos ocurridos debido a los transitorios de voltaje y que han afectado a nuestros equipos, tales como : Equipo de Transferencia Automática del Sistema Eléctrico de Emergencia de la sub estación Este, El Equipo Esterilizador de Chatas de Emergencia, la central telefónica, etc. Los montos desembolsados para la reparación de estos equipos fue relativamente alta.

Habiéndose estudiado este problema se ha determinado la urgente necesidad de su implementación, por razones de proteger la inversión de los equipos e instalaciones del Hospital; a manera de ilustración mencionaremos que el Hospital posee aproximadamente 2,000 equipos médicos, dentro de los cuales existen equipos de alto costo y de alta sensibilidad, parte de ellos están instalados en áreas estratégicas y con atención a pacientes en estado crítico (Emergencias, UCI y Centro Quirúrgico); debemos indicar también que la tendencia en equipos médicos es a emplear cada vez mas equipos controlados por microprocesador los cuales son altamente sensibles.

FIGURA 4.III  
ARRANCADOR DE ESTADO SOLIDO PROTEGIDO CONTRA TRANSITORIO  
PICOS DE VOLTAJE



Para tal efecto se ha efectuado la adquisición de supresores de pico de voltaje, estos dispositivos de protección y su instalación es según figura 4.III como ejemplo, para el caso de un motor y además se viene efectuando de acuerdo a la prioridad asignada de los equipos e instalaciones y conforme al siguiente orden:

SUB ESTACIONES PRINCIPALES

TABLEROS PRINCIPALES

EQUIPOS ESTRATEGICOS y/o DE ALTO COSTO

**Sub Estación Este:** Se ha instalado el supresor marca: THE PROTECTOR, modelo: ORN 240 NN, el cual soporta picos de voltaje de una magnitud de hasta 20,000 voltios y 10,000 amperios de corriente. Este modelo cumple con la primera etapa de protección y ha sido aplicado a cada una de las cinco barras independientes que funcionan con alimentación trifásica a 220 voltios, siendo su colocación después de la llave principal.

**Sub Estación Oeste:** De manera similar a la sub estación Este se ha instalado el protector THE PROTECTOR, modelo: ORN 240 NN aplicándose a cada una de las 03 barras de alimentación trifásica de esta sub estación.

Luego de proteger contra los transitorios picos de voltaje externo con la instalación de un total de 08 unidades de protección en ambas sub estaciones, se procedió a proteger el siguiente nivel importante de distribución. En este caso nos referimos a la protección de los tableros de distribución interna, esta protección está dirigida a eliminar los transitorios picos de voltaje de origen interno producidos de tablero a tablero.

Los transitorios de origen interno son de menor magnitud en voltios que la de los externos, pero provocan más daños y paralizaciones de trabajo en el equipo eléctrico o electrónico, debido a la degradación “acumulativa” de sus componentes internos.

Se ha efectuado también la instalación de estos dispositivos de protección en los tableros de alimentación a los siguientes servicios:

**Centro Quirúrgico:** Cuenta con (03) tableros de 220 voltios y (01) de 110 voltios; en los tableros de 220 voltios se instaló el supresor THE PROTECTOR, modelo: P240 NN trifásico; en el tablero de 110 voltios se instaló el supresor THE PROTECTOR, modelo: P120 NN trifásico.

**Unidades de Cuidados Intensivos:** Existen (05) UCI, estando ubicados en los ambientes: 2C, 11B, 7B, 11B y 13B; en cada uno de estos ambientes se instaló el supresor THE PROTECTOR, modelo: P240 NN trifásico.

**Emergencia:** Existen (02) tableros, a los cuales se instaló el supresor THE PROTECTOR, modelo: P240 NN trifásico en cada uno de ellos.

Asimismo, en los servicios que se indican a continuación se instaló el supresor THE PROTECTOR, modelo P240 NN trifásico :

MEDICINA TRANSFUSIONAL, en 03 tableros

LABORATORIO DE EMERGENCIA

BIOQUIMICA

HEMODIALISIS

HEMOCULTIVO

BANCO DE ORGANOS E HISTOCOMPATIBILIDAD

Adicionalmente en MEDICINA TRANSFUSIONAL por poseer también un tablero de 110 voltios, se instaló el supresor THE PROTECTOR, modelo: P120 NN trifásico.

Lo expuesto se resumen en la tabla 4.III

**TABLA 4.III**

<b>Ubicación</b>	<b>Modelo</b>	<b>Máximo Voltaje De Operación V</b>	<b>Corriente Pico KA</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tipo De Protección</b>
Sub Estación Este	ORN 240 NN	275	80	5	Contra picos de Voltaje Externo
Sub Estación Oeste	ORN 240 NN	275	80	3	
Centro Quirúrgico	P240NN	275	39	3	Contra picos de Voltaje Interno
Centro Quirúrgico	P120NN	150	160	1	
Cuidados Intensivos	P240NN	275	39	5	
Emergencia	P240NN	275	39	2	
Medicina Transfusional	P240NN	275	39	3	
Medicina Transfusional	P120NN	150	160	1	
Laboratorio Emergencia	P240NN	275	39	1	
Bioquímica	P240NN	275	39	1	
Hemodialisis	P240NN	275	39	1	
Hemocultivo	P240NN	275	39	1	
Banco de organos	P240NN	275	39	1	

#### 4.2.5 Ahorro en los Sistemas de Iluminación

En el punto 3.4 se efectuó el análisis de (02) opciones adicionales a los sistemas de alumbrado existentes en el HNERM; tomando en consideración, los

requerimientos de iluminación, el ahorro de energía y el confort, para el uso del personal médico técnico y por los pacientes del Hospital; y luego de su estudio correspondiente aplicando reingeniería se ha optado por el empleo de estas (02) opciones incluyendo las convencionales, por ejemplo en el área hospitalización en los pasadizos de ingreso y servicios higiénicos de los dormitorio se contaba en total con 2500 focos incandescentes de 100W. Y 75W.cada una, donde fueron reemplazados por equipos fluorescentes circulares con pantalla difusora de 22W. En el caso de lámparas veladoras se cambiaron 600 unidades de 25W del tipo incandescentes por ahorradores de 5W.

Asimismo se esta sustituyendo progresivamente los fluorescentes de 40W. cada vez que cumplen su vida útil por fluorescentes de 36W. En la actualidad se han cambiado el 70% del total de lámparas existentes en las instalaciones

#### **4.2.6 Ampliación del Sistema Eléctrico de Emergencia**

Como se informa en el capítulo II (punto 2.2.2), el Hospital cuenta actualmente con (02) Grupos Electrógenos, los cuales en las situaciones de emergencia operan cercanamente a su capacidad plena.

Debido a las ampliaciones de servicios que vienen ejecutándose actualmente en el Hospital (Emergencia Pediátrica, Emergencia Obstréctica, Hemodiálisis y Rehabilitación) y que pertenecen a servicios críticos, se hace necesario y urgente la ampliación del sistema eléctrico de emergencia, el cual debe disponer también de la capacidad para atender en los circuitos de emergencia a otros servicios críticos que sean ampliados en el futuro.



En tal sentido, se ha efectuado las gestiones para la adquisición de un Grupo Electrónico de tal manera que reemplace al grupo de 600KW. como resultado de estas gestiones se ha adquirido un Grupo Electrónico de 1100 KW.

Para efectos de asignar una mayor confiabilidad a la entrada en funcionamiento de los grupos electrónicos en la sub estación Oeste, esta prevista la automatización del tablero de transferencia automática con un controlador lógico programable. De esta forma se completaría la automatización de todo el sistema de emergencia.

#### **4.2.7 Construcción de Sistemas Puesta a Tierra**

Para efectos de brindar protección a los equipos y seguridad al personal que manipula los equipos eléctricos y electrónicos contra posibles descargas eléctricas por falla o inducciones, así como evitar el deterioro progresivo de dichos equipos, y también de disminuir las posibilidades de corto circuito en las instalaciones eléctricas que dejarían con cortes de fluido a tales ambientes, se ha elaborado el proyecto del sistema puesta a tierra, el mismo que tiene por objetivo:

Restitución del sistema puesta a tierra en las sub estaciones Este, Oeste, Sector “L” y Sector “G”, en el lado de 10 KV y 220 V

Construcción del sistema puesta a tierra para los Grupos Electrónicos de las sub estaciones Este y Oeste

Construcción del sistema puesta a tierra para el lado de baja tensión en 220 Voltios en las sub estaciones Este, Oeste, Sector “G”.

A continuación vamos a presentar un resumen técnico-económico del proyecto de construcción de sistemas puesta a tierra en nuestro Hospital.

#### **Descripción.**

1. En la Sub Estación Este se realizará lo siguiente:

a. En el lado de alta tensión en 10,000 voltios:

- Construcción de dos pozos de tierra.
- Instalación de una línea a tierra entre los dos pozos derivándose de estos puntos
- \* A los 07 transformadores de potencia
- \* A la celda de un seccionador de potencia.
- \* A la estructura de 2 botellas terminales.
- \* A la estructura de los portafusibles (7 juegos)
- \* A los transformadores de tensión de medida
- \* A la estructura de las celdas de transformación.

b. En el lado de baja tensión en 220 voltios:

- Construcción de dos pozos de tierra.
- Instalación de la línea a tierra entre los pozos.
- Aterramiento del tablero principal.
- Cableado desde la línea principal a dos cajas de pase en la misma sub estación.
- Instalación de una platina o conductor de cobre soldada y/o empernada a la tubería galvanizado, que servirá como conductor de tierra a los sub tableros del Hospital.
- Cableado de la línea a tierra desde los pozos hasta la estructura del tablero en Galería Baja B - C.

c. Para el Grupo Electrónico INGERSOLL RAND:

- Construcción de un pozo de tierra
- Instalación de la línea a tierra desde el pozo hasta el Grupo Electrónico.
- Aterramiento de los tableros de mando.

2. En la Sub Estación Oeste se realizará:

a. En el lado de alta tensión en 10,000 voltios.

- Construcción de 1 pozo de tierra
- Instalación de la línea a tierra desde el pozo a:
  - \* A los 3 transformadores de potencia.
  - \* A la celda de un seccionador de potencia
  - \* A la estructura de las 2 botellas terminales
  - \* A la estructura de los protafusibles (3 juegos)
  - \* A la estructura de las celdas de transformación.

b. En el lado de baja tensión de 220 voltios:

- Construcción de 2 pozos de tierra
- Aterramiento del tablero principal
- Instalación de platina o conductor de cobre soldada y/o empernada a la tubería conduit galvanizada la que servirá como conductor de tierra a los sub tableros del Hospital.

c. Para el grupo Electrónico Volvo :

- Construcción de un pozo de tierra
- Instalación de la línea a tierra desde el pozo hasta el Grupo Electrónico Volvo
- Aterramiento de la Cabina de Protección del Grupo.

3. En la Sub Estación del Sector "G"- Rayos X (Sótano)

a. En el lado de alta Tensión 10,000 Voltios

- Construcción de un pozo de tierra
- Instalación de la línea a tierra desde el pozo a

- \* A un transformador de potencia
  - \* A la celda de un seccionador de potencia
  - \* A la estructura de la celda de transformación
- b. En el lado de baja tensión en 220 voltios:
- Construcción de un pozo a tierra
  - Instalación de la línea a tierra desde el pozo hasta el tablero de baja tensión.
  - Cableado de la línea a tierra desde el tablero hasta los 2 sub tableros, en Rayos “X”.
4. En la Sub Estación del Sector “L” (Emergencia Pediátrica-Obstetricia y Rehabilitación)
- a. En el lado de alta tensión en 10,000 voltios:
- Construcción de 1 pozo de tierra
  - Instalación de la línea a tierra desde el pozo a:
    - \* A 1 transformador de potencia
    - \* A la celda de un seccionador de potencia
    - \* A la estructura de la celda de transformación.
- b. En el lado de baja tensión:
- Construcción de un pozo de tierra
  - Instalación de la línea a tierra desde el pozo hasta el tablero de baja tensión

## **Especificaciones Técnicas**

### **b1. Obras Civiles.**

#### **1. Pozo de Puesta a Tierra:**

Para la construcción de cada pozo se realizará los siguientes trabajos:

- Rotura del piso de concreto armado de aproximadamente 0.40 mts. de espesor por un diámetro de 0.80 mts.
- Excavación de pozo de 2.80 mts. de profundidad
- Resane del piso de concreto armado con parrilla de fierro corrugado de 1./2", en donde se dejará una abertura de 0.30 x 0.30 mt. para una tapa de concreto que servirá para inspecciones y mantenimiento de dichos pozos
- Traslado de la tierra de Cultivo desde la parte exterior del recinto (Bajo Nuevo Puente), hasta los pozos de las sub estaciones
- Relleno de pozo con tierra de cultivo
- Traslado del desmonte de tierra y piedra a la parte exterior del edificio (Bajo el Nuevo Puente), y de ahí el transporte de dicho desmonte a la parte exterior del edificio.
- Construcción de Tapas de concreto armado y fierro de 0.30 x 0.30 mts.

### **b2. Obras Electromecánicas**

#### **1. Pozo de Puesta a Tierra y Tratamiento Químico:**

Luego del relleno de tierra de cultivo se instalará un electrodo de Cooperweld de ¾" de diámetro por 2.50 mt. de longitud, con un espiral de cobre desnudo de 70 mm<sup>2</sup> a todo el largo del electrodo, tanto en la parte superior e inferior se instalará un conector de bronce de ¾", para sujetar el espiral y la línea a tierra, posteriormente se

realizará el tratamiento químico con dos dosis electrolíticas e higroscópicas de THOR-GEL de 5 kgrs, sin provocar la corrosión del electrodo.

## **2. Línea a Tierra**

La línea principal entre pozos y las derivaciones a los transformadores, estructuras, etc; se usará cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup> AWG ó el equivalente a 250 MCM AWG. También se usará cobre desnudo de 70 mm<sup>2</sup> ó el equivalente a 2/0 AWG como derivación a las estructuras de Tableros, cajas de pase, etc., para baja tensión. Para los tableros de baja tensión que se encuentran en Galería Baja A y B - C, se usará como línea a tierra el cable TW N° 2/0 AWG INDECO ó PIRELLI. La línea a tierra para los sub tableros de baja tensión en Rayos "X" será con cable TW N° 6 AWG INDECO ó PIRELLI.

Así mismo en los tableros de baja tensión se usará una platina o conductor de cobre de sección de 25 x 3 mm, a todo lo largo de la estructura del tablero de donde se soldará y/o empernará a las tuberías conduit galvanizada, de tal manera que estas sean la línea a tierra hasta los sub tableros que se encuentran ubicados en los diferentes sectores del Hospital.

## **3. Empalmes y Conexiones**

Para empalmes de la línea principal con las derivaciones se usó Split Bott de cobre de 240 mm<sup>2</sup>, 120 mm<sup>2</sup> y de 70 mm<sup>2</sup>. Para las conexiones de la línea a los transformadores, estructuras, etc, se usarán terminales de cobre de 120 mm<sup>2</sup>, 70 mm<sup>2</sup> con pernos niquelados de ½" x 1½", con tuerca, anillo plano y de presión.

## **4. Soportes**

En todo momento la línea a tierra será sujeta el piso, pared y/o estructura con abrazaderas pesadas galvanizadas de 3/4", con anclaje HILTI HDI Universal con rosca interior de 1/4", con pernos niquelados de 1/4"x 1 con anillos plano y de presión.

#### 5. **Pintura.**

La línea principal, derivaciones y platina y/o conductores que se usarán como conductor de tierra se lo aplicará 2 capas de pintura esmalte color amarillo, tanto para el lado de alta como el de baja tensión, de acuerdo al Código Nacional de Electricidad.

#### 6. **Soldadura.**

Soldadura o conductor de cobre de sección de 25 x 3 mm que se instalará en la parte inferior de la estructura del tablero de baja tensión en la S.E. Este y Oeste, se soldará a las tuberías conduit galvanizada de tal manera que estas sean a línea a tierra hasta los sub tableros que se encuentran ubicados en los diferentes sectores del Hospital.

#### a. **Resumen del Presupuesto Total del Sistema de Puesta a Tierra.**

UBICACION	CANTIDAD (Pozos de Tierra)	Precio Unitario	Costos Totales
Sub-Estación Este	5	S/. 2,500	S/. 12,500
Sub-Estación Oeste	4	S/. 2,500	S/. 10,000
Sub-Estación Sector "G"	2	S/. 2,500	S/. 5,000
Sub-Estación Sector "L"	2	S/. 2,500	S/. 5,000
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 32,000</b>

#### **4.2.8 Reformulación del Plan de Mantenimiento**

Con el propósito de lograr una mejor utilización de los recursos, se han elaborado los instrumentos para el plan y gestión del mantenimiento; el mismo que tiene como característica el empleo de la computadora y de programas preparados especialmente, y con lo cual se dispondrá la información de manera oportuna facilitando la toma de decisiones para una gestión eficaz.

Por lo extenso de su contenido, no efectuaremos una exposición pormenorizada del contenido de programas; remarcaremos en los conceptos generales tomados en cuenta, los tipos de formatos, y lo que abarca cada formato.

Los conceptos básicos considerados, mantienen las siguientes definiciones:

##### **Tipo de Equipamiento**

**Eléctrico:** Equipos que brindan servicios complementarios para el buen funcionamiento de los servicios hospitalarios

##### **Importancia del Equipamiento**

**Indispensable:** Es aquel equipo absolutamente necesario para garantizar la continuidad de funcionamiento y que de encontrarse inoperativo; pone en riesgo la salud del asegurado o genera pérdidas económicas.

**Necesario:** Es aquel equipo necesario para el funcionamiento de algún servicio, pero que puede ser parcial o totalmente reemplazado.

**PROPOSITO GENERAL:** Es aquel equipo que encontrándose inoperativo no afecta el normal funcionamiento del servicio y es fácil de reemplazar.

##### **Estado del Equipamiento**

**Bueno:** Cuando conservan una óptima operatividad



**Regular:** Equipo que solamente requiere de calibraciones para su óptimo funcionamiento.

**Malo:** Equipo operativo funcionando deficientemente y que requiere reparación.

**Inoperativo:** Equipo que no desempeña ninguna función operativa.

**Disponibilidad del Equipamiento (D)**

$$D = \frac{\text{Equipos Buenos} + \text{Equipos Regulares}}{\text{Total de Equipos}}$$

**Mantenimiento Preventivo:** Comprende las tareas periódicas programadas, desarrollando principalmente la comprobación operativa, inspecciones, lubricación, ajustes y/o cambio de repuestos.

**Mantenimiento Correctivo:** Comprende tareas programadas y otras no programadas, desarrollando operaciones livianas, medianas e integrales.

**Orden de Trabajo de Mantenimiento (Otm):** Herramienta para formalizar el requerimiento específico e informar del mantenimiento por equipo.

**Inventario Técnico:** Herramienta destinada a establecer e informar sobre la cantidad y variedad de equipos, su ubicación, el estado y disponibilidad del equipamiento y sus componentes.

**Ficha Técnica (Ft):** Herramienta destinada a registrar las características técnicas del equipamiento.

**Registro Histórico (Rh):** Herramienta para almacenar las actividades de mantenimiento y reparación por equipo.

En relación a los formatos y reportes de actividades de mantenimiento mencionaremos a los principales:

Reporte de ejecución de actividades diarias (Mano de Obra)

Reporte de ejecución de actividades diarias (Utilización de repuestos y materiales provisionados)

Reporte de Análisis de fallas frecuentes en equipos.

Requerimiento programado de repuestos y materiales (Mensual, Bimestral)

Requerimientos de repuestos y materiales no programado.

El nuevo ordenamiento en la gestión del mantenimiento permitirá, entre otros, el aprovisionamiento oportuno de repuestos y acortar los tiempos de reparación de los equipos e instalaciones. Debemos remarcar que se dará especial atención al mantenimiento preventivo programado.

#### **4.2.9 Concientización y Sensibilización Sobre el Uso Racional de la Energía Eléctrica**

Esta actividad tiene que ver con las campañas de concientización destinadas al personal médico, técnico y administrativo del Hospital, a fin de que orientadas adecuadamente contribuyan al uso racional y eficiente de equipos e instalaciones eléctricas, evitando en todo momento el desperdicio de la energía eléctrica; empleando para ello diversos medios de difusión como son los sistemas de alto parlantes, afiches en vitrinas y revistas de la institución; mediante memorándums se cursará comunicación para que bajo responsabilidad los jefes de servicio u oficinas controlen su cumplimiento; así también la oficina de seguridad y vigilancia del Hospital será también encargada de esta función.

El programa de concientización estará destinado a lograr:

Reducir drásticamente el uso de calentadores y cafeteras eléctricas en oficinas.

Reducir drásticamente el empleo de receptores de radio en las oficinas.

Apagado de luces en pasadizos con visibilidad o luz natural.

Apagado de luces en ambientes que no hay personal.

Empleo de receptores de TV en sala de espera solamente cuando hay personal.

## **Relación Beneficio / Costo**

La relación B/C es un indicador que relaciona el valor actual de los beneficios (VAB) del proyecto, con el del valor actual de los costos del mismo (VAC); mas la inversión inicial (INV). De ésta forma:

$$B/C = \frac{VAB}{VAC + INV}$$

La regla de decisión vinculada con ésta relación, recomendaría hacer el proyecto, si el B/C es mayor que 1.

## **5.2 Mejoras con Inversión**

### **5.21. Inversión sin Recupero**

Puesto que las inversiones hechas para el mejoramiento del uso de la energía eléctrica en un hospital no buscan la obtención de GANANCIAS; solo se busca lograr un ahorro; que justifican la inversión.

Pero, aún más; se han efectuado (en el hospital) inversiones sin ahorro; pero que buscan la seguridad de los equipos eléctricos y del personal. Este objetivo (la seguridad) no es posible expresar en forma de dinero; pero que justifican la inversión.

Es el caso de:

#### **A. Construcción de Sistemas de Puesta a Tierra**

Se han ejecutado la construcción de implementación de 13 pozos de puesta de tierra. Ver acápite 4.2.7.

Con una inversión (en el año 1999) de S/. 32,500 que actualizados al año 1997 (con un  $i=6\%$  anual) obtenemos:

$$\boxed{INV = S/. 28,924.88}$$

## B. Protección de Equipos e Instalaciones Eléctricas

Igualmente es el caso de una INVERSION SIN RECUPERO que es justificada por la protección que ofrece los equipos eléctricos y personal; aún más protege al asegurado en quien se usará el equipo eléctrico.

Se adquirieron:

Cantidad	Modelo de Supresor de Pico	Costo Unitario	Costo Total
08	ORN 240NN	\$ 2,000	\$ 16,000
18	P 240NN	\$ 1,200	\$ 21,000
2	P 120NN	\$ 1,200	\$ 2,400
		TOTAL	\$ 40,000

Que expresado en Nuevos Soles, resulta:

$$\$ 40,000 \times 3.3 = S/. 132,000$$

con un tipo de cambio de S/. 3.3 por \$ (año 1999)

que actualizado al año 1997, se obtiene:

$$\overline{INV} = S/. 117,479.53$$

### 5.2.2 Reducción del Consumo de Energía por Compensación Reactiva

En concordancia con el acápite 4.2.2(pags 44,45,46,47,48,49 del presente proyecto); se han tomado la siguiente acción:

Por la adquisición de: condensadores, banco de condensadores y condensadores estáticos; se efectuó un gasto de \$50,000

$$\text{Inversión} = \$ 50,000$$

Tipo de cambio = S/ 3.3 por \$ (año 1999)

$$\text{Entonces: } INV = S/ 165,000$$

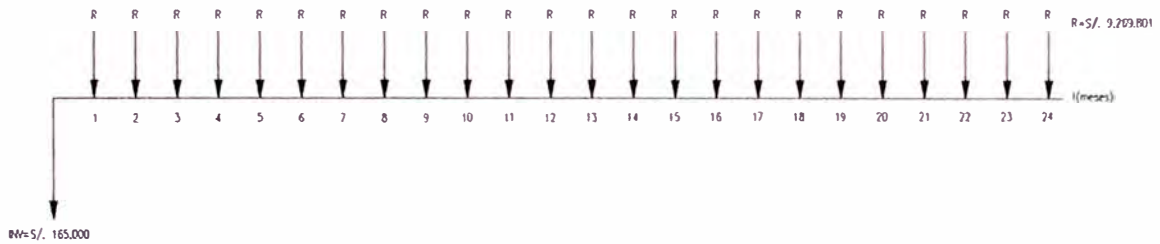
De la tabla 4.1; Se promedió los montos pagados por consumo de energía reactiva.

$$\text{Monto pagado por mes} = S/ 9,269.801 \text{ (En promedio)}$$

El cual representa un ahorro  $R = S/. 9,269.801$

Con  $r = 6\%$  anual  $\Rightarrow r_{\text{mensual}} = \frac{6\%}{12} = 0.5\%$  mensual

Tenemos por lo tanto, el siguiente flujo de caja:



Aplicando los conceptos de VAN obtenemos la siguiente tabla:

Tabulando:

**TABLA 5.I**

<b>T (meses)</b>	<b>VAN DE R (R = S/ 9,269.801)</b>	<b>VAN ACUMULADO DE R</b>
01	9,223.68	9,223.68
02	9,177.79	18,401.47
03	9,132.13	27,533.60
04	9,086.70	36,620.30
05	9,041.49	45,661.79
06	8,996.51	54,658.30
07	8,951.75	63,610.05
08	8,907.21	72,517.26
09	8,862.90	81,380.16
10	8,818.81	90,198.97
11	8,774.93	98,973.90
12	8,731.27	107,705.17
13	8,687.84	116,393.01
14	8,644.61	125,037.62

15	8,601.60	133,639.22
16	8,558.81	142,198.03
17	8,516.23	150,714.26
18	8,473.86	159,188.12
19	8,431.70	167,619.82
20	8,389.75	176,009.57
21	8,348.01	184,357.58
22	8,306.48	192,664.06
23	8,265.15	200,929.21
24	8,224.03	209,153.24

De esta tabla, se puede ver que la inversión (S/165,000) es recuperada en 19 meses (que es aproximadamente un año y medio), considerando un ahorro constante de  $R = S/9,269.801$  mensual.

La relación B/C (Para 24 meses = 2 años) es de:

$$B/C = \frac{209,153.24}{0 + 165,000} = 1.2676 > 1$$

Es decir, en solo dos años, obtenemos un  $B/C = 1.26 > 1$ , lo cual nos indica que la rentabilidad de la inversión para este tiempo, corresponde a un 26.76%.

Si consideramos el tiempo de vida útil de los condensadores como mínimo 20 años; es obvio que la relación B/C es mucho mayor que 1.

Por esto, llevamos el valor mensual de  $R = S/. 9,269.801$  a su equivalente futuro anual, que llamaremos  $RA$ .

$$RA = \sum_{t=0}^{12} R (1+r_m)^t = \sum_{t=0}^{12} (9,269.801) (1+0.005)^t$$

$$RA = S/. 114,348.10 \text{ (anual)}$$

Con  $i = 6\%$

**TABLA 5.II**

Compensación Reactiva  $i = 6\%$  Anual

<b>T Años</b>	<b><math>R_A = S/114,348.10</math> (anual) VAN DE <math>R_A</math></b>
01	107,875056
02	101,769.39
03	96,008.86
04	90,574.39
05	85,447.54
06	80,610.89
07	76,048.01
08	71,743.40
09	67,682.45
10	63,851.37
11	60,237.14
12	56,827.49
13	53,610.84
14	50,576.26
15	47,713.46
16	45,012.69
17	42,464.81
18	40,061.14
19	37,793.52
20	35,654.27
	1'311,563.10

Luego tendremos:

$$B/C = \frac{1'311,563.10}{0 + 165,000} = 7.9489 > 1 \text{ (en 20 años)}$$

$$\text{El VAN} = S/ 1'311,563.10 - S/. 165,000 = S/ 1'146,563.10$$

Cabe resaltar que se han instalado condensadores descentralizados que en conjunto suman 800 KVAR; lográndose valores de factor de potencia que van desde 0.96 hasta 0.99 respectivamente.

Adicionalmente, podemos mencionar que los costos se reparten del siguiente modo:



a) \$ 20,000 (= S/ 66,000) en la adquisición de condensadores del tipo convencional.

Cuyas capacidades suman: 623 KVAR.

b) \$ 30,000 (= S/ 99,000) en la adquisición e implementación de 2 bancos de condensadores estáticos de 88.5KVAR c/u. Cuyas capacidades suman: 177 KVAR. Restos condensadores estáticos fueron instalados en los ascensores “A” y “B-C”. Dadas las características aleatorias de operación de los ascensores que ocurrían Switcheos con mucha frecuencia se optó por éste tipo de condensadores estáticos que es gobernado por un programador que requirió de filtros para eliminar los armónicos generados por el switcher electrónico.

### 5.2.3 Cambio del Sistema de Arranque de Motores Eléctricos

Para enfrentar éste problema; se ha efectuado el reemplazo de 04 ARRANCADORES DE ESTADO SOLIDO; con un costo total de S/100,000; para 04 electrobombas de 60 HP cada uno.

Por cada arrancador se ha invertido  $INV = S/ 25,000$

Las características y bondades del arranque electrónico se han expuesto en el acápite 4.2.3.

Podemos agregar la siguiente curva:

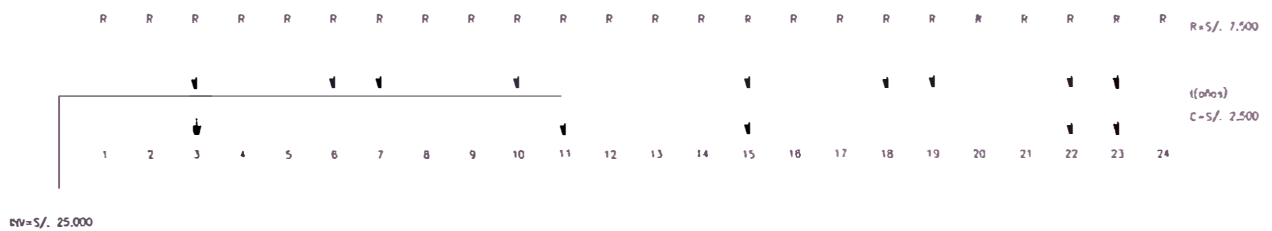


Es de resaltar, el ahorro que se consigue en cuanto a MANTENIMIENTO MECANICO; puesto que:

- Sin arranque electrónico; se realizan por lo menos 02 mantenimientos mecánicos (preventivo y/o correctivo) al año; con un costo anual de S/10,000 en promedio.
- Con arranque electrónico se disminuyen los costos de operación y mantenimiento, lo cual se reduce a un preventivo anual, cuyo costo es de alrededor de S/2,500 aproximadamente.

Es claro que hay un ahorro de  $R = S/7,500$  anuales

Tenemos por lo tanto, el siguiente flujo de caja por cada arrancador electrónico.



**TABLA 5.III**

t años	R = S/7,500 VAN DE R	C = S/ 2,500 VAN DE C	VAN ACUMULADO DE R-C
01	7 075.47	2 358.49	4,716.98
02	6 674.97	2 224.99	9,166.96
03	6 297.14	2 099.05	13,365.05
04	5 940.70	1 980.23	17,325.52
05	5 604.44	1 868.15	21,061.81
06	5 287.20	1 762.40	24,586.61
07	4 987.93	1 662.64	27,911.90
08	4 705.59	1 568.53	31,048.96
09	4 439.24	1 479.75	34,008.45
10	4 187.96	1 395.99	36,800.42
11	3 950.91	1 316.97	39,434.36
12	3 727.27	1242.42	41,919.21
13	3 516.29	1 172.10	44,263.40
14	3 317.26	1 105.75	46,474.91
15	3 129.49	1 043.16	48,561.24

16	2 952.35	984.12	50,529.47
17	2 785.23	928.41	52,386.29
18	2 627.58	875.86	54,138.01
19	2 478.85	826.28	55,790.58
20	2 338.53	779.51	57,349.60
	86,024.40	28,674.80	

De esta tabla, se puede ver que la inversión (S/25,000) es recuperada en 7 años; considerando un ahorro constante de R= S/ 7,500 anual y un costo de operación de C=S/. 2,500 anual. Esto es, por cada arrancador electrónico:

$$VAN = S/. 57,349.60 - S/. 25,000 = S/. 32,349.60$$

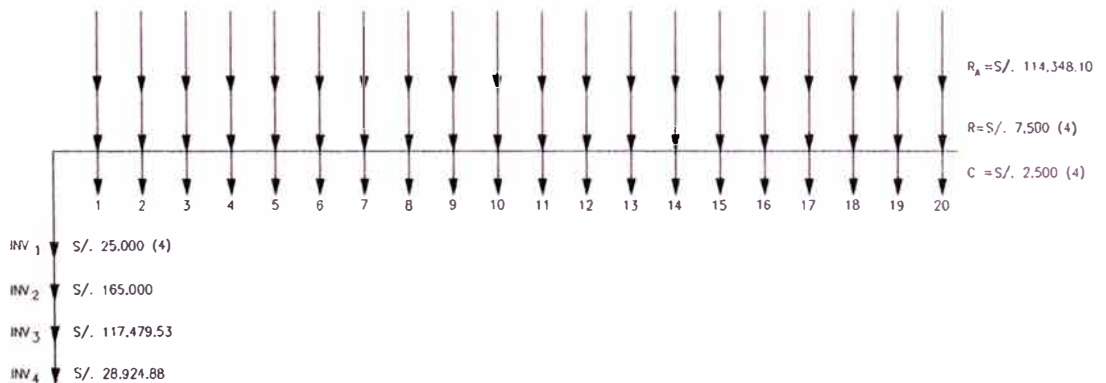
Por los 04 arrancadores se tiene un ahorro total de  $4 \times (S/ 32,349.60) = S/129,398.40$  en un lapso de 20 años.

La relación B/C, por cada arrancador electrónico es:

$$B/C = \frac{86,024.40}{28,674.80 + 25,000} = 1,60 > 1 \Rightarrow 60\%$$

Al determinar el Van y la relación B/C de nuestro proyecto en conjunto; haremos uso de las tablas 5.1 Y 5.2. ilustrando además con el flujo de caja siguiente:

I = 6% anual



En donde:

INV<sub>1</sub> = S/. 25,000 (arrancadores de estado sólido)

INV<sub>2</sub> = S/. 165,000 (compensación reactiva)

INV<sub>3</sub> = S/. 117,479.53 (supresores de pico de voltaje)

INV<sub>4</sub> = S/. 28,924.88 (sistemas de puestas de tierra)

**TABLA 5.IV**

<b>T (años)</b>	<b>R= s/.7,500 VAN DE R</b>	<b>R<sub>A</sub>=S/.114,348.10 VAN DE R<sub>A</sub></b>	<b>C=S/.2,500 VAN DE C</b>
01	7,075.47	107,875.56	2,358.49
02	6,674.97	101,769.39	2,224.99
03	6,297.14	96,008.86	2,099.05
04	5,940.70	90,574.39	1,980.23
05	5,604.44	85,447.54	1,868.15
06	5,287.20	80,610.89	1,762.40
07	4,987.93	76,048.01	1,662.64
08	4,705.59	71,743.40	1,568.53
09	4,439.24	67,682.45	1,479.75
10	4,187.96	63,851.37	1,395.99
11	3,950.91	60,237.14	1,316.97
12	3,727.27	56,827.49	1,242.42
13	3,516.29	53,610.84	1,172.10
14	3,317.26	50,576.26	1,105.75
15	3,129.49	47,713.46	1,043.16
16	2,952.35	45,012.69	984.12
17	2,785.23	42,464.81	928.41
18	2,627.58	40,061.14	875.86
19	2,478.85	37,793.52	826.28
20	2,338.53	35,654.27	779.51
	<b>S/.86,024.40</b>	<b>S/.1'311,563.10</b>	<b>S/.28,674.80</b>

De aquí:

$$INV_{TOTAL} = 165,000 + (4 \times 25,000) + 117,479.53 + 28,924.88$$

$$INV_{TOTAL} = S/. 336,404.41$$

$$VAN_{TOTAL} = -336,404.41 - (4 \times 28,674.80) + (4 \times 86,024.40) + 1'311,563.10$$

$$VAN_{TOTAL} = 1'204,557.10$$

$$B/C = \frac{4 \times 86,024.40 + 1'311,563.10}{4 \times 28,674.80 + 336,404.41} = 3.6702 > 1$$

Por los resultados obtenidos del VAN y B/C; se puede apreciar que estos justifican la viabilidad del proyecto.

## **CAPITULO VI. RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES**

### **6.1 Ejecución de Proyecto**

Debemos mencionar que las instalaciones el Hospital cuentan con 42 años; existen en el mismo equipos y componentes eléctricos (motores, transformadores) que han sobrepasado su tiempo de vida útil, los cuales por razones presupuestarias, en su mayor parte no pueden ser renovados; en este sentido y como parte del presente proyecto se ha reformulado el plan de mantenimiento, con especial incidencia en el mantenimiento preventivo, a esta clase de equipos.

Las acciones tendientes a obtener un uso eficiente del recurso eléctrico en el Hospital y que es materia del presente proyecto en algunos casos han finalizado y en los otros se encuentran en plena ejecución, la fecha de finalización de todas las actividades propuestas no podemos aún señalarla por cuanto es dependiente de los recursos presupuestarios.

Conforme a la evaluación de resultados, merece destacar los ahorros obtenidos en el consumo de energía activa del orden de 3% y de 30% en el consumo de energía reactiva; lo cual significa que el Hospital va a dejar de pagar un 33% de sus gastos a costos actuales por concepto de facturación de la energía eléctrica.

## 6.2 Resultados Obtenidos a la Fecha

<b>RUBRO</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>6.2.1 MEJORAS SIN INVERSION</b>	
1. Selección del modo y parámetro de tarifa de LUZ DEL SUR	EJECUTADO
2. Plan de concientización para uso racional de energía eléctrica	EN EJECUCION
3. Reformulación del plan de mantenimiento	EJECUTADO
<b>6.2.2 MEJORAS CON INVERSION</b>	
1. Implementación de supresores de pico	EJECUTADO
2. Adquisición de banco de condensadores	EJECUTADO
3. Adquisición de Grupo Electrónico	EJECUTADO
4. Automatización del tablero de energía de la sub estación Oeste	EJECUTADO.
5. Cambio en los sistemas de arranque de motores	EJECUTADO
6. Cambios en los sistemas de iluminación	EN EJECUCION
7. Construcción de sistemas de puesta a tierra.	EJECUTADO

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Técnicamente se ha reducido el consumo de energía eléctrica, en sus dos principales componentes; energía activa y energía reactiva.

El consumo de la energía activa continuara con su tendencia creciente.

El consumo de la energía reactiva ha sido controlado lográndose un factor de potencia promedio de 0.98.

2. El consumo por energía por alumbrado sigue disminuyendo, debido al reemplazo de focos por lámparas de menor potencia de consumo.

3. Para comparar la energía reactiva en cargas muy fluctuantes (ascensores) se ha implementado Banco de Condensadores Estáticos regulados por Tiristores.

4. Se ha modernizado el sistema de arranque de 4 electrobombas de 60HP. Lográndose reducir las corrientes de arranque de  $5I_N$  a  $2I_N$ .

5. Se ha instalado SUPRESORES DE PICOS DE VOLTAJE priorizando la protección de equipos de tecnología de punta que son los más sensibles.

6. Se ha repotenciado el sistema de aterramiento por debajo de 5ohms. Actualmente se ha obtenido 3.5ohms; del sistema.

Con el objetivo de lograr seguridad eléctrica y rendimiento relacionados con el control de ruido y descargas de corrientes transitorios, de los supresores de picos.

7. Se ha logrado lo siguiente:

- Ahorro sustancial debido a la compensación de la energía reactiva; que se refleja en la facturación.
- Ahorro en mantenimiento de los motores debido al sistema de arranque.

### **Aspectos de Gestión**

1. Se continúa con la campaña de concientización a todo el personal para el uso racional de la energía eléctrica
2. Solicitar se asigne los recursos presupuestarios para asegurar la ejecución del presente proyecto.
3. Se evalúe periódicamente los valores de consumo de energía, para efectos de concertar con LUZ DEL SUR los parámetros de potencia límite y potencia controlada en horas punta
4. Desarrollar programas de capacitación y de actualización al personal técnico
5. Motivar, estimular y compensar las iniciativas y nuevas ideas que permitan mejorar la gestión y el aprovechamiento del recurso eléctrico
6. Implementar cursos taller aplicando calidad total, desarrollando niveles progresivos de especialización y calidad conforme a las normas técnicas establecidas
7. Perfeccionar e implementar procedimiento o métodos de trabajo empleando sistemas mecanizados de información.

### **Aspectos de Prevención de Riesgos**

El personal técnico que labora en una instalación hospitalaria mantiene una serie de riesgos que ponen en peligro su salud y por ende su vida, lo cual debe llevarnos a la reflexión para tomar las medidas preventivas necesarias a este fin:

Entre los principales riesgos citamos:

1. Riesgos por contaminación biológica que pueden obtenerse en salas de RX, Radioterapia, UCIS y SOP.
2. Riesgos físicos, debidas a descargas eléctricas, incendios



3. Riesgos químicos, debidos a líquidos y gases utilizados en salas de operaciones, laboratorios: microbiología, bioquímica, banco de sangre, anatomía patológica, sala de calderas.

Dentro de los principales agentes infecciosos pueden mencionarse a los siguientes:

BACTERIAS (Streptococos Neumoniae, Hemophilus Influenzae, Salmonella)

VIRUS (Familias de las Herpes: Efectstein Barr, Herpes Varicella)

HONGOS (candida)

PARASITOS (Toxoplasma Gondü, Neumaytis Carioni)

Estos agentes tienen varias formas de infectar. El riesgo aumenta si el sistema inmunológico del individuo está deprimido bien sea debido a factores físicos; o factores psicológicos como el stress o cansancio.

Las siguientes recomendaciones se podrían calificar como las medidas de seguridad básicas que deben tomarse en cuenta en todo ambiente hospitalario.

HIGIENE PERSONAL: Lavado y secado de manos antes y después de manipular aparatos y accesorios en salas con mayores posibilidades de contraer “infección nosocomial”

VACUNACION OPORTUNA: la vacunación contra la hepatitis bajo control médico

USO DE GUANTES: Las salas de alta contaminación

DESINFECCION DE HERRAMIENTAS: En el caso de que hayan sido utilizadas en salas de alta contaminación.

Estas recomendaciones se adecuan al personal de mantenimiento que por razones de trabajo debe acudir a los servicios.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- “EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES” - (PAE Programa de Ahorro de Energía MAYO 2001) - MINISTERIO DE ENERGÍAS Y MINAS.
- “IEEE RECOMMENDED PRACTICE FOR POWERING AND GROUNDING SENSITIVE ELECTRONIC IEEE EQUIPMENT” - (IEEE std 1100-1992)
- “COMPENSACION ESTÁTICA DE LA ENERGÍA REACTIVA” - (TRIANON CPP) - GENERAL ELECTRIC.
- “DISEÑO DE SUB ESTACIONES” - (CURSO CORTO CCIESAM-UNI) - UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
- “PROTECCIÓN TOTAL DE SISTEMAS” - (THE PROTECTOR) - E.S.P. COMERCIAL S.A.
- “MANUAL DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA” - (BBC BROWN BOVERI) - URMO S.A. DE EDICIONES

# La Solución... La Protección I.T. System Shield®

A medida que las empresas en el mundo entero se tornan más complejas, aumentan sus inversiones en microelectrónica, procesadores ultraveloces y automatización. Para proteger estas inversiones, la Supresión de Transientes de Sobrevoltaje (STSV) se ha convertido en un capital invaluable, ayudando a mantener el equipamiento y los sistemas en buenas condiciones de funcionamiento y reduciendo los costos emergentes de la interrupción del trabajo, el mantenimiento y la reparación.

Innovative Technology® sigue liderando la industria de los STSV a nivel mundial con nuevos e innovadores dispositivos de protección de sobrevoltaje, un excelente servicio de atención al cliente y el más amplio plan disponible de protección general del sistema. Desde la acometida hasta el circuito de carga individual pasando por todas las distribuciones intermedias, el I.T. System Shield® brinda supresión integral para todos los equipos y sistemas electrónicos y eléctricos. A través de la ubicación estratégica de los STSV en la red de energía, se instala una protección coordinada para cerrar con efectividad todas las trayectorias de los transientes de sobrevoltaje dañinos hacia el equipo crítico.

Los avanzados diseños de circuito de Innovative Technology® como la Red de Supresión con Umbral y el Rastreo de la Onda Senoidal (ATN®) confrontan y suprimen los transientes a lo largo de una amplia gama de frecuencias, amplitudes y ángulos de fase. Los productos de Innovative Technology® ofrecen características estándar como niveles altos de sobrecorriente pico y tecnología patentada de encapsulado con disipación de calor para brindar una durabilidad insuperable para una larga vida de servicio efectivo.

Características como la capacidad de alarma remota y los gabinetes herméticos NEMA 4\* suministran la flexibilidad de uso necesaria para cumplir con la mayor cantidad posible de requisitos. Los diseños de tecnología de punta incluyen circuitos de filtración avanzada que eliminan las interferencias causadas por el ruido de alta frecuencia y los transientes de bajo nivel, responsables por los errores de procesamiento y las reposiciones del sistema.

The I.T. System Shield® y sus componentes siguen evolucionando, abarcando y definiendo nuevas tecnologías para enfrentar los desafíos del presente y las necesidades comerciales e industriales de supresión de transientes del mañana.

## ANSI/IEEE C62 y el Entorno de los Transientes

Durante muchos años, ANSI/IEEE ha recopilado datos de ensayos, investigaciones de campo y el conocimiento de los expertos acerca del entorno global de los transientes. La culminación de este conocimiento es la Norma C62 sobre Protección contra Transientes. Este material de referencia identifica e ilustra el entorno de los transientes. Las formas de onda, los niveles de voltaje y corriente, las categorías de exposición y los procedimientos de ensayo de transientes que aparecen en este catálogo se basan en la Norma C62.

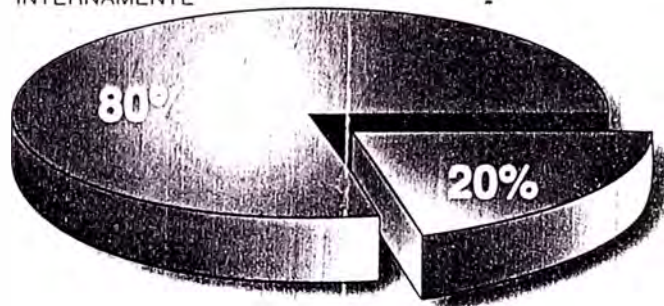
## FUENTES DE TRANSIENTES

### Transientes Generados Internamente

Hasta el 80% de los transientes son generados por fuentes internas, como por ejemplo conmutación de carga y operaciones comunes de equipos, causando

- Daños acumulativos
- Falla prematura del equipo
- Pérdida de datos y reiniciación del sistema
- Inactividad, pérdida de negocios y oportunidades

DISTURBIOS GENERADOS INTERNAMENTE



DISTURBIOS GENERADOS EXTERNAMENTE

### Transientes Generados Externamente

Al menos 20% de los transientes están generados por fuentes externas. Pueden causar:

- Fallas catastróficas del equipo
- Interrupción inmediata de los negocios
- Interrupción prolongada del trabajo
- Altos costos de reparación y reemplazo del equipo.

\*Cumplen con y superan las especificaciones NEMA 12, 13, 3R.

# **ANEXOS**

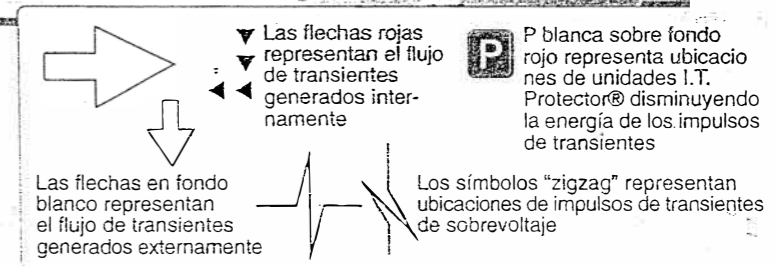
# I.T. System Shield®...La Solución Final en Sistemas de Supresión de Sobrevoltajes Transitorio

C62.41-1991 divide una instalación típica en tres categorías de exposición, cada una caracterizada por diferentes tipos de formas de onda transientes, niveles de voltaje/corriente y fuentes del transiente de sobrevoltaje.

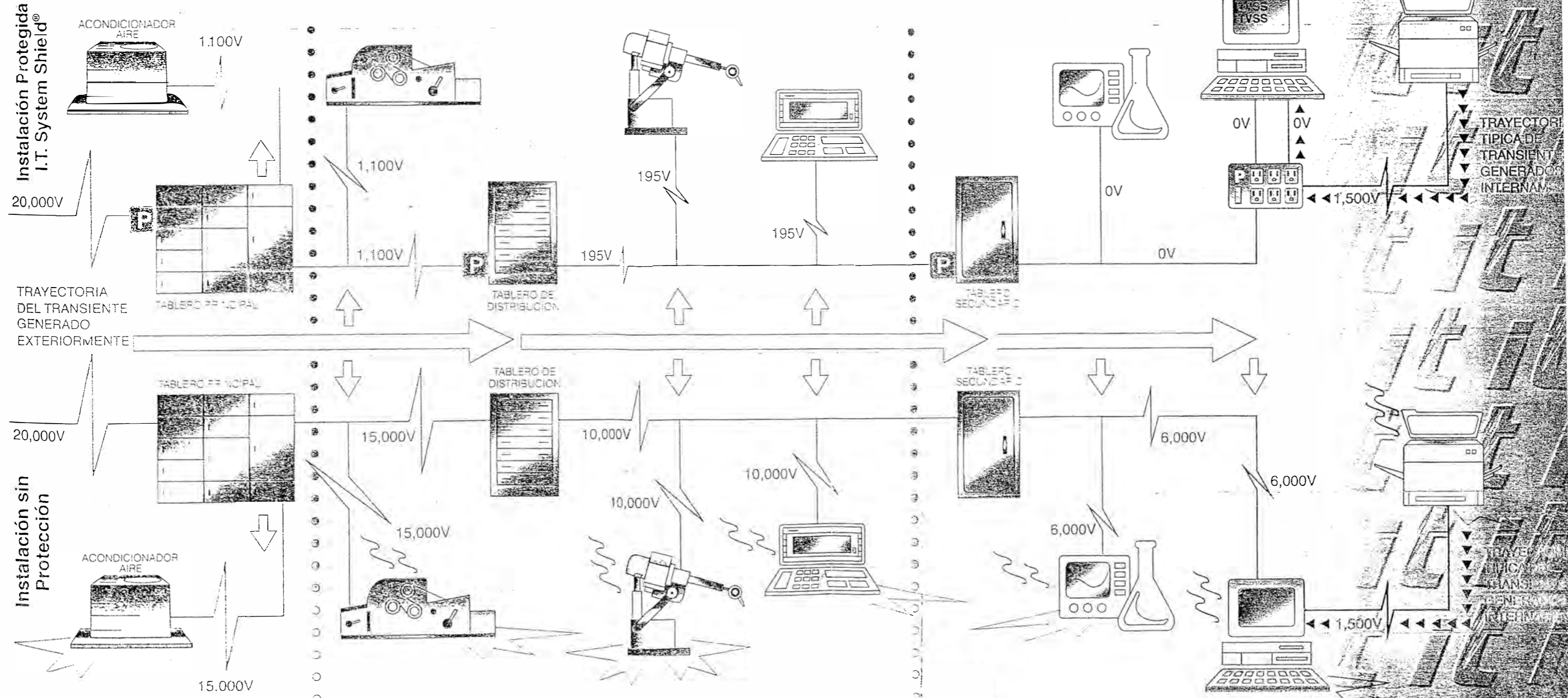
Las ubicaciones de categorías ilustradas aquí (C, B, A) sirven de base para una explicación simplificada del I.T. System Shield®.

Cada plan de protección I.T. System Shield® está proyectado individualmente para adecuarlo a los requerimientos del cliente. Su distribuidor independiente I.T.® puede realizar un relevamiento meticuloso de todas sus instalaciones, incluyendo el sistema

eléctrico, la mezcla de equipamiento y los niveles de exposición del sistema. Esta evaluación de riesgos de sobrevoltajes es la base de la selección y aplicación de equipo de protección para asegurar la instalación del más efectivo I.T. System Shield® posible.



## Instalaciones Protegidas vs Instalaciones Sin Protección



**Categoría C**

Las ubicaciones Categoría C están sujetas a grandes impulsos transientes, generados externamente por rayos, la conmutación de cargas de las empresas de energía, fallas en la red

**Categoría B**

Las ubicaciones en Categoría B están sujetas a una mezcla de impulsos generados externamente y transientes oscilatorios amortiguados generados internamente por un amplio espectro de equipamiento de carga tal como motores, equipo de control ambiental, equipo de manufactura y de oficina.

**Categoría A**

Las instalaciones Categoría A están sujetas a un alto nivel de transientes de onda oscilatoria amortiguada generados por una gran variedad de equipos de oficina y sistemas de fabricación comerciales e industriales.

# Topical Guide to Understanding TVSS Specifications

Quite often when compiling a specification, specifiers combine features belonging to different manufacturers' specs. The end result is a *best of both worlds* nonstandard unit with special requirements that are difficult to fulfill. Let us go through some of the most common features required nowadays:

## 1. Operating Voltage

Make sure it is shown and clearly defined to avoid ordering the wrong unit.

## 2. Operating Frequency

Innovative Technology® standard units operate from 0-4000Hz. Normal requirements are 50, 60, or 420 Hz.

## 3. Protection Modes

Our SP units up to and including 3/600V have "true all mode protection", that is 10 modes: 3 L-G; 3 L-N; 3 L-L; and 1 N-G. The P, P+, Orion, HP, and HDP have 7 mode protection (direct L-L) for 3 phase wye units and 6 mode protection for 3 phase delta units.

Please compare with what is being advertised and promote our features.

## 4. Maximum repetitive surge current capacity or pulse life test

Many of our competitors state a large surge current capacity for one shot, half of it for two shots, and so on up to 10. Ours have withstood either 500 or 1000 shots. Find out from the specs the ANSI/IEEE C62.41-1991 Category.

## 5. Performance Ratings

UL 1449 establishes Suppressed Voltage Ratings in Table 37.1

They are:

0.33kV	1.5kV
0.4	2.0
0.5	2.5
0.6	3.0
0.8	4.0
1.0	5.0
1.2	6.0

These are reflected on the product label. The figure that appears on the

product means that the product tested to equal to or less than the Suppressed Voltage Rating reflected.

## 6. Life Expectancy Testing - Withstand

This is another way of expressing the maximum repetitive surge current capacity.

## 7. MCOV Testing

The maximum continuous operating voltage (MCOV) is determined by the design components. On the installation sheets, we state a maximum recommended operating voltage which is usually lower than the MCOV for unit and system protection purposes.

## 8. Warranty

All our panel units are warranted for ten years. The plug-in-units as well as the data and telecom units, are warranted for five years. Some OEM units are warranted for one year.

## 9. Suppression Area

This term applies only to a competitor built selenium-rectifier based unit. Selenium rectifiers have a current density of 0.32 Amps/in<sup>2</sup>, while silicon rectifiers can operate at current densities roughly 1000 times greater, i.e. at current densities of 300 Amps/in<sup>2</sup>. Therefore when you read about a suppression area, be aware that it belongs to a totally different design, and the Marketing Department can supply you with many more support points to promote our design.

## 10. High-Frequency Extended Range Tracking Filters

Generally called a sine-wave tracking filter by the TVSS industry, I.T.® names its system the Active Tracking Network (ATN®). It is a circuit which follows the shape of the sine wave and limits the amplitude of the voltage surge to 15% - 20% of the fundamental wave shape.

## 11. Internal Connections

The optimum shape for a conductor to minimize AC resistance (the high-frequency impedance to transients) and the TVSS transient let-through voltages

is rectangular. There is some confusion in the engineering community and marketplace concerning the difference between steady state, 60 Hertz, AC load currents which pass through feeder cables and panel busses and transient currents. The "rule of thumb" for AC conductor sizing under steady state load conditions is to provide approximately one square inch in cross sectional area of copper conductor for each 1,000 amperes of load current (consult the 1993 National Electrical Code for exact requirements). The sizing requirement is due to the heating effect of a current flowing through a conductor. Essentially, the quantity of thermal energy, in joules, deposited in a current carrying conductor is the product of the current squared (which flows through the conductor), the resistance of the conductor and time. This is why large load currents require large feeder cables and panel busses to avoid overheating and melt down. Surges and transients, on the other hand, are short term in nature. They may last for a few billionths of a second to a few thousandths of a second. Additionally, transients may exhibit large peak voltages and currents. Because the transients are a high-frequency (short time duration) problem and not a steady state problem, little heat is developed in the conductors of the TVSS and its components. That is why large busses are not necessary to deal with 10,000 amp or 100,000 amp transients as some specs call for. The specifiers have been misinformed by marketing hype.

## 12. Field Connections

TVSS design attempts to minimize surge impedance by minimizing lead length and the physical distance electrons must travel through the protection circuitry. This is consistent with good high frequency design. Each foot of conduction path slows the system by one nanosecond and at the frequencies of interest adds about 0.3μ H of

# Topical Guide to Understanding TVSS Specifications (cont.)

distance to the circuit. Shorter internal lead lengths, shorter external lengths, and smaller enclosures provide closer mounting to the panel or cabinet requiring protection. This reduces the TVSS surge impedance which translates into lower TVSS let-through voltages and better protection.

## 3. Field Installation

An installation sheet is included in our units explaining in detail what how to install The Protector®.

## 4. Status Indicators

Protector® units have one, two or three status indicator lights. If a phase suppressor fails, the light will go out. Remote lights or alarms can be connected to our optional alarm contacts.

## 5. Integral Test Points

This topic was added to satisfy the needs of a competitor utilizing selenium rectifiers. Selenium rectifiers need to be tested with high-voltage periodically to find out if they are still operable. When dealing with this topic, simply respond to our system continuously self-tests.

## 6. Enclosure

Protector® standard units have NEMA 12 or 13 enclosures. NEMA 4 and NEMA 1X are options.

## 7. Fuses

I.T.® provides fused units as options. We recommend installing the suppressors through circuit breakers or fuses to interrupt in order to protect and facilitate installation.

## 8. Conductor Size and Length

Protector® units are installed in parallel, therefore only when they are activated will current pass through their rings, and then it will be only the surge voltage generated transient current. In order to prevent a let-through voltage increase, the lead length must be kept to an absolute minimum. This is the reason why I.T. recommends to stay within a 6" maximum lead length for panel units up to the HP and up to 16" for the HDP units. These are the lengths

of wire at which our units are tested and rated. For every inch of excess length, you must consider an increase of 9.5 V in let-through voltage.

## 19. Location Categories (A,B,C)

The ANSI/IEEE C62.41-1991 National Standard recognizes three location categories within a building:

### Category A

- Outlets and long branch circuits
- All outlets further than 10m (30 ft) from Category B
- All outlets beyond 20m (60 ft) from Category C

### Category B

- Feeders and short branch circuits
- Distribution panel devices
- Bus and feeder industrial plants
- Heavy appliance outlets with "short" connections to service entrance.

- Lighting systems in large buildings

### Category C

- Outside and service entrance
- Service drop from pole to building
- Run between meter and panel
- Overhead line to detached building
- Underground line to well pump

Because of the varying exposure levels, different tests are applied to the devices according to their location categories. Care must be taken when analyzing the specified test and location categories indicated. Some of them may be superfluous, like asking for a Category C test for plug-in units.

## 20. Response Time

Response time of most Protector® units stays below 1 nanosecond which satisfies most requirements. Carefully check the specs and the competitor's specs to find out if they fulfill the spec requirements.

## 21. Standards

Most I.T.® products fulfill the standard and are listed with UL 1449, UL 1283, NEMA, CSA.

## 22. Energy Loading Capability

The quantity of thermal energy, in joules, deposited in a current carrying

conductor is the product of the current squared (which flows through the conductor), the resistance of the conductor, and time. Surges and transients are short term in nature. They may last for a few billionths of a second to a few thousandths of a second. Transients are a high frequency (short time duration) problem and not a steady state problem. Little heat is developed in the conductors of the TVSS and its components. As an example, a component sees a transient with average amplitudes of 5,000 amps at 1,000 volts for 10 microseconds. What is the transient energy deposited in the device?

$E = \text{c.i.t. (Watt-seconds)}$

$E = 1,000 \times 5,000 \times 10 \times 10^{-6}$

$E = 50 \text{ joules}$

As there is no standard to determine an energy building capability test, some competitors would claim very large figures playing with the time the energy is applied. We must make the engineer and customer understand that larger is not necessarily better in this case, until all details of the tests are described.

## 23. Surge Current per Phase

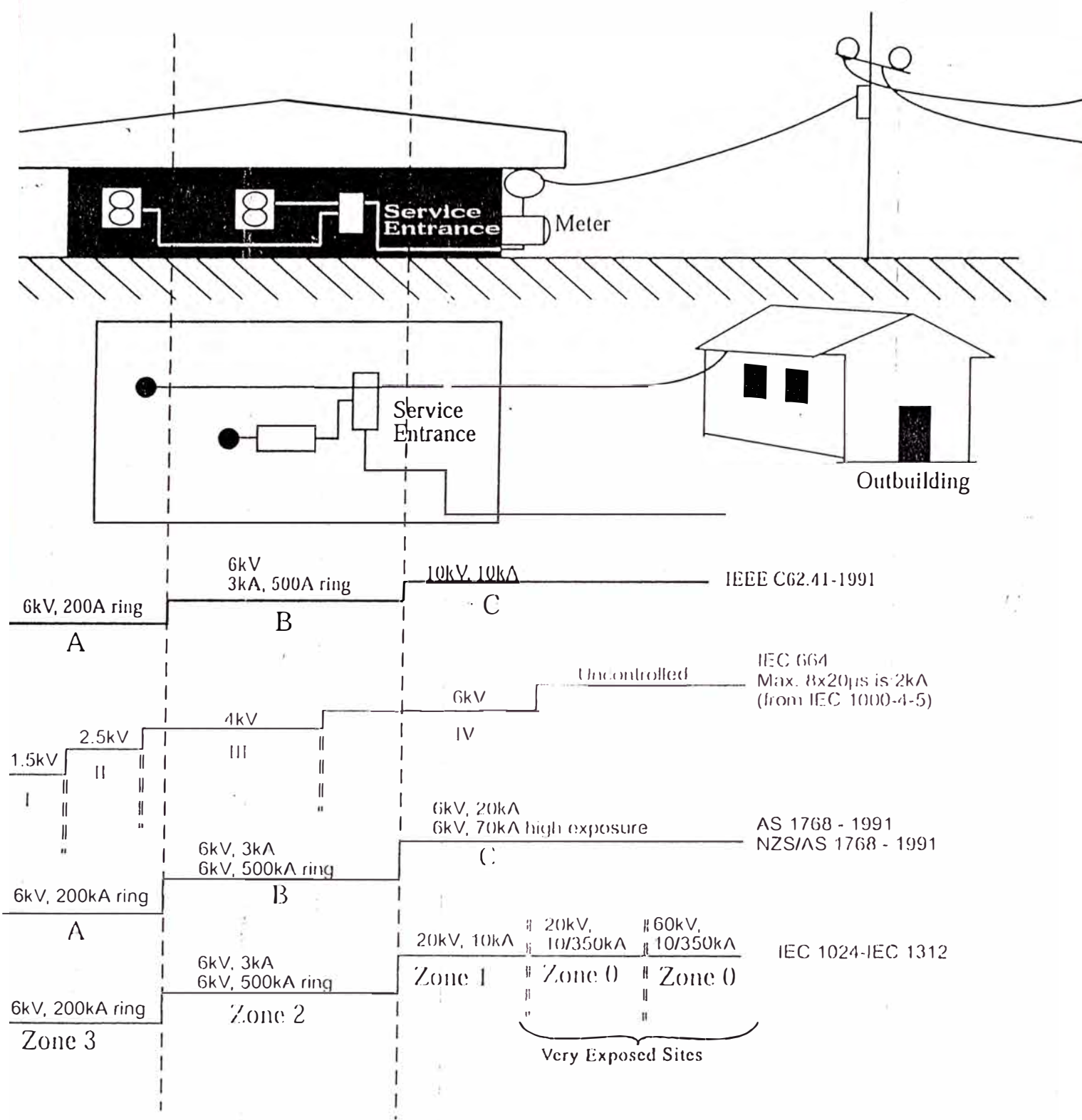
Peak currents of lightning strikes are from 2,000 to 400,000 amperes, while other types of transient current surges are lower. It is not easy to determine the amount of surge current which will hit a premise; therefore, assumptions must be made, e.g. considering the isokeraunik level, the geographical situation, and the exposure. I.T.® considers the importance of the service to be protected, and then determines what the current surge is most likely to support, according to the locations on UL 1449 (A, B, C).

## References:

Karl Clark: Responses to application Questions

Dr. Dennis Wilfong: *Effect of lead length on parallel transient voltage surge suppressors.*

# Location Categories for IEEE & IEC



Northern Technologies, Inc.  
 23123 B. Mission Avenue  
 Liberty Lake, WA 99019 USA  
 800-727-9119 (US & Canada)  
 509-927-0401  
 Fax 509-927-0435  
 www.northern-tech.com





# PED - START

Arrancador Suave de 3 a 800 HP para Motor Jaula de Ardilla

**El PED - START.**- Es un arrancador suave de alta performance con propiedades sofisticadas únicas.

El display digital permite un diálogo amigable con un acceso rápido y fácil a los parámetros requeridos. Todos los mensajes son mostrados en un lenguaje comprensivo y claro.

**El PED - START.**- es capaz de dar una señal de advertencia por medio de los relays de salida, antes que se produzca el apagado causado por una condición de falla.

Una propiedad de seteo pre-programado puede ser usada para configurar todos los parámetros para una aplicación dada, mediante un simple pulsador.

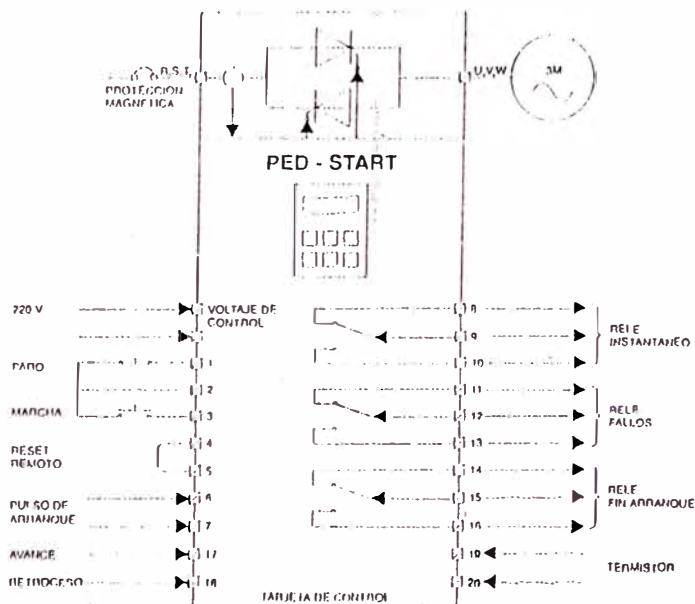
Para un control de posicionamiento mejorado son seleccionables 3 velocidades bajas (operación de avance y retroceso).

**Propiedades** Límite de corriente  
 Seteo Dual  
 tres velocidades bajas de avance y retroceso programables (7%, 10%, 15% de la velocidad nominal.)  
 Control de Bombas (Previene Golpes de Ariete)  
 Freno de Inyección DC (opcional)

**Protección (Motor y Arrancador)** Sobrecarga electrónica  
 Baja Carga  
 Alta y Baja de Tensión  
 Corriente Shear pin  
 Pérdida de fase  
 Secuencia de Fase  
 Cortocircuito de SCR's  
 Sobretemperatura de Motor (vía de sensor PTC)

**Controles (Entradas y Salidas)** Entradas optoaisladas  
 3 relays programables de salida (para diversas funciones)

**Conformidad** No emite ni es afectado por un EMC intolerable ambiente electromagnético.



# PE - START

Arrancador Suave de 3 a 800 HP para Motor de Jaula de Ardilla

● Diseño simple y muy confiable, tarjeta de control para todas las potencias.

● Entradas de mando:  
 -Start/Stop.  
 -Reset externo.  
 -Start-opcional para carga variable.

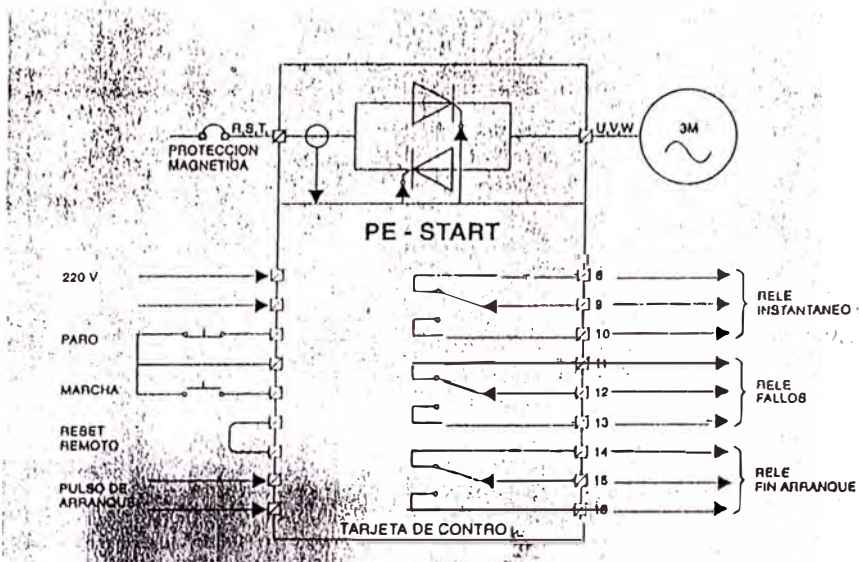
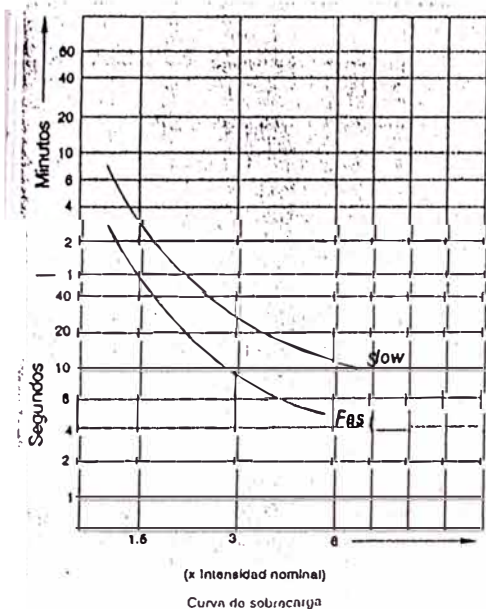
Ajustes por Potenciómetros:  
 - Torque inicial  
 - Tiempo de torque inicial  
 - Rampa de subida  
 - Rampa de bajada - (on/off con DPI Switch).  
 - Limitación de corriente  
 ● - Sobre corriente  
 - Baja corriente (on/off con DPI Switch).

Reles de salida:  
 - Instantáneo  
 - Fallas  
 - Temporizado. (on/off con DPI Switch).

- Protecciones Ajustables:
  - Sobre carga
  - Baja carga
  - Asimétrico de corriente
  - Bajo voltaje
  - Corto circuito de arranque.

- Indicadores Visuales:
  - Leds





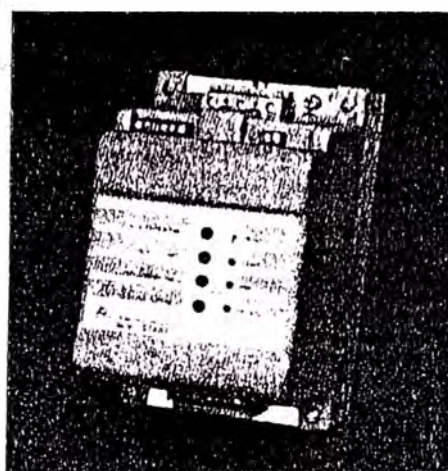
# Mini - Start

## Arrancador Estático

5-50 HP - 440V

El «Mini-Start» es un arrancador suave de voltaje reducido.

Es de plena performance, y aún el más económico, compacto y de bajo costo de su clase.



### Ajustes:

Corriente Límite	:	100 - 500%
Tiempo de aceleración	:	1 - 15 segundos.
Tiempo de desaceleración	:	1 - 30 segundos
Nivel de sobrecarga del motor	:	80 - 120%

### Leds Indicadores

- Ready (Amarillo) - Parpadea en pérdida de fase o energía
- Run (Verde) - Parpadea durante la aceleración y desaceleración, permanece encendido continuamente en modo RUN.
- Overload (Rojo) - Parpadea cuando se está sobrecargando, permanece encendido continuamente cuando ocurre la falla.

### Relays Auxiliares

Dos modos seleccionables:

- Instante - Energizado cuando es dada la orden de arranque, desenergizado en el fin de la desaceleración.
- Falla - Energizado cuando ocurre una falla.

### Protecciones

Protecciones de sobrecarga del motor (memoria térmica, si permanece el voltaje de control) y pérdida de fase. El control de energía de las 3 fases es llevada a cabo por medio del control del ángulo de fase solamente 2 de ellas. Existe un contactor con aislamiento, que puede ser aplicado. La interface entre el Mini Start y el contactor está construida internamente.

# POTENCIA STANDAR

IN A	POTENCIA MOTOR					Refrigeración
	220 V Kw	380 V Kw	440 V Kw	500 V Kw	660 V Kw	
8,5	2,2	3,7	4	5	7,5	NATURAL
15,5	4	7,5	9	10	11	NATURAL
30	7,5	15	17	20	25	NATURAL
43	11	22	25	30	37	NATURAL
57	17	30	33	40	51	NATURAL
72	22	37	40	50	65	FORZADA
104	30	55	63	75	100	FORZADA
125	37	65	75	85	110	FORZADA
142	45	75	85	100	140	FORZADA
149	47	78	90	120	150	FORZADA
180	53	93	110	130	165	FORZADA
204	63	110	132	150	185	FORZADA
273	80	150	180	190	250	FORZADA
330	100	185	200	230	300	FORZADA
460	140	250	285	325	450	FORZADA
580	185	315	375	425	550	FORZADA
650	200	370	380	450	630	FORZADA
800	250	440	515	575	775	FORZADA

## VENTAJAS

- REDUCE LAS CORRIENTES DE ARRANQUE Y SUS CORRESPONDIENTES GOLPES MECANICOS
- MAYOR NUMERO DE ARRANQUES PERMITIDOS
- REDUCE LOS GOLPES DE ARIETE EN BOMBAS DE AGUA CON LA FUNCION DE PARADA SUAVE
- REDUCE LOS DESGASTES MECANICOS DE MAQUINAS Y EQUIPOS
- AUSENCIA TOTAL DE MANTENIMIENTO Y SENCILLO SISTEMA DE INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA
- PROTECCION ELECTRONICA DEL MOTOR MUY COMPLETA
- TARJETA DE CONTROL UNICA E INTERCAMBIABLE PARA TODAS LAS POTENCIAS.

## COMPENSACIÓN ESTÁTICA DEL FACTOR DE POTENCIA

(Patente CIRCUTOR Nº 542258)

En las instalaciones donde las fluctuaciones de carga son importantes y rápidas, la conexión a base de contactores no permite actuar lo suficientemente rápido como para tener en cada momento la compensación necesaria. En tales casos la solución idónea consiste en aplicar contactores estáticos, a base de tiristores, para la conexión/desconexión de los condensadores. Las ventajas obtenidas con ello son las siguientes:

- **Conexión del condensador sin transitorio de arranque.** La conexión se produce en el preciso momento que la tensión de red coincide con la del condensador, incluso cuando éste se encuentra total o parcialmente cargado. Por este motivo se elimina cualquier transitorio de conexión y desaparecen los microcortes u otras perturbaciones, que en muchos casos provocan interferencias sobre equipos electrónicos (fig. 1).

- **Desconexión del condensador sin transitorio.** La desconexión se produce al paso por cero de la corriente (fig. 1).

- **Cadencia de maniobras ilimitada.** Las dos condiciones anteriores hacen que los tiempos entre conexiones y desconexiones sucesivas pueda llegar a ser de un ciclo de 20 ms, para una frecuencia de 50 Hz, si la carga lo requiere.

- **Respuesta inmediata a la demanda de compensación.** Esta condición es inalcanzable con los contactores convencionales y resulta imprescindible para cargas tales como: máquinas de soldar por puntos o pequeños cordones, ascensores, grúas, hornos y en general aquellas que presenten ciclos cortos de carga.

- **Menor desgaste de los condensadores y de los interruptores de maniobra.** Esta es una consecuencia inmediata a la eliminación de transitorios y de la total ausencia de partes mecánicas móviles. La vida útil del equipo en su conjunto se incrementa notablemente con respecto a los equipos convencionales con contactores.

CIRCUTOR ha desarrollado una serie de equipos compactos de altas prestaciones, que incorporan el contactor estático. Existen también módulos de condensadores con interruptor estático incorporado en el cabezal y toda una gama de contactores estáticos sueltos, que permiten construir baterías a medida de las necesidades en forma modular.

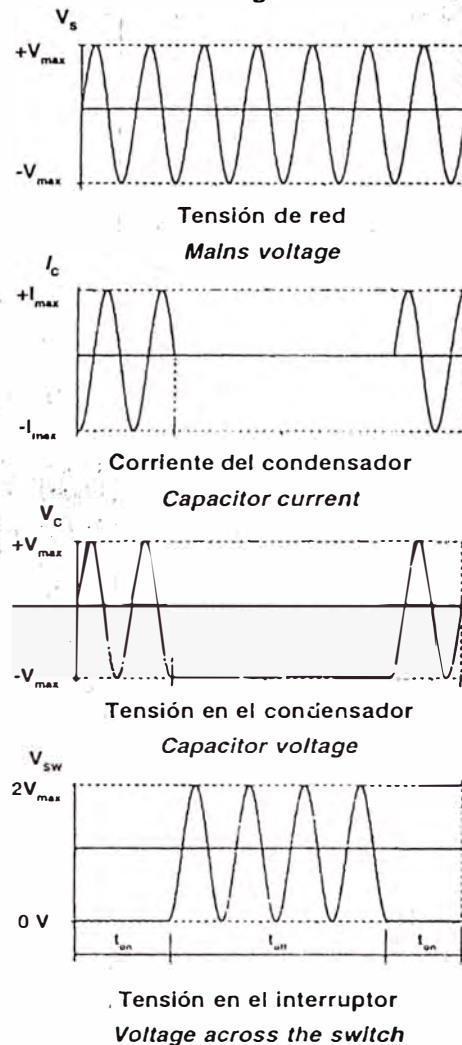
## POWER FACTOR CORRECTION WITH STATIC SWITCHES

(CIRCUTOR patent Nr 542258)

In certain installations having big and fast load fluctuations, the PF cannot be corrected with electromechanically driven capacitor stages. In such cases, the traditional system isn't fast enough to follow the reactive power demands of the load. Then it becomes absolutely necessary to use capacitor banks driven by static switches, based on the rough and well proven thyristor technology. The static solution may also be used in other cases with the following advantages:

### TENSIONES Y CORRIENTES DE UN GRUPO CON MANIOBRA ESTÁTICA VOLTAGES AND CURRENTS IN A CAPACITOR GROUP DRIVEN BY STATIC SWITCHES

Fig. 1



- **Absence of ON-switching transient.** Each capacitor step is connected at zero voltage across the switch, even when the capacitor is totally or partially charged. This eliminates the switching transient and avoids notches and other disturbances which cause interferences in electronic equipment supplied by the same low voltage line (fig. 1).

- **Absence of turn-OFF transient.** The capacitor disconnection takes place at zero current. (fig. 1).

- **Unlimited ON-OFF speed.** Because of the above switching conditions, the static switch may be operated at very fast ON-OFF cadences. In fact, the switch itself, can respond in one cycle, it required by the load.

- **Immediate response to the reactive power demands.** This response is not achievable when the conventional electromechanical switches are used. The static switch becomes the only solution to compensate the PF of systems like soldering machines, cranes, lifts, arcing devices and other machines having frequent and short load cycles.

- **Low wear of the capacitors and of the switches themselves.**

As a direct result of transients elimination and because of the absence of moving mechanical parts. The expected life of the whole equipment is considerably increased, respect to the conventional system.

CIRCUTOR has developed a new series of high performance compact equipment which include static switches. There are also parts like capacitor modules with the static switch attached in a head control box, and a full range of static switch modules, which allow to build PF correction equipment according to the customer needs.

Para el mando de todas las baterías es preciso recurrir al regulador **computer 8df o 12f** (ver capítulo 4.1) que permite leer las necesidades de reactiva de la carga y compensar en un tiempo de 100 ms. Obsérvese que pueden hacerse maniobras más rápidas, por lo que al interruptor estático se refiere, pero no es conveniente si no se ha medido como mínimo un ciclo completo del sistema trifásico (60 ms). No obstante, en algunos casos pueden utilizarse módulos estáticos cononados directamente por un contacto del equipo que controla la conexión y desconexión de las cargas actuantes (en general autómatas o equipos de control de soldadura, hornos de inducción, etc.)

Los equipos con interruptor estático pueden también utilizarse para aplicaciones donde se requiera un filtro de armónicos, es decir, para maniobrar conjuntos de filtros previstos para evitar sobrecargas y resonancias. El caso más frecuente son los filtros con un factor de sobretenensión  $p = 7\%$ . La fig. 2 muestra el esquema de principio de un grupo de condensadores. La fig. 3 muestra el esquema en caso de filtro.

The static **PF** compensation equipment must also use a fast control regulator like the **computer 8df or 12f**, (see chapter 4.1) which allow to measure the reactive and to introduce the compensation in 100 ms. Notice that the static switch may operate even faster, but in practical cases, at least a full three-phase cycle (60ms) has to be read before the regulator decides the connection or disconnection of new steps. Nevertheless, some times the static switch may be operated by a contact from the controller driving a fast switched load (usually a PLC or an electronic controller of a welding machine, induction oven, etc.).

Equipment based on static switches may also be used in applications where an harmonics filter is required, i.e. to operate an L+C group instead of a single C. This avoids capacitor overloads and resonances. The most common case are the detuned filters with an overvoltage factor  $p = 7\%$ . The fig. 2 shows the principle diagram of a capacitor group. Fig.3 shows the diagram in case of a detuned filter.

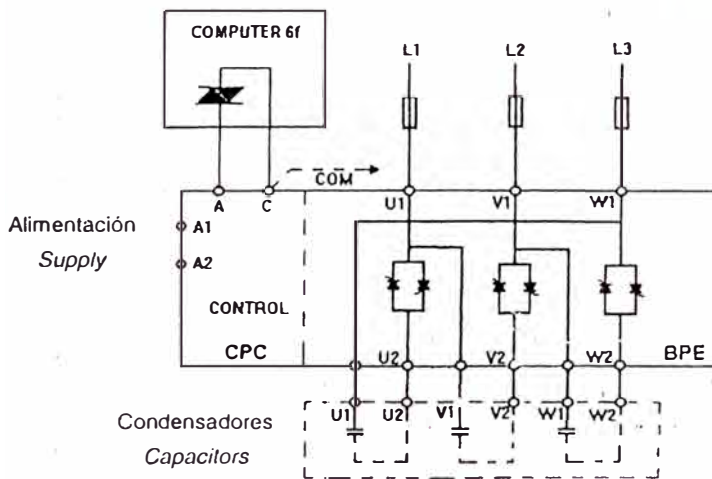


Fig. 2  
Esquema de principio de un grupo de condensadores con interruptor estático  
Principle diagram of a static switched capacitor group

Fig. 3  
Esquema de principio de un grupo con filtro y maniobra estática  
Principle diagram of a static switched filter group

