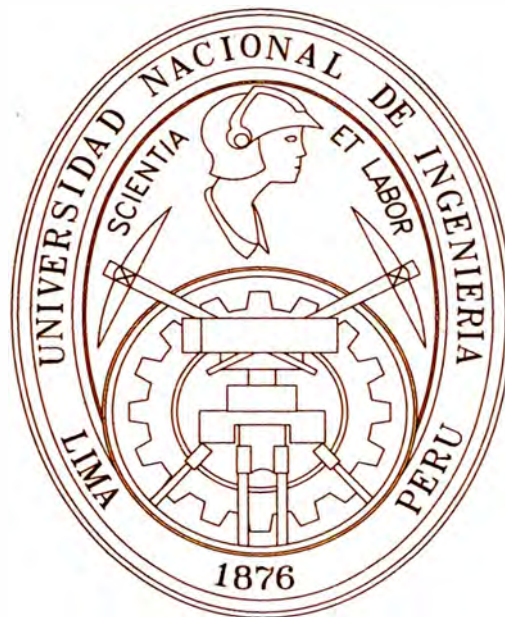


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DE LOS TRANSFORMADORES
RECTIFICADORES DE LA PLANTA CLORO-
SODA DE LA EMPRESA QUIMPAC S. A.
PARAMONGA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

YURI SILVESTRE MELÉNDEZ OSORIO
PROMOCIÓN 1993-II

LIMA-PERU

2008

**A mis padres y hermanos por
su apoyo incondicional en todo
momento.**

ÍNDICE

	Pág.
PRÓLOGO	01
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	03
1.1 OBJETIVO	03
1.2 ANTECEDENTES	04
1.3 ALCANCES	05
1.4 LIMITACIONES	05
1.5 IMPORTANCIA	05
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	07
2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO	07
2.1.1 Definición del Mantenimiento	07
2.1.2 Mantenimiento Correctivo	07
2.1.3 Mantenimiento Preventivo	07
2.1.3.1 Ventajas del Mantenimiento Preventivo	08
2.1.4 Mantenimiento Predictivo	08
2.1.5 Otros Tipos de Mantenimiento	09
2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES RECTIFICADORES	09
2.2.1 Definición	09
2.2.2 Esquema eléctrico de los Transformadores Rectificadores	10
2.2.3 Transformadores Rectificadores ITE	11
2.2.4 Transformadores Rectificadores Westinghouse	12

2.2.5 Datos de placa de los Transformadores Rectificadores	13
CAPÍTULO III: PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA	17
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA	17
3.2 CIRCUITOS PRODUCTIVOS	19
3.3 BREVE RESEÑA HISTÓRICA	19
3.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELECTROLISIS	21
CAPÍTULO IV: SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO	22
4.1 CÓMO SE MANEJA	22
4.2 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS	22
4.2.1 Recursos Humanos	22
4.2.1.1 Organigrama de Mantenimiento	23
4.2.2 Herramientas de Trabajo	24
4.2.3 Almacén de Materiales y Repuestos	24
4.2.4 Manuales Técnicos	24
4.3 ESTADÍSTICA DE FALLAS E INTERVENCIONES	25
4.4 FORTALEZAS Y DEBILIDADES	26
CAPÍTULO V: PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO	28
5.1 PLANEAMIENTO	28
5.1.1 Planificación	29
5.1.2 Políticas de Mantenimiento	29
5.1.3 Identificación de Actividades de Mantenimiento Requeridas	30

5.2 PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO	31
5.2.1 Componentes o Partes de los Equipos	31
5.2.2 Actividades Estándares	33
5.2.3 Órdenes de Mantenimiento	34
5.2.4 Diagrama de Flujo Generación Orden de Mantenimiento Preventivo	36
5.2.5 Programa de Mantenimiento	37
5.2.6 Materiales y Repuestos	40
5.2.7 Recursos Humanos Requeridos	40
5.3 COSTOS DE MANTENIMIENTO	40
5.3.1 Planificación de los Costos	40
5.3.2 Medios para la obtención de los costos	49
5.3.2.1 Cálculo de Costo de Hora Perdida en Producción	50
5.3.3 Estructura de Costo Anual de Mantenimiento Preventivo	51
5.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN	51
5.4.1 Fichas Técnicas	52
5.4.2 Generación de Órdenes de Mantenimiento	52
5.4.3 Registros Históricos	53
5.4.4 Reportes de Mantenimiento	53
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA	54
6.1 ESTADÍSTICA DE COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN	54
6.1.1 Costos de Mantenimiento Correctivo Anual	54

VI

6.1.2 Representación gráfica de los costos de mantenimiento Correctivo Incluyendo Pérdidas por Paradas	56
6.2 COMPARACIÓN DE COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO INCLUIDO PÉRDIDAS POR PARADAS	57
6.2.1 Costos de Mantenimiento Preventivo Anual	57
6.2.2 Comparación de Costos Anuales de Mantenimiento Correctivo y Preventivo	59
6.2.3 Costos de Mantenimiento Preventivo considerando el programa de producción anual de la planta.	61
CONCLUSIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	65
PLANOS	
APENDICE	

PRÓLOGO

El presente informe tiene por finalidad proponer la implementación de un plan de mantenimiento preventivo de los cuatro transformadores rectificadores de la planta cloro-soda de la empresa QUIMPAC S.A. – PARAMONGA, a condiciones nominales de operación, ubicada en la provincia de BARRANCA-LIMA, a fin reducir los costos por pérdidas de producción y reparaciones de emergencia debido a paradas intempestivas continuas de estos equipos.

Para justificar la propuesta se han calculado los costos plan de los programas de mantenimiento preventivo de los equipos para luego ser comparados con los costos totales del mantenimiento correctivo del año 2006 y emitir las respectivas conclusiones. Se tomó como referencia el año 2006 por ser la época en que se hizo más notoria la falta de programación de mantenimiento de los equipos por la gran cantidad de fallas producidas.

El presente trabajo consta de seis capítulos los cuales se presentan a continuación

El primer capítulo es la introducción, en el cual se enunciarán los objetivos del presente trabajo, así como los alcances, antecedentes, limitaciones e importancia del mismo.

En el capítulo II se explicará brevemente la función y tipos de mantenimiento comúnmente aplicados en plantas industriales similares, las ventajas del mantenimiento preventivo y una descripción breve del tipo de máquina o equipo a mantener al que hace referencia el presente informe.

En el capítulo III se hará una descripción general de la planta y se explicará brevemente el proceso productivo principal así como también se mencionarán los subprocesos afines.

En el capítulo IV se describe la situación en la que se encuentra el mantenimiento de estos equipos, cómo se lleva, qué problemas principales presentan dichos equipos, con qué recursos se cuenta y qué fortalezas y debilidades se tiene.

En el capítulo V se da a conocer el plan de mantenimiento propuesto para reducir las fallas imprevistas. En él se describen el planeamiento, la programación del mantenimiento preventivo de cada transformador rectificador, los costos y el sistema de información planteado.

En el capítulo VI se hace una evaluación económica partiendo de la estadística de costos por pérdidas de producción y reparaciones de emergencia llegando a compararlo con los costos que se generarían con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo y viendo su rentabilidad.

En la parte final se darán a conocer las conclusiones a las que llega el autor al realizar el presente trabajo, la bibliografía utilizada y los anexos correspondientes.

Finalmente quiero manifestar que el presente trabajo está basado en la experiencia adquirida por el autor durante los años que ha venido trabajando en las plantas cloro-soda de QUIMPAC S.A. en las sedes de Oquendo (Lima) y Paramonga (Barranca).

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO

El principal objetivo del presente trabajo es el de transmitir los criterios fundamentales para la implementación de un sistema de Mantenimiento Preventivo de los cuatro Transformadores Rectificadores de la Planta Cloro-Soda de QUIMPAC S.A. PARAMONGA, a fin de reducir los costos por horas de parada y reparaciones de emergencia por fallas imprevistas.

Asimismo, es objeto del presente trabajo aplicar la metodología de trabajo aprendida en el curso de Mantenimiento del X Programa de Actualización de Conocimientos de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI, consistente básicamente en la identificación de las clases de actividades de mantenimiento principales de los equipos en base a recomendaciones del fabricante y experiencias prácticas, para luego asignarles una frecuencia de ejecución mediante un programa de mantenimiento, tomando en cuenta los alcances de cada actividad, los recursos a utilizarse, los tiempos disponibles para las intervenciones y los costos que ello significaría. Luego se estimaría un costo plan por un año y sería comparado con los costos de mantenimiento correctivo del año 2006 para ver su conveniencia de ejecución.

1.2 ANTECEDENTES

A la fecha no existe trabajo alguno que haga referencia al mantenimiento del tipo de maquinaria industrial que es objeto del presente trabajo. La iniciativa de elaborar un plan de mantenimiento preventivo de este tipo de máquina eléctrica es propia del autor por tratarse de máquinas con nivel de criticidad prioritaria del centro donde actualmente labora.

La empresa Quimpac S.A. es una organización que se dedica básicamente a producir soda cáustica mediante sus plantas químicas cloro-soda del Callao y Paramonga, a través de procesos de electrólisis de salmuera con celdas de amalgama de sodio.

La planta del Callao tiene una antigüedad de 49 años y fue adquirida por Quimpac el año 1992, mientras que la de Paramonga tiene una antigüedad de 48 años y fue adquirida por la organización el año 1997.

La planta de Paramonga tiene 34 celdas electrolíticas de mercurio y su capacidad de producción es de 51,300 TM/año de soda. Se encuentra ubicada en el complejo Agro-Industrial Paramonga, a la altura del km 204 de la Panamericana Norte.

Ver plano de ubicación en el Anexo 1.

1.3 ALCANCES

El plan de mantenimiento propuesto está aplicado específicamente a los cuatro transformadores rectificadores de la planta, que abastecen de corriente continua a las 34 celdas electrolíticas de la planta en el orden de los 150 kADC a 143 VDC. Estos equipos son críticos dado que la capacidad productiva de la planta depende directamente de la disponibilidad de los mismos.

Mediante el presente trabajo se llega hasta la programación de las actividades principales de mantenimiento preventivo y se proyecta un costo plan de dichas actividades en un período de un año. Luego se comparan estos costos con los costos ocasionados por el mantenimiento correctivo del año 2006 tomando en cuenta las pérdidas de utilidad por horas de parada de los equipos.

1.4 LIMITACIONES

El plan propuesto está basado únicamente en las recomendaciones de los fabricantes y la experiencia del suscrito y personal profesional y técnico de la empresa.

1.5 IMPORTANCIA

Debo mencionar que este trabajo adquiere importancia dado que a la fecha no existe tesis o informe alguno que haga referencia a algún plan de mantenimiento aplicado a este tipo de maquinaria industrial.

En consecuencia, considero que el presente trabajo podrá servir como referencia para el mantenimiento de los transformadores rectificadores no solo de plantas de cloro-soda, sino también en otras plantas de distinta línea productiva donde se utilicen esta clase de equipos.

También adquiere importancia el presente trabajo ya que permite ilustrar la aplicación de una metodología para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y demostrar sus ventajas frente al mantenimiento correctivo, siendo esta misma metodología apropiada para cualquier tipo de equipo o maquinaria industrial.

Por lo tanto, podría servir como modelo para argumentar y sustentar los requerimientos de inversión de mantenimiento para la implementación de sistemas de mantenimiento preventivo comparándolo con los costos de mantenimiento correctivo haciendo incidencia sobre los costos por pérdidas de producción que este último ocasiona.

Capítulo 2 MARCO TEÓRICO

2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.1.1 Definición del Mantenimiento:

El mantenimiento es un proceso mediante el cual se asegura que un activo (equipo) continúe desempeñando las funciones deseadas.

Entre sus principales objetivos esta el de mantener los equipos e instalaciones en óptimas condiciones de funcionamiento garantizando su disponibilidad y confiabilidad para el cumplimiento de los programas de producción de la empresa. Asimismo, el mantenimiento de equipos debe satisfacer los requisitos del sistema de calidad de la institución y cumplir con las normas de seguridad y medio ambiente.

2.1.2 Mantenimiento Correctivo:

Conjunto de procedimientos utilizados para reparar una máquina que ya ha fallado, en otras palabras es la ejecución de acciones para reparar elementos defectuosos por el mal funcionamiento o rendimiento del equipo.

2.1.3 Mantenimiento Preventivo:

Inspección periódica de máquinas y equipos, para evaluar su estado de funcionamiento e identificar fallas, es la ejecución de acciones programadas que tienden a prevenir disfunciones y averías, para asegurar el rendimiento óptimo de los equipos y garantizar la disponibilidad de los mismos para el cumplimiento de los programas de producción.

2.1.3.1 Ventajas del Mantenimiento Preventivo:

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad , ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos.
- Mayor duración de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de reparaciones.

2.1.4 Mantenimiento Predictivo:

Mantenimiento basado en el monitoreo periódico de los equipos para detectar posibilidades de fallas antes de que sucedan. Consiste en hacer un diagnóstico funcional del equipo sin interrumpir el proceso productivo y luego hacer su

seguimiento mediante monitoreos con instrumentos adecuados e intervenirlos únicamente cuando sea menester efectuar una reparación.

Existen cuatro técnicas principales: Análisis Vibracional, Termografía, Ferrografía y Ultrasonido.

2.1.5 Otros Tipos de Mantenimiento:

Existen otros tipos de mantenimiento tales como el Mantenimiento Proactivo, TPM y CCM, los cuales se caracterizan por basarse en filosofías de gestión y hacen uso de los tipos de mantenimiento anteriores.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES RECTIFICADORES

2.2.1 Definición

Son máquinas eléctricas estáticas que constan de un transformador de potencia trifásico, un sistema de rectificación compuesto básicamente por diodos de potencia, un sistema de control de carga, un sistema de seguridad y protección eléctrica y, un sistema de enfriamiento de aceite y agua.

Estos equipos son alimentados con corriente alterna desde unos auto-transformadores reguladores de tensión, los cuales poseen conmutadores electro-mecánicos inmersos en aceite dieléctrico.

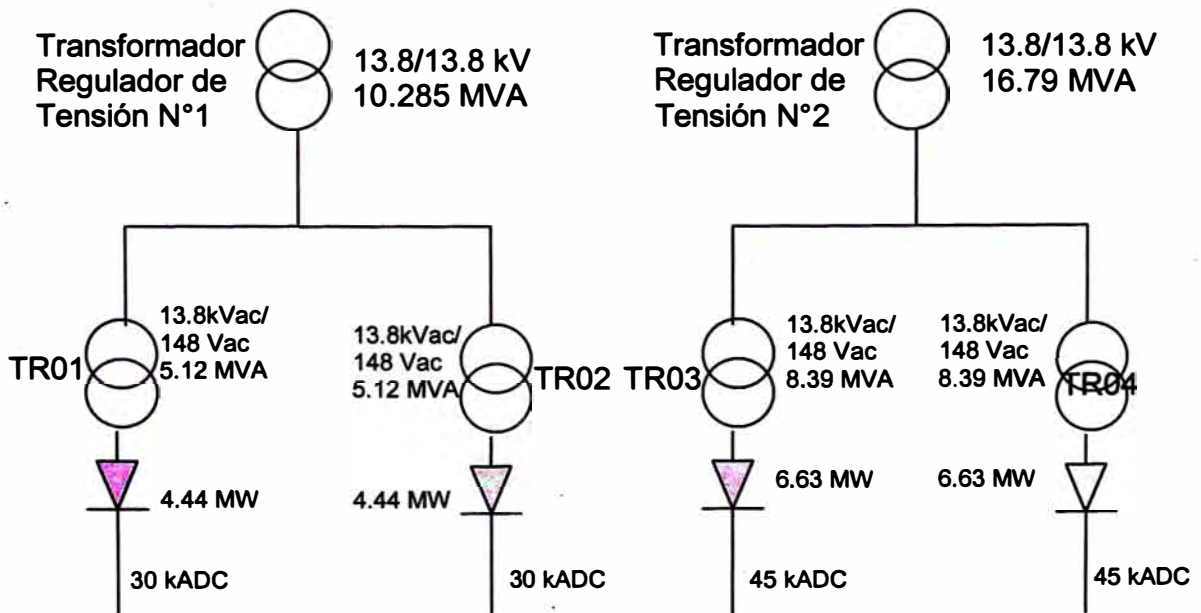
La tensión de entrada en los transformadores rectificadores es de 13.8 kVAC y la salida es de 148 VDC o menos según se desee mantener la carga en las celdas electrolíticas.

Ver apéndice para mayor información de este tipo de máquina.

2.2.2. Esquema Eléctrico de los Transformadores Rectificadores

Se tienen instalados dos transformadores reguladores de tensión, el número uno de 10.285 MVA, y el número dos de 16.79 MVA. El número uno alimenta a los transformadores rectificadores marca ITE N° 1 y N° 2, siendo cada uno de ellos de una potencia nominal de 5.12 MVA; mientras que el número dos alimenta a los transformadores rectificadores marca Westinghouse N° 3 y N° 4 de 8.39 MVA cada uno.

FIG 2.1 Esquema Eléctrico de los Transformadores Rectificadores



2.2.3 Transformadores Rectificadores ITE

- Transformador Rectificador ITE N°1 (TR01), 5122 kVA, 14388/139 V, N° Serie11515, capacidad 30 kADC, 148 VDC, 7.55%, diodos 900 PRV, 250A, fusibles 600A, número de diodos 192, número fusibles 192.

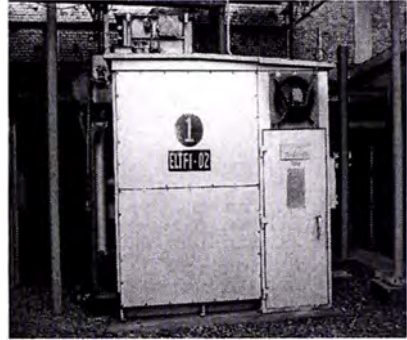


FIG 2.2 Transformador ITE N°1

- Transformador Rectificador ITE N°2 (TR02), 5122 kVA, 14388/139 V, N° Serie11514, capacidad 30 kADC, 148 VDC, 7.55%, diodos 900 PRV, 250A, fusibles 600A, número de diodos 192, número fusibles 192.



FIG 2.3 Transformador ITE N°2

- Columnas de diodos de potencia. Tienen 12 columnas de 16 diodos tipo cola de 300A, con fusibles ultrarápidos de 600A.
- Cada transformador rectificador lleva 192 diodos.

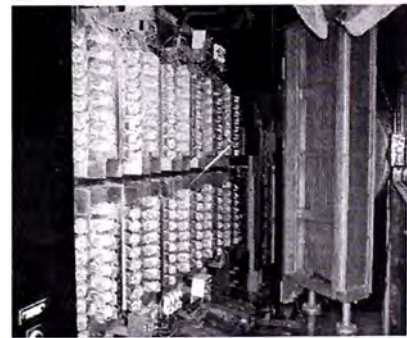


FIG 2.4 Diodos de Rectificador ITE

- Del transformador de potencia salen 148Vdc o menos (según la carga deseada) en un sistema hexafásico.



FIG 2.5 Reactores de Rectificador ITE

2.2.4 Transformadores Rectificadores Westinghouse

- Transformador Rectificador Westinghouse N°1 (TR03), 8395 kVA, 14250/0.153 kV, rectificador de 6630 kW, corriente 45 kADC, 148 VDC, N° serie ZDS 78671, diodos 1000 PRV, 2002 A, fusibles 2750 A, numero de diodos 42, número fusibles 42.

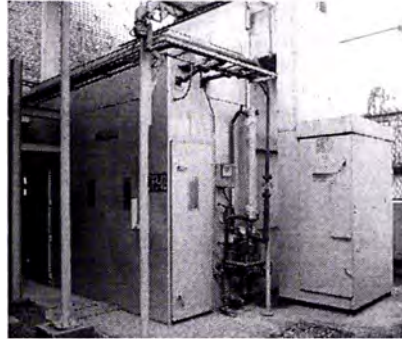


FIG 2.6 Rectificador Westinghouse N°1

- Transformador Rectificador Westinghouse N°2 (TR04), 8395 kVA, 14250/0.153 kV, rectificador de 6630 kW, corriente 45 kADC, 148 VDC, N° serie ZDS 78681, diodos 1000 PRV, 1200 A, fusibles 2750 A, numero de diodos 42, número fusibles 42.

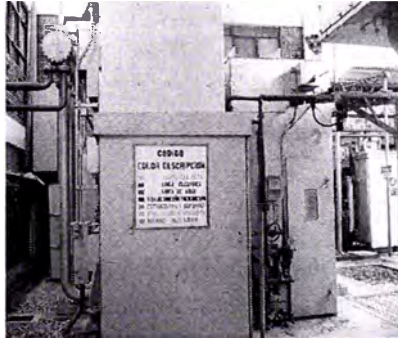


FIG 2.7 Rectificador Westinghouse N°2

- Cada rectificador Westinghouse contiene seis columnas de 7 diodos tipo disco de 2002A, con fusibles ultrarápidos de 2750 A.

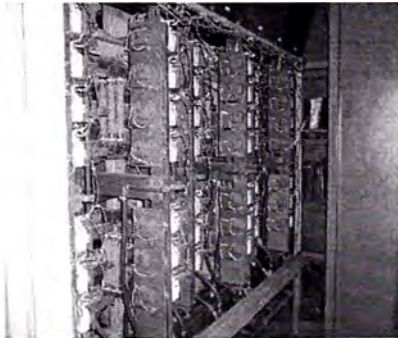


FIG 2.8 Columna de Diodos Westinghouse

- Del transformador de potencia salen 148Vdc o menos (según la carga deseada) en un sistema hexafásico

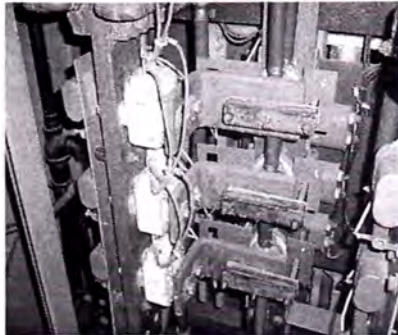


FIG 2.9 Fusibles de Westinghouse

2.2.5 Datos de Placa de los Transformadores Rectificadores.

TABLA 2.1 TRANSFORMADOR RECTIFICADOR ITE N°1 (TR01)	
POTENCIA	5122 KVA
TENSIÓN	14388/ 139 V
RECTIFICADOR	4440 KW
CORRIENTE	30 KADC
VOLTAJE	148 VDC
N° SERIE	11515
TEMP	55°C
Z	7.55%
INSTRUCC.BOOK	1B-5624
CLASS	OW
DIODOS	900 PRV, 250A
FUSIBLES	600A
ACEITE	1325 GAL
SWITCH POSITIVO DC	30 KA, 148 VDC
SECCIONADOR DE ENTRADA	400A, 15 KV
PESO BOBINAS Y NUCLEO	21100 LBS
PESO TANQUES Y ACCESORIOS	13850 LBS
PESO ACEITE	9850 LBS
DIODOS Y ACCESORIOS	16500 LBS

TABLA 2.2 TRANSFORMADOR RECTIFICADOR ITE N°2 (TR02)	
POTENCIA	5122 KVA
TENSIÓN	14388/ 139 V
RECTIFICADOR	4440 KW
CORRIENTE	30 KADC
VOLTAJE	148 VDC
N° SERIE	11514
TEMP	55°C
Z	7.37%
INSTRUCC.BOOK	1B-5624
CLASS	OW
DIODOS	900 PRV, 250A
FUSIBLES	600A
ACEITE	1325 GAL
SWITCH POSITIVO DC	30 KA, 148 VDC
SECCIONADOR DE ENTRADA	400A, 15 KV
PESO BOBINAS Y NUCLEO	21100 LBS
PESO TANQUES Y ACCESORIOS	13850 LBS
PESO ACEITE	9850 LBS
DIODOS Y ACCESORIOS	16500 LBS

TABLA 2.3 TRANSFORMADOR RECTIFICADOR WESTINGHOUSE N°1	
(TR03)	
POTENCIA	8395 KVA
TENSIÓN	14250/ 153 V
RECTIFICADOR	6630 KW
CORRIENTE	44.8 KADC
VOLTAJE	148 VDC
N° SERIE	ZDS 78671
TEMP	65°C
Z	7.02%
DIODOS	1000 PRV, 2002A
FUSIBLES	2750A
ACEITE	5200 GAL
SWITCH POSITIVO DC	50 KA, 1000 V, SERIE S0254
SECCIONADOR DE ENTRADA	600A, 15 KV
TIPO ACEITE	SHELL DIALA D
N° DE DIODOS	42
N° FUSIBLES	42

TABLA 2.4 TRANSFORMADOR RECTIFICADOR WESTINGHOUSE N°2 (TR04)	
POTENCIA	8395 KVA
TENSIÓN	14250/ 153 V
RECTIFICADOR	6630 KW
CORRIENTE	44.8 KADC
VOLTAJE	148 VDC
N° SERIE	ZDS 78681
TEMP	65°C
Z	7.20%
DIODOS	1000 PRV, 2002A
FUSIBLES	2750A
ACEITE	5200 GAL
SWITCH POSITIVO DC	50 KA, 1000 V, SERIE S0254
SECCIONADOR DE ENTRADA	600A, 15 KV
TIPO ACEITE	SHELL DIALA D
N° DE DIODOS	42
N° FUSIBLES	42

Capítulo 3

PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA

La planta Álcalis es una planta química de Cloro-Soda, su objetivo principal es producir soda cáustica líquida al 50% de concentración, mediante un proceso de electrólisis que se basa en la separación electrolítica de los componentes del cloruro de sodio en celdas electrolíticas "De Nora", cada una de ellas lleva un cátodo conformado por el mercurio que fluye y un ánodo formado por parrillas de titanio diseñadas especialmente.

Adjunto e interconectado a la celda está ubicado un desamalgamador vertical relleno de grafito activado. En la celda se produce la separación del sodio y del cloro y en el desamalgamador se forma soda cáustica con desprendimiento de hidrógeno. En el Anexo 3 se puede apreciar una vista de planta de las instalaciones.

CELDA ELECTROLÍTICA DE MERCURIO “DE NORA”

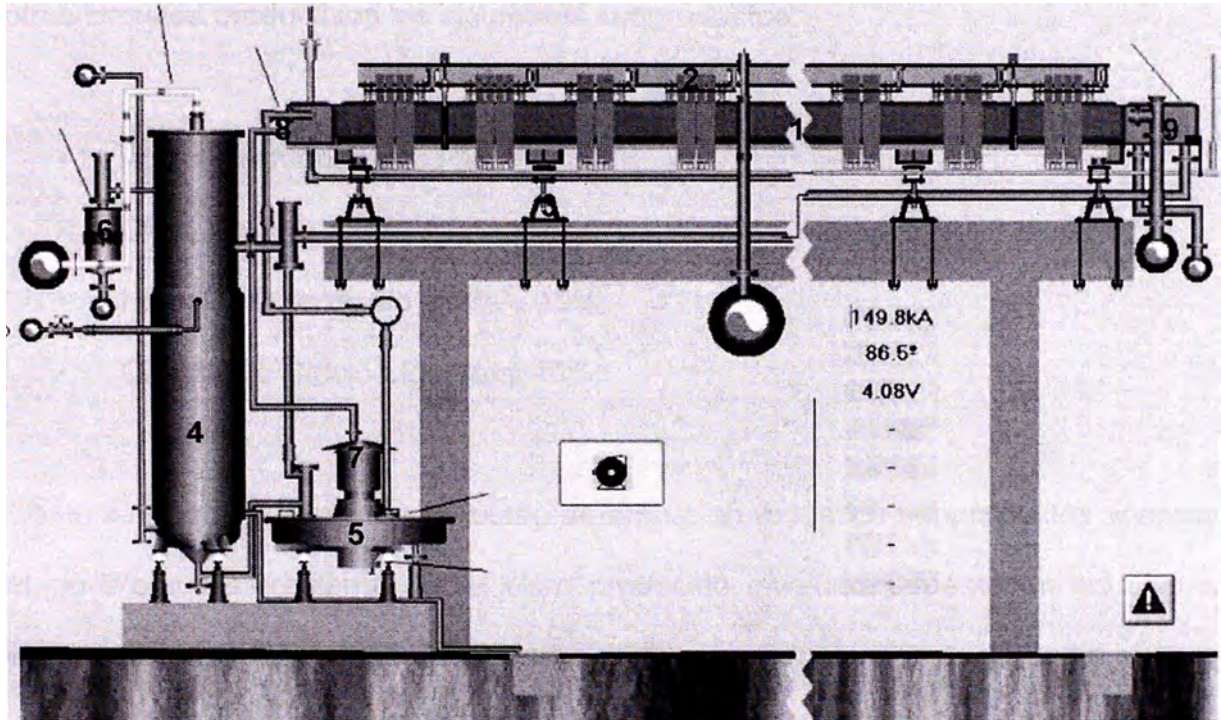


FIG. 3.1

LEYENDA

1. Cuerpo compuesto por paredes laterales y fondo.
2. Ánodo.
3. Soporte
4. Desamalgamador
5. Batea de Mercurio
6. Rompedor de corriente
7. Bomba de Mercurio
8. Cabezal de entrada de salmuera
9. Cabezal de salida de salmuera

3.2 CIRCUITOS PRODUCTIVOS

La planta Álcalis además de producir soda cáustica, también produce a través de otros circuitos productivos los siguientes subproductos:

- Ácido Clorhídrico al 33%.
- Cloro Líquido.
- Hipoclorito de Sodio al 3% y 10%.
- Cloruro de Calcio Líquido al 40%.

Como se puede apreciar en el listado de arriba, en todos los subproductos aparece el cloro como ingrediente. Es el cloro producido involuntariamente en las celdas electrolíticas la razón por la cual existen estos subproductos, es decir, como el cloro no puede ser liberado al ambiente, necesariamente debe ser transformado en otros productos.

Cuanto más soda produzca la empresa más cloro se liberará en las celdas, por lo tanto como a la empresa le interesa producir soda, cualquier ampliación que haga deberá también ampliar las instalaciones de transformación del cloro.

3.3 BREVE RESEÑA HISTÓRICA

La planta de cloro-soda Álcalis formaba parte de un complejo industrial Papel-Azucarero, edificado en los años 50 por la empresa americana GRACE y constaba básicamente de seis plantas:

- Planta de Papel
- Planta Azucarera
- Planta Cloro-Soda
- Planta de PVC
- Planta de Destilería
- Planta de Fuerza

En los años 70 el complejo se estatizó y se creó la empresa Sociedad Paramonga Limitada (SPL), luego en los años 90 esta empresa quebró y se remató a diversos postores. Así, Quimpac S.A., en el año 1997 adquirió todas las plantas excepto la azucarera, siendo adquirida esta última por Hipermercados Wong. Actualmente se encuentran funcionando todas las plantas excepto Destilería y PVC.

La planta de fuerza se encarga de generar energía en el orden de 4 MW pero abastece únicamente a la azucarera. QUIMPAC consume energía directamente de la red, desde el tablero de distribución de 13.8 kV de la Subestación Paramonga Existente (SEPAEX) desde donde salen 10 líneas hacia el tablero de distribución de del complejo industrial. Desde aquí se distribuye la energía hacia todas las plantas y a la población inclusive.

Antiguamente la planta cloro-soda se encargaba de abastecer de soda a la planta papelera para sus procesos de blanqueo y otros, actualmente esta planta produce y exporta soda como “comodity” con normas de calidad y precios del mercado internacional.

3.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELECTRÓLISIS

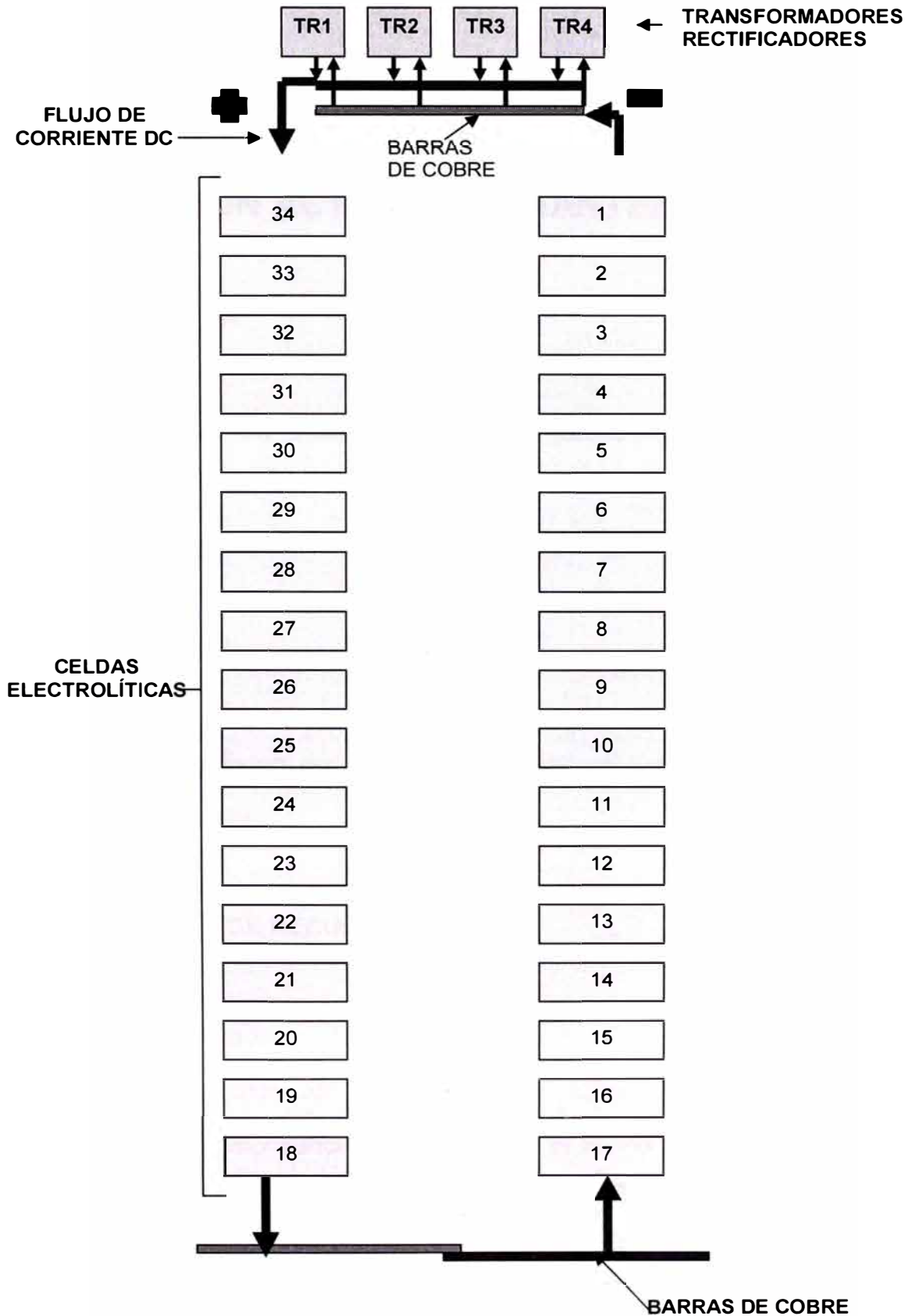


FIG. 3.2

Capítulo 4

SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO

4.1 CÓMO SE MANEJA

En la planta Ácalis no existe programa de mantenimiento alguno de los transformadores rectificadores.

Las intervenciones actuales son puramente correctivas y en ciertos casos preventivos programados.

Las intervenciones pueden ser mecánicas o eléctricas dependiendo del tipo de problema que se presente.

4.2 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS

4.2.1 Recursos Humanos

Los técnicos electricistas no cuentan con la suficiente experiencia en el mantenimiento de transformadores rectificadores, ni tienen conocimientos sólidos de electrónica de potencia. El nivel académico encontrado es muy pobre. Se tuvo que traer a un electricista de la planta de Oquendo para cubrir estas deficiencias, quien vino con toda la experiencia del caso y tuvo que instruir a sus compañeros.

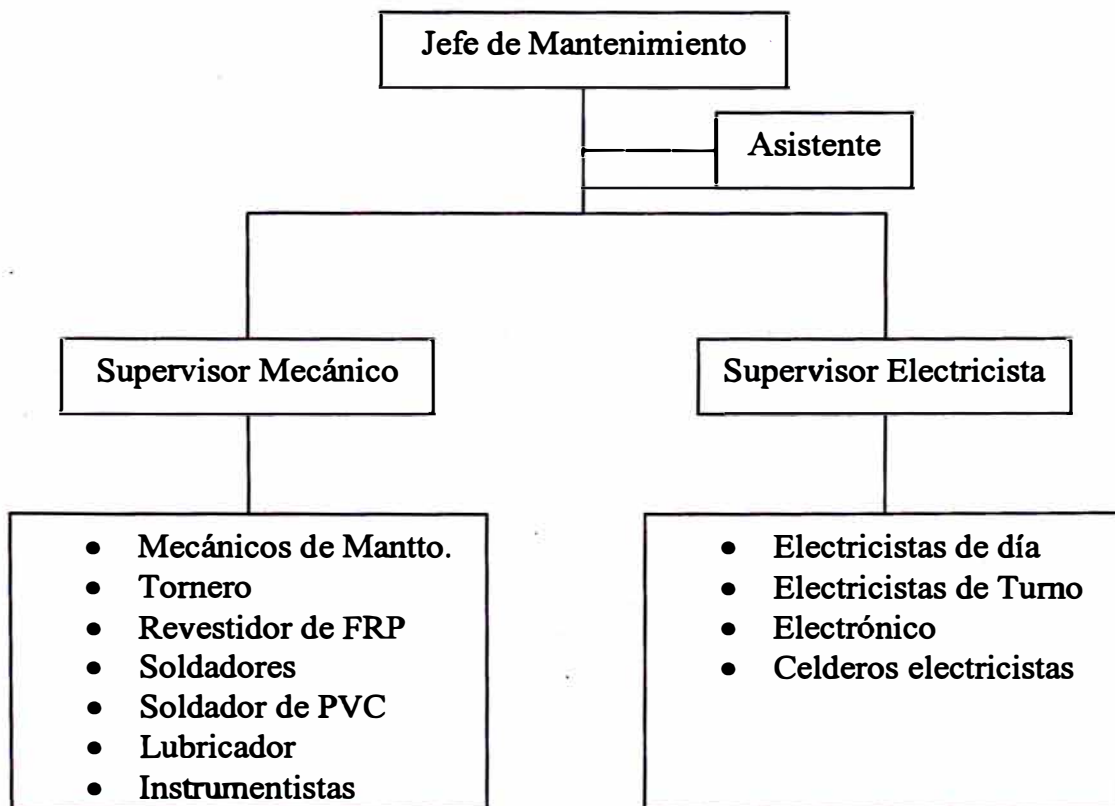
Se cuenta con tres electricistas de turno, un electrónico, dos electricistas de día y dos celderos-electricistas.

Ninguno de los electricistas del taller está debidamente preparado para afrontar cualquier problema eléctrico en los transformadores rectificadores.

4.2.1.1 Organigrama de Mantenimiento

El departamento de mantenimiento de la planta se organiza de la siguiente manera:

FIG 4.1 Organigrama de Mantenimiento



4.2.2 Herramientas de Trabajo

En vista de que para el caso específico del mantenimiento de los transformadores rectificadores el personal electricista de la planta no participaba activamente, las herramientas para el mantenimiento de estos equipos no estaban disponibles. Por lo tanto será necesario adquirir las herramientas necesarias para llevar a cabo el mantenimiento preventivo de estos equipos.

4.2.3 Almacén de Materiales y Repuestos

La falta de repuestos esenciales y el exceso de repuestos poco importantes era característica del inventario de almacén. No se contaba con una planificación de stocks mínimos y tampoco existía una programación de consumo de repuestos y materiales.

Con la implementación del plan de mantenimiento preventivo se podrá planificar y programar la adquisición de repuestos y mejorar la eficiencia y efectividad del área de logística.

4.2.4 Manuales Técnicos

Para el mantenimiento de los transformadores rectificadores se cuentan con los catálogos del fabricante de cada uno de los equipos, sin embargo, debemos tener en cuenta que estos equipos datan de los años 65 y 75, actualmente muchos de los componentes del equipo pueden ser mejorados o reemplazados por otros componentes más eficientes y confiables.

Para mayor información ver el apéndice.

4.3 ESTADÍSTICA DE FALLAS E INTERVENCIONES

Teniendo en cuenta que la planta reinició sus operaciones el año 1998 luego de dos años de estar parada, las estadísticas de fallas de los equipos rectificadores tuvieron lugar a distintas condiciones de operación de la planta, las mismas que fueron variando con el tiempo en forma ascendente pasando de una menor a mayor capacidad según innovaciones y mejoras de los sectores principales de las instalaciones.

Para efectos del presente trabajo, tomaremos como año de referencia el año 2006, año en que se manifestó mayormente la carencia de un programa de mantenimiento dado las consecutivas fallas de los transformadores rectificadores, a partir de inicios de este año tabularemos las fallas producidas más significativas en los equipos en cuestión, que ocasionaron paradas de planta intempestivas y por consiguiente produjeron pérdidas y gastos excesivos por reparaciones de emergencia.

El año 2006 fue el año de mayores problemas en los transformadores rectificadores, es en este año en que se llegaron a tener la mayor cantidad de paradas intempestivas por fallas de estos equipos. A continuación un resumen de dichos eventos.

En el Anexo 3 se podrán apreciar los memos respectivos de cada acontecimiento de falla.

TABLA 4.1 ESTADISTICA DE FALLAS DEL AÑO 2006

Fecha	Evento
03/01	Diodos de la columna 6 del rectificador N°3 quemados (07 pzs)
26/01	Diodos de la columna 3 del rectificador N°2 quemados (32 pzs)
12/02	Alta temperatura de diodos del rectificador N°2. Limpieza enfriador
25/02	Alta temperatura de aceite del rectificador N°4. Limpieza enfriador.
07/03	Diodos quemados de la columna 4 del rectificador N°1.
20/03	Recalentamiento de barras de salida DC del rectificador N°3.
13/04	Falla de regulador de carga automático del grupo rectificador West.
28/04	Alta temperatura de diodos del rectificador N°3. Limpieza enfriador
08/05	Falla del seccionador de entrada 13.8 kV del rectificador N°2.
14/06	Falla de enfriador de ambiente interno del rectificador N°1
24/06	Falla de monitores de señal de diodos quemados del rectificador N°2
05/07	Alta temperatura del ambiente interior del rectificador N°3
20/07	Falla de diodos de columna 4 del rectificador N°4
05/08	Alta temperatura de diodos del rectificador N°1
12/08	Alta temperatura de diodos del rectificador N°1
22/08	Falla de controlador de carga del grupo rectificador Westinghouse
20/09	Alta temperatura de barras de salida del rectificador N°4
12/10	Alta temperatura del ambiente interno del rectificador N°4
09/11	Recalentamiento del ambiente interno del rectificador N°3
16/11	Enfriador sucio del sistema de enfriamiento diodos rectificador N°3
06/12	Alta temperatura de aceite del rectificador N°1
13/12	Alta temperatura de aceite del rectificador N°2

Fuente: Memos del año 2006

4.4 FORTALEZAS Y DEBILIDADES

Es importante hacer un breve análisis de las condiciones actuales del mantenimiento de los transformadores rectificadores para poder proyectarse a la creación de un plan de mantenimiento que permita generar un programa de mantenimiento preventivo efectivo.

TABLA 4.2 FORTALEZAS Y DEBILIDADES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Disponibilidad de servicios técnicos especializados para intervenciones críticas en los rectificadores. (terceros)	El personal electricista propio disponible no estaba entrenado para dar mantenimiento a este tipo de equipos.
Existencia de registros de fallas e intervenciones.	Indisponibilidad de herramientas necesarias.
Flexibilidad de mantenimiento por modulación de carga en horas punta.	Inexistencia de programas de mantenimiento.
Existencia de información técnica, catálogos y planos disponibles.	Inexistencia de un sistema de información de mantenimiento (SIM).
Disponibilidad de talleres para apoyo mecánico y de instrumentación.	Los equipos tienen más de 30 años de antigüedad.

TABLA 4.3 OPORTUNIDADES Y AMENAZAS

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Contratar nuevo personal electricista capacitado.	Pérdidas de eficiencia por antigüedad de los componentes principales de los equipos.
Adquirir herramientas de trabajo modernas.	Pérdida de información técnica e historial por constar únicamente de manuscritos.
Adquirir repuestos mejorados tecnológicamente.	Discontinuidad de fabricación de repuestos por antigüedad de los equipos.
Hacer mejoras en los diferentes sistemas de los equipos.	Condiciones climáticas variables, afecta la eficiencia del enfriamiento de los equipos.
Implementar un sistema de información de mantenimiento moderno.	Las instalaciones se encuentran a 3 horas de Lima, los repuestos o servicios pueden tardar en llegar en casos de emergencia.

Según el cuadro anterior vemos que es necesaria la contratación de personal electricista debidamente instruido y capacitado para el mantenimiento de los equipos. Asimismo, se deberán adquirir las herramientas básicas necesarias para las actividades a programarse, y se hará uso del nuevo sistema de información de mantenimiento implementado recientemente con el sistema de administración de negocios de la empresa (SAP).

Capítulo 5

PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

5.1 PLANEAMIENTO

Debemos tener presente que el planeamiento de mantenimiento está siempre sujeto al comportamiento real de los equipos e instalaciones dentro del proceso productivo. Por lo tanto deberá ser siempre revisado y/o modificado según los resultados históricos.

Dentro de los procesos de gestión de mantenimiento, existe uno que llama la atención a todos los mantenedores, por la contradictoria relación que se plantea entre dos características fundamentales “dinámica” y “rigidez”. La primera está enfocada a la necesidad de establecer planes de mantenimiento, donde se prevé la ejecución de acciones de mantenimiento para evitar la falla de los equipos, pero que está condicionada al comportamiento real dentro de las líneas de producción. La segunda característica, la obtenemos según la obstinada razón de planificar y no corregir los elementos ni en función del tiempo ni en función de las acciones.

Hay que tener en cuenta que la propia actividad de mantenimiento con sus correspondientes registros ha de permitir extraer y validar datos propios sobre fiabilidad de los componentes de los equipos contrastando lo aportado por los

proveedores de los mismos. De esta manera, el programa de mantenimiento se irá ajustando paulatinamente a partir de la propia información que el mismo genera.

5.1.1 Planificación:

Para efectos de la planificación del mantenimiento preventivo de los transformadores rectificadores tomaremos en cuenta las siguientes premisas:

- a) Los programas de mantenimiento anual serán hechos en concordancia con los programas de producción anual.
- b) Los tiempos requeridos para las intervenciones que necesitan la máquina parada, serán tomados de los tiempos no productivos según los programas de producción. Es decir, el programa de producción anual considera 350 días útiles productivos durante el año, otorgando 15 días a mantenimiento para la ejecución de sus programas.
- c) Los recursos de mano de obra podrán ser propios o contratados.
- d) Se hará uso de servicios técnicos especializados.
- e) Los repuestos son importados y nacionales en algunos casos. Estos y los materiales consumibles serán adquiridos a través del almacén previa generación de las órdenes de mantenimiento.
- f) Las actividades a ser incluidas en los programas de mantenimiento preventivo serán seleccionadas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y a registros históricos de eventos de fallas durante los años anteriores.

5.1.2 Políticas de Mantenimiento:

Para el proceso de mantenimiento preventivo de los transformadores rectificadores y de los demás equipos e instalaciones de la planta se consideran las siguientes políticas:

- a) Los planes de mantenimiento serán vertidos al módulo de mantenimiento del sistema SAP para la generación automática de las órdenes de trabajo.
- b) Toda orden de mantenimiento preventivo generada deberá ser aprobada por el Jefe de Mantenimiento.
- c) La ejecución de las órdenes de mantenimiento podrán ser reprogramadas dependiendo de los requerimientos de producción en las fechas cercanas a las de las órdenes programadas.
- d) Todo repuesto cambiado será destinado al almacén de repuestos usados debidamente empaquetado con inscripción exterior que indique la fecha y lugar de origen.
- e) Todo repuesto retirado del almacén y que no haya sido utilizado en su momento deberá ser reingresado inmediatamente al almacén.
- f) Todo trabajador (propio o contratista) deberá cumplir con las normas de seguridad y salud ocupacional según los reglamentos establecidos.
- g) Los servicios técnicos especializados no serán conformes hasta haber sido probados y verificados en funcionamiento.
- h) Se hará uso de horas punta para realizar ciertas intervenciones programadas sin afectar el proceso productivo.

5.1.3 Identificación de Actividades de Mantenimiento Requeridas:

De acuerdo a la información teórica para la elaboración de planes de mantenimiento, se identifican tres tipos de actividades de mantenimiento preventivo, actividades de operación, que no requieren que el equipo detenga su funcionamiento para ser ejecutadas, actividades de parada, que como su nombre lo indica sí requieren que el equipo detenga su funcionamiento para ser realizadas y, actividades de renovación que puede o no requerir que el equipo detenga su operación.

Luego para nuestro caso tendríamos las siguientes actividades identificadas:

a) **Actividades de Operación.**

- Inspección

b) **Actividades de Parada.**

- Limpieza
- Pruebas de funcionamiento.
- Calibración
- Reparación
- Cambio de elementos

c) **Actividades de Renovación.**

- Cambio de componentes o partes.

5.2 PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO

Para efectos de la programación de las actividades de mantenimiento debemos primeramente definir los componentes y/o partes críticas de los transformadores rectificadores para establecer actividades estándares y así darles orden secuencial y fechas a través de un programa anual de mantenimiento.

5.2.1 Componentes o Partes Principales de los Equipos:

Los transformadores rectificadores están compuestos básicamente por los siguientes sistemas y partes:

- a) Sistema Eléctrico AC de 13.8 kV, compuesto por:
 - Seccionador de Entrada de 13.8 kV
 - Transformador de Potencia de 13.8 / 0.148 VAC
- b) Sistema de Rectificación, compuesto por:
 - Diodos de potencia
 - Fusibles ultrarrápidos de baja tensión
- c) Sistema Eléctrico DC, compuesto por:
 - Seccionador Positivo
 - Barras de cobre positivas
 - Seccionador Negativo
 - Barras de cobre negativas
- d) Sistema de Enfriamiento.
 - Enfriador de Aceite. Ver anexo 4
 - Enfriador de Agua
 - Radiador

- Ventiladores del radiador
 - Extractor de Aire
 - Bombas de Agua
 - Ductos de cobre
 - Mangueras
- e) Sistema de Control y Mando.
- Tablero de Control. Ver anexo 5
 - Bobinas de Saturación
 - Instrumentos de Control
- c) Sistema de seguridad.
- Monitores de verificación de diodos
 - Panel de Alarmas. Ver anexo 6
 - Protección de Mediana Tensión. Ver anexo 7

5.2.2 Actividades Estándares:

Las actividades estándares se muestran según los sistemas y componentes donde serán aplicadas. Existen tres tipos de actividades de mantenimiento preventivo:

- Actividades de Operación
- Actividades de Parada
- Actividades de Renovación

En nuestro caso las actividades definidas se muestran en la tabla 8 siguiente:

TABLA 5.1 ACTIVIDADES ESTÁNDARES

Máquina/Equipo:				
Parte	Descripción	Operación	Parada	Renovación
Sistema Eléctrico AC 13.8 kV	Seccionador de Entrada	Inspección	Limpieza de contactos, cambio aceite.	
	Transformador 13.8kV /148 V		Inspección, limpieza, megado	
Sistema de Rectificación	Diodos	Inspección	Pruebas	Cambio
	Fusibles	Inspección	Pruebas	Cambio
Sistema Eléctrico DC 148 V	Seccionador Positivo		Inspección, limpieza, lubricación	
	Barras Positivas	Inspección	Limpieza	
	Seccionador Negativo		Inspección, limpieza, lubricación	
	Barras Negativas	Inspección	Limpieza	
Sistema de Enfriamiento	Enfriador de Aceite		Limpieza interior	
	Enfriador de Agua de diodos		Limpieza interior	Cambio
	Radiador		Limpieza	Cambio
	Ventiladores del radiador		Limpieza, cambio rodamientos de motor	
	Bombas de agua		Inspección, reparación	
	Mangueras	Inspección	Limpieza	Cambio
	Ductos de cobre		Limpieza	
	Extractor de aire		Limpieza, cambio rodamientos de motor	
Sistema de Control y Mando	Tablero de Control		Limpieza	
	Bobinas de saturación		Limpieza	
Sistema de Seguridad	Instrumentos de control	Inspección	Limpieza, calibración	
	Monitores de alarma de diodos	Inspección, limpieza	Pruebas, simulación	
	Relés de Protección	Inspección	Calibración	

5.2.3 Órdenes de Mantenimiento:

Las órdenes de mantenimiento serán generadas en forma automática por medio del sistema SAP de acuerdo al plan de mantenimiento preventivo allí creado.

Las órdenes básicamente contendrán la siguiente información:

- a) Nombre o descripción del equipo a intervenir.
- b) Fecha y hora programada.
- c) Nombre de las actividades programadas.
- d) Horas hombre planificadas.
- e) Nombre del trabajador o trabajadores asignados para la ejecución de la orden.
- f) Relación de materiales requeridos
- g) Costo plan de los materiales requeridos.
- h) Número de solicitud de suministro si las actividades incluyen algún servicio de terceros.
- i) Costo plan de los servicios requeridos.

Una vez que las órdenes se hayan ejecutado éstas deberán ser notificadas en sus horas-hombre utilizadas y finalmente serán cerradas técnicamente quedando registradas en el sistema para consultas.

La orden de mantenimiento es el documento esencial de las actividades de mantenimiento. El registro de estas órdenes va a constituir la fuente de información principal del departamento de mantenimiento y va a servir para seguir planificando y mejorando el plan de mantenimiento conforme se adquiera mayor experiencia en las intervenciones de los equipos.

Además se cuenta con un sistema de información de mantenimiento computarizado, ventaja que permite almacenar gran cantidad de información y podría ser transmitida vía medios informáticos de un lugar a otro.

De acuerdo al plan de mantenimiento plasmado en el software de mantenimiento del sistema SAP, las órdenes de mantenimiento preventivo se generarán en forma automática con un tiempo de anticipación a la fecha programada a fin de poder programar los recursos. Una vez generada deberá ser aprobada por el jefe de mantenimiento, luego se deberán verificar el stock de los materiales y repuestos necesarios para la ejecución de la orden, si existe stock, entonces la orden será lanzada para su ejecución, de lo contrario se coordinará con el almacén general para la creación de la solicitud de pedido respectiva.

Ver modelo de orden de mantenimiento en el Anexo 8.

5.2.4 Diagrama de Flujo para la Generación de una Orden de Mantenimiento

Preventivo

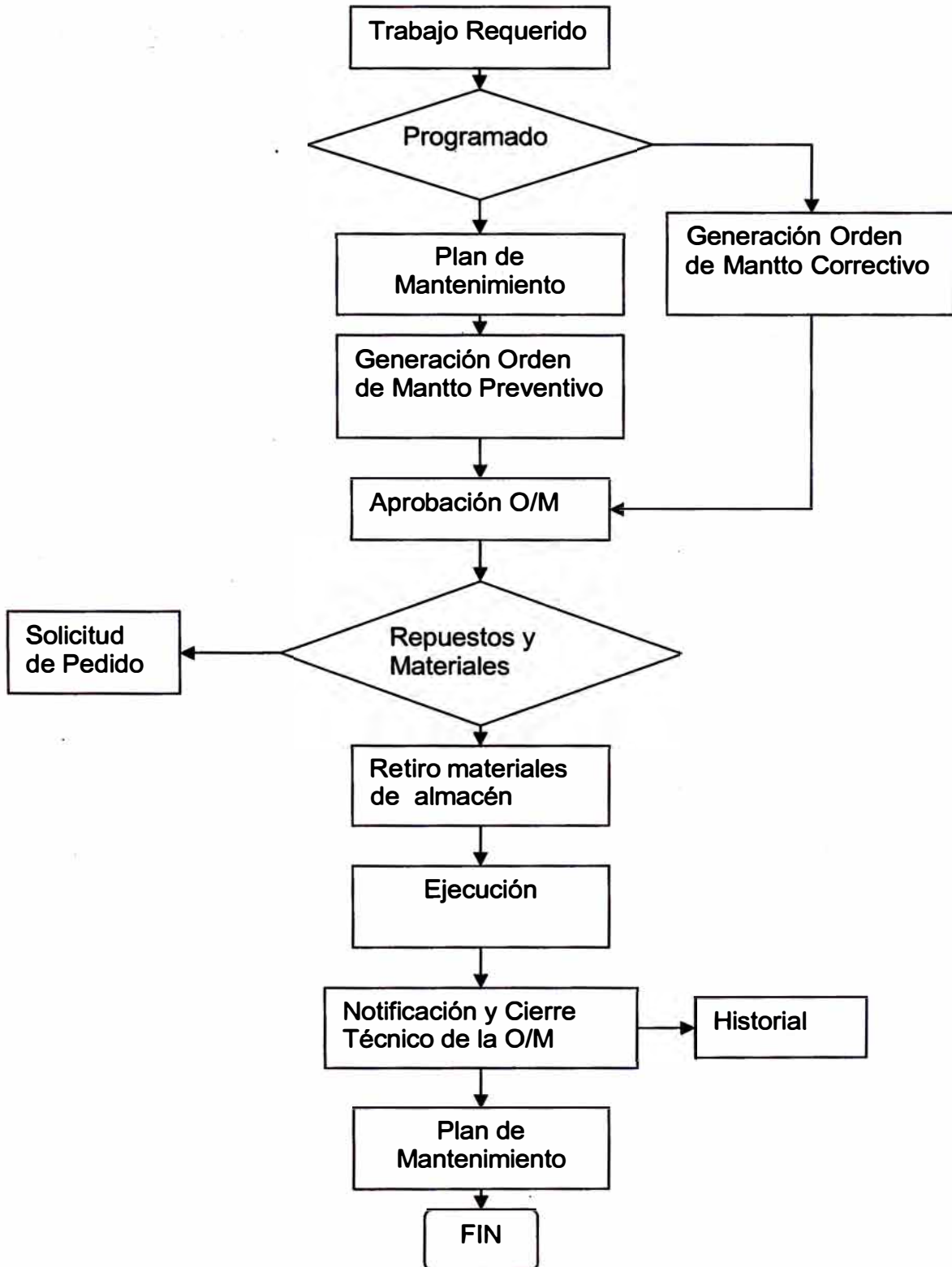


FIG. 5.1

5.2.5 Programa de Mantenimiento:

El programa anual de mantenimiento para cada transformador rectificador a condiciones nominales de operación sería el siguiente:

TABLA 5.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Máquina/Equipo:													
Parte	Activ	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Seccionador de Entrada 13.8kV													
Inspección	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de aceite	AP							X					
Transf. 13.8/0.148 kV													
Análisis de aceite	AO								X				
Regeneración de aceite	AP										X		
Diodos y Fusibles													
Inspección	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza y pruebas	AP								X				
Cambio diodos y fusibles	AR												
Seccionador Barras Positivas													
Inspección	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza, lubricación	AP								X				
Barras Positivas													
Inspección	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza	AP								X				
Seccionador Barras Negativas													
Inspección	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza, lubricación	AP												
Barras Negativas													
Inspección	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza barras	AP									X			

Enfriador de Aceite														
Limpieza de enfriador	AP								X					
Enfriador de Agua														
Limpieza de enfriador	AP								X					
Cambio de enfriador	AR													
Radiador														
Limpieza de radiador	AP												X	
Cambio de radiador	AR													
Ventiladores														
Cambio de rodamientos	AO		X											
Bombas de Agua														
Cambio de rodamientos	AO			X										
Extractor de Aire														
Cambio de rodamientos	AO	X												
Mangueras de Agua														
Inspección de	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza de mangueras	AP				X									
Ductos de Cobre														
Inspección de	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza de ductos	AP					X								
Tablero de Control														
inspección	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza	AP		X							X				
Bobinas de Saturación														
Inspección	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza	AP							X						
Instrumentos de Control														
Inspección	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza	AO						X							
Calibración	AP										X			

Monitores de Alarma Diodos														
Inspección	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza	AO						X							
y pruebas														
Relés de Protección														
Inspección	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Calibración	AP											X		
de relés														
Panel de Alarmas														
Inspección	AO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza	AO					X								

AO = Actividad de Operación

AP = Actividad de Parada

AR = Actividad de Renovación

5.2.6 Materiales y Repuestos:

Para llevar a cabo la ejecución de los programas de mantenimiento de los transformadores rectificadores debemos contar con una lista de materiales y repuestos para cada rectificador. Esta lista se muestra en el anexo 9.

5.2.7 Recursos Humanos Requeridos:

Para la ejecución de las órdenes de mantenimiento preventivo se requeriría el siguiente personal propio de la empresa:

- 04 Electricistas industriales
- 04 Mecánicos de mantenimiento
- 01 Electrónico
- 01 Instrumentista
- 01 Pintor

5.3 COSTOS DE MANTENIMIENTO

5.3.1 Planificación de los Costos.

Los costos se planifican en base a las actividades programadas y para el período de un año, las cuales se costean por rubros: mano de obra, materiales, repuestos, servicios, herramientas, horas de parada, e incidencia de la actividad durante el período según su frecuencia.

TABLA 5.3 DISTRIBUCIÓN DE COSTOS DEL RECTIFICADOR N° 1

Máquina/Equipo: Transformador Rectificador N° 1							Código: TR01			
Parte	Actividad	Frec. (*)	M.O. (\$)	Herr (\$)	Mat. (\$)	Rptos (\$)	Horas Parad (\$)	Sub Total (\$)	N° Vec	Total (\$)
Seccionador 13.8 kV	Inspección	1 mes	5					5	12	60
	Cambio de Aceite	3 años	30	10	380		2160	2580	0.33	852
Transf. 13800/148V Sistema de Rectific.	Regenerac. de Aceite	10 años	5000		1334		8640	14974	0.1	1498
	Inspección Diodos y Fusibles	1 sem	5					5	48	240
Sistema Eléctrico DC	Limpieza Prueba de Diodos y Fusibles	3 años	125	10	40		1728	1903	0.33	628
	Renovación Diodos y Fusibles	10 años	125	10	50	19200	4320	23705	0.1	2370
Sistema Eléctrico DC	Inspección Seccionad. (+) y (-)	1 mes	10	10				20	12	240
	Limpieza Barras Positivas	2 años	100	10	60		2160	2330	0.5	1165
Sistema de Enfriam	Limpieza Seccionad. (+) y (-)	3 años	45	10	40		864	959	0.33	316
	Limpieza Barras Negativas	2 años	100	10	60		2160	2330	0.5	1165
Sistema de Enfriam	Limpieza Enfriador de Aceite	2 años	45	10	20		1296	1371	0.5	686
	Limpieza Enfriador de Agua	1 año	45	10	10		864	929	1	929
Sistema de Enfriam	Cambio Enfriad Agua	5 años	80	10	30	3000	432	3552	0.2	711
	Limpieza de Radiador	2 años	100	20	50		1296	1466	0.5	733
Sistema de Enfriam	Cambio de Radiador	10 años	100	20	60	3800	864	4844	0.1	485
	Camb.rod Ventiladores de Radiador	3 años	75	10	50	200		335	0.3	100.5

	Camb. rod. Bombas de Agua	3 años	50	10	10	200		270	0.3	81
	Limpieza Manguer. de Agua	5 años	100	10	10		2160	2280	0.2	456
	Limpieza ductos de agua	10 años	600	100	200		4320	5220	0.1	522
	Cambi.rod. del Extractor de Aire	3 años	50	20	20	100		190	0.3	57
Sistema de Control y Mando	Limpieza, Inspección Tablero de Control	6 mes	10		10			20	2	40
	Limpieza Bobinas de Saturación	2 años	20		10			30	0.5	15
	Inspección Instrumentos de Control	6 mes	10					10	2	20
	Limpieza Calibración Instrumentos	1 año	40		10			50	1	50
Sistema de Seguridad	Inspección Monitores Alarma de Diodos	1 mes	5					5	12	60
	Limpieza, Pruebas Monitores	6 mes	20	5	5			40	2	80
	Inspección Relés de Protección	1 mes	5					5	12	60
	Calibración Relés de Protección	5 años	2000				1728	3728	0.2	746
	Inspección Panel de Alarmas	1 mes	5					5	12	60
	Limpieza Panel Alarm.	6 mes	10		10			20	2	40
TOTAL US\$										14,235

(*) A condiciones nominales de operación.

TABLA 5.4 DISTRIBUCIÓN DE COSTOS RECTIFICADOR N° 2

Máquina/Equipo: Transformador Rectificador N° 2								Código: TR02		
Parte	Actividad	Frec. (*)	M.O. (\$)	Herr (\$)	Mat. (\$)	Rptos (\$)	Horas Parad (\$)	Sub Total (\$)	N° Vec	Total (\$)
Seccionador 13.8 kV	Inspección	1 mes	5					5	12	60
	Cambio de Aceite	3 años	30	10	380		2160	2580	0.33	852
Transf. 13800/148V Sistema de Rectific.	Regenerac. de Aceite	10 años	5000		1334		8640	14974	0.1	1498
	Inspección Diodos y Fusibles	1 sem	5					5	48	240
Sistema Eléctrico DC	Limpieza Prueba de Diodos y Fusibles	3 años	125	10	40		1728	1903	0.33	628
	Renovación Diodos y Fusibles	10 años	125	10	50	19200	4320	23705	0.1	2370
Sistema de Enfriam.	Inspección Seccionad. (+) y (-)	1 mes	10	10				20	12	240
	Limpieza Barras Positivas	2 años	100	10	60		2160	2330	0.5	1165
Sistema de Enfriam.	Limpieza Seccionad. (+) y (-)	3 años	45	10	40		864	959	0.33	316
	Limpieza Barras Negativas	2 años	100	10	60		2160	2330	0.5	1165
Sistema de Enfriam.	Limpieza Enfriador de Aceite	2 años	45	10	20		1296	1371	0.5	686
	Limpieza Enfriador de Agua	1 año	45	10	10		864	929	1	929
Sistema de Enfriam.	Cambio Enfriador Agua	5 años	80	10	30	3000	432	3552	0.2	711
	Limpieza de Radiador	2 años	100	20	50		1296	1466	0.5	733
Sistema de Enfriam.	Cambio de Radiador	10 años	100	20	60	3800	864	4844	0.1	485
	Camb. rod. Ventiladores de Radiador	3 años	75	10	50	200		335	0.3	100.5

	Camb. rod. Bombas de Agua	3 años	50	10	10	200		270	0.3	81
	Limpieza Manguer. de Agua	5 años	100	10	10		2160	2280	0.2	456
	Limpieza ductos de agua	10 años	600	100	200		4320	5220	0.1	522
	Camb. Rod. del Extractor de Aire	3 años	50	20	20	100		190	0.3	57
Sistema de Control y Mando	Limpieza, Inspección Tablero de Control	6 mes	10		10			20	2	40
	Limpieza Bobinas de Saturación	2 años	20		10			30	0.5	15
	Inspección Instrumentos de Control	6 mes	10					10	2	20
	Limpieza Calibración Instrumentos	1 año	40		10			50	1	50
Sistema de Seguridad	Inspección Monitores Alarma de Diodos	1 mes	5					5	12	60
	Limpieza, Pruebas Monitores	6 mes	20	5	5			40	2	80
	Inspección Relés de Protección	1 mes	5					5	12	60
	Calibración Relés de Protección	5 años	2000				1728	3728	0.2	746
	Inspección Panel de Alarmas	1 mes	5					5	12	60
	Limpieza Panel Alarm.	6 mes	10		10			20	2	40
TOTAL US\$										14,235

(*) A condiciones nominales de operación

TABLA 5.5 DISTRIBUCIÓN DE COSTOS RECTIFICADOR N° 3

Máquina/Equipo: Transformador Rectificador N° 3								Código: TR03		
Parte	Actividad	Frec. (*)	M.O. (\$)	Herr(\$)	Mat. (\$)	Rptos (\$)	Horas Parada (\$)	Sub Total (\$)	N° Vec	Total (\$)
Seccionador 13.8 kV	Inspección	1 mes	5					5	12	60
Trafo 13.8/0.148 kV	Regeneración de Aceite	10 años	5000		1334		12960	19294	0.1	1929
Sistema de Rectific.	Inspección Diodos y Fusibles	1 sem	5					5	48	240
	Limpieza Prueba de Diodos y Fusibles	3 años	125	10	40		2592	2767	0.33	913
	Renovación Diodos y Fusibles	10 años	125	10	50	12600	2592	15377	0.1	1538
Sistema Eléctrico DC	Inspección Limpieza Seccionador Positivo	2 años	45	10	40		648	743	0.5	372
Sistema Eléctrico DC	Limpieza Barras Positivas	2 años	100	10	60		2592	2762	0.5	1381
	Limpieza Seccionador Negativo	2 años	45	10	40		648	743	0.5	372
	Limpieza Barras Negativas	2 años	100	10	60		2592	2762	0.5	1381
Sistema de Enfriamiento	Limpieza Enfriador de Aceite	2 años	45	10	20		1944	2019	0.5	1009
	Limpieza Enfriador de Agua	1 año	45	10	10		1296	1361	1	1361
	Cambio Enfriador de Agua	5 años	80	10	30	3000	648	3768	0.2	754
	Limpieza de Radiador	2 años	100	20	50		1944	2114	0.5	1057
	Cambio de Radiador	10 años	100	20	60	3800	1296	5276	0.1	528
	Cambio rod. Ventiladores de Radiador	3 años	75	10	50	200		335	0.3	100.5

Sistema de Control y Mando	Cambio rodajes Bombas de Agua	3 años	50	10	10	200		270	0.3	81	
	Limpieza Manguer. de Agua	5 años	100	10	10		1296	1416	0.2	283	
	Limpieza ductos de agua	10 años	600	100	200		6480	7380	0.1	738	
	Cambio rodajes del Extractor de Aire	3 años	50	20	20	100		190	0.3	57	
	Limpieza, Inspección Tablero de Control	1 año	10		10			20	1	40	
	Limpieza Bobinas de Saturación	2 años	20		10		1296	1326	0.5	663	
	Inspección Instrumentos de Control	6 mes	10					10	2	20	
	Limpieza Calibración Instrumentos	1 año	40		10			50	1	50	
	Sistema de Seguridad	Relés de Protección Eléctrica	1 mes	5					5	12	60
		Calibración Relés de Protección	5 años	2000				1296	3296	0.2	659
Inspección Panel de Alarmas		1 mes	5					5	12	60	
TOTAL US\$	Limpieza Panel Alarm.	1 año	10		10			20	1	20	
										15,726	

(*) A condiciones nominales de operación.

TABLA 5.6 DISTRIBUCIÓN DE COSTOS DEL RECTIFICADOR N° 4

Máquina/Equipo: Transformador Rectificador N° 4								Código: TR04		
Parte	Actividad	Frec.	M.O. (\$)	Herr(\$)	Mat. (\$)	Rptos (\$)	Horas Parad (\$)	Sub Total (\$)	N° Vec	Total (\$)
Seccionador 13.8 kV	Inspección	1 mes	5					5	12	60
Trafo 13.8/ 0.148 kV	Regeneración de Aceite	10 años	5000		1334		12960	19294	0.1	1929
Sistema de Rectific.	Inspección Diodos y Fusibles	1 sem	5					5	48	240
	Limpieza Prueba de Diodos y Fusibles	3 años	125	10	40		2592	2767	0.33	913
	Renovación Diodos y Fusibles	10 años	125	10	50	12600	2592	15377	0.1	1538
	Sistema Eléctrico DC	Inspección Limpieza Seccionador Positivo	2 años	45	10	40		648	743	0.5
Sistema Eléctrico DC	Limpieza Barras Positivas	2 años	100	10	60		2592	2762	0.5	1381
	Limpieza Secciona- dor Negativo	2 años	45	10	40		648	743	0.5	372
Sistema de Enfriamiento	Limpieza Barras Negativas	2 años	100	10	60		2592	2762	0.5	1381
	Limpieza Enfriador de Aceite	2 años	45	10	20		1944	2019	0.5	1009
	Limpieza Enfriador de Agua	1 año	45	10	10		1296	1361	1	1361
	Cambio Enfriador de Agua	5 años	80	10	30	3000	648	3768	0.2	754
	Limpieza de Radiador	2 años	100	20	50		1944	2114	0.5	1057
	Cambio de Radiador	10 años	100	20	60	3800	1296	5276	0.1	528
	Cambio rod. Ventiladores de Radiador	3 años	75	10	50	200		335	0.3	100.5

Sistema de Control y Mando	Cambio rodajes Bombas de Agua	3 años	50	10	10	200		270	0.3	81	
	Limpieza Manguer. de Agua	5 años	100	10	10		1296	1416	0.2	283	
	Limpieza ductos de agua	10 años	600	100	200		6480	7380	0.1	738	
	Cambio rodajes del Extractor de Aire	3 años	50	20	20	100		190	0.3	57	
	Limpieza, Inspección Tablero de Control	1 año	10		10			20	1	40	
	Limpieza Bobinas de Saturación	2 años	20		10		1296	1326	0.5	663	
	Inspección Instrumentos de Control	6 mes	10					10	2	20	
	Limpieza Calibración Instrumentos	1 año	40		10			50	1	50	
	Sistema de Seguridad	Relés de Protección Eléctrica	1 mes	5					5	12	60
		Calibración Relés de Protección	5 años	2000				1296	3296	0.2	659
Inspección Panel de Alarmas		1 mes	5					5	12	60	
Limpieza Panel Alarm.		1 año	10		10			20	1	20	
TOTAL US\$										15,726	

(*) A condiciones nominales de operación.

5.3.2 Medios para la obtención de los costos

Los costos de mano de obra, servicios, repuestos y materiales han sido obtenidos de la siguiente manera:

- **Mano de Obra:** Tarifas vigentes de las planillas del departamento de recursos humanos de la empresa. Según los cuadros anteriores se requerirán un aproximado de 732 horas-hombre al año.
- **Servicios:** En base a presupuestos de anteriores servicios similares realizados recientemente.
- **Repuestos:** Los precios de los repuestos han sido obtenidos del sistema de administración de negocios propio de la empresa (SAP 6.0) y de presupuestos directos de los proveedores. (Ver Anexo 12)
- **Materiales:** Mediante presupuestos de proveedores y datos del sistema informático SAP 6.0.

5.3.2.1 Cálculo del Costo de Hora Perdida en Producción

En cuanto a los costos por horas de parada, éstos se calculan en base a la capacidad de producción de soda de la unidad.

Para el caso de un rectificador de 30 kADC, caso de los N°1 Y N°2, el costo de una hora de parada se calcularía de la siguiente manera:

$$\text{Producción Soda (P)} = 1.49 (\text{\#celdas})(\text{eficiencia})(\text{kADC}) / 1000 \text{ TM/h}$$

$$P = 1.49 (34)(0.95)(30 \text{ kADC}) / 1000 = 1.44 \text{ TM/h}$$

Por cada tonelada de soda no producida la empresa deja de ganar US\$ 300.00.

Por lo tanto, si un rectificador de 30 kADC paraliza su funcionamiento, por cada hora de parada se tendrá un costo de:

$$\text{Costo Hora Parada} = 1.44 \text{ TM/h (US\$300/TM)} = \text{US\$ 432}$$

En forma similar se calcula el costo de una hora de parada de un rectificador de 45 KADC, caso de los N°3 y N°4.

$$P = 1.49 (34) (0.95) (45 \text{ kADC}) / 1000 = 2.16 \text{ TM/h}$$

$$\text{Costo Hora Parada} = 2.16 \text{ TM/h (US\$300/TM)} = \text{US\$ 648}$$

5.3.3 Estructura de Costo Anual de Mantenimiento Preventivo

Los costos para la implementación del mantenimiento preventivo serían los siguientes:

TABLA 5.7 ESTRUCTURA DE COSTOS ANUAL

Descripción	M.O	Rptos y Mat.	Serv.	Herram	Horas Parada	Sub-Total (US\$)
Transformador Rectificador N°1	1,037	3,584	950	100	8,564	14,235
Transformador Rectificador N°2	1,037	3,584	950	100	8,564	14,235
Transformador Rectificador N°3	845	2,909	900	110	10,962	15,726
Transformador Rectificador N°4	845	2,909	900	110	10,962	15,726
	3,764	12,986	3,700	420	39,052	59,922

Nótese que aquí se está considerando el costo por horas de paradas programadas, lo cual más adelante veremos que no se tomará en cuenta por considerarse en los programas de producción anual unas horas de parada para realizar actividades de mantenimiento.

El costo de mano de obra es el valor aproximado de las 732 horas-hombre anuales requeridas para la ejecución de los programas de mantenimiento de los cuatro rectificadores.

5.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN

El Sistema de Información de Mantenimiento (SIM) estará compuesto por el módulo de MANTENIMIENTO del sistema de administración de negocios SAP, versión 6.0, de la empresa Quimpac S.A. implementado a fines del año 2006.

En este sistema, las fichas técnicas, las órdenes de mantenimiento preventivo, los registros históricos y los reportes de mantenimiento podrán ser realizados previa alimentación del software con datos técnicos verídicos de los equipos e instalaciones de la planta.

5.4.1 Fichas Técnicas:

Para efectos de la inscripción de equipos en el sistema de información de mantenimiento, en el módulo de mantenimiento del sistema SAP se cuenta con un formato estructurado en base a nuestros requerimientos como mantenedores de equipos. El ejemplar se puede apreciar en el anexo 10.

5.4.2 Generación de Órdenes de Mantenimiento:

Para el caso de las órdenes de mantenimiento preventivas, éstas se generarán automáticamente en base a las frecuencias asignadas para cada tipo de actividad y, de acuerdo a los planes de mantenimiento generados dentro del sistema SAP.

La orden de mantenimiento deberá indicar como mínimo lo siguiente:

- Nombre del Equipo
- Ubicación del equipo.
- Relación de operaciones o actividades a ejecutarse
- Relación de materiales y repuestos a utilizarse
- Horas hombre asignadas
- Costo plan de la orden
- Fecha Inicio y Fin

5.4.3 Registros Históricos:

Es importante que quede registrado todo hecho o actividad realizada sobre el equipo y que cuya ejecución tenga incidencia sobre el comportamiento del mismo.

A través del sistema de información de mantenimiento toda orden de mantenimiento ya sea correctiva o preventiva quedará siempre registrada y archivada en el sistema. Inclusive con el transcurso de los años y como política de la empresa, se bajará la información cada cinco años en discos duros para su disponibilidad en caso se requiera.

5.4.4 Reportes de Mantenimiento:

Los reportes de mantenimiento son netamente estadísticos, y pueden ser reportes de historial o de costos.

Entre los registros más importantes requeridos tenemos los siguientes:

- Registro de reparaciones. Son las órdenes de mantenimiento ejecutadas y cerradas.
- Registro de repuestos y materiales utilizados. Se indican en las órdenes de mantenimiento.
- Reporte de costos plan y costos reales para ayudar en la planificación.
- Horas hombre utilizadas en un determinado período.
- Reporte de costos por sección o centros de costo.

Ver modelo de reporte en el Anexo 11.

Capítulo 6 EVALUACIÓN ECONOMICA

6.1 ESTADÍSTICA DE COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN

6.1.1 Costos de Mantenimiento Correctivo Anual

Durante el año 2006 se suscitaron una serie de eventos que ocasionaron paradas imprevistas de los rectificadores y afectaron directamente la producción produciéndose pérdidas por horas no producidas y altos costos de reparación.

Para efectos del presente informe tomaremos como base los registros de estas paradas intempestivas y sus costos ocasionados. Los memorandos correspondientes pueden verse en el anexo 3.

TABLA 6.1 COSTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL AÑO 2006

Fecha	Evento	Costo US\$
03/01	Diodos de la columna 6 del rectificador N°3 quemados (07 pzs)	8,082
26/01	Diodos de la columna 3 del rectificador N°2 quemados (32 pzs)	7,121
12/02	Alta temperatura de diodos del rectificador N°2. Limpieza enfriador	2,365
25/02	Alta temperatura de aceite del rectificador N°4. Limpieza enfriador.	2,785
07/03	Diodos quemados de la columna 4 del rectificador N°1.	3,972
20/03	Recalentamiento de barras de salida DC del rectificador N°3.	3,455
13/04	Falla de regulador de carga automático del grupo rectificador West.	5,286
28/04	Alta temperatura de diodos del rectificador N°3. Limpieza enfriador	2,734
08/05	Falla del seccionador de entrada 13.8 kV del rectificador N°2.	1,970
14/06	Falla de enfriador de ambiente interno del rectificador N°1	1,881
24/06	Falla de monitores de señal de diodos quemados del rectificador N°2	577
05/07	Alta temperatura del ambiente interior del rectificador N°3	2,786
20/07	Falla de diodos de columna 4 del rectificador N°4	6,936
05/08	Alta temperatura de diodos del rectificador N°1	8,064
12/08	Alta temperatura de diodos del rectificador N°1	8,064
22/08	Falla de controlador de carga del grupo rectificador Westinghouse	5,326
20/09	Alta temperatura de barras de salida del rectificador N°4	3,414
12/10	Alta temperatura del ambiente interno del rectificador N°4	3,445
09/11	Recalentamiento del ambiente interno del rectificador N°3	2,808
16/11	Enfriador sucio del sistema de enfriamiento diodos rectificador N°3	2,808
06/12	Alta temperatura de aceite del rectificador N°1	1,911
13/12	Alta temperatura de aceite del rectificador N°2	1,911
		87,701

6.1.2 Representación Gráfica de los Costos de Mantenimiento Correctivo

Incluyendo Pérdidas por Paradas

TABLA 6.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN EL AÑO 2006

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
15203	5150	7427	8020	1970	2458	9722	21454	3414	3445	5616	3822

COSTO ANUAL DE MANTTO CORRECTIVO: USD 22,952

COSTO ANUAL DE PERDIDAS POR PARADAS: USD 64,749

COSTO TOTAL: USD 87,701

Costo de Mantenimiento Correctivo y Pérdidas por Parada de Rectificadores en el Año 2006

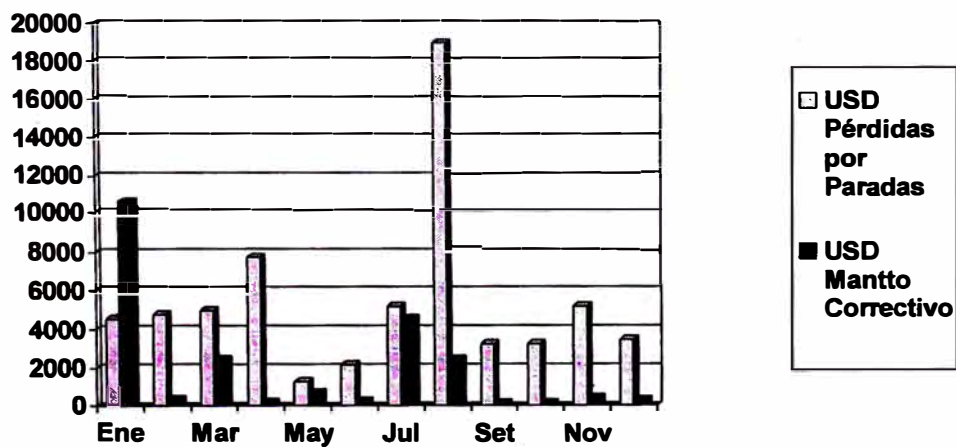


FIG. 6.1

6.1.2 Representación Gráfica de los Costos de Mantenimiento Correctivo

Incluyendo Pérdidas por Paradas

TABLA 6.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN EL AÑO 2006

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
15203	5150	7427	8020	1970	2458	9722	21454	3414	3445	5616	3822

COSTO ANUAL DE MANTTO CORRECTIVO: USD 22,952

COSTO ANUAL DE PERDIDAS POR PARADAS: USD 64,749

COSTO TOTAL: USD 87,701

Costo de Mantenimiento Correctivo y Pérdidas por Parada de Rectificadores en el Año 2006

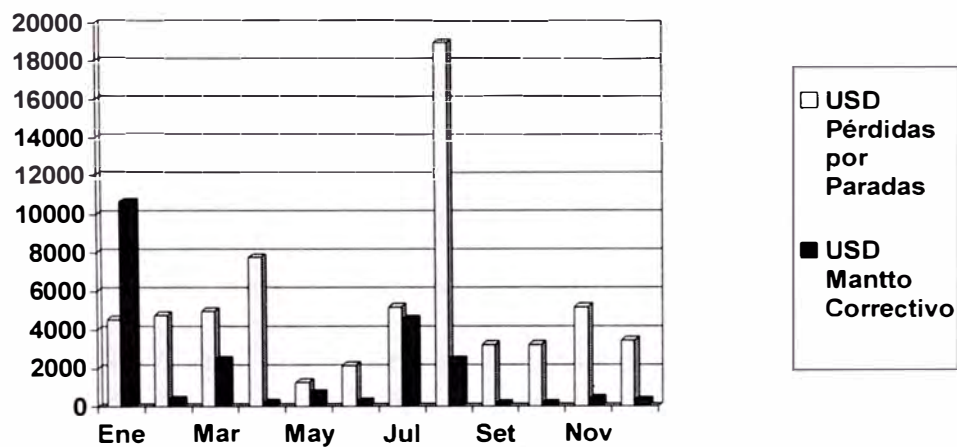


FIG. 6.1

Costo Anual de Mantenimiento Correctivo y Pérdidas por Paradas Imprevistas de los Rectificadores

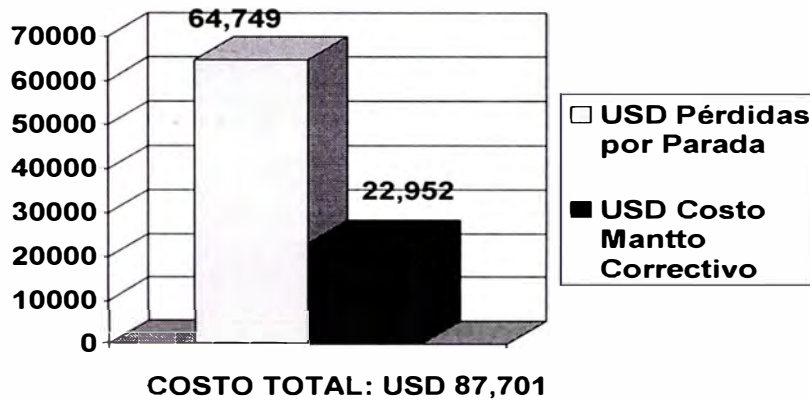


FIG. 6.2

6.2 COMPARACIÓN DE COSTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

6.2.1 Costos de Mantenimiento Preventivo Anual

En el capítulo V se calculó el costo anual del mantenimiento preventivo de cada transformador rectificador, este costo estaría compuesto por dos rubros en cada caso, uno se refiere a los costos acarreados por la ejecución de actividades preventivas propiamente dichas, es decir, incluye el costo de repuestos, materiales, mano de obra, servicios, etc y el otro rubro se refiere a los costos por horas de parada programada para aquellas actividades de parada o renovación que así lo requieran.

TABLA 6.3 COSTOS PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Descripción	Activ.Prev. (US\$)	Horas Parada (US\$)	Sub-Total (US\$)
Transformador Rectificador N°1	5,671	8,564	14,235
Transformador Rectificador N°2	5,671	8,564	14,235
Transformador Rectificador N°3	4,764	10,962	15,726
Transformador Rectificador N°4	4,764	10,962	15,726
	20,870	39,052	59,922

Costo Anual de Mantenimiento Preventivo y Pérdidas por Paradas Programadas de los Rectificadores

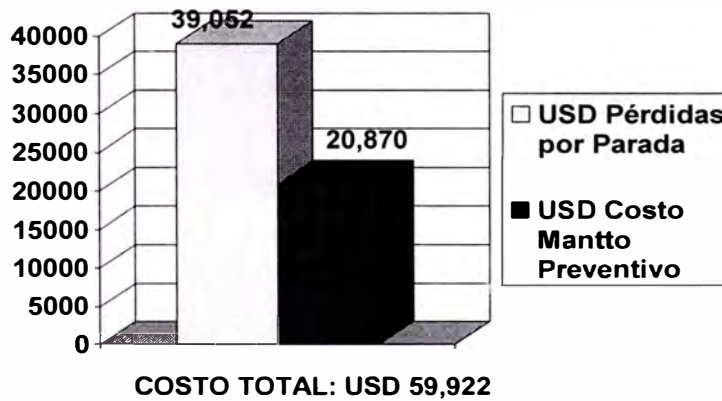


FIG. 6.3

6.2.2 Comparación de Costos Anuales de Mantenimiento Correctivo y Preventivo

Si comparamos los costos de mantenimiento correctivo y preventivo incluyendo además los costos por horas de parada, obtenemos el siguiente gráfico.

Comparación de Costos Anuales de Mantenimiento Correctivo y Preventivo teniendo en cuenta las Pérdidas por Horas Paradas de los Rectificadores

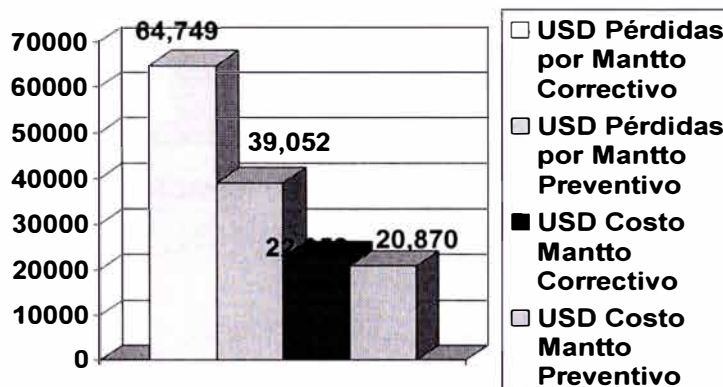


FIG. 6.4

En este gráfico podemos apreciar que los costos por horas de parada debido a mantenimiento correctivo es 65% más que el que ocasionarían las paradas por mantenimiento preventivo.

También podemos apreciar que los costos por actividades netamente de mantenimiento correctivo o preventivo son muy cercanos pero, la diferencia está precisamente en que, en el caso del mantenimiento preventivo las horas de paradas para hacer mantenimiento estarían controladas y por ende también los costos totales de reparación.

La comparación de costos totales de mantenimiento preventivo y correctivo sería el siguiente:

Comparación de costos totales de Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo Anuales

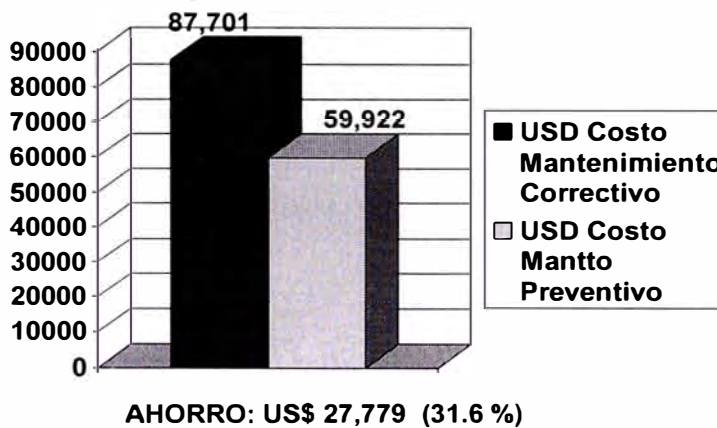


FIG. 6.5

Vemos que los costos anuales de mantenimiento correctivo son 46% más que los costos plan de mantenimiento preventivo, la diferencia entre ambos costos que es US\$ 27,779 sería el ahorro aproximado anual. Esta sería una buena razón para poner en ejecución el plan de mantenimiento preventivo propuesto.

Además debemos tener presente que los costos totales incluyen los costos por horas de parada, siendo estos últimos más significativos en el caso de las intervenciones correctivas ya que sus tiempos de ejecución y tiempos muertos suelen ser más prolongados que en el caso de las intervenciones preventivas, precisamente porque en el mantenimiento correctivo no existe planificación alguna.

6.2.3 Costos de Mantenimiento Preventivo Considerando el Programa de Producción Anual de la Planta

Si tenemos en cuenta los días de parada para mantenimiento considerados en los programas de producción anual, que son 15 días, y además se requiere en promedio 20 horas de parada para mantenimiento preventivo de cada transformador rectificador, los costos por paradas programadas se reducirían a cero. Por lo tanto los costos plan de mantenimiento preventivo anual consideraría solamente los costos de materiales, mano de obra, repuestos y servicios.

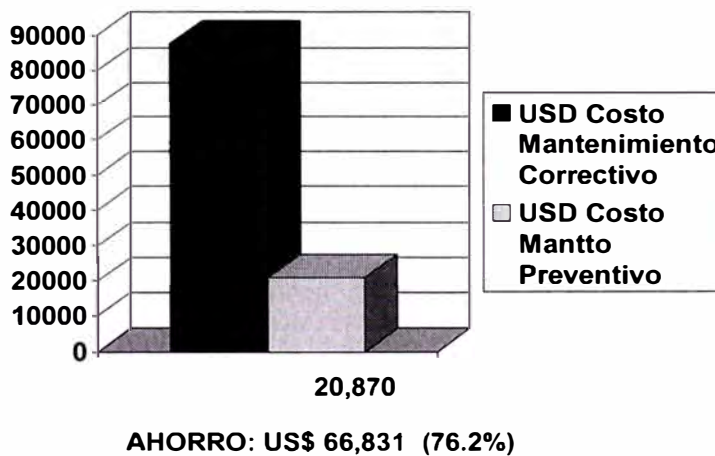


FIG. 6.6

De esta manera los costos plan de mantenimiento preventivo anual se reducirían de US\$ 59, 922 a US\$ 20,870, logrando ahora un ahorro de US\$ 66,831 al año.

Definitivamente este ahorro justificaría cualquier propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento preventivo.

CONCLUSIONES

- Mediante la implementación y ejecución de un plan de mantenimiento preventivo se reducirían los costos por paradas imprevistas de los transformadores rectificadores tal como podemos ver en el gráfico de la figura 6.4 obtenido en la comparación de costos anuales de mantenimiento correctivo y preventivo.
- Si se tiene en cuenta que los programas de producción anual consideran solo 350 días de los 365 del año para producir, quedan 15 días disponibles para hacer mantenimiento, en este caso, sabiendo que en promedio se requiere solo 20 horas de parada al año para cumplir con los programas de mantenimiento preventivo de cada transformador rectificador, entonces las horas de parada para este fin no tendría costo alguno. Con esto, la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo a estos equipos sería aún más rentable, lo cual podemos ver en el gráfico de la figura 6.6, donde se indica un ahorro de aproximadamente 76.2% de los costos de mantenimiento correctivo.
- Tanto en el mantenimiento correctivo como en el preventivo la parte más significativa de los costos es el que corresponde a las horas de parada del equipo, razón por la cual es preciso controlar estas horas, lo cual solo se puede lograr mediante una programación de paradas para las intervenciones necesarias, por lo tanto, en el caso del mantenimiento correctivo esto sería imposible. En conclusión sólo con el mantenimiento planificado pueden lograrse menores costos de parada.

- Los registros de eventos de fallas de los equipos hacen posible en primer lugar elaborar un plan de mantenimiento preventivo indicándonos aquellos componentes del equipo que suelen sufrir averías y, en segundo lugar nos permiten rediseñar el plan en base a los últimos resultados obtenidos de la aplicación del plan, ya que nos permiten obtener experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o puntos débiles del equipo, en otras palabras el registro de la información permite la retroalimentación del plan de mantenimiento.
- No siempre el costo de las actividades preventivas es más barato que las correctivas, pero sí el costo total del mantenimiento preventivo es menos costoso tomando en cuenta los costos por pérdidas de producción debido a paradas intempestivas de los equipos, ya que el mantenimiento preventivo permite disminuir el tiempo muerto de los mismos.
- Las actividades de inspección son de muy bajo costo y de gran ayuda ya que permiten detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno. Es por esta razón que la mayoría de actividades del plan de mantenimiento son del tipo "operación".

BIBLIOGRAFÍA

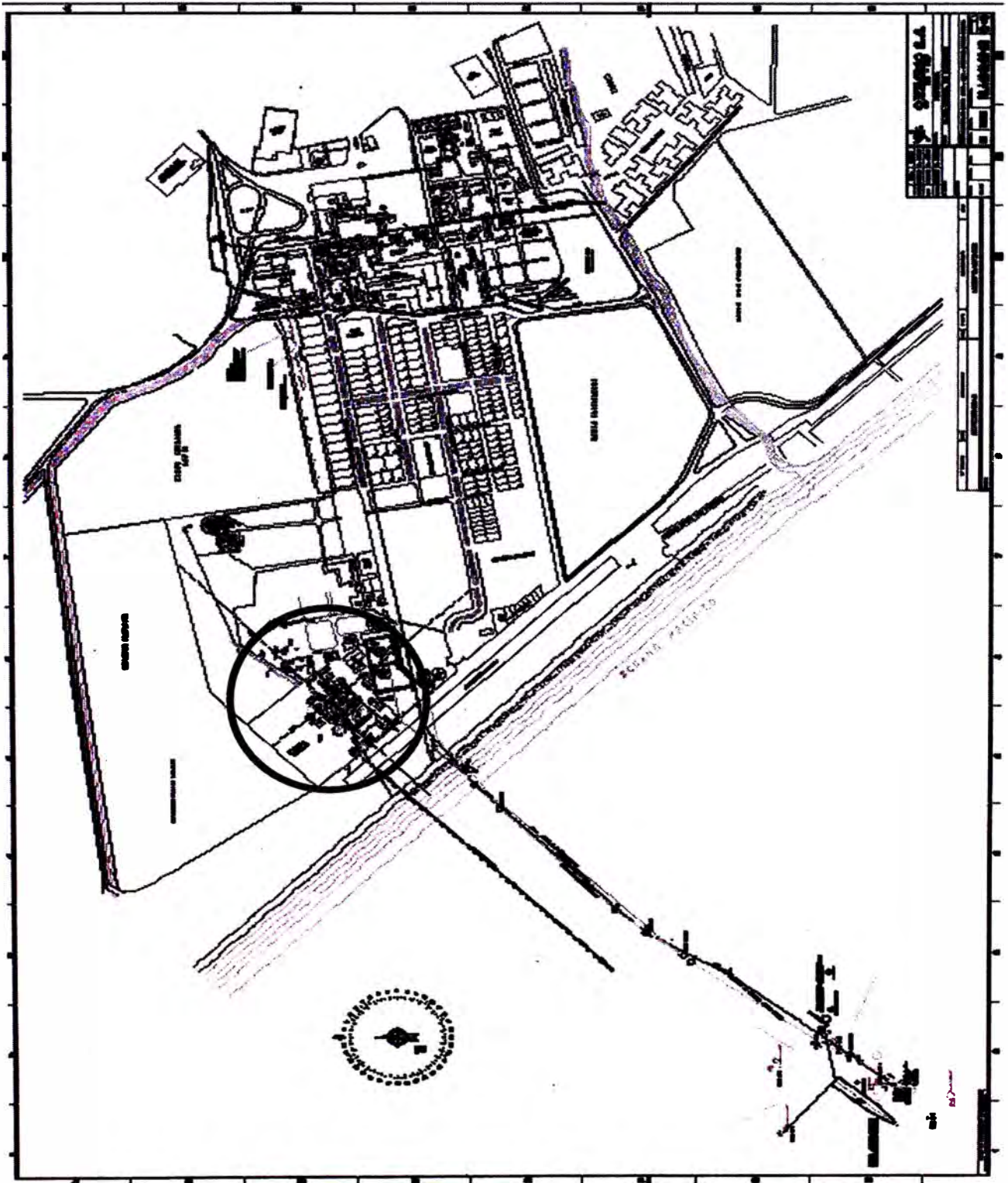
- “Manual de Mantenimiento de Instalaciones Industriales” Baldín Asturio, L. Furlanetto.
- “Mantenimiento Basado en la Confiabilidad” – Colegio de Ingenieros del Perú.
- Benchmarking in Maintenance Managment , Terry Wireman
- Artículos “ConGestión” de Ingº Erol I. Zabiski
<http://www.confabilidad.com>

ANEXOS

ANEXO 1

PLANO DE UBICACIÓN DE LA PLANTA

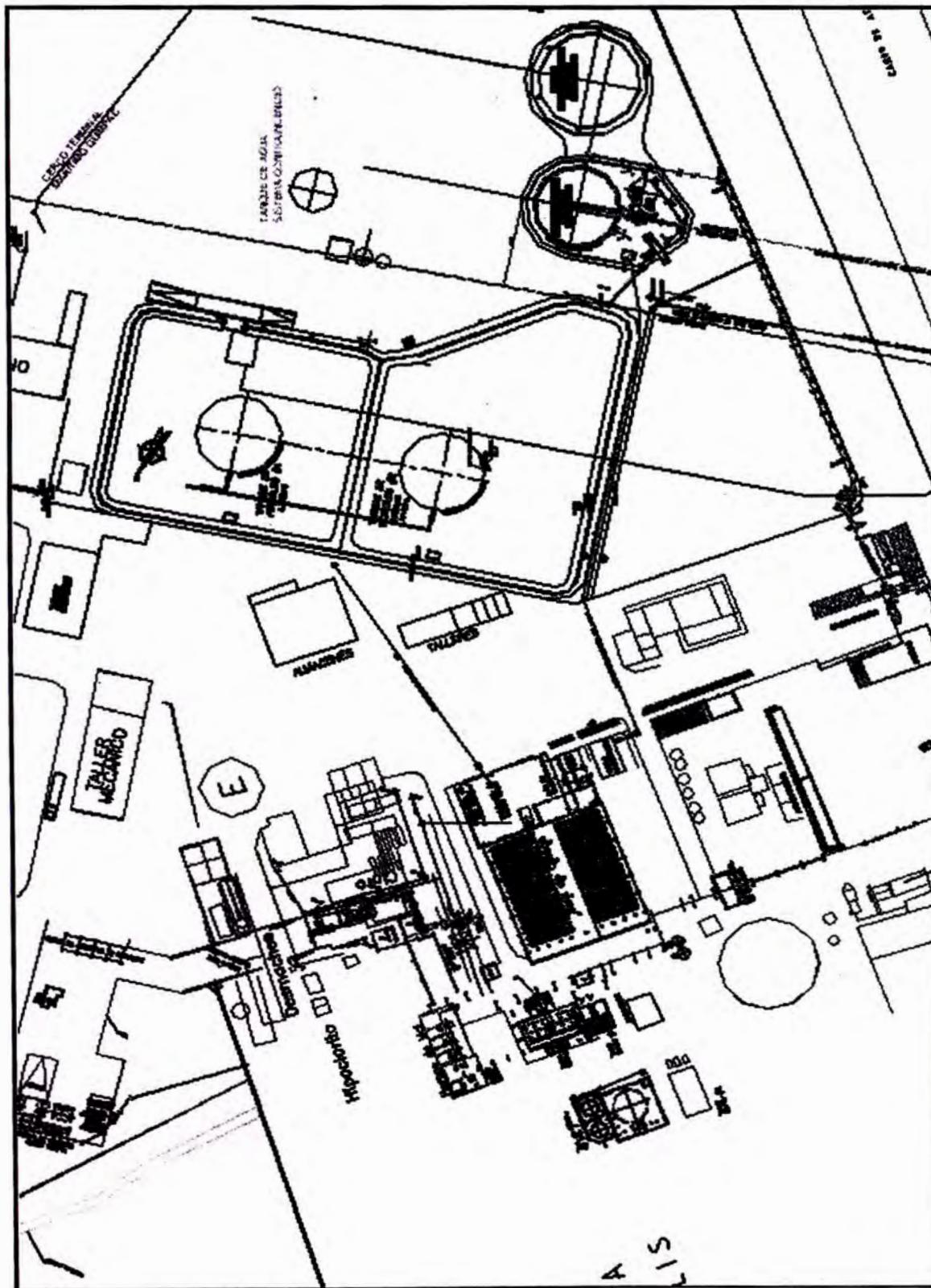
(VER TAMBIÉN SECCIÓN PLANOS)



ANEXO 2

VISTA LAYOUT DE LA PLANTA ÁLCALIS-PARAMONGA

(VER TAMBIÉN SECCIÓN PLANOS)



ANEXO 3

REGISTRO DE MEMOS DE MANTENIMIENTO AÑO 2006

REGISTRO N° 01

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO FECHA

03	01	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 3 CH01	CÓDIGO: TR03			
Parte Máquina/Equipo: DIODOS COLUMNA 6	TURNO: 3°			
Descripción de la Solicitud: REVISAR DIODOS POR SALIDA INTEMPESTIVA				
INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN				
Clase de Intervención: CORRECTIVO Tipo de Trabajos: ELÉCTRICO Detalles: CAMBIO DE DIODOS				
Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
ELÉCTRICO	3	5	2.75	42
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Diodos (07), trapo, limpiador, etc.	1	800		800
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	5	648		3,240
Observaciones: COSTO TOTAL: USD 4,082				

REGISTRO N° 02

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO FECHA

26	01	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 2 CH01	CÓDIGO: TR02			
Parte Máquina/Equipo: COLUMNA DE DIODOS N° 3	TURNO: 1°			
Descripción de la Solicitud: REVISAR DIODOS POR SALIA INTEMPESTIVA				
INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN				
Clase de Intervención: CORRECTIVO Tipo de Trabajos: ELÉCTRICO Detalles: CAMBIO DE DIODOS				
Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
ELÉCTRICO	3	3	2.75	24.75
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Diodos (16), trapo, lijas, etc	1	750		750
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	3	432		1,296
Observaciones: COSTO TOTAL: USD 2,071				

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO N° 03

FECHA

12	02	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 2	CÓDIGO: TR02
--	---------------------

Parte Máquina/Equipo: ENFRIADOR DE AGUA	TURNO: 2°
--	------------------

Descripción de la Solicitud: REVISAR POR ALTA TEMP.
--

INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Clase de Intervención: CORRECTIVO
Tipo de Trabajos: MECÁNICO
Detalles: LIMPIEZA Y REPARACIÓN DE ENFRIADOR DE CORAZA Y TUBOS

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
MECÁNICO	4	5	2.75	55.0
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Grasa, pernos, trapo, soldadura	1	150		150
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	5	432		2,160

Observaciones:	COSTO TOTAL: USD 2,365
-----------------------	-------------------------------

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO N° 04

FECHA

25	02	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 4	CÓDIGO: TR04
--	---------------------

Parte Máquina/Equipo: ENFRIADOR DE ACEITE	TURNO: 2°
--	------------------

Descripción de la Solicitud: REVISAR ENFRIADOR DE ACEITE, ALTA TEMP.

INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Clase de Intervención: CORRECTIVO
Tipo de Trabajos: MECÁNICO
Detalles: LIMPIEZA DEL ENFRIADOR DE CORAZA Y TUBOS

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
MECÁNICO	3	4	2.75	33
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Trapo, grasa, pernos, etc.	1	60		60
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	4	648		2,592

Observaciones:	COSTO TOTAL: USD 2,685
-----------------------	-------------------------------

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO N° 05

FECHA

07	03	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 1**CÓDIGO:** TR01**Parte Máquina/Equipo:** COLUMNA DE DIODOS N° 4**TURNO:** 1°**Descripción de la Solicitud:** REVISAR DIODOS POR ALARMA DE DIODO QUEMADO**INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN****Clase de Intervención:** CORRECTIVO**Tipo de Trabajos:** ELÉCTRICO**Detalles:** CAMBIO DE DIODOS

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
ELÉCTRICO	4	4	2.75	44
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unlt.		Total
12 Diodos y fusibles, trapo, grasa	1	800		800
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unlt.		Total
	4	432		1,728

Observaciones:**COSTO TOTAL: USD 2,572****REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO**

REGISTRO N° 06

FECHA

20	03	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 3**CÓDIGO:** TR03**Parte Máquina/Equipo:** BARRAS DE SALIDA POSITIVA**TURNO:** 2°**Descripción de la Solicitud:** REVISAR BARRAS POR ALTA TEMPERATURA**INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN****Clase de Intervención:** CORRECTIVO**Tipo de Trabajos:** ELÉCTRICO**Detalles:** DESMONTAJE DE BARRAS Y LIMPIEZA

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
ELÉCTRICO	4	5	2.75	55
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unlt.		Total
Trapo, grasa, pernos, lijas, etc.	1	60		60
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unlt.		Total
	5	648		3,240

Observaciones:**COSTO TOTAL: USD 3,355**

REGISTRO N° 07

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

FECHA

13	04	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 3 Y 4

CÓDIGOS: TR03 Y TR04

Parte Máquina/Equipo: REGULADOR DE CARGA AUTOMÁTICO

TURNO: 2°

Descripción de la Solicitud: REVISAR MASTER POR FALLA INTEMPESTIVA

INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Clase de Intervención: CORRECTIVO

Tipo de Trabajos: ELÉCTRICO

Detalles: REVISIÓN DE TARJETA ELECTRÓNICA Y CAMBIO DE CONDENSADOR

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
ELÉCTRICO	2	4	2.75	22
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Condensador 0.6uF, trapo, limpiador, etc.	1	80		80
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	4	1,296		5,184

Observaciones:

COSTO TOTAL: USD 5,286

REGISTRO N° 08

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

FECHA

28	04	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 3

CÓDIGO: TR03

Parte Máquina/Equipo: BOMBA DE AGUA

TURNO: 3°

Descripción de la Solicitud: ALTA TEMPERATURA DE DIODOS

INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Clase de Intervención: CORRECTIVO

Tipo de Trabajos: MECÁNICO

Detalles: CAMBIO DE BOMBA DE AGUA

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
MECÁNICO	2	4	2.75	22
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Trapo, pemos, empaques, etc	1	20		20
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	4	648		2,592

Observaciones:

COSTO TOTAL: USD 2,634

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO N° 09

FECHA

08	05	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 2 **CÓDIGO:** TR02**Parte Máquina/Equipo:** SECCIONADOR DE ENTRADA 13.8KV **TURNO:** 2°**Descripción de la Solicitud:** FORMACIÓN DE ARCO AL CIERRE**INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN****Clase de Intervención:** CORRECTIVO
Tipo de Trabajos: ELÉCTRICO
Detalles: CAMBIO DE ACEITE POR PÉRDIDA DE PROP. DIELECTRICAS

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
ELÉCTRICO	3	3	2.75	24
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Aceite, empaques, grasa, etc.	1	200		200
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	3	432		1,296

Observaciones: **COSTO TOTAL: USD 1,470****REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO**

REGISTRO N° 10

FECHA

14	06	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 1 **CÓDIGO:** TR01**Parte Máquina/Equipo:** ENFRIADOR DE AMBIENTE INTERNO **TURNO:** 1°**Descripción de la Solicitud:** ALTA TEMPERATURA AMBIENTE DE RECINTO**INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN****Clase de Intervención:** CORRECTIVO
Tipo de Trabajos: MECÁNICO
Detalles: LIMPIEZA DE RADIADOR DE VENTILADORES

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
MECÁNICO	3	4	2.75	33
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Trapo, pernos, empaques, etc	1	20		20
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	4	432		1,728

Observaciones: **COSTO TOTAL: USD 1,781**

REGISTRO N° 11

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

FECHA

24 06 06

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 2

CÓDIGO: TR02

Parte Máquina/Equipo: MONITORES DE DIODOS QUEMADOS

TURNO: 1°

Descripción de la Solicitud: REVISAR POR FALSAS SEÑALES

INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Clase de Intervención: CORRECTIVO

Tipo de Trabajos: ELÉCTRICO

Detalles: DESMONTAJE DE MONITORES Y REVISIÓN DE CIRCUITOS ELCTRONIC

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
ELÉCTRICO	2	1	2.75	5.5
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Trapo, limpiador de contactos,	1	40		40
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	1	432		432

Observaciones:

COSTO TOTAL: USD 477

REGISTRO N° 12

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

FECHA

05 07 06

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 3

CÓDIGO: TR03

Parte Máquina/Equipo: ENFRIADOR DE AMBIENTE INTERNO

TURNO: 1°

Descripción de la Solicitud: REVISAR POR ALTA TEMPERATURA DE AMBIENTE

INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Clase de Intervención: CORRECTIVO

Tipo de Trabajos: MECÁNICO

Detalles: DESMONTAJE DE RADIADOR, LIMPIEZA Y MONTAJE

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
MECÁNICO	4	4	2.75	44
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Trapo, grasa, pernos, empaques,	1	50		50
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	4	648		2,592

Observaciones:

COSTO TOTAL: USD 2,686

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO N° 13

FECHA

20	07	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 4

CÓDIGO: TR04

Parte Máquina/Equipo: COLUMNA DE DIODOS N° 4

TURNO: 1°

Descripción de la Solicitud: REVISAR DIODOS POR ALARMA DIODO QUEMADO

INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Clase de Intervención: CORRECTIVO

Tipo de Trabajos: ELÉCTRICO

Detalles: CAMBIO DE DIODOS Y FUSIBLES

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
ELÉCTRICO	4	4	2.75	44
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
07 Diodos y 07 fusibles, trapo, etc.	1	4,200		4,200
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	4	648		2,592
Observaciones:			COSTO TOTAL: USD	6,836

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO N° 14

FECHA

05	08	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 1

CÓDIGO: TR01

Parte Máquina/Equipo: SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE DIODOS

TURNO: 1°

Descripción de la Solicitud: LIMPIEZA DE DUCTOS

INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Clase de Intervención: CORRECTIVO

Tipo de Trabajos: MECÁNICO - ELÉCTRICO

Detalles: DESMONTAJE DE DIODOS Y FUSIBLES, LIMPIEZA DE DUCTOS

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
MECÁNICO	4	16	2.75	176
ELÉCTRICO	4	16	2.75	176
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Trapo, grasa, pernos, servicios,	1	800		800
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	16	432		6,912
Observaciones:			COSTO TOTAL: USD	8,064

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO N° 15

FECHA

12	08	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 2

CÓDIGO: TR02

Parte Máquina/Equipo: SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE DIODOS

TURNO: 1°

Descripción de la Solicitud: LIMPIEZA DE DUCTOS

INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Clase de Intervención: CORRECTIVO

Tipo de Trabajos: MECÁNICO - ELÉCTRICO

Detalles: DESMONTAJE DE DIODOS Y FUSIBLES, LIMPIEZA DE DUCTOS

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
MECÁNICO	4	16	2.75	176
ELÉCTRICO	4	16	2.75	176
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Trapo, grasa, pemos, servicios,	1	800		800
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	16	432		6,912
Observaciones:			COSTO TOTAL: USD	8,064

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO N° 16

FECHA

22	08	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 3 Y N° 4

CÓDIGO: TR03, TR04

Parte Máquina/Equipo: CONTROLADOR DE CARGA AUTOMATICO

TURNO: 1°

Descripción de la Solicitud: REVISAR CONTROLADOR NO REGULA LA CARGA

INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Clase de Intervención: CORRECTIVO

Tipo de Trabajos: ELÉCTRICO

Detalles: DESMONTAJE DE CONTROLADOR Y REVISIÓN

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
ELÉCTRICO	2	4	2.75	22
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Condensador 4uF	1	20		20
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	4	1,296		5,184
Observaciones:			COSTO TOTAL: USD	5,226

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO N° 17

FECHA

20	09	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 4**CÓDIGO:** TR04**Parte Máquina/Equipo:** BARRAS DE SALIDA POSITIVA**TURNO:** 1°**Descripción de la Solicitud:** LIMPIAR BARRAS POR ALTA TEMPERATURA**INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN****Clase de Intervención:** CORRECTIVO**Tipo de Trabajos:** ELÉCTRICO**Detalles:** DESMONTAJE DE BARRAS Y LIMPIEZA

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
ELÉCTRICO	4	5	2.75	44
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Trapo, grasa, lija, pernos, etc	1	30		30
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	5	648		3,240

Observaciones:**COSTO TOTAL: USD 3,314****REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO**

REGISTRO N° 18

FECHA

12	10	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 4**CÓDIGO:** TR04**Parte Máquina/Equipo:** ENFRIADOR DE AMBIENTE INTERNO**TURNO:** 1°**Descripción de la Solicitud:** LIMPIAR RADIADOR POR ALTA TEMP. AMBIENTAL**INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN****Clase de Intervención:** CORRECTIVO**Tipo de Trabajos:** MECÁNICO**Detalles:** DESMONTAJE DE RADIADOR Y LIMPIEZA

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
MECÁNICO	4	5	2.75	55
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Trapo, grasa, pernos, empaques, formador de empaq, etc	1	50		50
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	5	648		3,240

Observaciones:**COSTO TOTAL: USD 3,345**

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO N° 19

FECHA

09 11 06

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 4**CÓDIGO:** TR04**Parte Máquina/Equipo:** ENFRIADOR DE AGUA**TURNO:** 1°**Descripción de la Solicitud:** LIMPIAR ENFRIADOR POR ALTA TEMP. DIODOS**INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN**

Clase de Intervención: CORRECTIVO
Tipo de Trabajos: MECÁNICO
Detalles: DESMONTAJE DE RADIADOR Y LIMPIEZA

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
MECÁNICO	4	4	2.75	44
ELÉCTRICO	2	4	2.75	22
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Trapo, grasa, formador de empaq	1	50		50
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	4	648		2,592
Observaciones:			COSTO TOTAL: USD	2,708

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO N° 20

FECHA

16 11 06

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 3**CÓDIGO:** TR03**Parte Máquina/Equipo:** ENFRIADOR DE AGUA**TURNO:** 1°**Descripción de la Solicitud:** LIMPIAR ENFRIADOR POR ALTA TEMP. DIODOS**INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN**

Clase de Intervención: CORRECTIVO
Tipo de Trabajos: MECÁNICO
Detalles: DESMONTAJE DE RADIADOR Y LIMPIEZA

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
MECÁNICO	4	4	2.75	44
ELÉCTRICO	2	4	2.75	22
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Trapo, grasa, formador de empaq	1	50		50
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	4	648		2,592
Observaciones:			COSTO TOTAL: USD	2,708

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO N° 21

FECHA

06	12	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 1

CÓDIGO: TR01

Parte Máquina/Equipo: ENFRIADOR DE ACEITE

TURNO: 1°

Descripción de la Solicitud: LIMPIAR ENFRIADOR POR ALTA TEMP. ACEITE

INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Clase de Intervención: CORRECTIVO

Tipo de Trabajos: MECÁNICO

Detalles: DESMONTAJE DE TAPAS Y LIMPIEZA DE ENFRIADOR DE ACEITE

Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
MECÁNICO	3	4	2.75	33
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Trapo, grasa, empaquetaduras,	1	50		50
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	4	432		1,728

Observaciones:

COSTO TOTAL: USD 1,811

REGISTRO DE LOS MEMO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO N° 22

FECHA

13	12	06
----	----	----

MÁQUINA/EQUIPO: RECTIFICADOR N° 2

CÓDIGO: TR02

Parte Máquina/Equipo: ENFRIADOR DE ACEITE

TURNO: 1°

Descripción de la Solicitud: LIMPIAR ENFRIADOR POR ALTA TEMP. ACEITE

INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Clase de Intervención: CORRECTIVO

Tipo de Trabajos: MECÁNICO

Detalles: DESMONTAJE DE TAPAS Y LIMPIEZA DE ENFRIADOR DE ACEITE

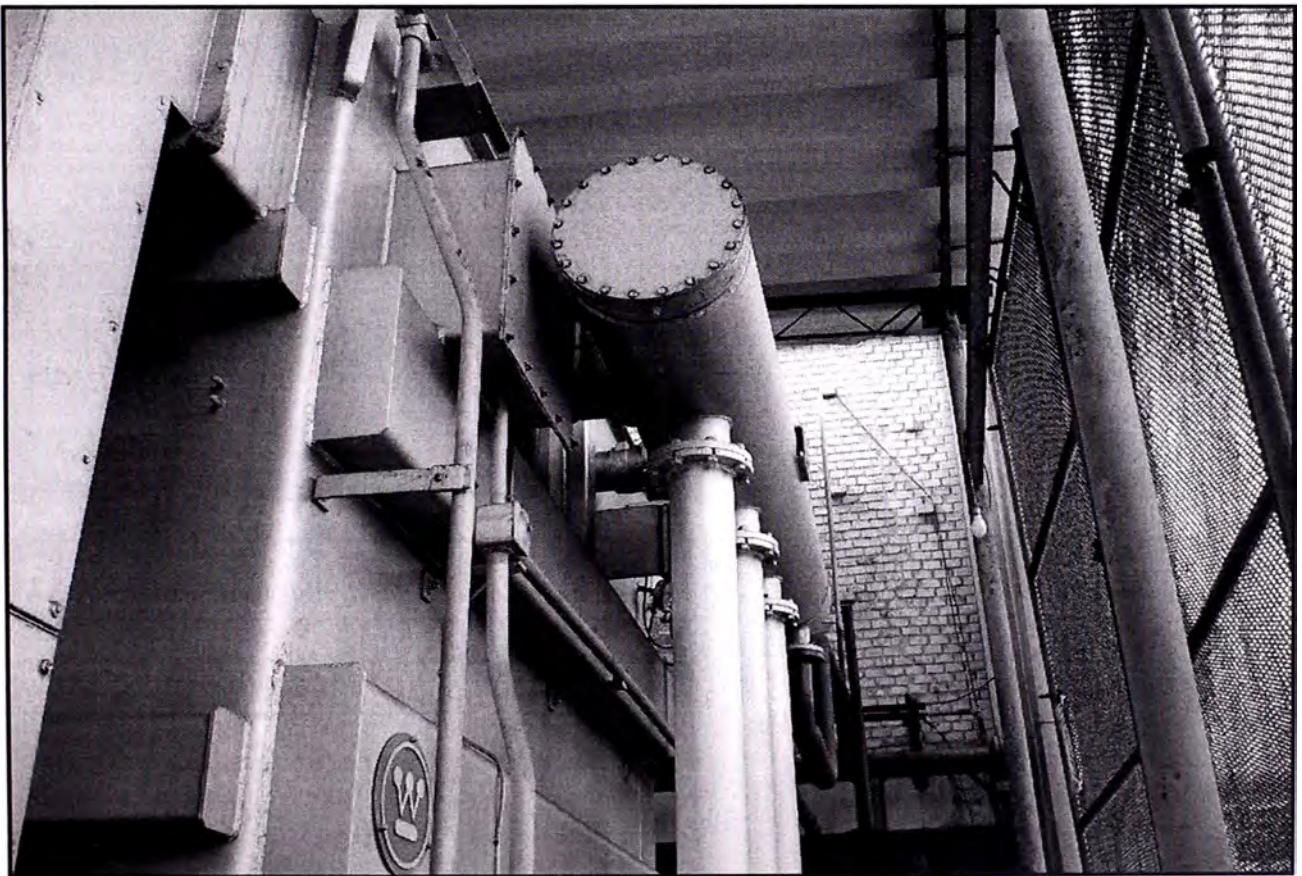
Especialidad Personal	Cant.	Tiempo (H)	Costo HH	Total
MECÁNICO	3	4	2.75	33
Repuestos/Mat./Eqpos	Cant.	Costo Unit.		Total
Trapo, grasa, empaquetaduras,	1	50		50
HORAS NO PRODUCIDAS	Cant.	Costo Unit.		Total
	4	432		1,728

Observaciones:

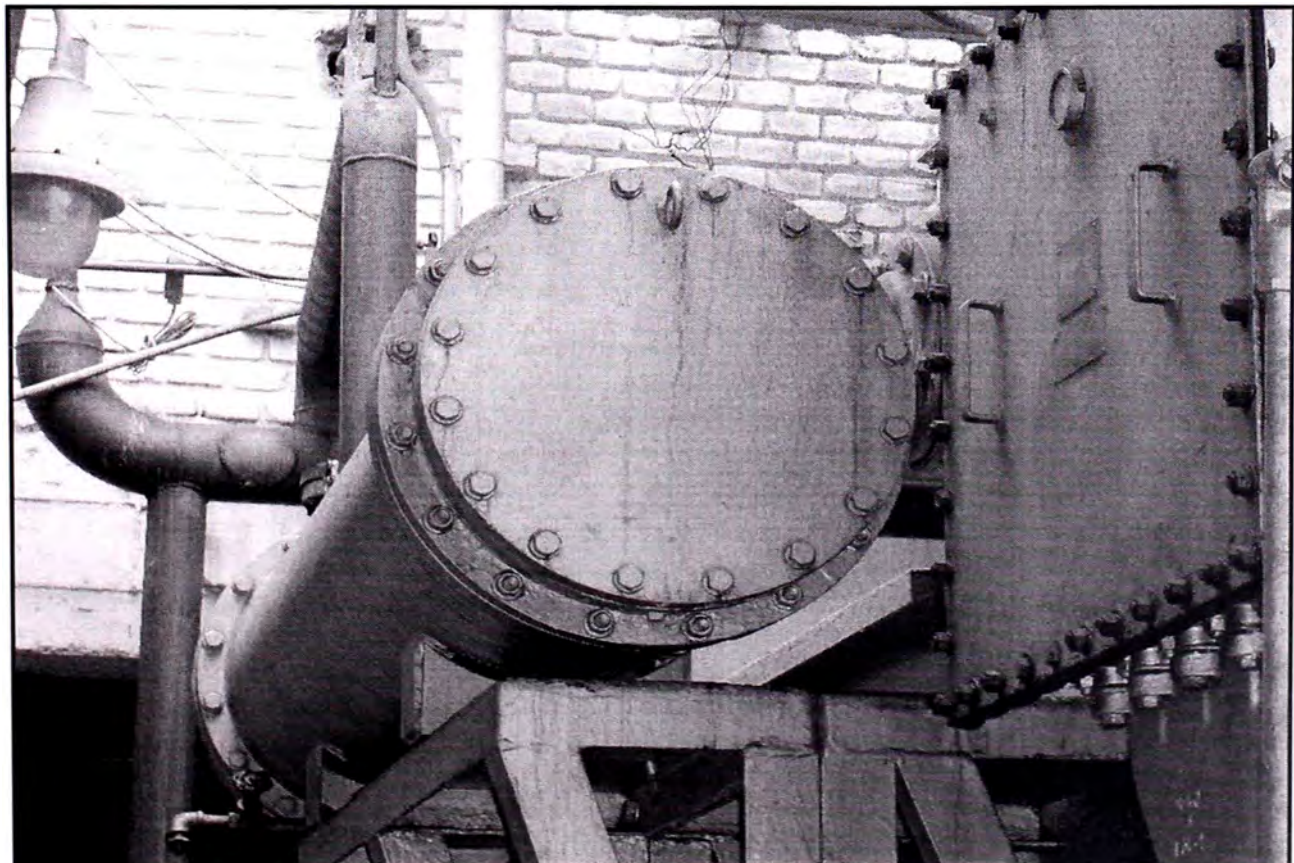
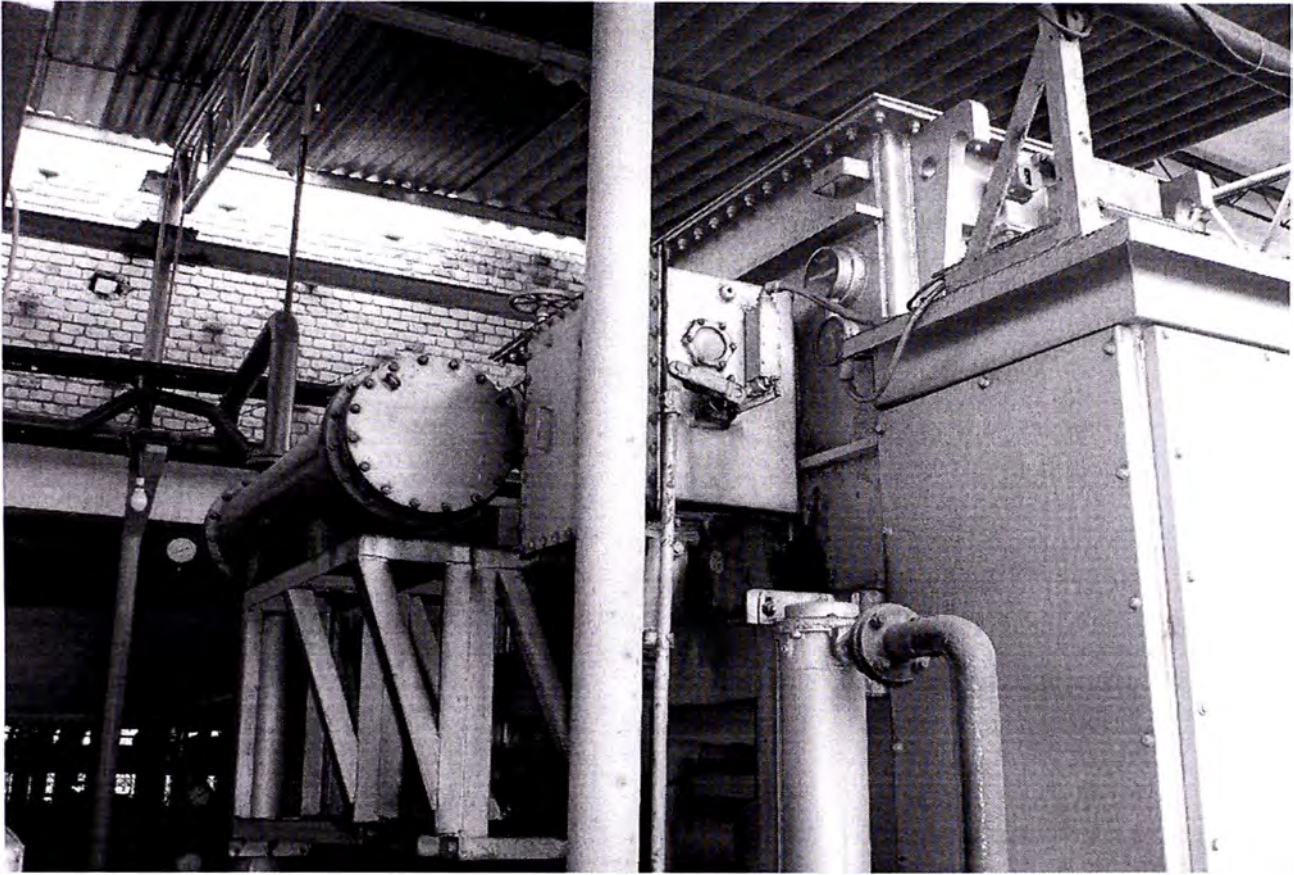
COSTO TOTAL: USD 1,811

ANEXO 4

ENFRIADOR DE ACEITE DE RECTIFICADOR WESTINGHOUSE Nº 1

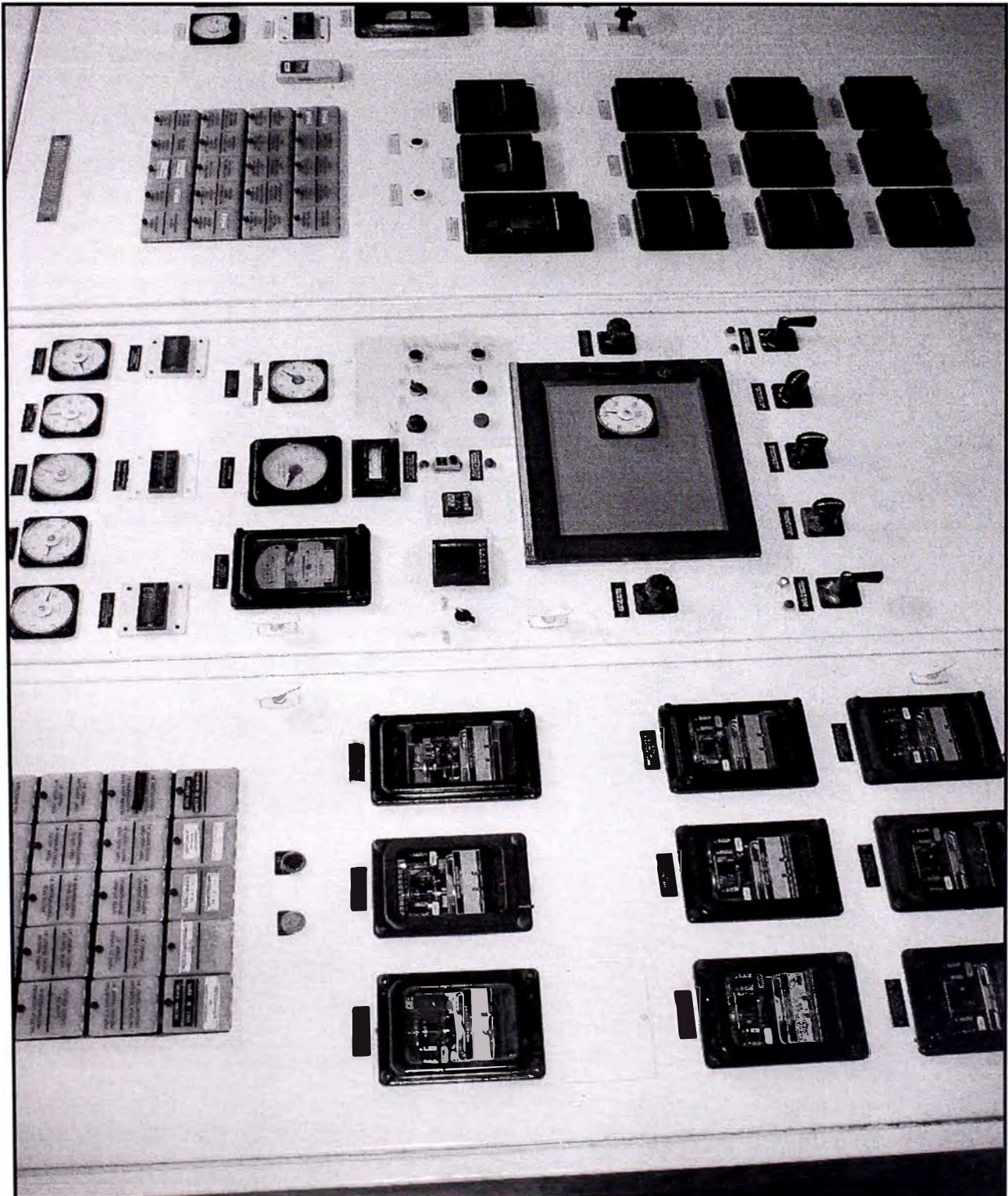


ENFRIADORES DE ACEITE DE RECTIFICADORES ITE N° 1 Y N° 2

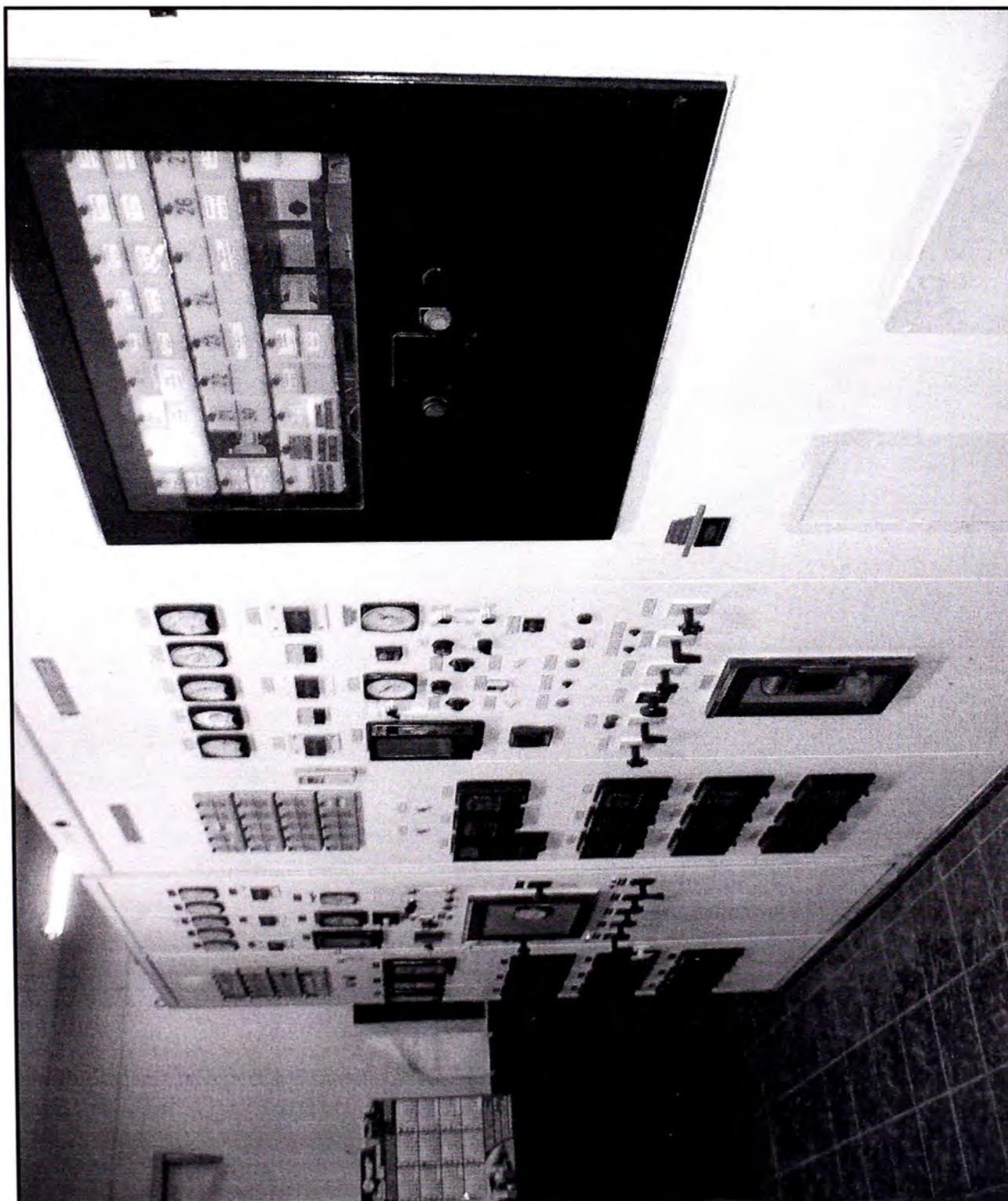


ANEXO 5

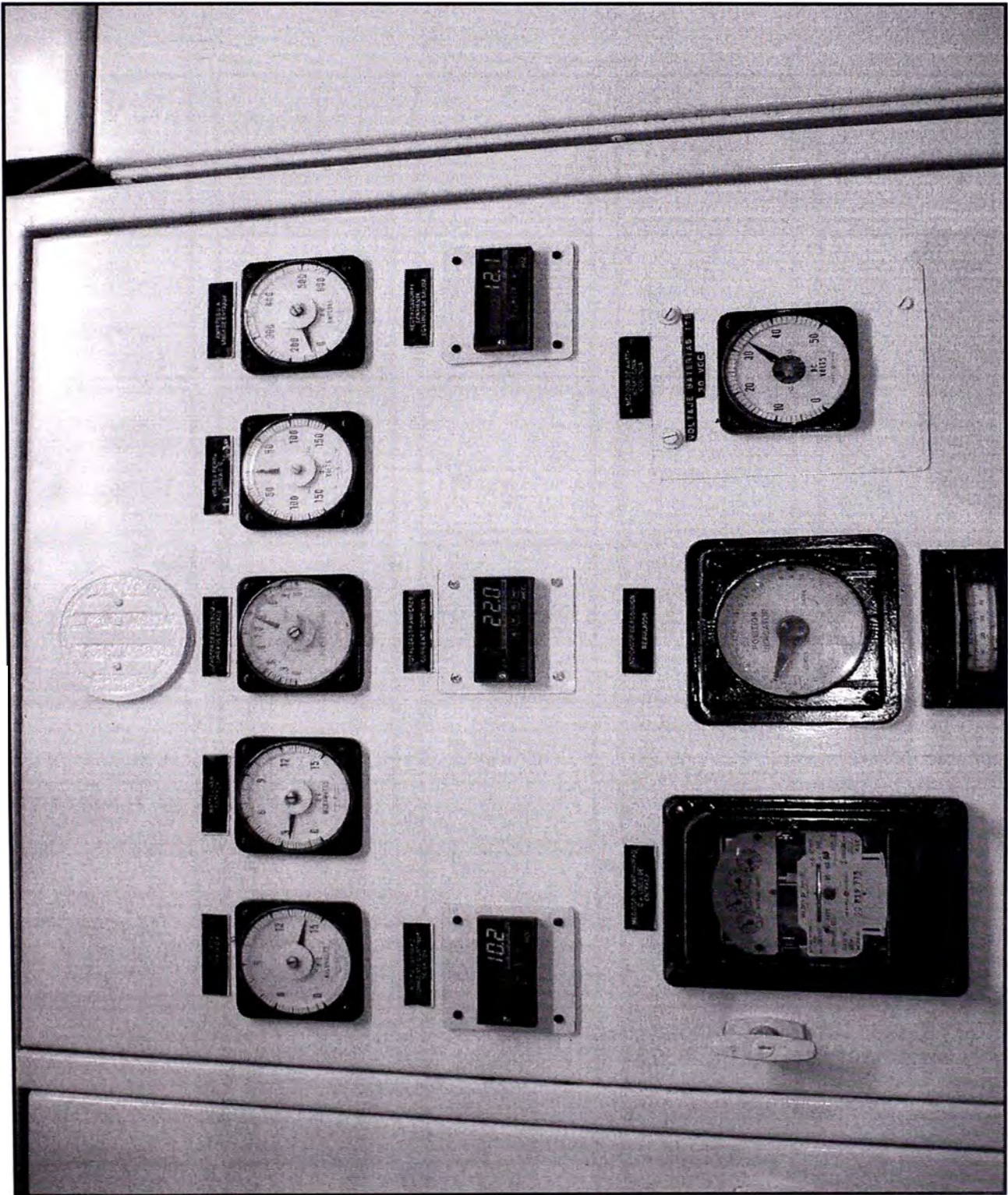
TABLERO DE CONTROL DE LOS RECTIFICADORES



TABLERO DE CONTROL DE LOS RECTIFICADORES



INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS



ANEXO 6

PANEL DE ALARMAS DE GRUPO RECTIFICADOR ITE

BAJA TENSION AC LINEA ENTRADA	INTERRUPTOR AUTOMATICO ABIERTO		SOBRE PRESION ACEITE REGULADOR	TEMPERATURA DEL ACEITE DEL REGULADOR
BAJA FRECUENCIA LINEA ENTRADA	TIERRA EN BARRAS CELDA	BAJA TENSION	NIVEL DE ACEITE BAJO REGULADOR	TEMPERATURA ARROLLAM. DEL REGULADOR
VALVULA SEGURIDAD PRESION REGULADOR	SOBRE PRESION ACEITE TRAF0 N° 1	NIVEL DE ACEITE BAJO TRAF0 N° 1	TEMPERATURA DE ACEITE TRAF0 N° 1	TEMPERATURA ARROLLAM. DEL RECTIFIC. N° 1
VACIO EN TANQUE REGULADOR	SOBRE PRESION ACEITE TRAF0 N° 2	NIVEL DE ACEITE BAJO TRAF0 N° 2	TEMPERATURA DE ACEITE TRAF0 N° 2	TEMPERATURA ARROLLAM. DEL RECTIFIC. N° 2
VALVULA SEGURIDAD PRESION TRAF0 N° 1	VACIO EN TANQUE TRAF0 N° 1	DIODO QUEMADO RECTIF N° 1	TEMPERATURA DEL AGUA ENFRIAMIENTO TRAF0 N° 1	PRESION DEL AGUA DEL TRAF0 N° 1
VALVULA SEGURIDAD PRESION TRAF0 N° 2	VACIO EN TANQUE TRAF0 N° 2	DIODO QUEMADO RECTIF N° 2	TEMPERATURA DEL AGUA ENFRIAMIENTO TRAF0 N° 2	PRESION DEL AGUA DEL TRAF0 N° 2
INTERRUPTOR AUTOMATICO TENSION ENTRADA		SOBRE CORRIENTE DC RECTIF. N° 1		BAJA TENSION BOMBAS DE Hg
PROTECCION EXTERNA		SOBRE CORRIENTE DC RECTIF. N° 1	CAIDA DE TENSION	

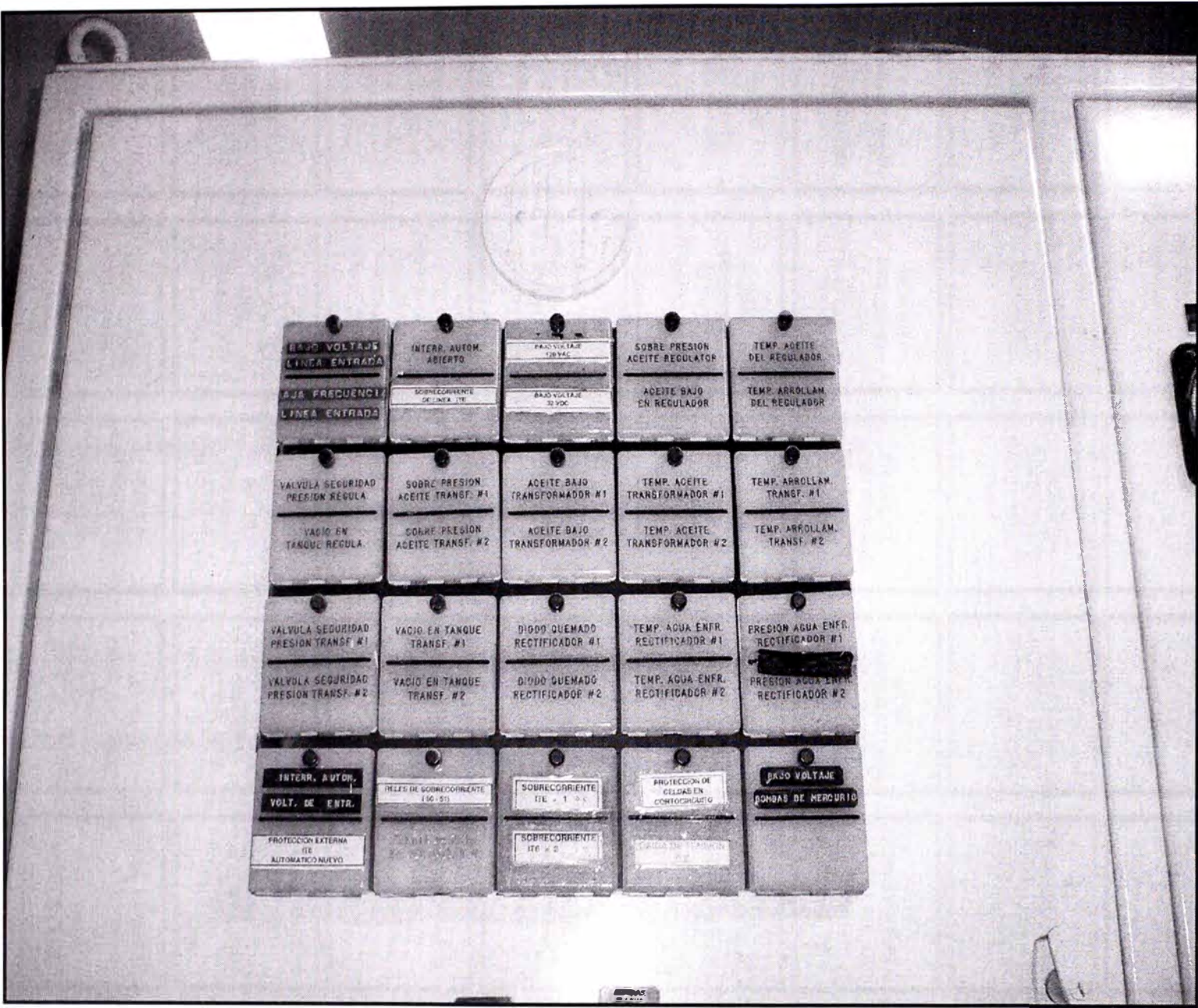


FOTO PANEL DE ALARMAS GRUPO RECTIFICADOR ITE

PANEL DE ALARMAS DE GRUPO RECTIFICADOR WESTINGHOUSE

BAJA TENSION AC LINEA ENTRADA	INTERRUPTOR AUTOMATICO PRINCIPAL AC	SOBRE CORRIENTE SAFIR TRAF0 N° 1	SOBRE PRESION ACEITE REGULADOR	ALTA TEMPERATURA DEL ACEITE DEL REGULADOR
BAJA FRECUENCIA LINEA ENTRADA	BAJA TENSION	SOBRE CORRIENTE SAFIR TRAF0 N° 1	NIVEL DE ACEITE BAJO REGULADOR	ALTA TEMPERATURA ARROLLAM. DEL REGULADOR
VALVULA SEGURIDAD PRESION REGULADOR	SOBRE PRESION ACEITE TRAF0 N° 1	NIVEL DE ACEITE BAJO TRAF0 N° 1	ALTA TEMPERATURA DE ACEITE TRAF0 N° 1	ALTA TEMPERATURA ARROLLAM. DEL TRAF0 RECTIFIC. N° 1
BAJA TENSION MAIN 115 VOLT.	SOBRE PRESION ACEITE TRAF0 N° 2	NIVEL DE ACEITE BAJO TRAF0 N° 2	ALTA TEMPERATURA DE ACEITE TRAF0 N° 2	ALTA TEMPERATURA ARROLLAM. DEL TRAF0 RECTIFIC. N° 2
VALVULA SEGURIDAD PRESION TRAF0 N° 1	ALTA TEMPERATURA COMPARTIMIENTO TRAF0 N° 1	ALTA TEMPERATURA DIODO RECTIFI. N° 1	ALTA TEMPERATURA TRIPEO RECTIF. N° 1	RECTIFI. N° 1 SURGE NETWORK FUSE
VALVULA SEGURIDAD PRESION TRAF0 N° 2	ALTA TEMPERATURA COMPARTIMIENTO TRAF0 N° 1	ALTA TEMPERATURA DIODO RECTIFI. N° 1	ALTA TEMPERATURA TRIPEO RECTIF. N° 2	RECTIFI. N° 2 SURGE NETWORK FUSE
DIODO FALLADO RECTIF. N° 1	BAJO FLUJO DE AGUA DEL TRAF0 N° 1	FALLA ENFRIAMIENTO EN EL SISTEMA TRAF0 N° 1	ALTA CONDUCTIBILIDAD RECTIF. N° 1	BAJA TENSION 115 Vac AUXILIAR CONTROL RECTIF N° 1
DIODO FALLADO RECTIF. N° 1	BAJO FLUJO DE AGUA DEL TRAF0 N° 2	FALLA ENFRIAMIENTO EN EL SISTEMA TRAF0 N° 1	ALTA CONDUCTIBILIDAD RECTIF. N° 2	BAJA TENSION 115 Vac AUXILIAR CONTROL RECTIF N° 2

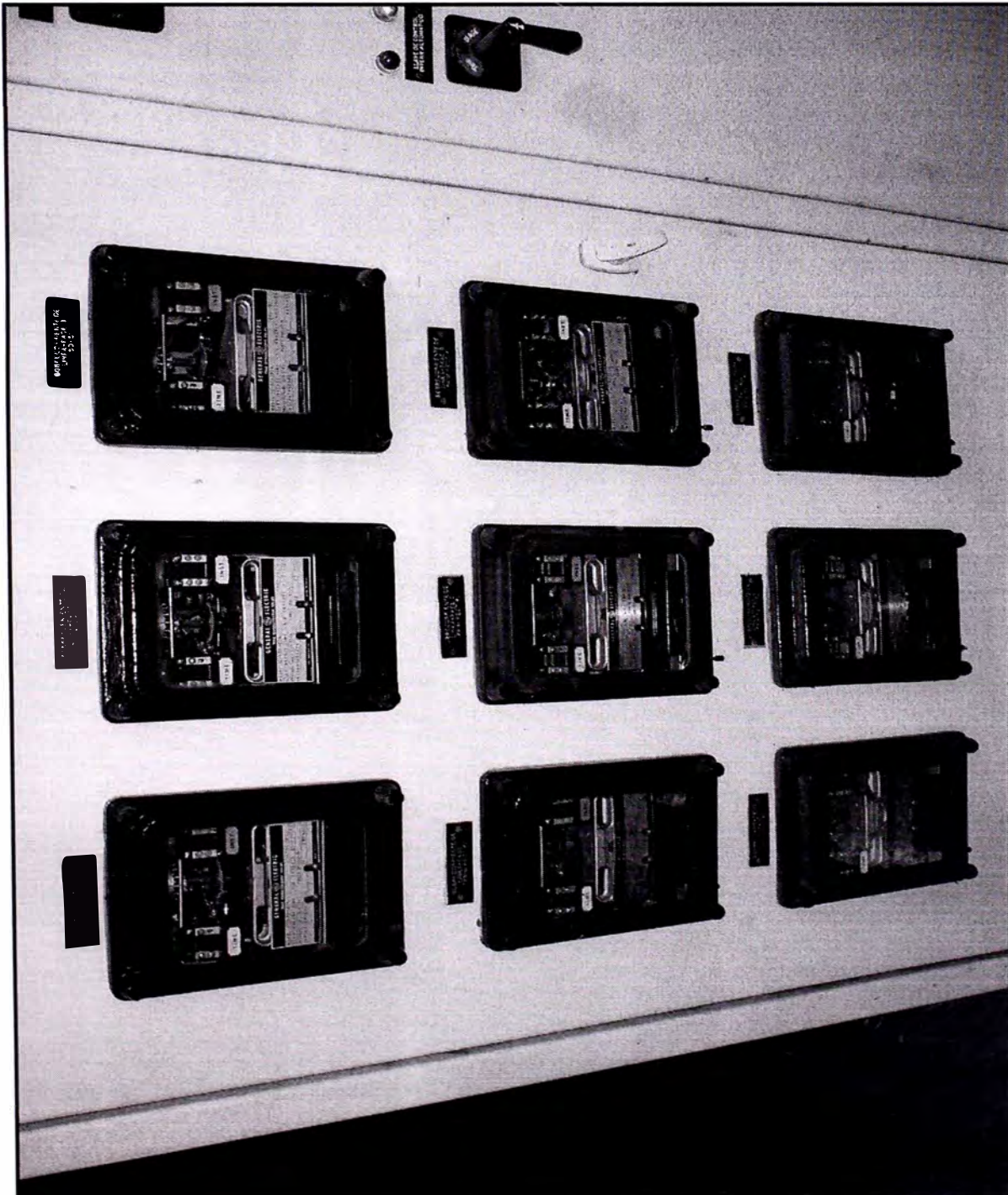
FOTO PANEL DE ALARMAS GRUPO RECTIFICADOR WESTINGHOUSE



ANEXO 7

RELÉS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA DE LOS RECTIFICADORES

1. RELÉS DE PROTECCIÓN DEL GRUPO RECTIFICADOR ITE



RELÉS DE PROTECCIÓN DEL GRUPO RECTIFICADOR ITE



CALIBRACIÓN DE RELÉS DE PROTECCIÓN GRUPO ITE

**BAJA
FRECUENCIA
A
81
57 HZ**

**SOBRE
CORRIENTE
E TIERRA
50N - 51N
>I 0.5 -
4.0 A
Icc 2 - 16 A**

**BAJA
TENSION
47
<V 90 - 120
Vac 60 HZ
120
VOLTIOS**

**SOBRE
CORRIENTE
LINEA FASE
R
50N - 51N
>I 1.5 - 4 - 6
A
Icc 10 - 40 A
Set : 30 Seg**

**SOBRE
CORRIENTE
LINEA FASE
S
50N - 51N
>I 1.5 - 4 - 6
A
Icc 10 - 40 A
Set : 30 Seg**

**SOBRE
CORRIENTE
LINEA FASE
R
50N - 51N
>I 1.5 - 4 - 6
A
Icc 10 - 40 A
Set : 30 Seg**

**SOBRE
CORRIENTE
RECTIFIC. N°
1 LINEA
FASE R
50N - 51N
>I 1.5 - 3 - 6
A
Icc 10 - 40 A
Set : 30 Seg.**

**SOBRE
CORRIENTE
RECTIFIC. N°
1 LINEA
FASE S
50N - 51N
>I 1.5 - 3 - 6
A
Icc 10 - 40 A
Set : 30 Seg.**

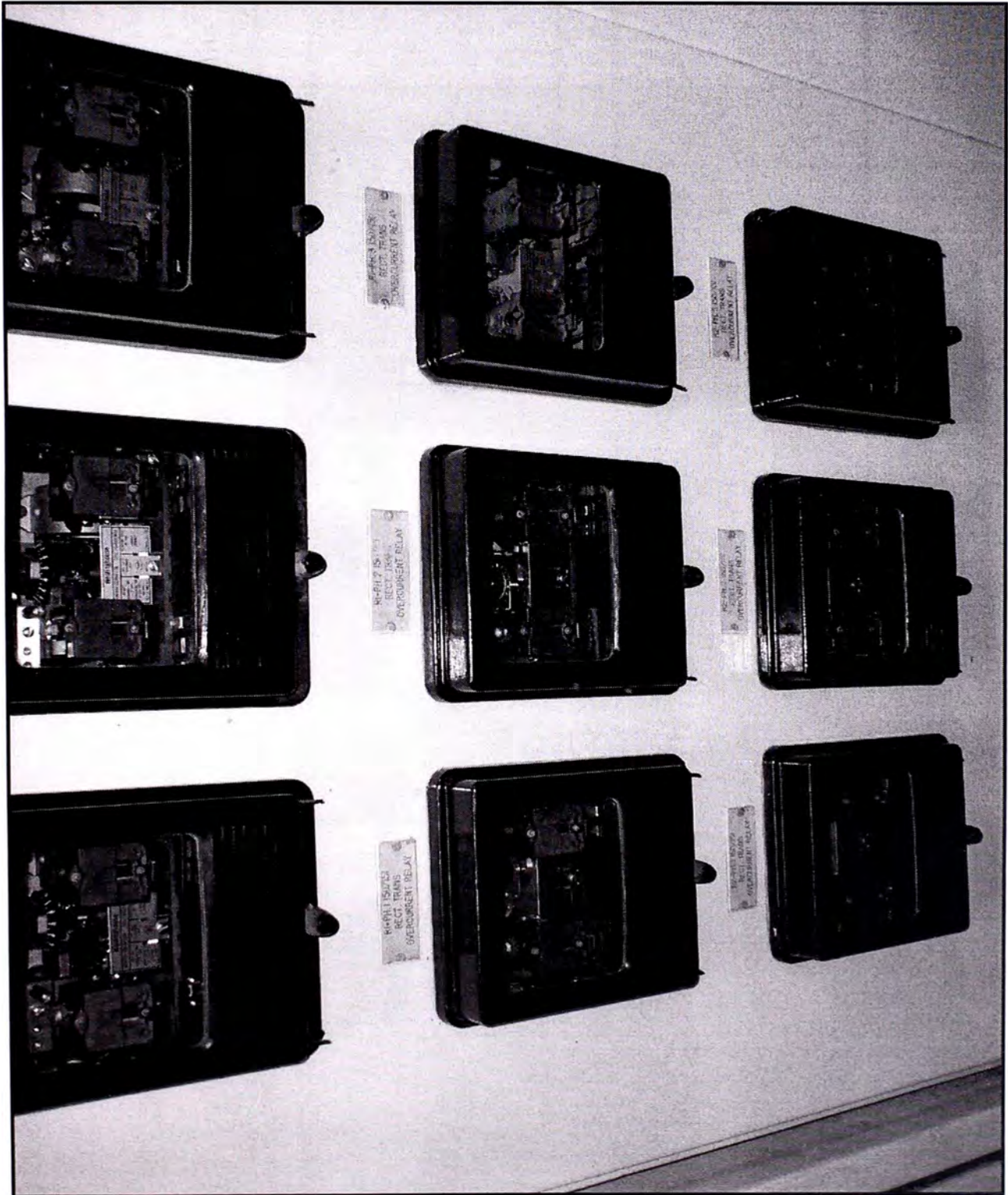
**SOBRE
CORRIENTE
RECTIFIC. N°
1 LINEA
FASE T
50N - 51N
>I 1.5 - 3 - 6
A
Icc 10 - 40 A
Set : 30 Seg.**

**SOBRE
CORRIENTE
RECTIFIC. N°
2 LINEA
FASE R
50N - 51N
>I 1.5 - 3 - 6
A
Icc 10 - 40 A
Set : 30 Seg.**

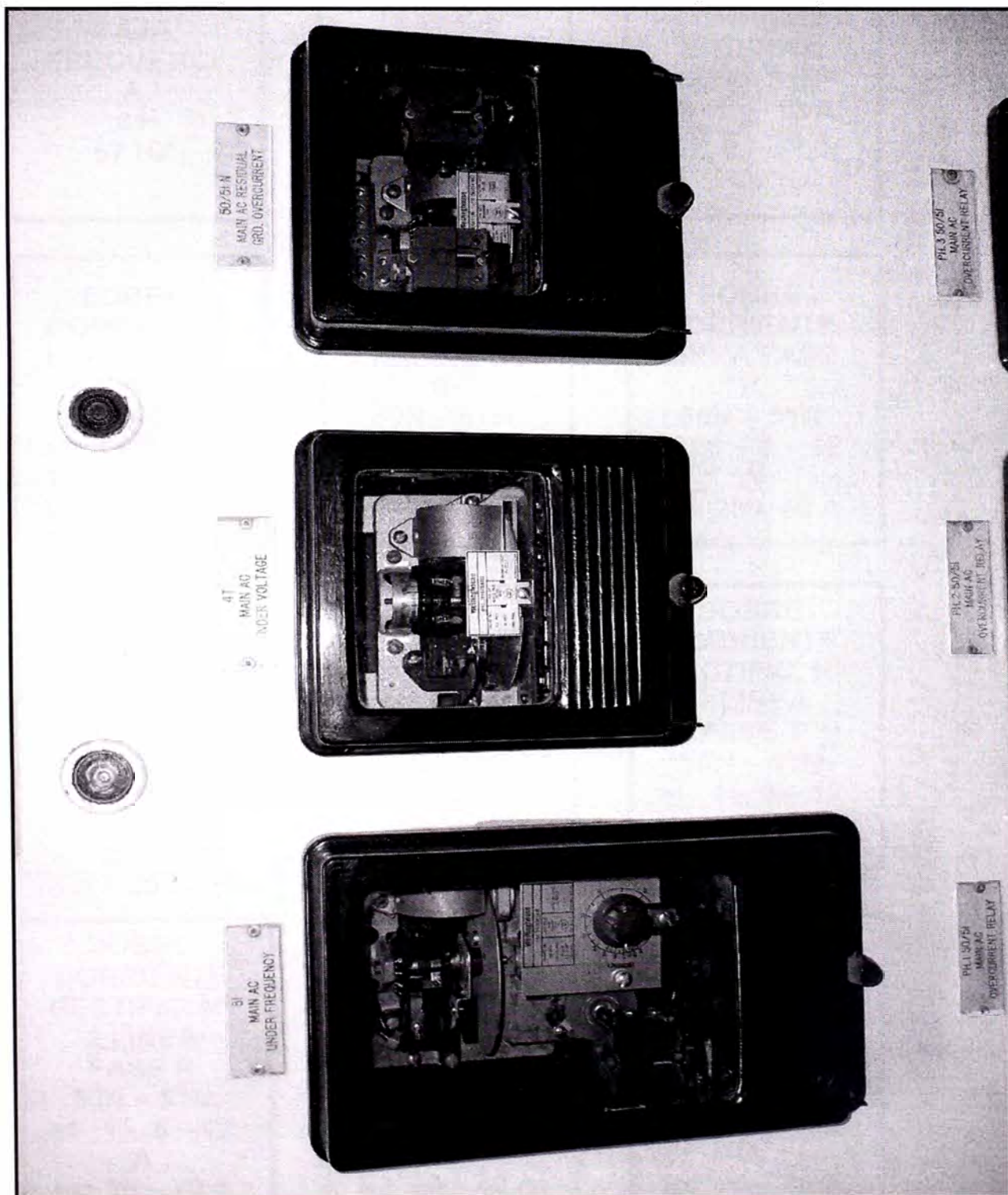
**SOBRE
CORRIENTE
RECTIFIC. N°
2 LINEA
FASE S
50N - 51N
>I 1.5 - 3 - 6
A
Icc 10 - 40 A
Set : 30 Seg.**

**SOBRE
CORRIENTE
RECTIFIC. N°
2 LINEA
FASE T
50N - 51N
>I 1.5 - 3 - 6
A
Icc 10 - 40 A
Set : 30 Seg.**

2. RELÉS DE PROTECCIÓN DEL GRUPO RECTIFICADOR WESTINGHOUSE



RELÉS DE PROTECCIÓN DEL GRUPO RECTIFICADOR WESTINGHOUSE



CALIBRACIÓN DE RELÉS DE PROTECCIÓN GRUPO WESTINGHOUSE

**BAJA
FRECUENCIA
A
81
57 HZ**

**BAJA
TENSION
47
<V 90 - 120
Vac 60 HZ
120
VOLTIOS**

**SOBRE
CORRIENTE
E TIERRA
50N - 51N
>I 1 - 12 A
Icc 6 - 28 A**

**SOBRE
CORRIENTE
LINEA FASE
R
50N - 51N
>I 1 - 5 - 12
A
Icc 20 - 40 A
Set : 30 Seg.**

**SOBRE
CORRIENTE
LINEA FASE
S
50N - 51N
>I 1 - 5 - 12
A
Icc 20 - 40 A
Set : 30 Seg.**

**SOBRE
CORRIENTE
LINEA FASE
R
50N - 51N
>I 1 - 5 - 12
A
Icc 20 - 40 A
Set : 30 Seg.**

**SOBRE
CORRIENTE
RECTIFIC. N°
1 LINEA
FASE R
50N - 51N
>I 1 - 6 - 12
A
Icc 20 - 40 A
Set : 30 Seg.**

**SOBRE
CORRIENTE
RECTIFIC. N°
1 LINEA
FASE S
50N - 51N
>I 1 - 6 - 12
A
Icc 20 - 40 A
Set : 30 Seg.**

**SOBRE
CORRIENTE
RECTIFIC. N°
1 LINEA
FASE T
50N - 51N
>I 1 - 6 - 12
A
Icc 20 - 40 A
Set : 30 Seg.**

**SOBRE
CORRIENTE
RECTIFIC. N°
2 LINEA
FASE R
50N - 51N
>I 1 - 5 - 12
A
Icc 20 - 40 A
Set : 30 Seg.**

**SOBRE
CORRIENTE
RECTIFIC. N°
2 LINEA
FASE S
50N - 51N
>I 1 - 5 - 12
A
Icc 20 - 40 A
Set : 30 Seg.**

**SOBRE
CORRIENTE
RECTIFIC. N°
2 LINEA
FASE T
50N - 51N
>I 1 - 5 - 12
A
Icc 20 - 40 A
Set : 30 Seg.**

Orden	PM02 200003230	CAMBIO ENFRIADOR DE AGUA DE DIODOS		
Stat.sist.	LIB. EDET FMAT NLIQ PREG			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; background-color: #cccccc; padding: 2px;"> Datos cab. Oper. Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. </div>				
Responsable Gpo.plan. CEL / Q004 GPM Mant de Celdas Rs.pto.tr. VCARLOS / Q004 MECÁNICO DE M...		Aviso <input type="text"/> Costes 0.00 PEN Cl.actv.PM 002 Mantenimiento EstdInstal <input type="text"/> Dirección <input type="text"/>		
Fechas Inic.extr. 31.03.2008 Fin extr. 31.03.2008		Prioridad <input type="text"/>		
Objeto de referencia Ubic.téc. Q004-AL-ELE-TREC-TREC01 Equipo 1004629 Conjunto <input type="text"/>		Transformador Rectificador N°1 (ITE ... Transformador Rectificador ITE N°1 		
Primera operación Operación CAMBIO ENFRIADOR DE AGUA DE DIODOS		<input checked="" type="checkbox"/> ClvCá Calcular trabajo PtoTrab/Ce VCARLOS / Q004 ClvCtrl PM01 Cl.activ. QPMEC1 <input type="checkbox"/> MAF		

MODELO DE ORDEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ANEXO 8

Equipo	1004629	Tipo	M	Máquinas
Denominación	Transformador Rectificador TE N°1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nota inter.
Status	MONT	<input type="checkbox"/>		
Válido de	02.10.2006	Fin de validez	31.12.9999	
General		Emplazamiento		Organización
		Estructura		Datos adicionales 1
Datos generales				
Clase	PM_TRANSFORMADORES	TRANSFORMADORES		
Clase de objeto	PM-0520	Transformadores		
Grupo autoriz.				
Peso	61,200	LB	Tamaño/Dimens.	2.5 X 4.0 X 2.70M
N° inventario		PstaEnServDesde	20.08.1965	
Datos de aprovisionamiento				
Valor adquis.		Fecha adquis.	15.02.1965	
Datos de fabricación				
Fabricante	ITE	País productor	US	
Denomin.tipo		Año/Mes const.	1964 / 08	
N°Pieza fabric.				
Fabr. N°-serie	11515			

FICHA TÉCNICA DE TRANSFORMADOR RECTIFICADOR N° 1

ANEXO 10

ANEXO 9

LISTA DE MATERIALES DE LOS RECTIFICADORES N° 1 Y N° 2 PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Componente	Denominación de componente	Cantidad	UM
010-000357	CAPACITOR 4 μ F"60V"564375D P/RECTIF. ITE	10	PZA
010-000366	CAPACITOR 5000 μ F"75V"564734A P/RECT.ITE	2	PZA
010-000358	DIODO RECTIFICAD N°B25HB50 P/RECTIF. ITE	2	PZA
010-000195	DIODO DE SILICIO 300A"1000V	192	PZA
010-000367	DIODO ZENER 1N1521 P/RECTIF. ITE	4	PZA
010-000325	INTERRUPTOR 1P"15A"801-8015 P/RECTIF.ITE	4	PZA
010-000334	INTERRUPTOR BR61F PT.89AUX P/RECTIF. ITE	2	PZA
010-000356	POTENCIOMETRO 500Ohm"564375D P/RECT. ITE	1	PZA
010-000343	RECTIFICADOR 1N2069DIB.564376B P/REC.ITE	1	PZA
010-000341	RECTIFICADOR 1N2731DIB.513785A P/REC.ITE	1	PZA
010-000365	REGULADOR FILT 8MHY N°513795B P/RECT.ITE	1	PZA
010-000329	RELE 12V" T/2198BXP P/RECTIF. ITE	4	PZA
010-000330	RELE 32V" EX220 PT.27D P/RECTIF. ITE	4	PZA
010-000327	RELE BX220A" 120V" 60Hz P/RECTIF. ITE	4	PZA
010-000326	RELE BX440A" 120V" 60Hz P/RECTIF. ITE	4	PZA
010-000333	RELE CTRL DIB.513763 PT.984 P/RECTIF.ITE	2	PZA
010-000328	RELE SOBRECARG DIB.187547 P/RECTIF. ITE	6	PZA
010-000331	RELE T/51XXB"120V PT.63SPTX P/RECTIF.ITE	4	PZA
010-000332	RELE T/SUBXX"120V PT.98Z1 P/RECTIF. ITE	4	PZA
010-000359	RESISTOR 0.5Ohm"10W"513764E P/RECTIF.ITE	5	PZA
010-000352	RESISTOR 100Kohm"½W"5662-153 P/RECT. ITE	4	PZA
010-000355	RESISTOR 100Ohm"10W"566203-209P/RECT.ITE	1	PZA
010-000351	RESISTOR 10Kohm"1W"5662-240 P/RECT. ITE	1	PZA
010-000361	RESISTOR 15Ohm"10W"513764G P/RECTIF. ITE	1	PZA
010-000360	RESISTOR 15Ohm"3W"513764H P/RECTIF. ITE	1	PZA
010-000347	RESISTOR 1Kohm"1W"5662-226 P/RECTIF. ITE	1	PZA
010-000346	RESISTOR 1Kohm"½W"5662-126 P/RECTIF. ITE	1	PZA
010-000364	RESISTOR 1Ohm"50W"513765C P/RECTIF. ITE	1	PZA

<u>010-000344</u>	RESISTOR 200Ohm"1W"5662-217 P/RECTIF.ITE	1	PZA
<u>010-000363</u>	RESISTOR 250hm"25W"513766B P/RECTIF. ITE	1	PZA
<u>010-000353</u>	RESISTOR 250hm"25W"5662-006 P/RECTIF.ITE	1	PZA
<u>010-000362</u>	RESISTOR 250hm"50W"513758H P/RECTIF. ITE	1	PZA
<u>010-000348</u>	RESISTOR 2"7 Kohm"1W" P/RECTIF. ITE	1	PZA
<u>010-000345</u>	RESISTOR 330Ohm"1W"5662-231 P/RECTIF.ITE	1	PZA
<u>010-000349</u>	RESISTOR 4"7Kohm"1W"5662-234 P/RECT. ITE	1	PZA
<u>010-000354</u>	RESISTOR 500hm"5W"566203-107 P/RECT. ITE	1	PZA
<u>010-000350</u>	RESISTOR 6"8Kohm"1W"5662-237 P/RECT. ITE	1	PZA
<u>010-000337</u>	TRANSFORMADOR G.E.9T51Y73 3KV P/RECT.ITE	1	PZA
<u>010-000336</u>	TRANSISTOR 2N233B DIB.564678G P/RECT.ITE	1	PZA
<u>010-000342</u>	TRANSISTOR 2N697 DIB.564378D P/RECT. ITE	1	PZA
<u>010-000335</u>	VALVULA CTRL AIR CCJ1137 P.20 P/RECT.ITE	1	PZA
<u>010-006820</u>	FUSIBLE 600A,300VAC,A30QS600-4 SHAWMUT	192	PZA

**LISTA DE MATERIALES DE LOS RECTIFICADORES N° 3 Y N° 4 PARA
MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Componente	Denominación de componente	Cantidad	UM
010-006320	CONTACTO 261D146H08 WESTINGHOUSE	20	PZA
010-006319	CONTACTO 5938610G01 WESTINGHOUSE	20	PZA
010-006322	CONTACTO MOVIL 475C858G01 WESTINGHOUSE	20	PZA
010-006321	CONTACTO MOVIL 785C156HD4 WESTINGHOUSE	10	PZA
010-006323	CONTACTO REV SW 1330C44G02 WESTINGHOUSE	10	PZA
010-006318	CONTACTO SEL SW 1330C44G01 WESTINGHOUSE	12	PZA
007-006375	FUSIBLE 2750A.400V.STYLE 1828A33HO2	42	PZA
010-006805	DIODO SILICIO PRX R61010300DYB	42	PZA
007-006515	MICROSWITCH HONEYWELL MOD BZ-2RD-A2	42	PZA
005-000036	ACEITE SHELL DIALA D	5,200	GLN
007-003529	MANGUERA JEBE LONA DN3/8"-300PSI C/CONEC	20	PZA
007-013177	MANGUERA TERMOCONTRAIBLE 15MM Ø BT	15	M
007-001620	THINNER STANDARD	1	GLN
005-000064	GRASA P/CONTACTOS ELECT-CHISGUETx4 ONZAS	1	PZA
005-000038	GRASA SHELL ALVANIA EP-2	1	KG

Equipo	1004629	Tipo	M	Máquinas
Denominación	Transformador Rectificador TE N°1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nota inter.
Status	MONT	<input type="checkbox"/>		
Válido de	02.10.2006	Fin de validez	31.12.9999	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> General Emplazamiento Organización Estructura Datos adicionales 1 </div>				
Datos generales				
Clase	PM_TRANSFORMADORES	TRANSFORMADORES		
Clase de objeto	PM-0520	Transformadores		
Grupo autoriz.	<input type="text"/>			
Peso	61,200	LB	Tamaño/Dimens.	2.5 X 4.0 X 2.70M
N° inventario	<input type="text"/>	PstaEnServDesde	20.08.1965	
Datos de aprovisionamiento				
Valor adquis.	<input type="text"/>	Fecha adquis.	15.02.1965	
Datos de fabricación				
Fabricante	ITE	País productor	US	
Denomin.tipo	<input type="text"/>	Año/Mes const.	1964 / 08	
N°Pieza fabric.	<input type="text"/>			
Fabr. N°-serie	11515			

FICHA TÉCNICA DE TRANSFORMADOR RECTIFICADOR N° 1

ANEXO 10

Equipo 1004629 Tipo M Máquinas
Denominación Transformador Rectificador ITE N°1 Nota inter.
Status MONT
Válido de 02.10.2006 Fin de validez 31.12.9999

- General
- Emplazamiento
- Organización
- Estructura
- Datos adicionales 1

Clasificación	
POTENCIA NOMINAL	5,951.00 HP
POTENCIA APARENTE	5,122.00 kva
NUMERO FASES	12
CANTIDAD ACEITE	1,325.00 GAL
FRECUENCIA	60.00 hz
FRAME	
CLASE AISLAMIENTO	
EFICIENCIA	
TIPO ENFRIAMIENTO	
VOLTAJE SALIDA	148.00 V
VOLTAJE ENTRADA	13,800.00 V
TIPO TRANSFORMADOR	RECTIFICADOR
TIPO CONEXION	
TIPO ACEITE	SHELL DIALA D

Lista de equipos (varios niveles): lista equipos



▼	1004629	Transformador Rectificador ITE N°1		
▼	1004629	02.10.2006 31.12.9999 Q004-AL-ELE-TREC-TREC01		
		Q004-AL-ELE-TREC-TREC01 Transformador Rectificador N°1 (ITE 1)		
	10003728	M1 REPAR.SISTEM.ENFRIAM.DIODOS ITE N°1.		
	10004362	M1 INSTALACION EXTRACTOR DE AIRE ITE N°1		
	10011897	M1 MANTTO.CONTACT.BOBIN.REACT.RECT.ITE 1.		
	10014267	M1 CAMBIO MANGU.LONA SIST.ENFR.DIOD.ITE1		
	10015610	M1 EMPASTILLAD.CONTACT.COMMUTAD.ITE N°1		
	10016512	M1 LIMPIEZA BARRITAS DE SUJECION ITE 1		
	10017826	M1 LIMPI.BARR.TRONC.SALIDA + RECTIF.ITE N°1		
	10018304	M1 CONTROL y ALARMA TEMP.AGUA DEST.ITE 1		
	100005506	PM01 REPAR.SISTEM.ENFRIAM.DIODOS ITE N°1.	CTEC NOTI MACO MOVN NLIQ PREC	
	100006286	PM01 INSTALACION EXTRACTOR DE AIRE ITE N°1	CTEC NOTI MACO MOVN NLIQ PREC	
	100015329	PM01 MANTTO.CONTACT.BOBIN.REACT.RECT.ITE 1.	CTEC NOTI MACO MOVN NLIQ PREC	
	100018288	PM01 CAMBIO MANGU.LONA SIST.ENFR.DIOD.ITE1	CTEC NOTI FCAP MACO MOVN NLIQ PREC	
	100020946	PM01 LIMPIEZA BARRITAS DE SUJECION ITE 1	CTEC NOTI MACO MOVN NLIQ PREC	
	100022715	PM01 LIMPI.BARR.TRONC.SALIDA + RECTIF.ITE N°1	CTEC NOTI MACO MOVN NLIQ PREC	
	100023357	PM01 CONTROL y ALARMA TEMP.AGUA DEST.ITE 1	LIB. FMAT NLIQ PREC	
▶	002	PM_TRANSFORMADORES		

REPORTE DE HISTORIAL DE MANTENIMIENTO

ANEXO 11

ANEXO 12

**COTIZACIONES DE SUMINISTROS DE REPUESTOS Y SERVICIOS EN
BASE A LOS CUALES SE DETERMINARON ALGUNOS COSTOS DE
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

COTIZACIÓN DE ADQUISICIÓN DE DIODOS Y FUSIBLES

INDAGRI - EUROPE

11, Place de l'Eglise
BAZOCHES-les-GALLERANDES
45480 - FRANCE



Tél. : (33) 2 38 53 34

Fax : (33) 2 38 81 25

e-mail : indagri@wanad

SARL au Capital de 15 300 € (100 3€)
RCS Orléans 431 416 692 – APE 51
SIRET 431 416 692 00017
TVA FR 40 431 416 692 00017

Etudes-Services et Distribution de Matériel Industriel

PROFORMA
N° 203610-1

Bazoches, 21/09/2004

QUIMPAC S.A.

Av. Nestor Gambetta 8583 - 8585

OUQUENDO - Callao - Perú

V/REF. : Requerimiento Diodos + Fusibles -

Item	Description	Quantité	P.U.	TOTAL
EUROS				
010	Rectificador ITE – Fusibles FERRAZ – SHAWMUT Ref A30QS600-4 Proponemos Identico en BUSSMANN por disponibilidad en 2 semanas y Precios : Ref. FWX- 600 A	350	31.00	10 850.00
	Ver hoja Tecnica adjunta en PDF			
020	Rectificador ITE – Powerex – Westinghouse – Diodo de silicio PRX Proponemos precio excepcional y tiempo de entrega en 2 Semanas. Ref. R610103000 YB 0204 0124 K = Rosca	36	75.00	2 700.00
030	Rectificador Westinghouse – Westinghouse Diodo de silicio IR 40129 PT 1538 R91H12 Proponemos precio excepcional por marca de Origen – WESTINGHOUSE DISPONIBLE IMMEDIATAMENTE – 4 – 5 DIAS Ref. R9G02422 – Powerex	61	295.00	17 995.00
	Ver Hoja Tecnica adjunta en PDF			
040	Rectificador Westinghouse - Fusible Ref. Style 1828 A33H02 / 2750 A / 400 VAC – Proponemos remplazo con soporte metalico POR PARES Ref. 170M6468 :			
	Con montaje de 2 fusibles con 2 Soportes	61	325.00	19 825.00
	Asistencia Tecnica para garantizar funcionamiento de instalación con visita de Planta de experto para instalacion por pares – con mejor equilibrio de paso de corriente y menor desgaste con cambio de Diodos especificos			
	Incluimos un plano aproximado del tipo de montaje de 2 fusibles de 1400 A. con 2 soportes con dimensiones aproximativas (a definir) L es 60 mm. / Max : 170 - 180 mm. (Vista superior) y max 205 es max 92 - 95 mm./ y 2 x 3 M12 es 2 x 1/2" (Vista inferior) segun			
	planos del fusible			
	westinghouse enviado			
	TOTAL H.T. Ex- Works EUROS			51 370.00
	Embalaje			240.00

**COTIZACIÓN POR EL MANTENIMIENTO DE UN RADIADOR DE
WESTINGHOUSE**



Lima, Enero 20 del 2007

Sres.
QUIMPAC S.A.

Att. Ing. Yuri Meléndez

Muy Señores Nuestros:

Por medio de la presente, es grato dirigimos a Uds. Para remitirles el siguiente presupuesto.

PROFORMA # 041/007

Por sacar tinas, hacer lavado químico y vaporizado a presión interior y exteriormente, descalichar, sondear, enderezar aletas,, cambiar empaquetaduras, pernos, hacer prueba, pintar y embalaje con madera a un radiador del sistema de agua Westing House.

Precio Neto **US. \$ 350.00**
 Más IGV.....

Agradeciéndoles anticipadamente, la atención que le merezca el presente presupuesto quedamos en espera de sus gratas órdenes.

Muy Atentamente.

NOTA:

Tiempo de Entrega:

05 días útiles.

Condiciones de Pago:

Factura a 60 días.

Validez de la oferta 30 días.

COTIZACIÓN POR EL REENTUBADO DE UN ENFRIADOR DE ACEITE ITE



Lima, Abril. 09 de 2007

Sres.
QUIMPAC S.A. (Planta Álcalis Paramonga).
Att. Ing. Yuri Meléndez

Muy Señores Nuestros:

Por medio de la presente, es grato dirigimos a Uds. Para remitirles el siguiente presupuesto.

PROFORMA # 205/2007

Por reconstruir (retubar) un intercambiador de calor para enfriamiento de aceite de alta presión de rectificador ITE No 1.

MATERIALES

TUBOS 284 tubos de Cu. Electrolítico 99.9% tipo K de 5/8" Ø exterior x 1,890mm. De longitud, expandidos en sus placas portadora de tubos (parrillas).

CARCAZA Se utilizará su misma carcaza en conjunto de sus deflectores, cabezales y se hará prueba hidrostática a 350 PSI. **TRABAJO**

GARANTIZADO x 1 año de duración

Precio Neto **US. \$ 7,580.00**

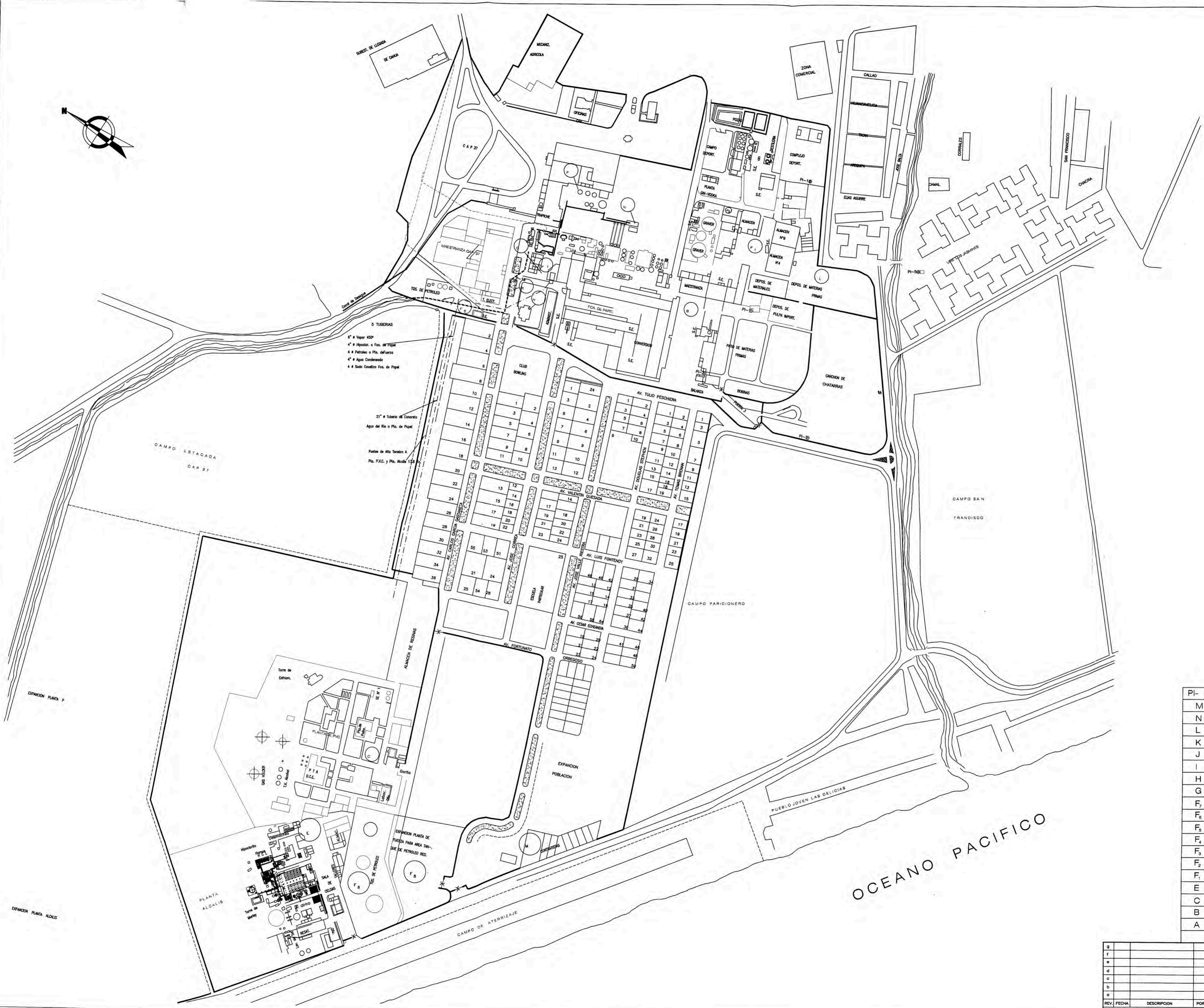
Más IGV.....

Agradeciéndoles anticipadamente, la atención que le merezca el presente presupuesto quedamos en espera de sus gratas órdenes.

Muy Atentamente.

NOTA:
Tiempo de Entrega:

PLANOS



- 5 TUBERIAS
- 6" # Vapor 450P
- 4" # Vapor a Fco. de 100psi
- 4" # Petróleo a Pta. de Varzo
- 4" # Agua Condensada
- 4" # Seda Catalica Fco. de Papel
- 21" # Tuberia de Concreto
- Agua del Rio a Pta. de Papel
- Portes de Alta Tension A
- Pls. P.V.C. y Pls. Modos 150V

PI-⊙	POZOS INDUSTRIALES SOCIEDAD PARAMONGA LTDA. S.A.
M	AREA DE CONTRATISTAS
N	PLANTA DE FIBRA
L	DEPOSITO ADUANERO
K	SUB-ESTACION DE RADIO
J	PLANTA DE PULPA
I	CASAS DE SOCIEDAD PARAMONGA LTDA. (ASCIURADO)
H	OFICINAS ADMINISTRATIVAS Y DE INGENIERIA
G	TALLER DE INSTRUMENTOS
F ₇	PLANTA DE FUERZA LINEA UPACA Y FABRICA DE PAPEL
F ₆	PLANTA DE FUERZA-TANQUES DE PETROLEO RESIDUAL
F ₅	PLANTA DE FUERZA-SUBSTACION
F ₄	PLANTA DE FUERZA-TANQUES DIARIO DE PETROLEO
F ₃	PLANTA DE FUERZA-DEPOSITO LINEA SUBMARINA
F ₂	PLANTA DE FUERZA-TAQUES DE AGUA CONDENSADA
F ₁	PLANTA DE FUERZA-CALDEROS Y TURBOGENERADORES
E	PLANTA ALCALIS-PERUANOS
C	PLANTA P.V.C.
B	FABRICA DE PAPEL
A	DESTILERIA DE ALCOHOL Y LICORES

g	DIBUJADO POR:	C. ZUÑIGA		
f	TRAZADO POR:	C. ZUÑIGA		
e	REVISADO POR:	G. CONDEMARIN	SECCION:	PARAMONGA
d	APROBADO POR:	G. CONDEMARIN	TITULO:	PLANO GENERAL
c	FECHA:	10.08.2001	DETALLE:	GENERAL
b	REV.	FECHA	DESCRIPCION	POR
a	MODIFICACIONES			

QUIMPAC S.A.
 LIMA - PERU
 ESCALA: 1/2000
 No. PA-A-0/0-AG-001

PLANTA
ALCALIS

Hipoclorito

Hornos
H C L

Desmaches

E

ALMAC.

SALA
DE
CELDAS

TALLERES

F
6

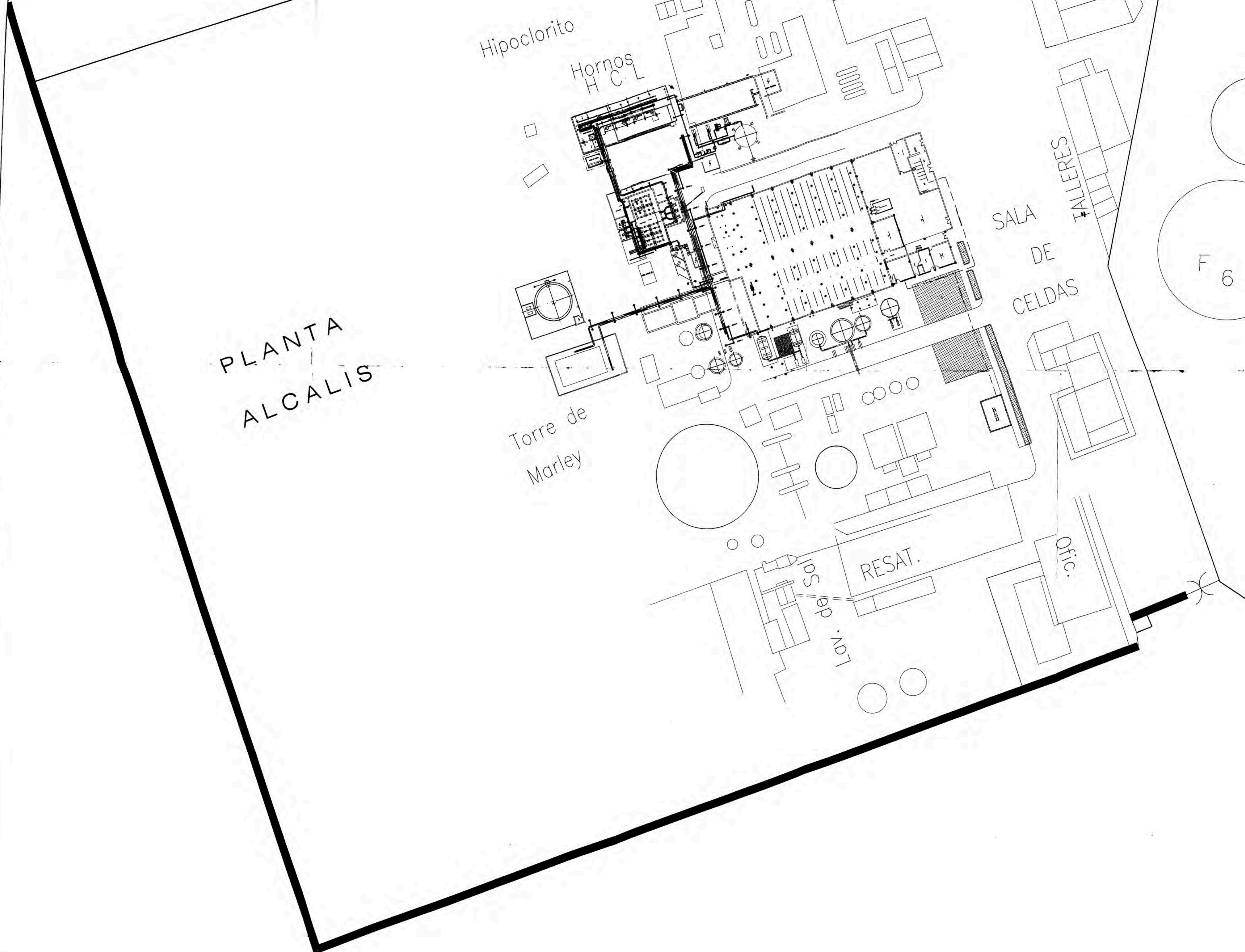
TQS. DE PETROLEO

Torre de
Marley

RESAT.

Ofic.

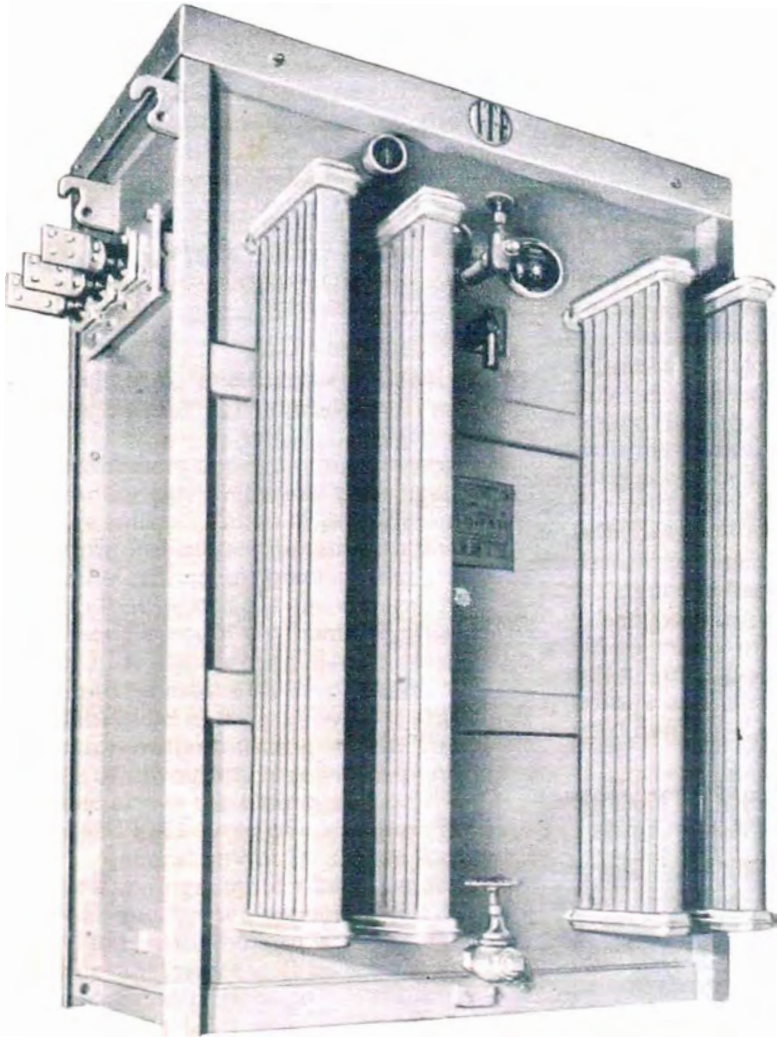
Sal
de
Lav.



APÉNDICE

INFORMACIÓN TÉCNICA DE LOS RECTIFICADORES

**INSTALATION AND MAINTENANCE OF OIL IMMERSED
TRANSFORMER**



CIRCUIT BREAKER COMPANY • PHILADELPHIA 30, PENNSYLVANIA

INSTRUCTIONS FOR THE INSTALLATION AND MAINTENANCE OF OIL- IMMERSED TRANSFORMERS

1.

INTRODUCTION

The proper installation and maintenance of oil transformers is as important to successful operation as design and manufacturing methods. While a transformer requires less care than most types of electrical apparatus, neglect of requirements may result in damage to the former or even loss of life. It is with this in mind that these instructions are published.

INSTALLATION

Accessibility, ventilation, and ease of inspection should be given careful consideration in installing transformers.

Self-cooled transformers depend entirely upon surrounding air for carrying away their heat. For this reason, care must be taken to provide adequate ventilation. For indoor installation, the room in which the transformers are placed must be well ventilated so that heated air can escape freely and can be replaced by cool air from outside. Inlet openings should be near floor level and distributed so as to be most effective. The number and size of air outlets should be as high above the floor as the construction of the building will permit. The number and size of air outlets required depend on their distance above the transformer and on the efficiency and load cycle of apparatus. In general, about 20 square feet of outlet opening or openings should be provided for each 1000 kva of transformer capacity. Air flow should be provided with the same total area through the outlets. If the transformer will be required to operate for considerable periods at continuous load, the areas of the inlet and outlet openings should be increased to about 60 square feet for 1000 kva of transformer capacity.

Self-cooled transformers of the indoor type must be so located that water cannot fall on the tanks or rain blow upon them. Self-cooled transformers should always be separated from one another and from adjacent walls, columns, etc., in order to permit free circulation of air about the tanks. This separation should not be less than 24 to 36 inches, depending on kva rating. It will not be put in service for some time after a transformer is shipped and stored in dry inert gas pressure should be maintained and periodically tested. On any open-type transformer in which a dehydrating breather is beneficial! If an indoor type transformer is stored OUTDOORS, it should be thoroughly covered to keep out rain. A transformer should not be stored or operated in the presence of corrosive gases such as chlorine, etc.

When lifting a transformer, the lifting cable should be held apart by a spreader to avoid bearing on lifting studs or other parts of the structure. Where a transformer cannot be handled by this method it may be skidded or moved on rollers, but care should be taken not to damage the base or tip of the transformer should never be lifted or moved by placing jacks or tackle under the drain valve coil outlets, radiator connections or other attachments. When rollers are used under transformers, skids must be used to distribute stress over the base.

HANDLING

When working about a transformer, particular care must be taken in handling all tools and other articles, since anything metallic dropped on windings and allowed to remain there may cause a breakdown.

When working about a transformer, particular care must be taken in handling all tools and other articles, since anything metallic dropped on windings and allowed to remain there may cause a breakdown.

When working about a transformer, particular care must be taken in handling all tools and other articles, since anything metallic dropped on windings and allowed to remain there may cause a breakdown.

INSPECTION PRELIMINARY TO INSTALLATION

When received, examination should be made before removing the transformers from cartons. If any injury is evident or any indication of damage in handling is visible, railroad claim should be filed at once and the manufacturer notified.

Moisture may condense on any metal if the air is colder than the air and, if present, it will reduce dielectric strength and may cause a failure of a transformer. Therefore, if transformers or parts are brought into a room warmer than they were, they should be allowed to stand before opening up if there is no condensation on the outside and until they are thoroughly dry.

Before installation, each individual transformer should be thoroughly examined for indications of moisture and inspected for breakage, injury or displacement of parts during shipment. In all accessible nuts, bolts and studs should be tightened if necessary. Be sure that the oil level is at proper level. Before placing in service, transformer



that they are connected for operation at the required voltage and on the proper tap

Single or three-phase transformers are usually shipped with both high- and low-voltage windings connected for their highest rated voltage.

Transformers having taps above rated voltage are usually shipped connected for the rated voltage.

Single-phase transformers designed for both series-multiple and three-wire operation are usually shipped connected in series with the midpoint out for three-wire operation.

Single- or three-phase transformers designed for series-multiple only are usually shipped connected in series.

Three-phase transformers designed for both delta and wye operation are usually shipped connected for the wye voltage.

Transformers Shipped Filled with Oil

Each transformer shipped filled with oil should be inspected to see whether there is any condition indicating the entrance of moisture during shipment.

If the transformer is received in a damaged condition, so that water or other foreign material has had a chance to enter the tank, the transformer should be emptied of oil and treated as though not shipped in oil. In no case may drying be omitted.

In all cases, samples of oil should be taken from the bottom and tested. The dielectric strength of the oil when shipped is usually at least 26 kv between 1-inch disks spaced 0.1 inch apart. However, a new transformer may be placed into service with oil which tests 22 kv and above.

Transformers Shipped Assembled without Oil

Each transformer shipped assembled but not filled with oil should be carefully inspected for damage in shipment. The core and coil should be removed only if it appears that the transformer has been damaged to the extent that the core and coil structure may also be damaged. All dirt should be wiped off and parts examined for breakage or other injuries. All conductors and terminals should be examined to check their proper condition and position. The coil and core clamps should be tightened if necessary.

The tank should be inspected and, if necessary, cleaned and then filled to the proper level with clean dry oil.

When a transformer is shipped assembled but not filled with oil, moisture may be absorbed during transportation. For this reason, it is good practice to dry out all such transformers, especially transformers rated above 7500 volts, before putting them into service.

PRESSURE TEST

Before operation, but after installation of a transformer, a pressure test should be made. The tank covers tightly bolted, subject the tank to pressure of four pounds per square inch, either dry compressed air or dry nitrogen. Shut the supply and allow the transformer to stand under pressure, for at least twelve hours. If pressure remains constant, the tank is satisfactory. Leaks above the oil level can be located by applying a solution of glycerine and soap to all joint pipe fittings, and cable connections.

Following the pressure test and at any time the transformer is opened, the tank should be closed at the proper pressure in accordance with the liquid temperature. At 25°C reseal at 2 pounds per square inch, gage. For each 10°C above 25°C, increase the resealing pressure pounds per square inch. If the initial temperature is less than 25°C, reseal at atmospheric pressure but vent the transformer when 25°C is reached.

MAINTENANCE

DRYING CORE AND COILS

There are a number of approved methods of drying out transformer core and coils, any of which will be satisfactory if carefully performed. However, too much stress cannot be laid on the fact that, if carelessly or improperly performed, great damage may result to the transformer insulation through overheating.

The methods in use may be broadly divided into two classes:

1. Drying with the core and coils in the tank with oil.
4. Drying with the oil removed. The core and coils may or may not be removed from the tank.

Method No. 1-Drying with Oil in Tank

Under this method, the moisture is driven out by sending current through the winding while immersed in oil with the top of the tank open to air or with some other arrangement made to provide adequate ventilation. The current necessary for this can be secured by the short-circuit method.

This method consists in heating the windings and oil up to a high temperature for a short time under short circuit with a partial load on windings, the high oil temperature being obtained by blanketing the tank (or by reducing the amount of water for water-cooled transformers).

When a transformer is short circuited in this manner, only a fraction of the normal voltage should be applied to one winding. In using this method, the load current and maximum temperature should be



Procedure should be in accordance with the table. During the drying run, additional ventilation to be ordinarily provided should be maintained by slightly raising the manhole cover and protecting opening from the weather. With good ventilation, the moisture as it is driven off in the form of vapor will escape to the outside atmosphere, and no condensation of moisture will take place.

The underside of the cover or elsewhere, provided these parts are lagged with heat insulating material to prevent condensation of moisture therein.

The following table shows the short-circuit current in per cent of full-load current which may be used for this method of drying transformers, with corresponding maximum allowable top oil temperature in degrees Centigrade. Less than 5 per cent of normal voltage will usually be required to circulate the current in the windings.

Short-circuit Current in Per Cent of Full-load Amperes, Based on Minimum Ratings	Maximum Top Oil Temperature, Degrees C
50%	8
85%	5
100	8
%	0
	7

These temperature limits and loads must be strictly adhered to in order to obtain the desired results without danger to the transformers. Current should be on a self-air-cooled rating.

It should be noted that the higher allowable temperatures go with the smaller loads; that is, less blanketing or less water will be required the smaller loads than for the higher in order to bring the oil temperature up to the point shown in the table.

Drying should be continued until oil from the top and bottom of the tank tests 26 kv or higher on seven consecutive tests taken 4 hours apart, the oil maintained at maximum temperature throughout the load held and without filtering. The testing of the oil for dielectric strength should be made between 1 inch square-edged disks spaced 1/10 inch apart. The temperature of the oil samples tested should preferably be at room temperature and not in excess of 40°C.

After the short-circuit run is discontinued, the transformer should be operated for 24 hours at approximately two-thirds voltage and at the same temperature, making similar tests of oil samples and filtering the oil if necessary. After a factory two-thirds voltage test, full voltage load be applied for 24 hours and the same tests led. Water-cooled transformers may require a water limit during this test.

Method No. 2-Drying with Oil Removed Typical of

drying with oil removed are the three following methods:

- a. By internal heat.
 - b. By external heat.
 - c. By internal and external heat.
- a. *By Internal Heat*

For this method, alternating current is required. The transformer should be placed in its tank without the oil and the cover left off to allow free circulation of air. Either winding can be shortcircuited and sufficient voltage impressed across the other winding to circulate enough current through the coils to maintain the temperature at from 75 to 80°C. About one-fifth of normal fullrated current is generally sufficient to do this. The impressed voltage necessary to circulate this current varies within wide limits among different transformers but will generally be approximately 1/2 of 1 per cent to 1 1/2 per cent of normal voltage at normal frequency.

The end terminals of the winding, not taps, must be used so that current will circulate through the total winding. The amount of current may be controlled by a rheostat in series with the exciting winding. Proper precaution should be taken to protect the operator from dangerous voltage.

This method of drying out is superficial and slow and should only be used with small transformers and then only when local conditions prohibit the use of one of the other methods.

b. *By External Heat*

The core and coils should be placed in a box with holes in the top and near the bottom to allow air circulation. The clearance between the sides of the core and coils and the box should be small so that most of the heated air will pass up through the ventilating ducts among the coils and not around the sides. The heat should be applied at the bottom of the box. With some types of transformers, it is better to distribute the heat evenly around the lower coils.

The best way to obtain the heat is from grid resistors, using either alternating or direct current. The temperature limits of incoming air are 85 to 90°C. The core and coils must be carefully protected against direct radiation from the heaters. Care must also be taken to see that there is no inflammable material near the heaters and, to this end, it is advisable to completely line the wooden box with asbestos. Also, when forced air is used, suitable baffles should be placed between heater and inlet to the core-and-coil inclosure.

Instead of placing the heater inside the box containing the core and coils, it may be placed outside and the heat carried into the bottom of the box through a suitable pipe. Where this plan is



followed. the heat may be generated by the direct combustion of gas, coal or wood, provided that none of the products of combustion be allowed to enter the box containing the core and coils. Heating by combustion is not advocated except when electric current is not available.

This method, while effective, requires a much longer time than drying by the following method.

c. *By Internal and External Heat*

This is a combination of Methods A and B. The core and coils should be placed in a box and external heat applied as in par. B and current circulated through the windings in par. A. The current should, of course, be considerably less than when no external heat is applied.

This method is used occasionally where direct current only is available, a certain amount of current being passed through the high voltage winding only, as the cross sectional area of the low-voltage conductor is generally too large for it to be heated with an economical amount of direct current. The use of direct current for drying out is not recommended except where alternating current cannot be obtained. When this method of drying is used, the temperature should be measured by the increase in resistance method.

Method C requires technically skilled supervision.

There is no definite length of time for drying.

One to three weeks will generally be required, depending upon the condition of the transformer, the size, the voltage and the method of drying used. If tanks are designed for withstanding vacuum, the time for drying can be reduced by heating the coils under vacuum. If it is desired to dry in this manner, obtain instructions from the manufacturer.

The measurement or determination of insulation resistance is of value in determining the course of drying only when the transformer is without oil. If the initial insulation resistance is measured at ordinary temperatures, it may be high although the insulation is not dry but, as the transformer is heated up, it will drop rapidly.

As the drying proceeds at a constant temperature, the insulation resistance will generally increase gradually until towards the end of the drying period, when the increase will become more rapid. Sometimes the resistance will rise and fall through a short range one or more times before reaching a steady high point. This is caused by moisture in the interior parts of the insulation working its way out through the outer portions which were dried at first.

As the temperature varies, the insulation resistance also varies greatly. Therefore, the temperature should be kept nearly constant, and the resistance measurements should all be taken at as nearly the same temperature as possible. The

insulation resistance in megohms varies inversely with the temperature and, for a 100° change in temperature, the megohms change by a ratio 2:1. Measurements should be taken every 2 h during the drying period.

A curve of the insulation resistance measurements should be plotted with time as abscissa and resistance as ordinate. By observation, the knee of the curve (i.e., the point where the insulation resistance begins to become constant) can be determined, and the run should continue until the resistance is constant for 12 hours at constant temperature.

Precautions to Be Observed in Drying without Oil

As the drying temperature approaches a point where fibrous materials deteriorate, care must be taken to see that there are no points where the temperature exceeds 350°. Several thermometers should be used, and they should be placed well in among the coils near the top and screened from air currents. Ventilating ducts offer particularly good places in which to place some of the thermometers. As the temperature rises rapidly at first, the thermometers must be read at intervals of about 1/2 hour. In order to keep the transformer at a constant temperature for insulation resistance measurements, the thermometer should be placed where it can be read without removing it or changing its position. The other thermometers should be shifted until the hottest points are found and should remain at these points throughout the drying period. Wherever possible, the temperature should be checked by the increase in resistance method.

CAUTION-IT IS WELL TO HAVE A CHEMICAL FIRE EXTINGUISHER OR A SUPPLY OF SAND AT HAND FOR USE IN CASE OF NECESSITY.

It is not safe to attempt the drying out of all transformers without giving them constant attention.

DRYING OIL AND FILLING TRANSFORMER

In removing moisture from transformer oil, it is preferable to filter from one tank and discharge into another although, if necessary, oil may be drawn from the bottom of a tank and discharged at the top. When there is much water in the oil it should be allowed to settle, then drawn off and treated separately.

Filling Transformers

Before the transformer is filled with oil, all accessories such as valves, gauges, thermometers, plugs, etc., must be fitted to the transformer.



de oil light. The threads should be filled in accordance with instructions from the manufacturer before putting them in place. The transformers must be thoroughly cleaned.

Metal hose must be used instead of rubber, because oil dissolves the sulphur found in ber and trouble may be caused by the sulphur cking the copper.

The oil used should be clean, dry oil of the type recommended by the manufacturer.

The use of a filter press is recommended and, if one is not available, some precaution should be taken to strain the oil before putting it in the transformer.

After filling the transformer, the oil should be allowed to settle at least 12 hours and then sampled from the bottom should again be tested before voltage is applied to the transformer. It is very important that the surfaces of the oil in the tank (25°C) be at the oil level indicated by a mark on the oil gauge. When the transformer is not in service, the oil level must never be allowed to fall to a point where it does not show the gauge. When it is necessary to replenish oil, care must be taken to see that no moisture gets its way into the tank. As the oil heats up the transformer under load, it will expand and rise to a higher level.

When the voltage is first applied to the transformer, it should, if possible, be brought up slowly to its full value so that any wrong connection or other trouble may be discovered before damage occurs. After full voltage has been applied successfully, the transformer should preferably be allowed in that way for a short period without load. It should be kept under observation during the first few hours that it delivers load. After 4 or 5 days' service, it is advisable to test the oil again for moisture.

DRYING AND TESTING OF OIL

The sample container should be a large mouth bottle. All bottles should be cleaned, rinsed with non-leaded gasoline and dried before being used. A cork stopper should be used.

The sample for dielectric tests should be at least 10 ounces and, if other tests are to be made, 1 (32 ounces).

Test samples should be taken only after the oil has settled for some time, varying from 8 hours in a barrel to several days for a large transformer. Cold oil is much slower in settling and hardly settles at all. Oil samples from the transformer should be taken from the oil sampling valve at the bottom of the tank. Oil samples from a barrel should be taken from the bottom of the barrel. A brass or glass "thief" can be conveniently

used for this purpose. The same method should be used for cleaning the "thief" as is used for cleaning the container.

When drawing samples of oil from the bottom of the transformer or large tank, sufficient oil must first be drawn off to make sure that the sample will be comprised of oil from the bottom of the container and not from the oil stored in the sampling pipe. A glass receptacle is desirable so that, if air or water is present, it may be readily observed. If air is present, allow the sample to stand until oil is clear and free of air bubbles. If water is found, an investigation of the cause should be made and a remedy applied. If water is not present in sufficient quantity to settle out, the oil may still contain considerable moisture in a suspended state. It should, therefore, be tested for dielectric strength.

Testing

For testing oil for dielectric strength, some standard device for oil testing should be used. The standard oil testing spark gap has disk terminals 1 inch in diameter spaced 0.1 inch apart. The testing cup should be cleaned thoroughly to remove any particles of cotton fibre, and should be rinsed out with a portion of the oil to be tested.

The spark gap receptacle should be filled with oil, both oil and spark gap being at room temperature or at approximately 25°C. After filling the receptacle, allow 1/2 to 1 minute for air bubbles to escape before applying voltage.

The rate of increase in voltage should be about 3000 volts per second. Five breakdowns should be made on each filling. The receptacle should then be emptied and refilled with fresh oil from the original sample. The average voltage of 15 tests (5 tests on each of 3 fillings) is usually taken as the dielectric strength of the oil. It is recommended that the test be continued until the mean of the averages of at least 3 fillings is consistent.

The dielectric strength of oil when shipped is usually at least 26 kv, tested in the standard gap. If the dielectric strength of the oil in a transformer is less than 22 kv, it should be filtered. New oil of less than the standard dielectric strength should not be put in a transformer.

TAP CHANGER OIL LEAK

The procedure for correcting an oil leak around the seal of an external tap changer assembly is as follows:

1. Set tap changer at position "C" (vertical).
1. Remove the tap changer handle from the shaft by taking out the set screw.
1. Loosen set screw holding the gland nut,
2. Turn the gland nut clockwise until the leak is stopped. In the majority of cases this will

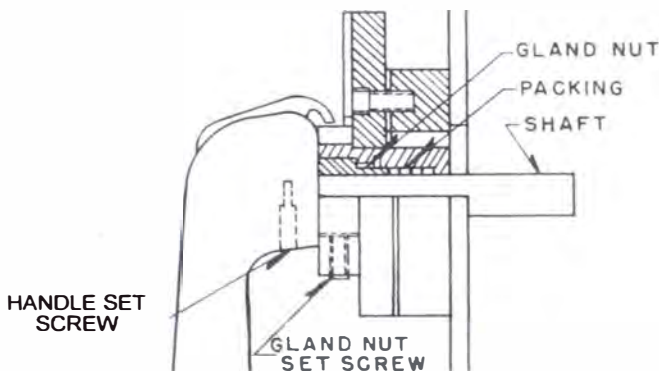


be sufficient. However, if the seal still leaks, continue procedure at step 5.

5. Lower the oil level in the tank below the tap changer shaft.
5. Remove the gland nut (turn counter-clockwise).
7. Remove the old packings.
8. Install new packings (ITE N510 I 73-A1).
9. Turn the gland nut clockwise until the packing is tight.

NOTE: It may be impossible to start the gland nut with four gaskets. If this is the case, remove one of the gaskets and tighten the gland nut. Then remove the gland and insert the fourth gasket and retighten the gland nut.

10. Tighten the set screw holding the gland nut from turning.
10. Bring the oil level back to normal and check the seal for leaks.
10. Replace the tap changer handle. The handle must be installed in the "C" position.



TAP CHANGER HANDLE

TANK WALL

Fig. 1-Tap Changer

PERIODIC INSPECTION

The idea that a transformer in service needs no attention may lead to serious results. Careful inspection is essential, and the directions given in this section should be followed.

In spite of all precautions, moisture may be absorbed by the transformer if it is of the open type and, during the first few days of operation,

it is well to inspect the inside of the manhole cover for moisture. If sufficient moisture has condensed to drip from the cover, the transformer should be taken out of service and dried. The transformer should be tested and dried if necessary.

Closed-type transformers should have their top and bottom after the first few days of operation to make sure that no moisture is being given off from the core and coil assembly to the oil.

Oil

Samples of oil from all transformers should be drawn and tested at least once every 6 months.

During the first month of service of a transformer having a potential of 40,000 volts or more, samples of oil should be drawn each week from the bottom of the tank and tested.

If at any time the oil should test below 22 μ it should be filtered.

Closed-type transformers, when properly dried out and installed, will need thorough inspection only infrequently; that is, only when there are specific indications of trouble. Other types of transformers should be taken out of service periodically for a thorough inspection.

Moisture may get into an open-type transformer due to the fact that, as oil is heated and cooled, it expands and contracts, and, therefore, air is pulled from and enters into the transformer, the air which enters the transformer is cooled below its dew point by contact with any inert transformer part, moisture will condense. It is therefore, good practice to operate open-type transformers at several degrees above air temperatures at all times. This will reduce condensation.

The inside of the cover and the tank above oil should be regularly inspected to see that they are clean, dry and free from moisture and the thermometer bulb is clean. If an appreciable amount of dirt or sediment is found inside the case, it is best to un-tank the transformer and remove the oil from the tank. The transformer and the tank should then be cleaned thoroughly, and the oil filtered and tested. In cleaning, dry cloths or waste should be used. Care should be taken to see that all nuts are tight and that

parts are in their proper places.

On forced-air-cooled transformers, the fan and their control circuits should be properly maintained.

If the artificial cooling of the transformer is impaired for any reason, the load should be immediately reduced as much as possible and close watch kept of the temperature of the transformer. Under these circumstances, when the oil temperature reaches 50°C, the transformer should be cut out of service at once.

14.

2.



Factors other than the impairment of the cooling system may adversely affect the safe temperature of the transformer. The following precautions should, therefore, be observed.

Thermometers should be read at least once daily. If at rated load or less, the oil temperature reaches 80°C for an oil-immersed self-cooled transformer or 70°C for all oil-immersed artificially-cooled transformers, it is advisable to check rating conditions. Transformers should not be rated for long periods of time at temperatures in excess of these limits because of the increased rate of deterioration of insulation. When oil temperatures of 100°C above these limits are reached, transformer should not be operated for even short periods of time.

The lower oil temperature is recommended for oil-immersed artificially-cooled transformers because of the greater difference between the temperatures of the windings and that of the oil in oil-immersed self-cooled transformers.

ACCESSORIES

TEMPERATURE AND OIL LEVEL INDICATOR

Thermometers of the submersible type are furnished on most transformers and are equipped with or without contacts for use in external alarm circuits. Each thermometer is provided with a led projection for resetting the maximum temperature indicator.

Liquid level indicators are provided to aid in systematic inspection of the transformer during operation. The gauge indicates the proper oil level at 25°C.

WARNING: DO NOT CHANGE CONNECTIONS ON A TRANSFORMER THAT IS UNDER LOAD NOR MAKE ANY CONNECTIONS EXCEPT AS AUTHORIZED BY THE NAMEPLATE OR CONNECTION DIAGRAM.

Leads not in use should be insulated from ground and other leads.

The transformer must be grounded permanently by connecting an effective ground to the grounding terminal located at the bottom of the tank. **WARNING:** Improper ground may result in loss of life or damage to the equipment.

If the transformer is specifically designed to operate on a system having a grounded neutral, it is necessary that the neutral of the transformer be solidly grounded without resistance.

These instructions do not purport to cover 'all details or variations in equipment nor to provide for every possible contingency to be met in connection with installation, operation, or maintenance. Should further information be desired or should particular problems arise which are not covered sufficiently for the purchaser's purposes, the matter should be referred

PRESSURE/VACUUM GAUGE

Pressure/Vacuum gauges are provided on transformers. During extreme changes in temperature or loading requirements, the transformer may be vented prior to the blowing of the relief disk. If persistent high pressures prevent investigation for the generation of order.

PRESSURE RELIEF DIAPHRAGM

Both outdoor and indoor type transformers are provided with a pressure relief diaphragm. The diaphragm is usually on top of the transformer tank. The diaphragm consists of a flange welded to the cover of the transformer provided with fine wire mesh suitable gaskets, clamping ring, and glass cover. The glass diaphragm will rupture when excessive negative or positive pressure is reached. The diaphragm must be replaced: First, remove the cover and then remove the clamping ring that hold the diaphragm and flange together. Replace the diaphragm only after the cause for failure has been determined and remedied.

RENEWAL PARTS

When ordering renewal parts, or when requesting information regarding a particular transformer, state the serial and specification number. This information will be found on the nameplate of the transformer.

Any additional information regarding a transformer may be obtained by contacting the nearest sales office of the I-T-E Circuit Breaker Company.

A single phase transformer suitable for wye connection on primary or secondary sides may be connected in a wye bank or both sides simultaneously.

Lightning protection should be provided on the transformer. Lightning arresters, solidly grounded, should be located as near to the transformer as possible.

Line connections must be made without strain on the transformer terminals, which would result in an undue stress on the bushings.

Instruction Book of Westinghouse Diode Rectifier

DESCRIPTION, OPERATION, MAINTENANCE

OF

R200L DIODE RECTIFIER

1. B. 363- C- 490

Westinghouse Electric Corporation INDUSTRIAL EQUIPMENT DIVISION
POWER ELECTRONICS DEPARTMENT RECTIFIER SYSTEMS
BUFFALO, NEW YORK

DESCRIPTION, OPERATION AND MAINTENANCE 01< R- 200L DIODE RECTIFIER

DIODES

A "hockey puck" type diode is used with double sided heat sinking. The diode is mounted between the heat sinks to form a forward or reverse conducting module. When replacing a diode it is essential that the direction of current flow as indicated by the diode symbol stamped on each diode be observed and the diode be mounted with the symbol in the same direction on the diode it replaces. Refer to the supplementary leaflet "Procedure for Replacing of Diode and Fuses" for detailed instructions including torquing, etc.

DIODE FUSES

In the operation of the rectifier, the diodes must carry forward current during part of each cycle of the a-c supply voltage. This is known as the conduction period. Immediately after the end of conduction, the diodes must withstand the circuit inverse voltage. This is known as the blocking period. When a diode fails, it loses its ability to support inverse voltage and becomes shorted, causing a short circuit of the rectifier transformer secondary winding. This short circuit will result in a current flow in the reverse direction through the failed diode.

In series with each diode is a current-limiting fuse. When the reverse fault current starts flowing through the failed diode, the current limiting fuse in series with this diode melts and clears the circuit in half a cycle, limiting the magnitude of the fault current and removing the failed diode from the circuit with no interruption of service.

The current-limiting fuse used on this rectifier is identified by style number stamped on the fuse. THIS IS A SPECIAL FUSE AND UNDER NO CIRCUMSTANCES SHOULD ANY OTHER FUSE BE USED.

FAILED DIODE INDICATION

Several methods of failed diode indications are used, depending upon the application requirements. Refer to the Section "SPECIFIC DESCRIPTION" and/or schematic diagram for the method used. The methods used are briefly described as follows:

Indicating button on the current limiting fuse. When a diode fails, its current-limiting fuse opens and the indicating button protrudes, thus indicating the failed parallel path.

- Microswitch on the current limiting fuse. When a diode fails, its contacts operate to give a remote alarm or operate a counting circuit. Also, local indication is provided by the position of the button on the microswitch.

HEAT SINKS

The diodes are mounted between two water cooled heat sinks which dissipate the diode losses. The heat sink on one side mounts on a water cooled bus which is at OC potential and the heat sink on the other side is mounted on a copper strap which connects to the AC limiting fuse which in turn mounts on a water cooled bus which is at AC potential.

Refer to the SPECIFIC DESCRIPTION of this book and the schematic diagram for the number of parallel paths in the given application.

COOLING SYSTEM

The cooling system is used to remove the losses in the rectifier. The diode and water cooled bus losses are removed by a water-to-water or water-to-air heat exchanger. The fuse, surge network and sun loading (if outdoor unit) losses are removed by an air-to-water heat exchanger.

Refer to the SPECIFIC DESCRIPTION section of this book for the type of heat exchanger used on this order.

The recirculating water system is identical for both the water-to-water or water-to-air heat exchanger. Water is introduced into the system thru an expansion tank which connects to the inlet side of a water pump. A level gauge is provided in the tank to alarm on low water level.

The pump forces water in to the shell (Water-to-Water) or radiator (Water-to-Air) and then into a manifold that feeds water into each leg of the rectifier and into the two groups of OC bus at the top and bottom of the rectifier.

Each rectifier leg has two parallel water paths. The first is thru the diode heat sinks on the AC side of the diodes and then thru the AC water cooled bus. The second is thru the diode heat sinks on the OC side of the diode and then thru the DC collector bus.

The DC collector bus consists of four bars at the top, four at the bottom and 6 vertical tie bars. The water path thru the bus consists of 2 parallel paths with 2 top bars, 2 bottom bars and 3 vertical bars in each path.

The water system normally contains a pressure gauge, thermometer, pressure relay, strainer and de-ionizer with a conductive meter.

Other optional items are flow meters and a water heater. References should be made to the piping schematic to verify the components used in a given system.

The air-to-water heat exchanger consists of a radiator and fan mounted

in the top portion of the rectifier and baffled so as to recirculate air thru the rectifier. The air is cooled by raw water in the case of a water-to-water heat exchanger and by recirculating water in the case of water to air heat exchanger.

Detailed information covering heat exchanger can be found in the leaflets included in Section 3 of this book.

For additional information of water cooling systems a paper, "ANALYTICAL PAPER 53-288 - WATER COOLING SYSTEMS OF MERCURY ARC RECTIFIERS" may be ordered from the Institute of Electrical and Electronic Engineers.

COOLING SYSTEM PROTECTIVE DEVICES

The cooling system contains protective devices to protect against high conductivity of the water, loss of water flow, low water level, water overtemperature and high internal air temperature.

The water conductivity is continuously measured using a conductivity meter. When the conductivity exceeds the desired value, it will be necessary to change the cartridge in the de-ionizer.

A pressure relay or if specified a flow relay or meter is used to detect loss of water flow.

If the system is in danger of running low on water, a level gauge in the expansion tank, will give an indication.

Each of the parallel water paths described in the previous section has an overtemperature relay mounted on one section of the water cooled bus.

A blockage or a leak in any of the circuits will result in de-energizing the rectifier. Refer to the SPECIFIC DESCRIPTION section for the settings of these relays.

An air overtemperature relay is used to sense internal air overtemperature which can be caused by loss of air loss of water to the radiator or high water temperature.

SURGE PROTECTION

Surge voltages in excess of the normal operating voltage can occur in a rectifier especially during switching operations. The silicon diodes are selected with a peak reverse voltage rating (PRV) of 2.5 times the normal operating peak voltages. In addition, surge suppressors are provided to reduce the magnitude of these surges. This combination provides sufficient margin of safety to prevent diode failure from voltage surges.

Surge suppressors are used across each diode and across the transformer secondary leads. The network across each diode consists of a capacitor

and a resistor connected in series. An R-C network is connected phase to phase on the transformer secondary. In addition, a smaller capacitor is connected phase to ground at the ac bus entering the rectifier bridge.

CONTROL

The control devices and circuits are mounted on panels in the control section. Included are auxiliary transformer (if required), fan motor line starters, auxiliary relays, push buttons, etc. and the regulating system including the saturable reactor control winding dc power supply. Refer to the schematic diagram for details of these circuits.

HANDLING, UNLOADING AND UNPACKING

This rectifier equipment is designed to withstand normal shocks encountered in shipment. Unloading and uncrating should be done very carefully. The notes on the outline drawings concerning lifting or moving this equipment should be carefully followed.

REMOVE ALL INTERNAL SHIPPING BRACES BEFORE INSTALLING RECTIFIER IN ITS FINAL LOCATION. REAR MEMBERS TO CHECK FOR BRACES.

Carefully inspect the rectifier and associated equipment for any breakage during shipment. Any damage should be reported by the consignee to the transportation company and to the nearest Westinghouse Office.

FOUNDATION

The rectifier unit should be installed on a level foundation. No operational vibrations need be considered in designing the foundation. However, live loads encountered during installation and the total weight of the units should be considered. As soon as the rectifier is in place, it should be carefully inspected for any damage caused during installation.

APPLICATION OF ELECTRICAL JOINT COMPOUND TO BUS JOINTS

During the past decade, the application of electrical grade aluminum has increased to where aluminum has replaced copper for power bus in many types of standard electrical equipment. The equipment, in many cases,

has to be shipped in several units and assembled in the field. The power bus connections should be properly made in order to minimize the temperature rise and bus connection losses. The use of joint compound (ALMA 112 OR EQUIVALENT) is recommended in installations using aluminum bus and should be applied either as directed on the container or as listed below.

1. Aluminum to Aluminum Joints (Unplated)

Remove any surface film. (i.e. oils, grease, dirt) by washing with a suitable solvent, and remove the oxide film using a fine stainless steel wire brush (Arcos 111022), fine sandpaper, or steel wool. Apply joint compound on the contact surfaces immediately after removing all film.

3. **Aluminum to Copper Joints (Unplated)**

Clean copper surfaces only - aluminum surfaces must be clean and joint compound applied as in (1).

3. **Aluminum to Copper Joint (Tin Plated Copper Flexible Lead)**

Clean tin plated copper surfaces only - aluminum surfaces must be cleaned and joint compound applied as in (1).

4. **Silicon Diode in Aluminum Heat Sinks**

The machined flat surface of the aluminum heat sink should be abraded with a fine stainless steel wire brush (Arcos 111022) and immediately coated with joint compound. The joint compound should also be applied to the threads of the heat sink.

5. **Connections to Aluminum Current Balancing Reactor Assemblies.**

When replacing a diode where it is connected to an unplated aluminum strap, clean the strap and apply joint compound as in (1).

As a general rule, no joint compound is required on plated surfaces, bare copper to bare copper connections, and bare copper to tin plated copper connections. Any attempt to clean the plated surfaces with an abrasive tool or material would damage or remove portions of the plating.

SAFETY FOR PER.5CN'mL

The rectifier cubicles are built with dead front construction. However, once the doors are open or the covers are removed, the a-c voltage and the d-c voltage are both exposed. If a short circuit occurs within the cubicle, the full short circuit KVA of the transformer is obtained, plus the power that may feed back from other parallel units. The following list of precautionary measures should be followed to avoid accidents to personnel and equipment:

- a. Do not touch any internal part of the rectifier when it is energized or if the d-c side of the unit is connected to other paralleled power sources.
- b. Make secure test connections at all times. When checking with an oscilloscope, follow instructions in supplementary leaflet, "Oscilloscope Connections, etc".
- c. Be sure that the installation in all testing leads is sufficient and in first class condition.
- d. Never lay tools, such as wrenches and screw-drivers ~ on any portion of the rectifier assembly.

- e. On units with grounded cubicles, never touch the internal parts and the rectifier cubicle at the same time, as full voltage may exist between them. Use a rubber mat and insulated gloves if it should be necessary to perform any maintenance while the rectifier is energized.

PRE-OPERATION CHECK

In order to mount the silicon diodes, fuses, etc. it is necessary to use a number of bolted connections. These should be checked for tightness before starting the rectifier, especially those bolts that hold the fuse.

Check the surge suppressor circuits in all phases. Make sure that the electrical connections are solid and the fuses are good. Verify the cooling system is completely filled with the proper coolant. Refer to Instruction Leaflet.

MONTHLY INSPECTION

Check each rectifier daily for failed diode indications, using the applicable method under "FAILED DIODE INDICATION". Locate the parallel containing the failures, which will include the diode and its associated fuse. If the rectifier is a nonredundant unit, shut down and replace the faulty components at once. If the rectifier unit has a redundant diode, replace the failed components as soon as practicable. If two or more parallel paths have failed in a redundant unit, shut down immediately and replace the faulty components.

The proper procedure for replacing bad diodes and fuses is to first disconnect the equipment from all sources of power. Then disassemble the module and replace the diode and fuses per supplementary instructions. "Procedure for Replacing of Diodes and Fuses for R200L Module".

YEARLY INSPECTION

- a. Inspect insulators and insulating surfaces for evidence of contamination or accumulated dust. Clean such surfaces as required.
- b. Check operation of the protective devices, such as the overtemperature relays.
- c. Check the surge suppressor circuit to make sure that all electrical connections are solid and the fuses good.

- d. Remove headers on the water-to-water heat exchanger shell and clean out tubes.
- e. On removable header type radiators, remove headers and clean out tubes.

- f. Clean out fins on all radiators.
- g. Check out diode failure remote indicating circuit (when supplied) by manually operating the microswitch on the fuses to simulate a diode failure.
- h. Retorque in the power bus connections to the transformer. All bus and fuse hardware is grade 5 and should be torqued to 20FT-LBS for 3/8" DIA and 50 FT-LBS for 1/2" DIA.
- i. Clean the strainer in the water system and replace basket if necessary

SHORTED SILICON DIODES

Each parallel silicon rectifier diode path is connected in series with a fuse which will open in the event of the failure of the diode in that path. Once the fault current is interrupted, the other diodes in parallel with the failed diode will continue to carry the 1000 current with no interruption of service.

While the rectifier may be operated with one parallel path out of service in a redundant diode unit, failed diode and blown fuses should be replaced at the earliest possible opportunity. Refer to supplementary leaflet "Procedure for Replacing of Diode and Fuses for R-200L Module.

OVERTEMPERATURE

If the silicon diodes are not properly cooled, they may overheat and fail. The overheating may be caused by loss of the raw water supply. Recirculate water pump or water overtemperature. In the case of a water-to-air heat exchanger high ambient may be the cause of overheating.

TROUBLE

Silicon rectifiers are relatively trouble-free because of their simplicity. Though the failure rate of silicon diodes has been extremely low, failures may occur for the following reasons.

- a) Overvoltage
- b) Overtemperature

When a diode does fail, it will invariably fail shorted, not open. This places a short circuit on the d-c windings of the rectifier transformer and resulting fault current blows the power fuse in that parallel path, thus isolating the failed diode from the power circuit.

There are a variety of schemes to indicate that the fuse has blown as given under "FAILED DIODE INDICATION". Normally this will indicate that a diode also has failed. However, there have been many cases of fuses opening for other reasons. Therefore, diode failure should not be assumed. The diode should be checked as described in supplementary leaflet, "Test of Power Silicon Diodes". Note: Remove the fuse but the diode must be clamped in place when it is tested.

Most diode failures occur due to overvoltage rather than overtemperature. Such failures can generally be attributed to one of two causes. The most probable cause is failure of one or more components in the surge network, thus nullifying the protection. If unexplained failures should occur, the surge networks should be checked.

The second most probable cause of voltage failures is the generation of abnormal voltages due to switching surges or arcing grounds. Abnormal surges may be encountered when switching the unit on and off the line with the rectifier transformer overexcited. Abnormal switching surges have also been encountered by switching of power factor capacitor banks on the a-c system, particularly when improper grounding practices are employed. There have been other instances of abnormal surges encountered during the arcing faults on the a-c or d-c system. Surges caused by an arcing fault can be one of the most difficult to guard against because of the very high frequencies generated.

Thermal faults of diodes are very rare. Overtemperature devices protect against loss of cooling and should provide reliable protection against malfunctions of the cooling system. The cooling system itself should be maintained in accordance with instructions under "YEARLY INSPECTION".

Protective relays guard against overtemperature caused by overloads. Here again, so long as these devices are properly set, no failures due to overloads should occur.

Probably one of the most probable causes of thermal failure results from poor connections which cause these connections to run hot. The diodes should be properly torqued into their heat sinks in accordance with instructions contained in supplementary leaflet, "Procedure for Replacing a Diode, etc". Particular attention should be paid to instructions on joint preparation.

Because of the large number of bolted connections necessary to connect the diodes and fuses and the potential problems associated with poor connections, this matter is of the utmost practical importance. When building vibrations or vibrations from local rotating machines are a problem, the connections are subjected to vibrations which may loosen these joints.