



**ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
SEDE LATACUNGA**

**FACULTAD DE INGENIERIA DE EJECUCION
EN ELECTROMECHANICA**

“PROYECTO DE GRADO”

**AUDITORIA ENERGETICA DEL HOSPITAL
GENERAL DE LATACUNGA**

EDUARDO MARTINEZ QUIMBITA

LATACUNGA - ECUADOR

SEPTIEMBRE / 2002

INDICE

Página

I INTRODUCCION GENERAL

1.1	Introducción.....	01
1.2	Significado de la Auditoría Energética.....	01
1.3	Importancia de la Auditoría Energética.....	02
1.4	Objetivo de una Auditoría Energética.....	03
1.5	Características de la Auditoria Energética.....	03
1.6	Clasificación de las medidas de Ahorro Energético.....	04
1.7	Quién debe realizar una Auditoria Energética.....	04
1.8	Conocimientos previos necesarios.....	06
1.9	Medidas experimentales en el lugar de trabajo.....	07
1.10	Documentos a Elaborar.....	08
1.11	Análisis Energético.....	08
1.12	Selección de las Medidas Correctoras desde el Punto Técnico- Económico.....	09

II METODOLOGIA DE LA AUDITORIA ENERGETICA

2.1	Metodología.....	11
2.2	Modelo de Análisis de la Auditoría Energética.....	11
2.3	Suministro o Almacenamiento.....	13
2.3.1	Perfil de costo del consumo Eléctrico.....	13
2.3.2	Perfil de costo del consumo Térmico	14
2.4	Transformación.....	15
2.4.1	Transformadores Eléctricos.....	15
2.4.2	Generadores de vapor "Calderas".....	18
2.5	Transporte.....	23
2.5.1	Conductores Eléctricos.....	23
2.5.2	Redes de Fluidos Térmicos.....	26
2.6	Utilización (Consumo de Equipos Instalados).....	29
2.7	Pérdida y Ahorro de Energía.....	32

III.- APLICACION DE LA AUDITORIA ENERGÉTICA

3.1	Metodología.....	33
3.2	Actualización y Levantamiento del Diagrama Unifilar Eléctrico del H.G.....	33
3.3	Descripción del estado actual del Diagrama Unifilar Eléctrico del H. G.....	34
3.3.1	Características Técnicas de los Elementos.....	34
3.3.2	Descripción del Diagrama Unifilar STDI.....	37
3.3.3	Consumo de energía de los equipos de cada STDI.....	39
3.4	Cálculo de Pérdida de Energía en el Transformador.....	39
3.5	Pérdida de Energía en los Conductores del Hospital General.....	43
3.5.1	Objetivos.....	43
3.5.2	Pérdida de Energía en los Conductores.....	43
3.5.3	Caída de tensión en los conductores.....	44
3.5.4	Pérdida de Potencia Total en los Conductores.....	44
3.6	Consumo de Energía de la Carga del Hospital General.....	45
3.7	Sustitución y Recuperación Económica en Luminarias.....	47
3.8	Sustitución y Recuperación Económica en Conductores.....	52
3.9	Análisis y Resultado.....	54
3.10	Conclusiones y Recomendaciones.....	56

IV.- ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO Y PROTECCIONES ELECTRICAS

4.1	Corrientes de Cortocircuito.....	58
4.2	Diagrama de Bloques de Carga Instalada en el Hospital General Cotopaxi.....	58
4.3	Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.....	59
4.4	Elementos de Protección para la Carga Instalada en el Hospital General.....	69
4.5	Conclusiones y Recomendaciones.....	71

V APLICACION DE LA AUDITORIA TÉRMICA EN EL HOSPITAL GENERAL

5.1	Metodología.....	73
5.2	Características de los Accesorios del Caldero del Hospital General.....	74
5.3	Estado Actual del Sistema de Vapor del Hospital General.....	77
5.4	Levantamiento del Sistema de Vapor.....	78
5.5	Cálculos de Pérdidas de Energía en el Sistema Térmico.....	79
5.6	Análisis de Inversión y Recuperación Económico en el Sistema Térmico.....	85
5.7	Análisis de Resultados.....	88
5.8	Conclusiones y Recomendaciones.....	88

ANEXOS

I.- INTRODUCCION GENERAL

1.1 INTRODUCCION

El Hospital General de Latacunga, en los últimos años ha realizado estudios de energía eléctrica de alta y baja tensión, donde su objetivo principal son los cambios de los tableros principales de distribución, generador, tablero de transferencia automática y transformadores de potencia. Estos trabajos constituyen el punto de partida para realizar una Auditoría Energética, y un estudio sobre la energía térmica en los calderos.

Dicha información será de importancia para el Hospital General, ya que a través de este trabajo se verificará las pérdidas de Energía Eléctrica y Térmica en los puntos de transformación, transporte y utilización, así se podrán establecer las debidas recomendaciones o correcciones adicionales en el sistema eléctrico y térmico.

Para el desarrollo del proyecto se iniciará con conceptos básicos necesarios para tener una idea del tema a desarrollarse.

Luego se determinará un modelo de metodología para su aplicación, con información adicional de los equipos de medida a utilizar para sus respectivos cálculos de consumo y pérdidas de energía.

Dentro de este proyecto también se detallará el Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito con sus respectivas Protecciones Eléctricas.

1.2 SIGNIFICADO DE LA AUDITORIA ENERGETICA

La auditoría energética es una acción de control y diagnosis acerca del uso que se está dando a la energía. Primero se establece un proceso de conocimiento que nos debe aclarar toda una serie de cuestiones tales como:

¿Cuáles son las fuentes energéticas empleadas?

¿Cuántos son los consumos de cada una de ellas?

¿Cómo y dónde se producen estos consumos?

¿Cuándo y con qué secuencia se realizan?

Hay que señalar la importancia fundamental que tiene la captura de información, la toma de datos y mediciones. Efectivamente cuanto más completa y veraz sea la información, facilitará la labor posterior de estudio y análisis para la racionalización del uso energético.

1.3 IMPORTANCIA DE LA AUDITORIA ENERGETICA

Una auditoría energética, es el conjunto de acciones encaminadas a identificar las áreas en que una planta industrial o un edificio consume energía y las oportunidades de ahorro existentes.

Dándole a este término un significado paralelo al de la auditoría contable, se identifica con el establecimiento de **un balance de energía** con la justificación formal de cada partida y con detalle suficiente para localizar las pérdidas. Sin embargo todos sabemos que la auditoria contable, en la que solamente se analiza la honradez de las personas, se amplia notablemente para transformarse en un análisis de las perspectivas de un negocio y un elemento de decisión, cuando el objetivo de la auditoría es la concesión de un préstamo, la compra de un negocio, u otro fin similar.

Según estas ideas podemos conceptualizar la auditoría energética como un proceso analítico, que basada en la información, la toma de datos y mediciones sistematizadas, verifique el estado de eficiencia energética de los equipos y sistemas; de forma que permita, no solo detectar los posibles puntos de ahorro energético sino también poder evaluarlos cuantitativamente.

1.4 OBJETIVO DE UNA AUDITORIA ENERGETICA¹

Cuando se plantea el objetivo de reducir y ahorrar Energía Eléctrica en una pequeña industria, muchas veces ocurre que no se sabe como actuar, ni se suele disponer de datos necesarios para su desarrollo y obtención de resultados, en definitiva, sea la base del plan de inversiones que conducirán al ahorro de energía.

El desarrollo de este trabajo es una información detallada para determinar el comportamiento de consumo y pérdidas de energía de los equipos instalados en el hospital, y así tomar planes alternativos para poder evaluar la racionalidad del uso que se está haciendo de la energía, y como consecuencia de esta evaluación llegar a detectar las posibilidades que existen de un uso más eficaz y eficiente.

1.5 CARACTERISTICAS DE LA AUDITORIA ENERGETICA

La auditoria más sencilla y quizá la primera que se debería hacer, es la obtención de los consumos específicos de los equipos para poder dictaminar, por una parte la importancia del factor energético en la propia empresa, y por la otra establecer la comparación entre otras industrias similares sobre el consumo energético adecuado (consumo de la energía eléctrica y térmica).

El conveniente que podemos encontrar, es precisamente la disponibilidad de la información oportuna, veraz y en cantidad suficiente, ya que a veces sucede que se desconocen los datos idóneos de comparación “consumos específicos” o bien que los productos no son de iguales características para poder establecer comparaciones válidas, para esto es necesario efectuar ajustes y/o correcciones. Aunque esto sea así, siempre es conveniente conocer los consumos específicos y su posible evaluación.

En conclusión, la auditoría ideal es aquella que abarca y que profundiza lo máximo posible, determinando las siguientes características:

¹ VII Curso de Planificación Energética “OLADE”

- Que dé una visión global del uso de la energía.
- Que tenga profundidad suficiente para poder cuantificar los ahorros.
- Que posibilite realizar un plan de acción de ahorro.
- Que permita detectar la necesidad de profundizar más en determinado punto.
- Que tenga la base técnica necesaria para que sus conclusiones sean reales y realizables.

1.6 CLASIFICACION DE LAS MEDIDAS DE AHORRO ENERGETICO

Dentro de los puntos posibles de ahorro en una auditoría energética, se puede establecer una diferenciación, ya que no todos suponen el mismo ahorro, ni la misma operación a realizar, ni por supuesto la misma inversión; ya que en algunos casos puede ser casi nula y en otros elevada.

Clasificaremos las posibles medidas u operaciones de ahorro, en tres grupos:

- Operaciones de Mantenimiento (sin inversión).
- Operaciones de Racionalización (pequeña inversión).
- Operaciones de Implantación (con inversión).

1.7 ¿ QUIEN DEBE REALIZAR UNA AUDITORIA ENERGETICA?

Desde un principio cabe dos soluciones: personal propio o personal del exterior.

Lo más conveniente es que lo realice un equipo mixto, formado por especialistas exteriores y conocedores del propio proceso.

1.7.1 PERSONAL PROPIO.- VENTAJAS E INCONVENIENTES

Ventajas.

- Familiaridad con el proceso, por cuanto reduce el periodo de estudio teórico del mismo.
- Mayor facilidad para disponer de los datos de fabricación en diversas circunstancias.
- Posibilidad de coordinar los ensayos convenientes con el programa de fabricación o proceso.

Inconvenientes.

- Familiaridad con el proceso, por cuanto se dificulta la crítica de condiciones de operación y datos normalmente aceptados.
- Constantes interrupciones por estar sometido a las exigencias de otros trabajos en el departamento.
- Libertad de expresión limitada en aquellos puntos en contra posición con los criterios de los superiores, o que dejan al descubierto la actuación inadecuada de compañeros.
- Desconocimiento de las técnicas específicas de los estudios energéticos.

1.7.2 PERSONAL EXTERIOR.- VENTAJAS E INCONVENIENTES

Ventajas.

- Conocimientos de los aspectos energéticos y de la sistemática para su estudio.
- Amplitud de puntos de mira, derivada del estudio anterior de múltiples instalaciones.
- Experiencia sobre el resultado práctico de las modificaciones posibles.
- Independencia de criterios y libertad de exposición.
- Dedicación plena al estudio energético, sin que interfieran los problemas diarios de fabricación o servicio.

Inconvenientes.

- Desconocimiento inicial de la instalación concreta a estudiar.
- Necesidades de estudiar numerosos aspectos del proceso que son familiares al personal de fabricación.
- Entrega al exterior de los datos de fabricación.

1.8 CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS

En cualquier caso es imprescindible para el **Auditor Energético** la adquisición de ciertos conocimientos previos que afectan fundamentalmente a los siguientes campos:

- a) Conocimiento de temas energéticos.
- b) Conocimiento del proceso a analizar.
- c) Conocimiento de los aparatos.
- d) Conocimiento de las fuentes energéticas.

Muchas veces el especialista no está bien documentado con respecto a los conocimientos del proceso a analizar y los aparatos a utilizar, aún cuando haya analizado instalaciones similares, ya que cada instalación es un caso concreto y particular. La mejor forma de documentarse es a través del estudio del proyecto de la instalación, si el tema le resulta nuevo será necesario un estudio teórico.. Normalmente la colaboración de los técnicos de la industria resulta conveniente y puede ahorrar mucho tiempo.

El estudio teórico del proceso debe culminar con la preparación de diagramas de flujos, diagrama de consumo y ahorro energético correspondientes a la instalación.

1.9 MEDIDAS EXPERIMENTALES EN EL LUGAR DE TRABAJO

La principal dificultad que se presenta en esta fase proviene de la falta de “fidelidad” de los aparatos medidores.

La primera operación previa a las mediciones consistirá en una puesta a punto de toda la instrumentación, que cuando sea oportuno, se completará con los aparatos requeridos para obtener una información verdadera y completa. Los aparatos medidores deben dar una continuidad de datos superabundantes, con la finalidad de verificar la veracidad de los mismos.

La exactitud, sensibilidad y fidelidad de los aparatos de medida, no son suficientes para garantizar la validez de una medida, siendo preciso medir en el momento oportuno y en la forma adecuada.

Siempre que sean posibles las medidas se harán una vez alcanzado un régimen estacionario y estable, en estas condiciones no es necesario introducir correcciones por desfase.

Las medidas deben repetirse para diversas condiciones de trabajo, la serie más detallada se hará en un régimen representativo, es decir en el régimen más frecuente de la instalación.

La segunda serie se realizará a carga reducida cuyo valor absoluto depende de la instalación.

Y la tercera a carga máxima, incluso forzando la producción por encima de los valores máximos previstos.

Conocidos los resultados de las series anteriores se podrán programar nuevas series en condiciones intermedias que ofrezcan interés.

Con todas las mediciones anteriores permiten elaborar diagramas de flujos y energéticos, balances de energía y de energía instantáneas, pero que inducen a previsiones excesivamente optimistas, ya que al determinar los consumos específicos no se ha tomado en cuenta los consumos perdidos que se producen durante la puesta en marcha y parada de las instalaciones.

Los consumos de puesta en marcha y parada se obtienen por diferencia entre los consumos totales y correspondientes a la producción obtenida, de acuerdo a los datos para régimen estacionario.

En el caso de que el consumo sea muy largo, conviene tomar en consideración únicamente los periodos inicial y final tomados en un amplio margen de seguridad.

1.10 DOCUMENTOS A ELABORAR

Con cada serie de mediciones se deben elaborar siempre los mismos documentos:

- Diagramas de Flujos.
- Diagrama Energético.

Como anexo o gráfico porcentual, se preparará una relación de las pérdidas detectadas en cada caso.

1.11 ANALISIS ENERGETICO

Las pérdidas de energía detectadas al elaborar los documentos indicados en el apartado anterior pueden ser pequeñas o grandes; pueden estar justificadas o no; puede ser normal o no serlo.

Para aclarar estos extremos deben analizarse una a una.

Al realizar el análisis se debe tomar en cuenta las siguientes reglas:

- El hecho de que una pérdida sea normal no indica que esté justificada.

- Aunque continuamente se hable de “ahorro de energía” en realidad lo que se pretende es un “ahorro económico”. Sin embargo; es importante tener en cuenta, que los criterios económicos deben afinarse para adaptarlos al hecho de que el precio de la energía crece más rápidamente que los precios restantes.

1.12 SELECCION DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO – ECONÓMICO

En primer lugar se debe considerar que unas medidas pueden excluirse a otras: Un ejemplo de los humos que salen excesivamente calientes de una caldera, pueden emplearse para precalentar el aire de combustión o para precalentar el agua o para alimentar un secadero, pero no para las tres cosas en el mismo tiempo.

Así se podrá estructurar conjuntos coherentes de medidas correctoras con sus posibles alternativas, y posibilidades de aplicación progresiva.

Desde el punto de **vista técnico** es importante tener en cuenta que:

- Las mejoras energéticas no deben introducir condicionantes que puedan ser la causa de paradas de cualquier proceso, o de disminución de la calidad de los productos.
- Siempre que sea posible es mejor evitar una pérdida que recuperarla.
- Cuando sé prevee una recuperación es mejor aplicarla a la misma sección del proceso que a otra.

Desde el punto de **vista económico**.

- Estamos en una escala móvil de precios, en la que los precios energéticos suben más rápidamente que en los equipos industriales.
- En general la decisión dudosa de hoy no ofrecerá dudas mañana.

- Cuando la vida prevista para el equipo nuevo, para la instalación base es larga, no hay inconvenientes en prever plazos de amortización largas.

II.- METODOLOGIA DE LA AUDITORIA ENERGETICA

2.1 METODOLOGIA

En el presente capítulo se analizan los conceptos, principios y procedimientos más importantes dentro de los estudios de pérdidas en el sistema eléctrico y térmico del caldero, así como el avance teórico actual de esta temática.

El profundizar en los elementos teóricos sobre pérdidas, permitirá abarcar con mayor claridad el análisis posterior que se desarrolla en este capítulo.

Para exponer la metodología a seguir en la realización de la auditoria, comenzaremos por la fase de búsqueda de la información.

Para establecer la forma óptima de búsqueda de la información, se comenzará por la inspección global del hospital general, con previo aviso y autorización del director visitando todos los departamentos y en particular el de mantenimiento, quien nos proporcionó mayor información sobre el estado actual del sistema eléctrico y el estado que se encuentran los calderos y su respectiva tubería de distribución de vapor.

Con esta visita se pudo determinar como se encuentran las instalaciones eléctricas y térmicas, y así elaborar los diagramas unifilares correspondientes; dicha información también fue proporcionada por la tesis de grado elaborada por el Sr. Hernán Iturralde.

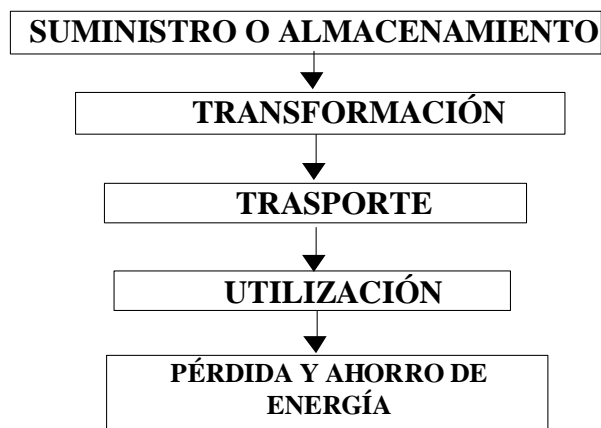
El diagrama unifilar eléctrico y térmico nos sirve como punto de partida y guía para seguir profundizando en la toma de datos, pruebas y mediciones que permitan ver el comportamiento del uso de energía.

2.2 MODELO DE ANALISIS DE LA AUDITORIA ENERGETICA

Cualquier utilización de la energía en la industria o edificio puede asociarse al siguiente gráfico 2.1.

GRAFICO 2.1

MODELO DE ANALISIS DE ENERGIA



Siguiendo este modelo se puede establecer de una forma ordenada y sistemática las mejoras que conducirán a un ahorro energético.

Los factores que inciden principalmente en la pérdida de energía eléctrica son: Carga elevada en los conductores, bajo factor de potencia, excesiva longitud de los conductores, pérdida en los transformadores, nivel de tensión inadecuado y problemas de diseño. Esto se refiere a una reconfiguración total del sistema de baja tensión; especialmente en los tableros principales de distribución interna.

Los factores que inciden principalmente en la pérdida de energía térmica en los calderos son: mala combustión (aire - combustible), pérdidas de calor en las purgas, aislamiento y fugas de vapor en tuberías y accesorios, consumo inadecuado en equipos mal calibrados.

Posteriormente estudiaremos punto por punto los aspectos más importantes para seguir el modelo ya citado, tanto en lo que se refiere a la energía eléctrica como térmica.

2.3 SUMINISTRO O ALMACENAMIENTO

La energía se adquiere mediante la compra de partidas (combustibles) que se almacenan para su consumo posterior, o bien se utiliza tomándola directamente de una red de distribución (Energía Eléctrica).

2.3.1 PERFIL DE COSTO DEL CONSUMO ELECTRICO²

El perfil de costo (tarifación) de la energía eléctrica depende del tipo de consumidor, especificado por la empresa eléctrica y el Conelec, sea este un consumidor comercial, residencial, artesanal, industrial o de servicio al público. El consumo de la energía del Hospital es de servicio social y beneficio al público, siendo su valor de \$0.0407 Kw/h (según el CONELEC), multiplicado por el consumo de energía, más su demanda máxima de los últimos 12 meses, sin tomar en cuenta el mes en curso, más el 10% de la demanda para el alumbrado público y un 6% del sueldo básico de comercialización, de esta manera se obtiene la tarifación de servicio al nivel de asistencia social y beneficio público, como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

CUADRO 2.1
FACTURACION COSUMO ELECTRICO

MES	MEDIDA ANTERIOR	MEDIDA ACTUAL	DIFERENCIA KW-H	VALOR COSTO USD
ENERO	126899	145358	18459	820.92
FEBRERO	145358	165809	20451	1034.34
MARZO	165809	188396	22587	988.71
ABRIL	RESET	19637	19637	779.99
MAYO	19637	40741	21104	873.22
JUNIO	40741	62979	22238	952.26
JULIO	62979	85529	22550	1000.71
AGOSTO	85529	107353	21828	1019.25

2.3.2 PERFIL DE COSTO DEL CONSUMO TERMICO

² Empresa Eléctrica Cotopaxi "ELEPCO S.A."

Para el sistema de generación de vapor, el caldero funciona a diesel con un consumo de 2000 galones mensuales, esta compra se ha realizado durante los últimos años.

CUADRO 2.2
CONSUMO DIESEL POR MES

Tipo de Combustible	Consumo Mensual	Precio c/gln.	Precio total
Diesel # 01	2000gln.	0,68USD	1352USD

Hospital Provincial de Cotopaxi
Orden de la Dirección

Nº 011662 Latacunga, a 21 de noviembre del 2001

Señor

Jorge Zapata - PAGADOR del Hospital Provincial de Cotopaxi

Presente

Agradeceré PAGAR AL

BANCO PICHINCHA

para

Lo siguiente

Valor de 2000 galones de Diesel	<u>1,352.52</u>
SUMAN:.....\$	1,352.52


PETICIONARIO


ADMINISTRADOR


DIRECTOR


CONTADOR

Nota: Para el pago respectivo es necesario la presentación de esta Orden.

Andrade Carrillo Victor Oswaldo - Imprenta Andrade
RUC. 090628912001 AUTORIZACION N°1039
2001/MAYO 22 20 LIB. DEL 011001 AL 012000

2.4 TRANSFORMACION

2.4.1 TRANSFORMADORES ELECTRICOS

Los transformadores eléctricos que por las leyes de inducción magnética, convierten la tensión primaria o de entrada, en una tensión secundaria o de salida.

En cuanto a las pérdidas de energía en los transformadores, son de dos clases: pérdidas en el hierro y pérdidas en el cobre.

Las pérdidas en el hierro se producen por la excitación del circuito magnético cuando se conecta el transformador a la red de suministro, estas pérdidas son la suma de las pérdidas por histéresis y de Foucault, su valor es prácticamente el mismo estando el transformador en vacío o en carga.

Las pérdidas en el cobre se producen por efecto Joule ($I^2 \times R$) cuando se conecta cargas al secundario del transformador, en principio estas pérdidas son mucho mayores que las del hierro, siendo estas últimas despreciables frente a las primeras, todas estas pérdidas de energía se transforman en calor y es necesario su evacuación, para que las temperaturas interiores de la máquina sean compatibles con las imposiciones de los materiales para un funcionamiento correcto.

Normalmente se utilizan aceites minerales como fluido portante de esta energía térmica hasta los radiadores, donde es transferida al aire ambiente. La circulación de los fluidos puede ser por convección natural o forzada.

CARACTERISTICAS DE LOS TRANSFORMADORES ELECTRICOS DEL HOSPITAL GENERAL

En la actualidad los transformadores que cuenta el Hospital son de 100 kva. y 500 KVA.



CARACTERISTICA DEL TRANSFORMADOR # 1 (500 kva)

Serie # 0170892

Fabricación: 1992 ECUTRAN S.A.

Peso total 1980kg.

Peso liquido aislante: 410kg.

Potencia nominal: 500 kva.

Grupo de conexión: DY5.

Impedancia CC. : 4.3%

Nivel de aislamiento: 60 hz kv 34

Bil kv 95

UR =1.56 %

UZ = 6 %

Relación de transformación 13.8KV/225V.

Liquido aislante aceite.

CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR # 02 (100 kva)

Serie # 1237893

Peso del liquido aislante 130 kg.

Potencia nominal 100 kva.

Conexión grupo DY5

Impedancia en CC 4%

Nivel de aislamiento: 60hz kv 34

Bil kv 95

Clase OA

Relación de transformación 13.8 KV / 220 V

Operación m.s.n.m. 3000

Liquido de aislamiento aceite.

- **MEDIDAS DE IMPLEMENTACION**

- Sustitución de transformadores antiguos de bajo rendimiento por otro de mayor rendimiento.
- Desconexión de los transformadores de potencia cuando la carga es baja, atendiendo la demanda con transformadores auxiliares nuevos de menor potencia.

- **MEDIDAS DE REDUCCION DE COSTOS ENERGETICOS**

- Desconexión de transformadores que no estén en carga.
- Medir periódicamente las pérdidas de energía y consumos del sistema de refrigeración, contrastándolas con:
 - Valores medidos anteriormente.
 - Valores garantizados por el fabricante.
 - Valores del factor de potencia.

- **TOMA DE DATOS Y MEDICIONES**

Dentro de la operativa para las mediciones fijaremos como parámetro fundamental a medir la impedancia interna de los transformadores, siendo válidas las mediciones puntuales por lo que no es necesario determinar la cadencia y los programas de mediciones, para efectuar estas mediciones utilizaremos los equipos analizadores de redes, conectados en los bornes del primario, estando el secundario en corto circuito.

2.4.2 GENERADORES DE VAPOR O CALDERAS

Conocido como calderos, maquinaria que realiza un cambio de estado del agua a vapor por medio de los gases calientes producidos por combustión (diesel).

CARACTERISTICAS DE LOS CALDEROS DEL HOSPITAL GENERAL (CALDERO BOILER)



CARACTERISTICA DEL CALDERO BOILER

SERIE N# 55039

SUPERFICIE DE CALENTAMIENTO 200 SQFT

AÑO DE FABRICACION 1978

SHELL THICKNESS 5/16"

BURNER TIPO SERIE N# PF C2- O1317819660

MAX. W. P. (150.0 A 125)

VAPOR LBS POR HORA 3725 LBRS-HORA

HEAD THICKNESS 9/16"

POWER FLAME BURNER

SERI E # INVOCE

17- 819160 85404

TYPE 2 MIN

2 OIL 5.5 GPM 22

VOLTAJE DEL MOTOR 220 V 4.0 / 115v -12 A

• **MEDIDAS DE IMPLEMENTACION.**

- Sustitución de los calderos antiguos de menor potencia por otro de mayor potencia.
- Alternativas de cambio de combustible por otro de menor valor, por ejemplo el Búnker.

• **MEDIDAS DE REDUCCION DE COSTOS ENERGETICOS**

Entre las medidas de reducción de costos energéticos; en la generación de vapor se tienen el control de la combustión y demás parámetros de operación de los calderos.

Las técnicas de ahorro energético fundamentalmente están relacionadas con:

- **La optimización del exceso de aire.**

Es importante optimizar el exceso de aire para minimizar pérdidas energéticas.

Las principales consecuencias de trabajar con exceso de aire demasiado alto son las siguientes:

- Aumento de las pérdidas energéticas por la chimenea, pues mientras mayor es el exceso de aire, mayor es la cantidad de calor que se va al exterior con los gases de combustión.
- La disminución de la temperatura de llama con lo que se disminuye la transmisión de calor en el hogar.
- Aumento de consumo de energía eléctrica por el mayor consumo en los ventiladores, como consecuencia de la manipulación de mayores volúmenes de aire y gases producto de la combustión.

- **La reducción del calor sensible de las purgas.**

El término de purga se define como el proceso de extracción de una cierta cantidad de agua del interior del caldero; con el objeto de evitar la concentración excesiva de sólidos disueltos en el agua del caldero. Cuando se purga se produce una pérdida de energía, sin embargo, es necesario purgar el caldero para remover los sólidos disueltos, que pueden depositarse como incrustaciones en las superficies de transferencia de calor dentro del caldero.

Si la concentración es menor que las permisibles está purgando demasiado, con la consiguiente pérdida en agua, químicos y energía. Si la concentración es mayor, se produce un exceso de incrustaciones que bajan la eficiencia en la transferencia de calor; y producen un deterioro del caldero.

Los objetivos específicos de la purga pueden ser un tanto diferentes para calderos de baja y mediana presión y para calderos de alta presión.

Para calderos de baja y mediana presión, el objetivo fundamental es el control del total de sólidos totales disueltos (TDS) permisibles. Para calderos de alta presión el factor determinante, puede ser el contenido de sílice que a altas presiones es parcialmente soluble en el vapor y que pueden depositarse en los equipos que utilizan vapor a elevada presión. Por ejemplo, en los álabes de una turbina de vapor, haciendo disminuir el rendimiento.

Para calderos de tubo de fuego el nivel permisible de sólidos totales disueltos se encuentra entre 2500 y 300 ppm. Y el de sílice entre 75 y 100 ppm, no existiendo ningún peligro de arrastre de sílice.

Para los calderos de tubo de agua, el nivel permisible del contenido de sólidos totales disueltos y de sílice en el agua del caldero, es función de la presión de operación.

- El aislamiento del caldero, equipos auxiliares, cabezales de vapor, tubería, bridas, válvulas y otros accesorios.

Se tiene un ahorro sustancial de energía, por radiación y transmisión de calor, con un aislamiento adecuado y apropiado.

- La reducción en la presión de operación.

El vapor es normalmente generado por requerimiento máximos de presión o temperatura de un proceso dado.

En algunos casos, el proceso no opera a su totalidad del tiempo; o sé esta trabajando a una presión o temperatura mayor de la requerida. Se pueden lograr ahorros significativos de energía, si se reduce la presión en los períodos que no sea necesario mantenerla en elevados niveles, para lo cual se recomienda reducirla por etapas que no superen el 20% y, para el segundo caso, reducir la presión a la máxima requerida.

En el caldero, a menor presión de operación, menor temperatura de vapor y por tanto menor temperatura de los gases y mejor eficiencia de combustión.

- **La conversión a combustible residual.**

La conversión a combustible residual puede reducir los costos de energía, especialmente si se considera que el costo del residuo es significativamente inferior a de otros combustibles líquidos, como el diesel, normalmente empleados en la industria.

En efecto, el costo por unidad de volumen del residuo es considerablemente menor que el costo del diesel y su poder calorífico ligeramente superior.

A pesar de lo atractivo que resulta la sustitución a residuo desde el punto de vista de reducción del costo de combustible, se debe realizar un estudio a fondo de la factibilidad del cambio, considerando otros aspectos, como:

- Adaptabilidad a los equipos existentes.
- Costo de ejecución del cambio.
- Costos relativos de mantenimiento.
- Costos de calentamiento del combustible.
- Aspectos ecológicos y de contaminación.

Los principales cálculos para determinar los ahorros en costos de energía obtenidos por cambio de combustible son los siguientes:

- Consumo equivalente de residuo.
- Costo del diesel consumido.
- Costo del residuo consumido tras la conversión.
- Costo de precalentamiento del residuo.

• **TOMA DE DATOS Y MEDICIONES.**

Los principales parámetros a medir son:

- Temperatura del agua de alimentación
- Temperatura de vapor
- Presión del vapor
- Presión del hogar
- Caudal de vapor

Las mediciones se realizarán en las diversas condiciones o regímenes de carga, usuales en el funcionamiento de las instalaciones.

En las que se medirán:

- Conducción del agua de alimentación
- Conducción del vapor (de salida y de entrada).

2.5 TRANSPORTE.

2.5.1 CONDUCTORES ELECTRICOS

En el transporte de Energía Eléctrica por las líneas de conducción se producen pérdidas, siendo las más importantes aquellas que se producen en la propia línea por efecto joule ($I^2 \times R$).

Estas pérdidas dependen de la naturaleza del conductor y son directamente proporcionales a la longitud, e inversamente proporcionales a la sección y varían cuadráticamente con la intensidad que circula.

Por lo tanto son tres variables sobre las que se puede actuar para minimizar las pérdidas, a saber, el tipo de conductor empleado, su sección y las distancias hasta los puntos de consumo.

- **CAIDA DE TENSION EN LOS CONDUCTORES**

Siempre que circula una corriente por una resistencia ya sea del conductor o de equipo, hay una caída de tensión entre los terminales

de la misma, igual a $I \times R$, según la ley de ohm; entonces la caída de tensión es la disminución gradual de voltaje; que va soportando un sistema eléctrico por el paso de la corriente a través de los conductores.

La diferencia de voltaje entre dos puntos se la conoce como caída de voltaje, siendo esta perjudicial para las cargas que se encuentran en una instalación. La máxima caída de tensión aceptada para instalaciones industriales y de servicio hospitalario, es del 6%, también para líneas de transmisión esta variación de voltaje puede resistir los aparatos consumidores, ya que la mayoría viene diseñada para soportar una variación del $\pm 10\%$ (recomendado por diseño de fabricación).

Para su cálculo de la caída de tensión se lo realiza utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta V = I \times R \times \sqrt{3} \quad (2.1)$$

Donde:

ΔV = Caída de voltaje línea a línea.

I = Corriente que circula por el conductor.

R = Resistencia del conductor en Ohm/m.

- **PERDIDA EN LOS CONDUCTORES³**

La potencia empleada en un circuito indica la cantidad de trabajo efectuado en el mismo. Pero este trabajo no siempre es útil porque una parte de esta energía se disipa en forma de calor en los conductores, por lo tanto conviene que las pérdidas de potencia en cualquier circuito eléctrico se mantenga en su valor mínimo.

³ ABC de las instalaciones eléctricas de ENRIQUEZ, HARPER

En el anexo 01-A, podemos obtener la resistencia eléctrica de los diferentes números de conductor de cobre, factor que es muy importante en virtud de que se determina las pérdidas trifásicas de potencia eléctrica al paso de la corriente según la siguiente fórmula:

$$P = I^2 \times R \times 3 \quad (2.2)$$

Donde:

P = Potencia en Watt.

R = Resistencia eléctrica en ohm.

I = Corriente línea en amperios.

3 = factor de conversión para los sistemas trifásicos.

Esta potencia (P) por un período de tiempo determinado es una energía que se disipa en forma de calor, según la siguiente fórmula:

$$KW-H = (P3\phi) (\# \text{ de horas - uso}) \quad (2.3)$$

- **MEDIDAS DE IMPLEMENTACION**

- Aumento de las secciones de los conductores.
- Situar el centro de transformación en el baricentro de las cargas.
- Utilizar las tensiones factibles más elevadas.

- **MEDIDAS DE RACIONALIZACION**

- Medir con regularidad las pérdidas en las líneas y analizar su evolución con el tiempo.
- Equilibrar las cargas en las líneas polifásicas.

- **MEDIDAS DE MANTENIMIENTO**

- Establecer un programa de limpieza, revisión y mantenimiento preventivo de líneas empalmes, conexiones, etc.
- **TOMA DE DATOS Y MEDICIONES**
- Para la determinación de las pérdidas de energía en los conductores eléctricos, es necesario medir como parámetros definitorios, las caídas de tensión y las intensidades.
- **EQUIPOS DE MEDIDA**
- Los equipos para realizar estas mediciones son analizadores electrónicos de redes.

2.5.2 REDES DE FLUIDOS TERMICOS

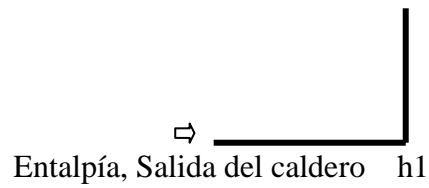
En el transporte de energía térmica desde el punto de producción hasta los equipos de consumo, existen unas pérdidas y el objetivo a conseguir es que éstas sean mínimas.

En este caso, las pérdidas de carga son pérdidas de energía (Entalpía) vienen determinadas por la longitud y sección de los conductos, a parte de éstas pérdidas inherentes al transporte, existen otras que podríamos denominar de mantenimiento, como son las fugas de vapor.

Por último existen otras pérdidas debidas al aislamiento que pueden ser considerables, pero corregibles con medidas de fácil amortización, con la fórmula (2.4) se puede determinar su pérdida total.

Entalpía, Entrada al equipo $h'1$





$$\text{(Entalpía)}_h = h_1 - h'_1 \quad (2.4)$$

- **AISLAMIENTO**

Se tiene un ahorro sustancial de energía con un aislamiento adecuado en el caldero, equipos auxiliares, cabezales de vapor, tuberías, bridas, válvulas y otros accesorios.

El aislante debe ser rígido y moldeado que se adapte a la configuración del accesorio, sujetando mediante bandas metálicas o algún material que sostenga el aislante (gráfico 2.2 y 2.3).

GRAFICO 2.2

AISLAMIENTO DE CON MATERIAL RIGIDO UNA BRIDA

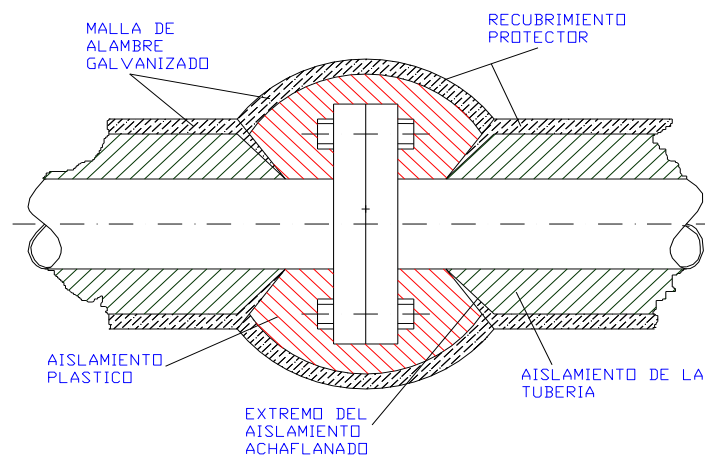
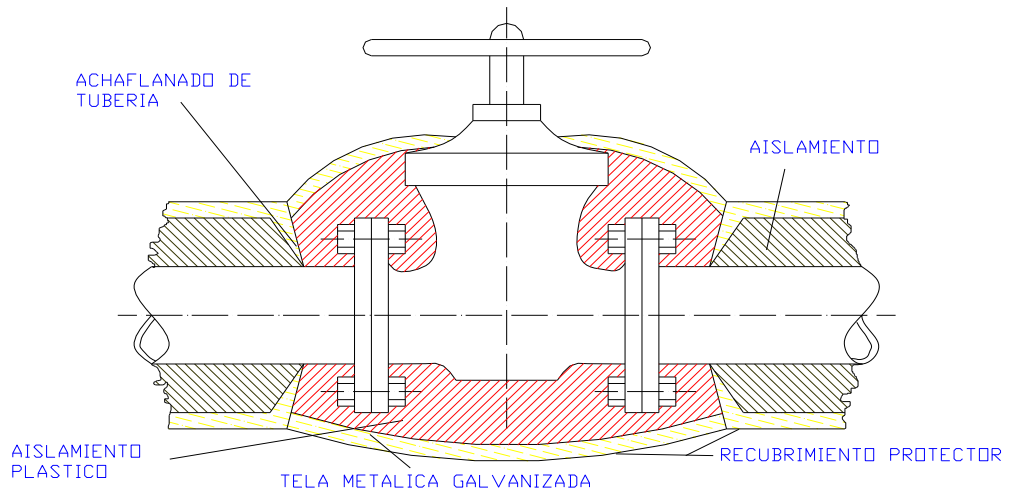


GRAFICO 2.3
AISLAMIENTO DE UNA VALVULA CON MATERIAL RIGIDO



● **MEDIDAS DE IMPLANTACION**

- Estudiar todos los trazados de tuberías y la posibilidad de reducir pérdidas de carga.
- Eliminar todas las fugas en tuberías, válvulas y accesorios.

● **MEDIDAS DE RACIONALIZACION**

- Medir los consumos habituales de calor en los fluidos de procesos, para determinar, por comparación, consumos anómalos.

● **MEDIDAS DE MANTENIMIENTO**

- Recalibración de todos los medidores e instrumentos.
- Revisar el estado de aislamiento de las tuberías.
- Establecer un plan de revisión y mantenimiento preventivo de accesorios (purgadores, presostatos, válvulas, manómetros, etc.)

• TOMA DE DATOS Y MEDICIONES

- Para poder determinar las pérdidas de energía será necesario obtener valores fiables de presión, temperatura.
- Las medidas se harán en pleno funcionamiento de las instalaciones y será conveniente efectuarlas en las líneas principales y en las derivaciones a los equipos de consumo.

• EQUIPOS DE MEDIDA

Los equipos necesarios serán:

- Manómetros
- Termómetros
- Caudalímetros.

2.6 UTILIZACION (CONSUMO DE EQUIPOS INSTALADOS)

Dentro de este operativo eléctrico es necesario realizar las mediciones directas con instrumentos portátiles, de este modo establecemos las medidas a registrar:

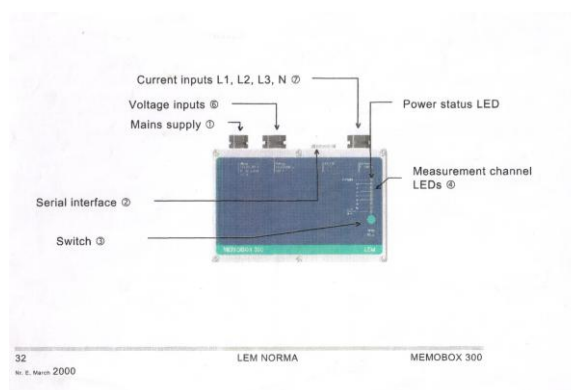
- Tensión de línea.
- Intensidad de fase.
- Potencias por fase.
- Factor de potencia $\cos \phi$.

Estas medidas se tomarán en cada subtablero de distribución interna o equipo de consumo con un rango de tiempo de acuerdo a las necesidades, las mismas que oscilarán de un minuto a una hora. Con los valores obtenidos se puede graficar su curva de consumo en forma aproximada.

El programa para estas mediciones se tomará en cuenta los momentos singulares como arranques y paradas de equipos principales, así como los periodos de funcionamiento normal y reducido.

Para las mediciones de consumo total se utilizará analizadores de redes (Anexo 02-A) (CARACTERISTICAS DEL ANALIZADOR MEMOBOX) y los puntos de conexión serán los bornes de alta tensión de los transformadores a la entrada del suministro, o bien, por seguridad a la salida, estimando las pérdidas en los propios transformadores.

ANALIZADOR DE REDES MEMOBOX



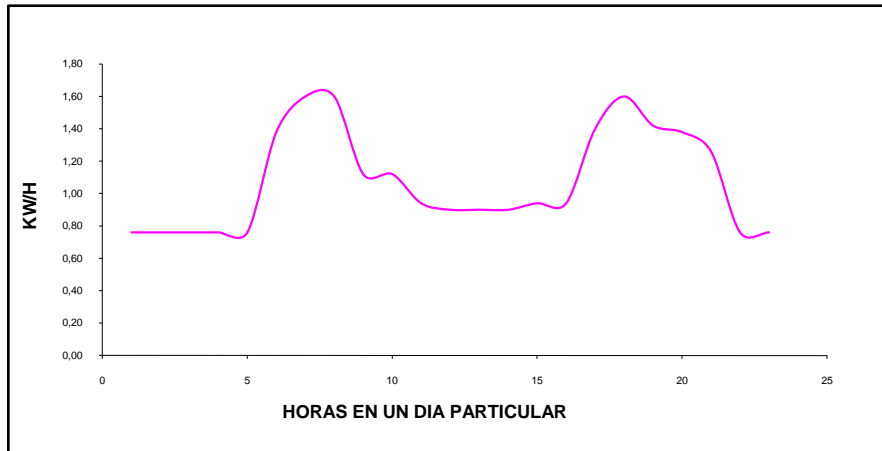
Para cada equipo o elemento de consumo será analizado por su potencia (datos de placa) y el número de horas de funcionamiento de un día particular como se indica en los siguientes gráficos.

GRAFICO 2.4

CENSO DE CARGA DEL STDI 0.4 CORRESPONDIENTE AL AREA DE CIRUGIA MUJERES

ARTICULO		Watt	N°	HORAS EN USO																								N° HORAS			KWH	KWH	circuito
			ART	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	DIA	DIA	MES	interno		
F INCANDESCENTES		60	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	24	2,88	86,40	CI01		
F FLORECENTES D.		80	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	24	3,84	115,20	CI01		
F INCANDESCENTES		100	1					X	X	X	X										X	X						6	0,60	18,00	CI01		
F FLORECENTES D.		80	1					X	X	X	X										X	X	X	X	X	X	X	12	0,96	28,80	CI01		
F INCANDESCENTES		60	2	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	21	2,52	75,60	CI02		
F INCANDESCENTES		100	2	X	X	X	X	X	X	X	X										X	X						13	2,60	78,00	CI02		
F FLORECENTES D.		80	1	X	X	X	X	X	X	X											X	X	X	X	X	X	X	16	1,28	38,40	CI03		
F INCANDESCENTES		100	5	X	X	X	X	X	X	X											X	X	X	X	X	X	X	14	7,00	210,00	CI03		
F INCANDESCENTES		60	2	X	X	X	X	X	X	X											X	X	X	X	X	X	X	12	1,44	43,20	CI03		
F FLORECENTES D.		80	3	X	X	X	X	X	X	X												X	X	X	X	X	X	15	3,60	108,00	CI04		
RADIO		40	1					X	X	X	X									X	X	X	X					10	0,40	12,00	CI04		
				Consumo mensual de kilovatios al mes																										813,60			

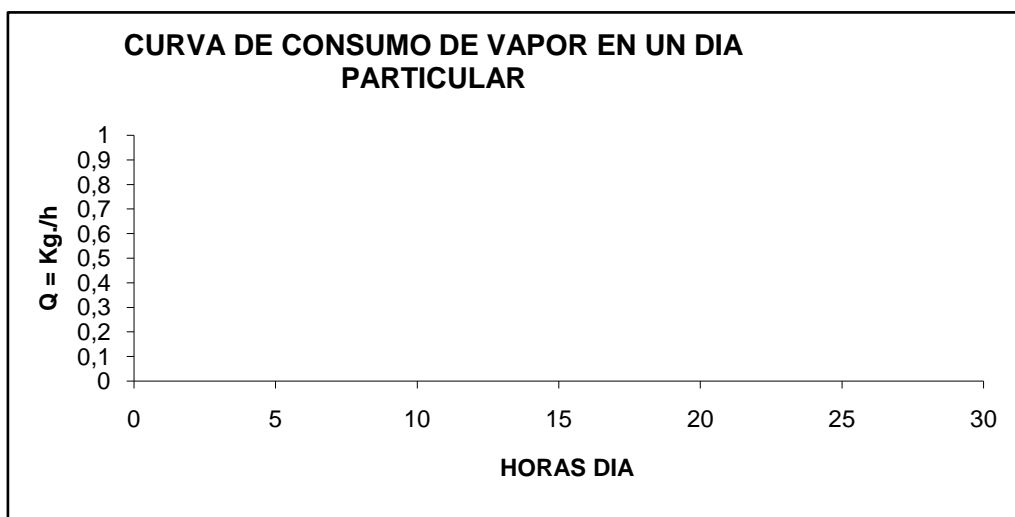
GRAFICO 2.5
CURVA DE CARGA DEL STDI 0.4



Con los equipos en funcionamiento, es importante el seguimiento y control periódico, realizando balances energéticos que muestren cuantitativamente los flujos de energía, en el siguiente capítulo se analizará los equipos de consumo y se podrán relacionar porcentualmente.

Para el análisis de la energía térmica se tomaron en cuenta las medidas de:

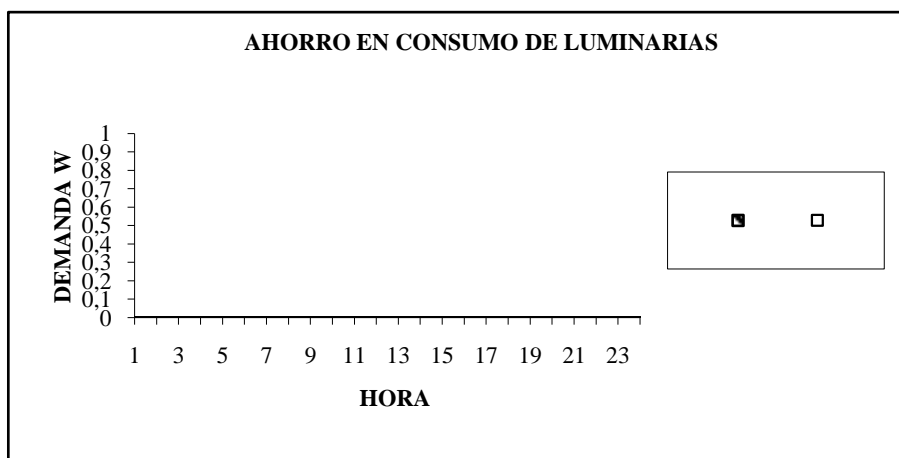
- Presión y temperatura a la salida del caldero.
- Presión y temperatura a la entrada de los equipos de consumo.
- Consumo de combustible (valores comparativos con meses anteriores).



2.7 PERDIDA Y AHORRO DE ENERGIA

Procesada y analizada la información; se podrá obtener curvas de consumos individuales de los equipos o elementos, para así poder determinarlos cuales son las de mayor consumo.

Dichas curvas se analizarán individualmente para verificar si existen pérdidas energéticas técnicas o no técnicas, de ésta manera poder realizar los cambios necesarios de los equipos o elementos para un ahorro potencial. Se deben tener en cuenta las inversiones económicas para tomar una decisión de ahorro energético, clasificándolas en operaciones o medidas de implementación, racionalización y mantenimiento (gran inversión, poca inversión y sin inversión económica). Ejemplo: por el cambio de luminarias (con inversión).



III.- APLICACION DE LA AUDITORIA ELECTRICA EN EL HOSPITAL GENERAL

3.1 METODOLOGIA.

Para la energía eléctrica analizaremos el estudio de pérdida de energía desde el transformador # 01 de 500KVA, hasta los tableros de distribución principal, luego los subtableros de distribución interna (STDI) y los circuitos internos (CI). El transformador # 02 de 100KVA tiene una sola carga de los equipos de rayos X, que en la actualidad no se encuentra en funcionamiento.

En el estudio de Pérdidas de Energías Eléctricas en el Hospital General, aplicaremos la metodología mencionada en el capítulo II, el objetivo que perseguimos dependerá precisamente en la calidad y cantidad de información que requieren para el análisis matemático.

3.2 ACTUALIZACION Y LEVANTAMIENTO DEL DIAGRAMA UNIFILAR ELECTRICO DEL HOSPITAL GENERAL LATACUNGA.

3.2.1 ACTUALIZACION DE LOS PLANOS ELECTRICOS

Con la ayuda del departamento técnico del hospital y con la tesis que tiene como título “Levantamiento Eléctrico y de Calderos del Hospital General de Latacunga” realizada por el señor Hernán Iturralde, se constata que existen algunos cambios en el sistema eléctrico, también en los planos no existen las edificaciones construidas durante los últimos años por el IEOS⁴, por lo que hemos visto la necesidad de un nuevo levantamiento eléctrico general con los respectivos cambios nuevos realizados por el departamento de mantenimiento del Hospital, especialmente en lo que se refiere a los nuevos subtableros internos; y aumento de puntos en la instalación en iluminación y tomacorrientes (Anexo 03-A).

3.2.2 ELABORACION DE LOS DIAGRAMAS UNIFILARES.

⁴ Planos Obra Civil del INSTITUTO ECUATORIANO DE OBRAS PUBLICAS IEOS.

(DIAGRAMA UNIFILAR DEL HOSPITAL GENERAL LATACUNGA)

(Anexo 03-B)

3.3 DESCRIPCION DEL ESTADO ACTUAL DEL DIAGRAMA UNIFILAR EN ALTA TENSION Y BAJA TENSION

3.3.1 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS ELEMENTOS

El Hospital General de Latacunga se encuentra suministrado de Energía Eléctrica por el alimentador # 03 de la S/E El Calvario 13.8 KV que llega a la cámara de transformación, luego pasa por un seccionador tripolar para operación bajo carga, tipo adecuado para una tensión nominal de servicio de 15 KV. Capacidad Nominal: 62 KA con un seccionador fusible tipo NHC con una capacidad de 80 kA adosado en su parte inferior.

Luego del seccionador fusible, esta instalado los T/C y T/P de donde se conectará al sistema de medición tipo ABB electrónico.

Características de los T/C (Transformadores de Corriente)

Cap. Nomi. 15 KV

Presión 0.3 B- 01 thu B – 1.8

Frecuencia 60 HZ

I nominal 20/5

Ratio/rapport 4:1

Ansil Bil 110KV

Características de los T/P (Transformadores de Potencial)

Frecuencia 60HZ

Capacidad 36 KV

Ratio rapport 120:1

ANSI Bil 110KV

Clase de tensión 15 KV

Capacidad térmica 1500VA 30°C.

Luego pasando por los portafusibles y accesorios de soporte (cruce de hierro), equipados con tirafusibles para alta tensión de cabeza removible tipo K de 100 A nominales de corte de apertura. Luego para cada uno de los transformadores de 500 y 100 KVA.

Para sobretensiones de tipo atmosférico; se encuentra instalado un juego de pararrayos tipo autoválvulas, clase de distribución adecuada para una tensión de servicio de 13,8 KV, Tensión Nominal de 15 KV, adecuado para operación a 3000 msnm. Una varilla de puesta a tierra Cooperweld de 16mm de diámetro y 1.8 m de longitud.

En la salida del transformador de 500 KVA, encontramos tirafusibles para baja tensión tipo NH3 para una capacidad de 630 A, 500 V con una cámara de apagachispas empotradas en una estructura metálica de mayor comodidad para su cambio o revisión de los mismos.

Para el transformador de 100KVA, se encuentra un tirafusibles tipo NH3 para una capacidad de 250 A, 500 V con una cámara apagachispas empotrada en una estructura metálica para su mantenimiento o revisiones periódicas, luego se encuentra proyectada por conductores 3 x 250 MCM + 2/0 hasta el tablero **TRX** (Tablero de Rayos X) con un Interruptor Termomagnético contra cortocircuitos de 3 polos para una capacidad de 1200 A con su única carga del equipo de rayos X de 1 HP, 45KVA.

Para el transformador de 500 KVA los cables de 5(3 x 250MCM)+ 250 MCM se dirigen hacia el tablero **TGN** (tablero general normal) que se encuentran dos breakers de 500 A y 800 A de 3 polos, para el breaker de 500 A se dirige al **TPN** (Tablero de Principal Normal) con el cable 3 (3 X 250 MCM + 250 MCM) hasta otro breker de la misma capacidad que se distribuyen para varios breaker libres que se encuentra proyectada para futuras cargas, para el breaker de 800 A 3 polos se dirige al **TTA** (Tablero de Transferencia Automática) con las siguientes características.

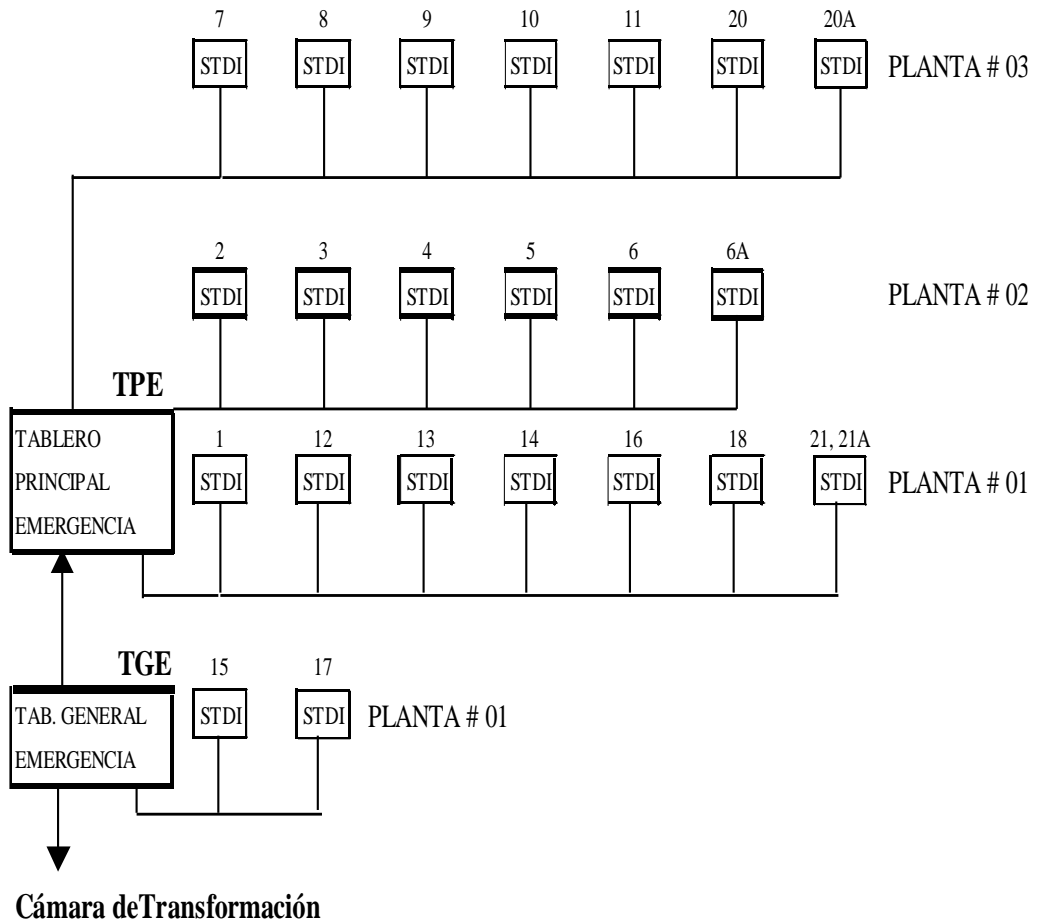
Características TTA (Tablero de Transferencia Automática):

- 1 Conmutador de tres posiciones (1. - red empresa eléctrica, 2. - posición neutral, 3. - al grupo electrógeno), capacidad para 400 A, 600 V.
- 1 Conmutador de 220 V / 250 A del grupo electrógeno.
- 1 Juego de barras principales de distribución 835 A / 440 V en 3/8" x 1 1/2" para 3Fases +Neutro + Tierra, aisladores tipo tambor para 600 V 850 A, pernos y terminales de talón.
- 1 Juego de barras principales de distribución 245 A / 220 V en 1/8" x 3/4" para 3Fases + Neutro + Tierra, aisladores, pernos y terminales talón.
- 1 Juego de barras principales de distribución 835 A / 440 V en 1/4" x 1 1/4" para 3 Fases +Neutro + Tierra, aisladores, pernos, terminales talón.
- 1 PLC con software SOFT V3.0
- 1 moto de cc 1/4 HP
- 5 conmutadores para 24 Vcc.

Luego continua con los conductores 3(3x 250 MCM) + 3x 250MCM hasta el **TGE** (Tablero General de Emergencia) que se distribuyen para los **STDI** (Subtablero de Distribución Interna) en general, con una protección de 800A y los subtableros (STDI # 15 y STDI # 17) con una protección contra cortocircuitos y sobrecarga de 80 A y 50 A respectivamente. A la salida del TGE con conductores de 3(3x 250 MCM) + 2x 250 MCM son transportados por una bandeja de tol galvanizado de 3mm de 35cm x 10 cm por la parte superior del techo a lo largo de pasillo hasta el **TPE** (Tablero Principal de Emergencia) y distribuyéndose para todos los tableros internos de distribución (Anexo 03) (LEVANTAMIENTO DEL DIAGRAMA UNIFILAR DEL HOSPITAL GENERAL DE LATACUNGA). En el gráfico 3.1 podemos observar las ubicaciones correspondientes a cada STDI en su respectiva planta.

GRAFICO 3.1

UBICACION DE LOS SUBTABLEROS DE DISTRIBUCION INTERNA



3.3.2 DESCRIPCION DEL DIAGRAMA UNIFILAR DE LOS SUBTABLEROS DE DISTRIBUCION INTERNOS (STDI)

Para el circuito # 01 que corresponde al transformador de 500 KVA y a partir del TGE y TPE describe el lugar específico y la carga instalada de cada uno de los STDI, cuadro 3.1

**CUADRO 3.1
UBICACION DE LOS STDI DEL HOSPITAL GENERAL**

STDI # 01	Emergencia, ropería, costura y tableros de
------------------	--

	distribución.
STDI # 02	Administración, dirección, secretaría, sépticos y rehabilitación.
STDI # 03	Cirugía hombres.
STDI # 04	Cirugía mujeres.
STDI # 05	Información, recursos humanos, salón auditor, otorrinología, oftalmología, ginecología, consulta externa y departamento de trabajo social.
STDI #06	Consulta ginecología, obstétrico, equipos y sala de espera.
STDI # 06 A	Laboratorios químicos.
STDI # 07	Pasillo y sépticos.
STDI # 08	Maternidad, sala post – parto y dormitorio médicos.
STDI # 09	Sépticos pacientes, capilla y residente médicos.
STDI # 10	Cuartos sépticos.
STDI # 11	Sala de medicina interna y cuartos sépticos.
STDI # 12	Area de rayos X.
STDI # 13	Comedor cocina.
STDI # 14	Comedor médicos y cocina.
STDI # 15	Casa de máquinas.
STDI # 16	Oficinas de contabilidad y taller mecánico.
STDI # 17	Lavandería.
STDI # 18	Centro quirúrgico y esterilización a normal.
STDI # 18 A	Centro quirúrgico y esterilización a emergencia.
STDI # 19	Centro obstétrico y neonatología a normal.
STDI # 19 A	Centro obstétrico y neonatología a emergencia.
STDI # 20	Centro de pediatría niños.
STDI # 21, 21 A	Esterilización.

Para el transformador # 02 de 100 KVA, existe únicamente una sola carga que se encuentra ubicada en la sala de rayos X, que actualmente no se encuentra en funcionamiento.

3.3.3 CONSUMO DE ENERGIA DE LOS EQUIPOS DE CADA SUBTABLEROS DE DISTRIBUCION INTERNA (STDI)

Para encontrar la energía de consumo, determinaremos las instalaciones eléctricas y los equipos que se encuentran en funcionamiento; esta investigación se realizó con la ayuda del departamento de Auditoria y Adquisiciones facilitándome una lista de los equipos que se encuentran actualmente funcionamiento:

EQUIPOS EN FUNCIONAMIENTO DEL HOSPITAL GENERAL

N#	LUGAR	EQUIPO	CODIGO	CANT.
0-143	FARMACIA	Refrigeradora industrial	Ad-57	1
	Cirugía y partos			
1-004	RECUPERACIÓN	Aspiradora para succión torácica	A-13	1
		Aspiradora móvil succión continua	A- 11	1
		Aspiradora para succión gastro intestinal	A-14	1
1-005	QUIRÓFANO	Lámpara cielítica	L- 04	1
Etc.		Aspirador quirúrgico	A-12	2
		Electro-bisturi	E-22	1

Con esta información se realizó una encuesta o censo, consultando a cada jefe o encargado de los departamentos mediante un cuestionario, determinando las características de los equipos y las horas uso (Anexo 04).

3.4 PERDIDAS DE ENERGIA EN LOS TRASFOMADORES DEL HOSPITAL GENERAL

3.4.1 OBJETIVO:

Calcular la pérdida en el hierro y en el cobre del transformador del Hospital General.

3.4.2 PERDIDA EN EL TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION DEL HOSPITAL GENERAL

Se calculó solamente del transformador de 500 KVA debido a su totalidad de carga se encuentra conectada a ella.

Las pérdidas técnicas del transformador de potencia o de distribución tienen dos componentes como se menciona en el capítulo anterior.

- Pérdidas en el cobre, por efecto joule en los bobinados.
- Pérdidas en el hierro, se presentan por la excitación del transformador, están relacionadas en la calidad del material.

El modelo del transformador de potencia y eléctrico se presenta en los siguientes gráficos.

GRAFICO 3.2

MODELO DE POTENCIA DEL TRANSFORMADOR

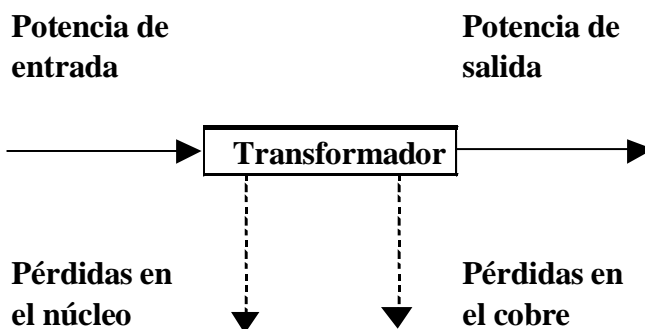
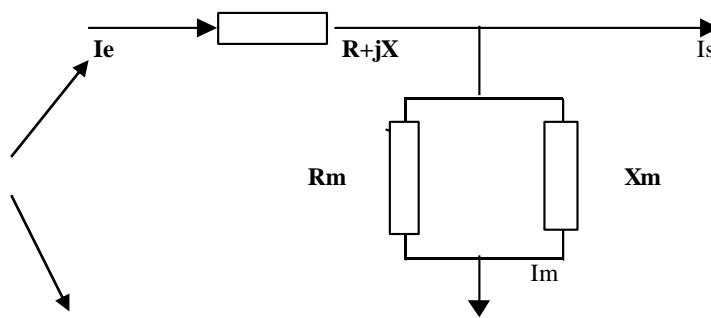


GRAFICO 3.3

MODELO ELECTRICO DEL TRANSFORMADOR



Donde:

V_e : Voltaje de entrada

- Ie : Corriente de entrada (A)
- R : Resistencia serie (Ω)
- Is : Corriente de salida (A)
- Vs : Voltaje de salida (V)
- X : Reactancia serie (Ω)
- Rm : Resistencia derivación(Ω)
- Xm : Reactancia en derivación(Ω)
- Im : Corriente de excitación del Transformador (A)

Estas pérdidas se pueden calcular conociendo las resistencias óhmicas de los devanados y las corrientes circulantes por las mismas a plena carga, siendo directamente proporcionales al cuadrado de las corrientes, las pérdidas de los transformadores ECUATRAN S.A. se expresan en vatios (Anexo 05).

Las pérdidas totales para cualquier porcentaje de carga de un transformador es la suma de sus componentes en vacío y con carga, las pérdidas en vacío son prácticamente constantes y las pérdidas con carga diferente a la nominal se puede calcular con la fórmula siguiente, proporcionada por ECUATRAN.

$$P_{cu} = \left(\frac{I_{carga}}{I_{nominal}} \right)^2 \quad (3.1)$$

Donde:

Pcu = Pérdidas Porcentuales a la Carga Nominal

I carga = Corriente Total de Consumo de todo el sistema.

I nominal = Corriente Nominal del Transformador (1312.20 A).

Ejemplo de cálculo:

Para encontrar la corriente de carga para su potencia máxima de consumo aplicamos la fórmula (3.2).

$$I_{carga} = \frac{P_{carga\ de\ consumo}}{\sqrt{3} V_l \cos\theta} \quad (3.2)$$

Donde:

$P_{\text{carga}} = 63817.16 \text{ W}$. Máx. carga de consumo y Fp. (Anexo 02, B)

$\cos \phi = 0.98$; $V_l = 220 \text{ V}$

$$I_{\text{carga}} = \frac{63817.16 \text{ W}}{0.98 \times 220 \text{ V} \times \sqrt{3}}$$

$$I_{\text{carga}} = 170.89 \text{ A}$$

Aplicando la fórmula (3.1).

$$P_{\text{cu}} = \left(\frac{170.89 \text{ A}}{1312.20 \text{ A}} \right)^2$$

$$P_{\text{cu}} \% = 0.017 \%$$

Multiplicamos por la pérdida de Cu a plena carga del transformador.

$$P_{\text{cu}} = P_{\text{cu}} \% \times P_{\text{cu}} \text{ transf.}$$

Donde:

$$P_{\text{cu}} \text{ transf.} = 6827.34 \text{ W (Anexo 05)}$$

$$P_{\text{cu}} = 0.017 \times 6827.34 \text{ W}$$

$$P_{\text{cu}} = 116.07 \text{ W}$$

Entonces :

$$P_{\text{total}} = P_o + P_{\text{cu}}$$

$$P_o = 939.11 \text{ W (anexo 05)}$$

$$P_{\text{total}} = 939.11 + 116.07$$

$$P_{\text{total}} = 1055.18 \text{ W (Esta pérdida es a las 09:45 del día 19-09-01)}$$

En el anexo 06 encontramos todos los resultados con su respectivo gráfico.

3.5 PERDIDAS DE ENERGIA EN LOS CONDUCTORES DEL HOSPITAL GENERAL

3.5.1.1.1 OBJETIVO:

Calcular las pérdidas de energía, caída de tensión y pérdida resistiva en los conductores.

3.5.2 PERDIDA DE ENERGIA EN LOS CONDUCTORES

Con la corriente de trabajo y la resistencia del conductor podemos calcular la pérdida de energía en los conductores, utilizando la fórmula (2.2) y (2.3) del capítulo anterior.

Por ejemplo: Para el caso, STDI 04, CI 02 (Anexo 01-B)

La resistencia del conductor se calcula de acuerdo a la longitud y calibre del conductor (Anexo 01,A)⁵ (Características de los Conductores).

Calibre = 12 AWG

Capacidad de conducción = 5.31 (Ω) por Kilometro (Anexo 01-A)

Longitud = 70 metros

Entonces relacionando tenemos:

$R (\Omega) = 0.3717$ ohmios

Calculando su potencia tenemos:

$$P = I^2 \times R \quad (2.2)$$

$$P = (1.25 \text{ A})^2 \times 0.3717 \text{ ohmios}$$

$$P = 0.6 \text{ W} = 0.0006 \text{ KW}$$

$$\text{Kw} - \text{h} = P \times \# \text{ horas mensuales} \quad (2.3)$$

$$\text{Horas de consumo} = 112 \text{ horas mensuales}$$

$$\text{Kw} - \text{h} = 0.0006 \text{ KW} \times 112 \text{ horas}$$

$$\text{Kw} - \text{h} = 0.0650 \text{ KW-hora}$$

Todos estos datos encontramos con sus respectivas fórmulas en el mismo anexo 01-B.

3.5.2 CAIDA DE TENSION EN LOS CONDUCTORES

Con la fórmula 2.1 del capítulo anterior, se calcula la caída de tensión del ejemplo anterior

$$\Delta V = I \times R \times 3 \quad (2.1)$$

⁵ ENRIQUEZ, Harper "El ABC de las Instalaciones Eléctricas"

Se calcula para un sistema monofásico.

$$\Delta V = I \times R$$

$$\Delta V = 1.25 \times 0.3717$$

$$\Delta V = 0.4646 \text{ V}$$

En el anexo 01-B encontramos todos los cálculos.

3.5.4 PERDIDA DE POTENCIA TOTAL DE LOS CONDUCTORES

Para nuestro objetivo se tomará un sumatorio total de cada subtablero de distribución (anexo 01-B), y tener la pérdida en todo el sistema eléctrico, en el siguiente cuadro se tiene los resultados.

CUADRO 3.2
PERDIDA DE POTENCIA EN LOS CONDUCTORES (W) Y CAIDA DE TENSION EN LOS CONDUCTORES (%)

STDI	PERDIDA EN EL CONDUCTOR W	CAIDA DE TENSION (%)
STDI 1	0,794	1.33
STDI 2	0,200	2.83
STDI 3	0,049	2.73
STDI 4	0,053	1.67
STDI 5	0,241	2.81
STDI 6	0,232	2.29
STDI 6A	0,141	2.14
STDI 7	0,027	1.89
STDI 8	0,131	2.10
STDI 9	0,058	0.13
STDI 10	0,009	2.02
STDI 11	0,006	0.34
STDI 12	0,179	0.58
STDI 13	0,003	2.52
STDI 14	0,063	0.17
STDI 15	0,119	1.37
STDI 16	0,038	0.81
STDI 17	0,635	1.36
STDI 18	0,004	1.82
STDI 19	0,002	0.18
STDI 20	0,009	0.70
STDI 21	0,003	0.17
Σ TOTAL	2,997 KW	Máx Caída Tensión: 2.83%

Luego aplicando la fórmula⁶:

⁶ OLADE “Análisis de datos proporcionales” pag 251

$$P\acute{e}rdidas \text{ Conduct.} = \frac{Demanda \text{ m\acute{a}x ima valor calculado}}{Demanda \text{ m\acute{a}x imo consumo}} \% \times Demand. \quad (3.3)$$

Donde:

Demanda máxima del valor calculado = 2.99KW (cuadro 3.2)

Demanda máximo consumo = 63.81716 KW (Anexo 02-B, P. Demanda)

Demanda = En un punto determinado Ejemplo: 09H30.

Entonces:

$$P\acute{e}rdidas \text{ en los Conductores} = \frac{2.997 \text{ KW}}{63.81716 \text{ KW}} \times Demanda$$

$$P\acute{e}rdidas \text{ en los Conductores} = 0.04696229 \times Demanda$$

Ejemplo: Para las 09 H 30 = 60.62395 KW. (Anexo 02-B)

$$P\acute{e}rdidas \text{ en los Conductores} = 0.04696229 \times 60.62395 \text{ KW}$$

$$P\acute{e}rdidas \text{ en los Conductores} = 2.847039545 \text{ KW}$$

En el Anexo 01-C se muestra todos los resultados para obtener la curva de pérdida en los conductores.

3.6. CONSUMO DE ENERGIA DE LA CARGA DEL HOSPITAL GENERAL

Con el censo de carga, se puede analizar los equipos de mayor consumo de energía en el Hospital General, y determinar el comportamiento del consumo de carga durante un día, esto se lo realizó en una forma cuantitativa (Anexo 04), los cuales tenemos valores de demanda máxima de cada equipo y STDI.

De cuerdo con el levantamiento y censo elétrico se pudo dividir la carga en los siguientes grupos:

1. Iluminación.
2. Refrigeradoras en General.
3. Equipos de sala de máquinas (Caldero, Cocina, Esterilizadores, Lavandería).

4. Equipos de oficina (Computadoras, Máquinas Eléctricas).
5. Equipos Principales del Hospital (Pediatría, Laboratorios, Rayos x, Equipos de Limpieza, Fluoroscopia, Termocunas, etc.).

Todos los datos fueron recopilados de acuerdo al censo con valores aproximados, (Anexo 07).

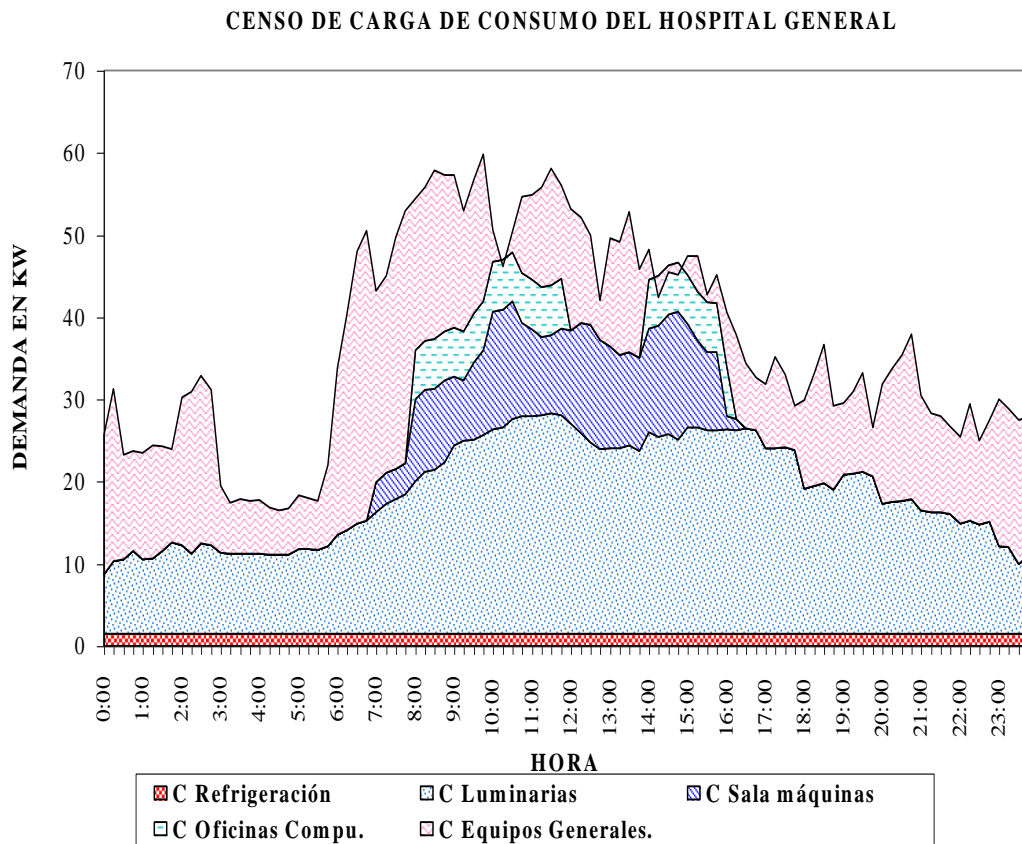


GRAFICO 3.3

A continuación se realiza una relación porcentual, para analizar el consumo de energía.

EQUIPOS	UN DIA %
C Refrigeradoras	4%
P Transformador	2%
P Conductores	5%
C Luminarias	44%
C Sala Máquinas	10%

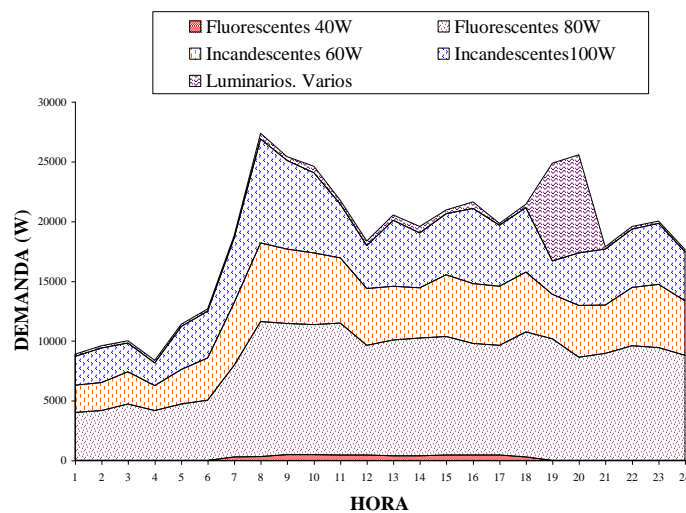
C. Ofi. Computadoras	4%
C Equipos General	31%

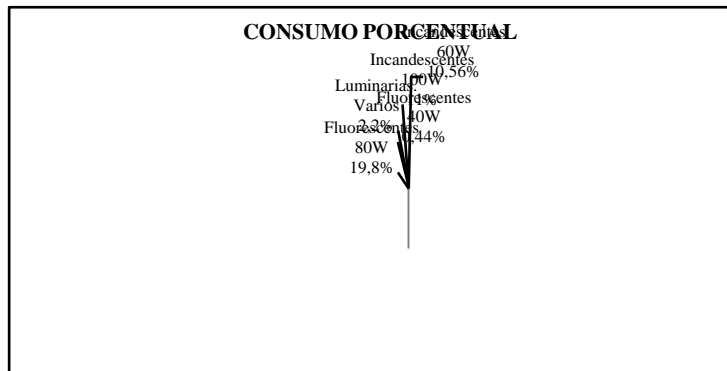
3.7 SUSTITUCION Y RECUPERACION ECONOMICO EN LUMINARIAS DEL HOSPITAL GENERAL.

3.7.1 SUSTITUCION DE LUMINARIAS Y ANALISIS TECNICO

Como ya se determinó anteriormente, el mayor consumo se centra en las luminarias con el 44% total de la demanda, en la que se puede optar por el cambio de otras luminarias de menor potencia, consiguiendo un ahorro energético y por ende económico, en el gráfico se observan los consumos de las diferentes luminarias en el Hospital General.

GRAFICO 3.4
CONSUMO TOTAL DE LUMINARIAS





Con luminarias que a continuación se detallan:

Focos incandescentes 60 W = 136 und.

Focos incandescentes 100 W = 101 und.

Focos Fluorescentes 40 W = 12 und.

Focos Fluorescentes 80 W doble = 172 und.

Para tener un ahorro de energía, podemos sugerir el cambio de luminarias incandescentes con fluorescentes compactas, las cuales consumen menor energía y utilizan el mismo tipo de boquilla, los fluorescentes compactos tienen mayor tiempo de vida, pues tiene un balastro electrónico incorporado que los hace muy eficientes luminosamente, aunque tiene una desventaja que es su bajo factor de potencia.

En los cuadros comparativos podemos observar las siguientes características.

CUADRO 3.4

CUADROS COMPARATIVOS

INCANDESCENTES			
WATIOS	VOLTIOS	HORA VIDA	LUMENES
60	120	1000	750
100	120	1000	1000

FLUORESCENTES COMPACTAS			
WATIOS	VOLTIOS	HORA VIDA	LUMENES
15	120	10000	900
32	120	10000	1400

Considerando el nivel de iluminación para el alumbrado de interiores en el Hospital General de acuerdo el IES (ILLUMINALING ENGINEERING SOCIETY) tenemos las siguientes características.

AMBIENTE	LUX MANTENIDO EN SERVICIO	LAMPARA RECOMENDADA
Hospitales		
Sala de emergencia	500	Fluorescentes germicidas, 32 W
General		
Local, pasillo, recuperación	200	Fluorescentes germicidas, 32 W
Sala de exámenes	500	Fluorescentes germicidas, 32 W
Quirófano		
General	500	Fluorescentes cilítricos luz fría 32 W
Mesa de operaciones	1800	Fluorescentes cilítricos luz fría 32 W

Analizando la cantidad de luxes necesarias para el hospital podemos utilizar luminarias fluorescentes de 32 W en general para todo el Hospital.

3.7.2 AHORRO PORCENTUAL

Con el cambio de luminarias fluorescentes de 32 W por las luminarias incandescentes de 60 W y 100 W, tenemos un ahorro de energía 12.33 %, en la tabla se detalla los cálculos.

AHORRO PORCENTUAL CON EL CAMBIO DE FLUORESCENTES DE 32 W POR LAS INCANDESCENTES DE 60 W Y 100 W

LUMINARIAS	ACTUAL DEMANDA (W)	%	Reemplazo lum. DEMANDA (W)	Diferencia (W)	% AHORRO
Fluorescentes 40W	4840	0,44%	4840	0,00	0%
Fluorescentes 80W	201920	19,80%	201920	0,00	0%
Incandescentes 60W	105600	10,56%	57052	48548,00	4,85%
Incandescentes 100W	111400	11%	35648	75752,00	7,48%
Luminarias. Varios	22960	2,20%	22960	0,00	0%
Total	446720	44%	322420	124300,00	12,33%

Con el ahorro de energía eléctrica por el cambio de luminarias incandescentes (60Wattios, 136 unidades; 100Wattios, 101 unidades) a luminarias fluorescentes (32Wattios, 237unidades), se proyecta un ahorro económico de \$123 dólares mensuales, con respecto a una planilla de pago por consumo de energía eléctrica aproximado de \$1000 dólares mensuales

Por el cambio de todas las luminarias (incandescentes y fluorescentes) tenemos un ahorro porcentual del 24.28%.

**AHORRO PORCENTUAL CON EL CAMBIO DE FLUORESCENTES DE 32 W
POR TODAS LAS LUMINARIAS**

LUMINARIAS	ACTUAL		Replazo lum.		Diferencia (W)	% AHORRO
	DEMANDA (W)	%	DEMANDA (W)	%		
Fluorescentes 40W	4840	0,44%	4088	0,37%	752,00	0,07%
Fluorescentes 80W	201920	19,80%	80768	7,92%	121152,00	11,88%
Incandescentes 60W	105600	10,56%	57052	5,71%	48548,00	4,85%
Incandescentes100W	111400	11%	35648	3,52%	75752,00	7,48%
Luminarias. Otros	22960	2,20%	22960	2,20%	0,00	0%
Total	446720	44%	200516	19,72%	246204,00	24,28%

Con el ahorro porcentual del cambio de todas las luminarias se obtendría un ahorro aproximado de \$ 242 dólares mensuales, con una inversión adicional por las boquillas de las luminarias fluorescentes que no tienen (12 und. + 172 und.=184 boquillas).

3.7.3 ANALISIS DE INVERSION ECONOMICA

Gastos en Luminarias.

$$\text{Costo de boquillas c/u } 0.60 \text{ USD} \times 184 \text{ boquillas} = 110.4 \text{ USD}$$

$$\text{Costo de lampara } 32\text{W c/u } 6.25\text{USD} \times 421 \text{ lamparas} = 2631.25 \text{ USD}$$

$$\text{Total de inversión en luminarias} = 2741.65 \text{ USD}$$

Gastos en Operación y Mantenimiento.

Para el cambio de luminarias se requiere dos personas de mantenimiento para realizarlo.

$$\text{Costo de mano de obra por hora de cada técnico} = 1.50 \text{ USD}$$

$$\text{Total horas para el cambio de } 421 \text{ luminarias, c/lum. } 5 \text{ min. Aprox.} = 35.08 \text{ horas}$$

$$\text{Total horas para el cambio de } 184 \text{ boquillas, c/boqui. } 15\text{min. Aprox.} = 46 \text{ horas}$$

$$\text{Costo total} = 2 \text{ técnicos} \times 1.5 \text{ c/hora} \times (81.08 \text{ horas laborables}) = 243 \text{ USD}$$

3.7.4 RECUPERACION ECONOMICA

Para determinar el tiempo de recuperación aplicaremos la fórmula de Valor Presente Neto (VPN).

$$VPN = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Valores futuros}}{(1 + \text{Tasa int})^n} \quad (3.4)$$

Donde:

VPN = Valor Presente Neto

Valores Futuros = Flujos de Fondos Diferencial

n = Número de periodos (meses)

Tasa interés = 20% del mes septiembre del 2001

Aplicando la fórmula del VPN tenemos la recuperación económica en el sexto mes.

n	VPN
Mes 01	193,96 USD
Mes 02	684,28 USD
Mes 03	871,94 USD
Mes 04	1346,32 USD
Mes 05	1527,87 USD
Mes 06	1986,82 USD
Mes 07	2162,48 USD
Mes 08	2606,5 USD
Mes 09	2776,45 USD
Mes 10	3206,03 USD

3.8 SUSTITUCION Y RECUPERACION ECONOMICO EN CONDUCTORES DEL HOSPITAL GENERAL

3.8.1 SUSTITUCION DE CONDUCTORES

En el Anexo 01-A encontramos la capacidad de amperaje de los diferentes números de los conductores de cobre para através de estos seleccionar el remplazo, Por ejemplo:

Para el STDI 08 – CI 03 (Anexo 01-B)

Conductor # 14 sólido, capacidad 15 A

Corriente de trabajo = 16.52 A (Conductor sobrecargado)

Resistencia 8.284 Ω por Km, en 09 metros = 0.074556 Ω (Anexo 01-A)

Número de horas en funcionamiento 224 horas

Pérdida de energía = 4,5578 KW/H.

Sustitución del conductor sobrecargado STDI 08 - CI 03

Conductor de remplazo # 12 sólido, capacidad 20 A (Anexo 01-D)

Resistencia 5.34 Ω por Km, en 09 metros = 0.04806 Ω

Corriente de trabajo = 16.52 A

Número de horas en funcionamiento 224 horas

Pérdida de energía = $I^2 \times R = 2.9380$ KW/H con el conductor # 12

Todos los conductores sobrecargados y los respectivos reemplazos de conductores se encuentran Anexo 01 D.

3.8.2 RECUPERACION ECONOMICA

Con los conductores recomendados se realiza el análisis económico de los gastos que costarían la remodelación, debido a que el costo del material varía continuamente, por lo que el valor es estimado.

Costo de la inversión:

Conductor #12: 9+15+7+25+12+24 = 92 metros totales (Anexo 01 – D)

Conductor # 12AWG: 0.102 usd c/metro, total del cambio 92 metros = 9,38 USD

Conductor # 10AWG: 0.369 usd c/metro, total del cambio 6 metros = 2,21 USD

Total de inversión inicial = 11,59 USD

Consumo de energía:

Con el conductor actual # 14 y #10AWG = 49.2385 KW/H (Anexo 01-D)

Con el conductor de remplazo # 12 y # 8AWG = 25.2693 KW/H

Por el costo de energía = 0.0407 USD KW/H tenemos:

Con el conductor actual: 49.2385 x 0.0407 = 2,00 USD

Con el conductor remplazo: 25.2693 x 0.0407 = 1,02 USD

Entonces tenemos un flujo de fondos diferencial = 0,98 USD cada mes

Costo de mano de un día (rol de pagos aproximado, una persona) = 7 USD

Relación Mensual	0	1	2	3	4	.	.	n
Inversión Inicial	11,59	0	0	0	0	0	0	0
Costo de mano de obra	7,00	0	0	0	0	0	0	0
Consumo Energía	0	0,9755	0,9755	0,9755	0,9755	0,9755	0,9755	0,9755
Flujo de Fondos Diferencial	18.59	0,9755	0,9755	0,9755	0,9755	0,9755	0,9755	0,9755

Para determinar el tiempo de recuperación aplicaremos la fórmula de Valor Presente Neto (VPN).

$$VPN = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Valores futuros}}{(1 + \text{Tasa int})^n} \quad (3.4)$$

Donde:

VPN = Valor Presente Neto = 18.59 USD

Valores Futuros = Flujos de Fondos Diferencial = 0.98 USD

n = Número de periodos (meses)

Tasa interés = 20% del mes septiembre del 2001

Entonces: n = 25 meses aproximado

n	VPN
mes 12	S/. 10,53
mes 13	S/. 11,32
mes n	S/. 12,09
mes 25	S/. 19,81

3.9 ANALISIS DE RESULTADOS

Con este estudio determinamos el comportamiento de consumo de energía en las diferentes áreas (Anexo 04) y elementos eléctricos (Anexo 07) del Hospital General, obteniendo resultados de consumo el 44% en luminarias en general, 31% en equipos en general (radios, esterilizadores, secadora de manos, fluoroscopio, etc.), 10% en la sala de máquinas, 5% en conductores, 4% en refrigeradoras, 4% en computadoras, y un 2% del transformador.

El mayor consumo de energía eléctrica se encuentra en las luminarias de 136 focos incandescentes de 60W, 101 Focos incandescentes de 100W, 12 fluorescentes de 40 W y 172 fluorescentes de 80W.

Técnicamente se podrá realizar cambios con luminarias de menor potencia según el IES (ILLUMINALING ENGINEERING SOCIETY) para obtener ahorros potenciales económicos.

Con la inversión inicial 1539,05 USD por la compra de boquillas, luminarias de 32W compactas y mano de obra incluida, y así se obtendrá un ahorro económico aproximado de $(197.2 + 524.80 = 721.80/2 = 360.90$ USD, pag. 51) mensuales, teniendo la recuperación económica de la inversión inicial en el sexto mes.

El análisis de los conductores es de mucha importancia para determinar si existen conductores sobrecargados, teniendo como resultado siete casos específicos (Anexo 01-D) en las que es necesario el remplazo de los mismos. Con los resultados del Anexo 01 – D (Pérdida Actual – Pérdida Remplazo) se tiene una pérdida de energía en forma de calor de 23.96 KW/H mensual; que multiplicado por el KW/H (0.0407 USD hasta noviembre del 2001) se tiene un valor de 1.01UDS por mes de pérdida.

Por el cambio de conductores de los casos especificados se tiene una inversión de 11.59 USD más la mano de obra de 7 USD se tiene una recuperación económica a los 25 meses.

La curva de demanda del analizador MEMOBOX fue tomada de la salida del transformador de 500 KVA con lecturas de cada 15 minutos. Mientras que la curva del censo se tomaron para cada hora de los subtableros de distribución interna (STDI) y de cada departamento correspondiente.

Las curvas características del MEMOBOX y del Censo tienen un error aproximado de 0.98 % por cada hora, teniendo una veracidad de los datos del Censo, de esta manera se pudo realizar comparaciones porcentuales de consumo total e individual de los elementos del Hospital General Latacunga (Anexo 14).

3.10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- ❖ Con este estudio hemos determinado el consumo de energía eléctrica de cada uno de los elementos que cuenta el hospital general, como resultado tenemos que el mayor consumo tiene las luminarias con un 44% total del consumo.
- ❖ Con el cambio de luminarias de menor potencia (32W) se tiene un ahorro potencial de 197 USD el primer mes y 506.8 USD el segundo mes y así alternativamente.
- ❖ Con la inversión de 1557.05 USD por el cambio total de luminarias; se tiene una recuperación económica en el sexto mes, dicha inversión es aceptable por lo que se puede reemplazar los mismos en forma inmediata.
- ❖ Con este estudio determinamos los niveles de caída de tensión de todos los conductores que se encuentran dentro de los rangos de seguridad (pag. 44) y los conductores sobrecargados que hemos encontrado son siete los casos especiales en los STDI 08, 02, 17 (Anexo 01-D).
- ❖ Con una inversión 18.59 USD por el cambio de los conductores sobrecargados tenemos una recuperación económica en 25 meses, dicha inversión es aceptable por lo que se puede reemplazar los mismos en forma inmediata.

RECOMENDACIONES.

- ❖ Se recomienda medir curvas de demanda de cada departamento o tableros de distribución con analizadores para tener una mayor exactitud con el consumo de carga.
- ❖ Se recomienda un cambio de horas laborables o trabajo en los departamentos de lavandería y laboratorios, para eliminar picos de cargas en las horas de mayor consumo (Anexo 07).

- ❖ Se recomienda un cambio del sistema del calentamiento de agua por resistencias individuales a otro sistema de gas o vapor en forma general en un solo sistema de servicio, especialmente en el área de laboratorios.
- ❖ En nuestro país por los costos de energía que se están elevando progresivamente, se debería optar a medida de las posibilidades de los consumidores por utilizar aparatos con tecnologías nuevas.

IV.- ESTUDIO DE CORTOCIRCUITOS Y PROTECCIONES ELECTRICAS DEL HOSPITAL GENERAL

4.1 CORRIENTES DE CORTOCIRCUTOS

Un cortocircuito es una situación indeseable en un Sistema Eléctrico que lamentablemente se puede presentar teniendo diversos orígenes, éste se produce por el contacto entre dos o más conductores energizados de distinta fase o entre conductores de fase y tierra. Un cortocircuito eleva el nivel de corriente a valores muy altos presentándose como el problema más grande al que está expuesta una instalación eléctrica ya que en su presentación más acentuada produce efectos térmicos y dinámicos que en ocasiones se presentan con tal violencia que puede provocar la destrucción mecánica de las máquinas eléctricas e inclusive de los materiales.

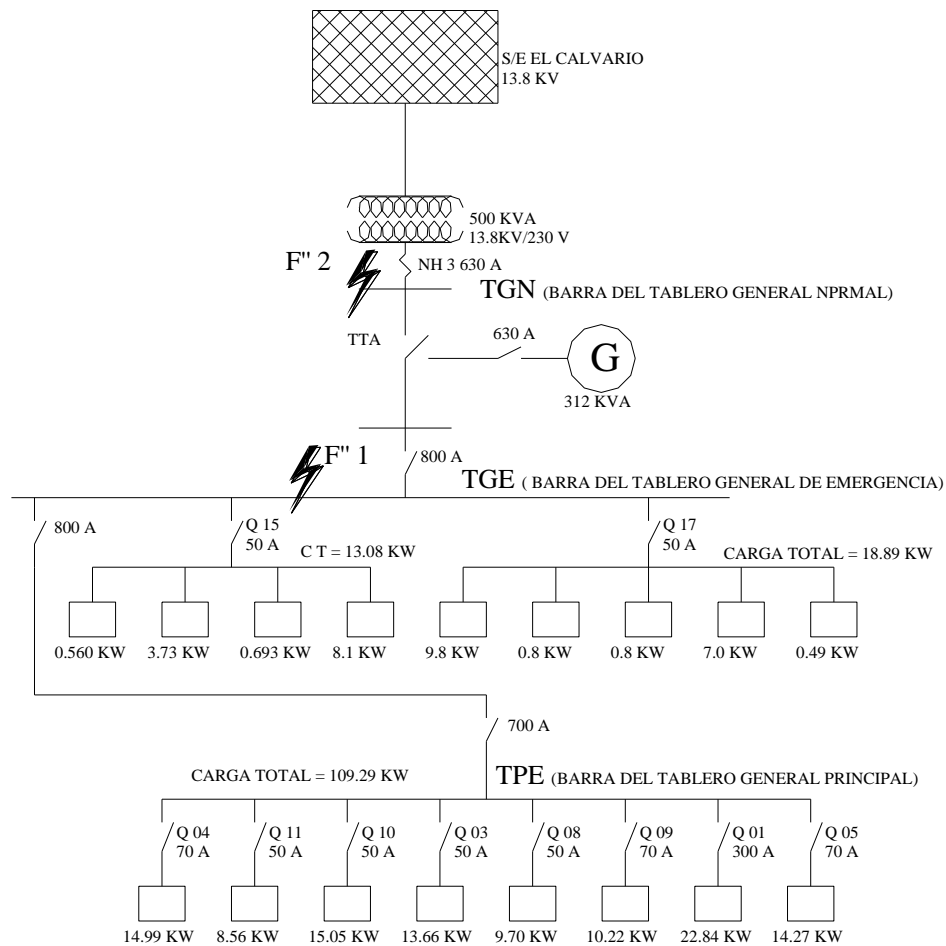
El cortocircuito de hecho, puede ocurrir en cualquier parte de un sistema eléctrico, en el caso del Hospital General en donde se usan como dispositivo de protección fusibles e interruptores termomagnéticos, éstos deben operar para abrir el circuito.

Para el estudio de cortocircuitos en sí, constituye un tema muy amplio y que requiere de cierto detalle para la comprensión de todos los fenómenos asociados y las técnicas de análisis empleadas.

4.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DE CARGA INSTALADA DEL HOSPITAL GENERAL

Partiendo del Diagrama Unifilar Eléctrico (Anexo 03 – B), tenemos el gráfico 4.1.

GRAFICO 4.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DE CARGA INSTALADA



4.3 CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO DEL HOSPITAL GENERAL DE COTOPAXI

Para el cálculo de corrientes de cortocircuito se ha escogido el método de la Siemens (VED 0102) Asociación de Eléctricos Alemanes (anexo 08-A).

Aclaraciones de Conceptos

Corriente alterna inicial de cortocircuito I_k

Es el valor eficaz de la intensidad de la corriente alterna de cortocircuito en el momento de producirse la falla.

Impulso de la corriente de cortocircuito I_s

Es el máximo valor instantáneo de la intensidad de la corriente después de producirse el cortocircuito; se indica como valor pico.

Símbolos Empleados

I_k'' = Intensidad inicial de cortocircuito en corriente alterna.

I_s = Impulso de la corriente de cortocircuito.

Z = Impedancia forma compleja

\underline{Z} = Impedancia Módulo

\underline{Z}' = Impedancia (módulo) de la vía de la corriente de cortocircuito

c = Factor según la VDE 0102

U_r = Caída porcentual de tensión, resistiva

U_x = Caída porcentual de tensión, inductiva

U_x = Tensión porcentual de cortocircuito

S_k'' = Potencia inicial de cortocircuito

Impedancias de los Medios de Servicio

Es necesario conocer los valores de las impedancias de los distintos medios de servicios (líneas de cableado, generadores, transformadores y motores). Dichos valores pueden determinarse partiendo de los datos de placa, indicado por el fabricante, si se desconocen las impedancias se recomienda aplicar las siguientes fórmulas (VDE 0102) partiendo de los datos característicos de los medios de servicio.

Generadores Sincronos

Reactancia inicial X_d''

$$X_d'' = \frac{x_d'' U_{ng}^2}{100\% S_{ng}} \text{ en ohmios / fase} \quad (4.1)$$

x_d'' = Reactancia subtransitoria en % (Anexo 08-B)

U_{ng} = Tensión nominal de generador en KV

S_{ng} = Potencia nominal del generador en MVA

Resistencia inicial del generador R_g

$R_g \approx 0.05 \times X_d''$ en generadores con potencias nominales superiores a 100 MVA

$R_g \approx 0.07 \times X_d''$ en generadores con potencias nominales menores (Referencia⁷)

$$\underline{Z}' = \sqrt{R_g^2 + X_d''^2} \Omega \quad (4.2)$$

Motores Sincronos y Máquinas de Potencia Reactiva

Para su cálculo es igual que los generadores.

Transformadores

Resistencia ohmica

Reactancia Inducida

$$RT = \frac{ur \text{ Unt}^2}{100\% \text{ Snt}} \text{ en ohmios/ fase} \quad XT = \frac{ux \text{ Unt}^2}{100\% \text{ Snt}} \text{ en ohmios/ fase} \quad (4.3)$$

Snt = Potencia nominal BT del transformador en MVA

Unt = Tensión nominal BT del transformador en KV

ur = Caída de tensión, ohmica en % (1.56 % dato de placa)

ux = Caída de tensión, inductiva en %

uz = Tensión de cortocircuito, en % (6 % dato de placa)

$$ux = \sqrt{uz^2 - ur^2} \quad (4.4)$$

$$\underline{Z}' = \sqrt{RT^2 + XT^2} \Omega$$

Cable o Línea Subterránea

Resistencia ohmica

Reactancia inducida

r' en Ω / km .

x' en Ω / km .

$$\underline{Z} = l (r' + jx') \quad (4.5)$$

l = distancia del conductor Km.

$$\underline{Z}' = \sqrt{r'^2 + x'^2} \Omega$$

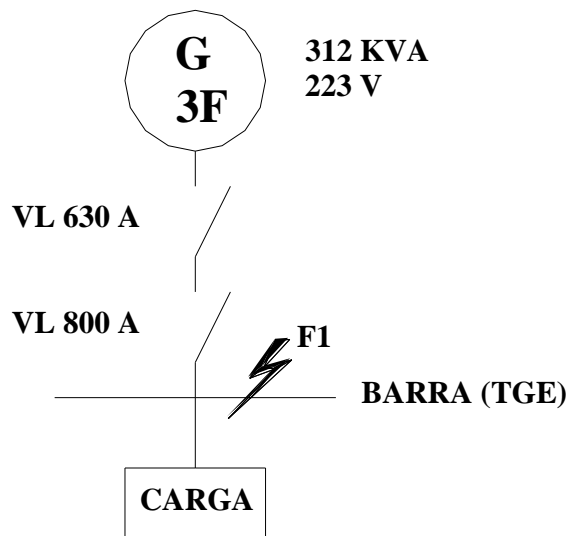
Aplicación de los Cálculos

Corrientes de Cortocircuito para el Generador

⁷ Siemens "Instalaciones Eléctricas" Tomo I pag 160.

El Generador de emergencia del Hospital es de 312 KVA que alimenta a una instalación de media tensión 220 V, cuyo consumo total de potencia queda limitada a los aparatos de alumbrado y calefacción (cocina eléctrica, acumuladores de agua caliente, calentadores de agua en circulación, etc.). En el gráfico siguiente, se describe el circuito resultante.

GRAFICO 4.2



Reactancia del generador X_g

$$X_g = X_{d''} = \frac{x_{d''} U_{ng}^2}{100\% S_{ng}} \Omega \quad (4.1)$$

$$U_{ng} = 230 \text{ V}$$

$$S_{ng} = 312 \text{ KVA}$$

$x_{d''} = 12\%$ Reactancia subtransitoria del generador (Anexo 08-B)

$$X_g = \frac{12\% \cdot 0.23^2 \text{ KV}^2}{100\% \cdot 0.312 \text{ MVA}} = 0.0203 \Omega$$

Resistencia del generador

$$R_g \approx 0.07 \times X_{d''}$$

$$R_g = 0.07 \times 0.0203 \Omega = 1.421 \times 10^{-3} \Omega$$

Impedancia subtransitoria de cortocircuito

$$\underline{Z}'' = \sqrt{Rg^2 + Xd''^2} \Omega$$

$$\underline{Z}'' = \sqrt{(1.421 \times 10^{-3})^2 + 0.0203^2} \Omega = 0.0203 \Omega$$

Corriente de cortocircuito $I''k$ (I_{cc} valor eficaz al momento de la falla)

$$I''k = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \underline{Z}k''} \quad (4.6)$$

$c = 1.1$ Facto según VDE 0102 (Referencia⁸)

$U_n = 220 \text{ V}$

$\underline{Z}k'' = \underline{Z}'' = 0.0203 \Omega$

Entonces:

$$I''k = \frac{1.1 \times 220 \text{ V}}{\sqrt{3} \times 0.0203 \Omega} = 6882.697 \text{ A}$$

Corriente de cortocircuito I_s (I_{cc} valor máximo instantáneo)

$$I_s = x \cdot \sqrt{2} \cdot I''k \quad (\text{Anexo08- A}). \quad (4.7)$$

x magnitud de cálculo según VDE 0102 (Anexo08 – C).

$$x' = \frac{Rg}{Xd''} = \frac{1.42 \times 10^{-3}}{0.0203} = 0.069 \therefore$$

$x = 1.8$ según (Anexo 08-C) (Referencia⁸) \therefore

$$I_s = 1.8 \times \sqrt{2} \times 6882.679 \text{ A} = 17520.440 \text{ A}$$

Curva Característica del Elemento de Protección

Elemento de protección Breaker VL 630 A marca SETRON, en serie con VL 800 A marca SENTRON.

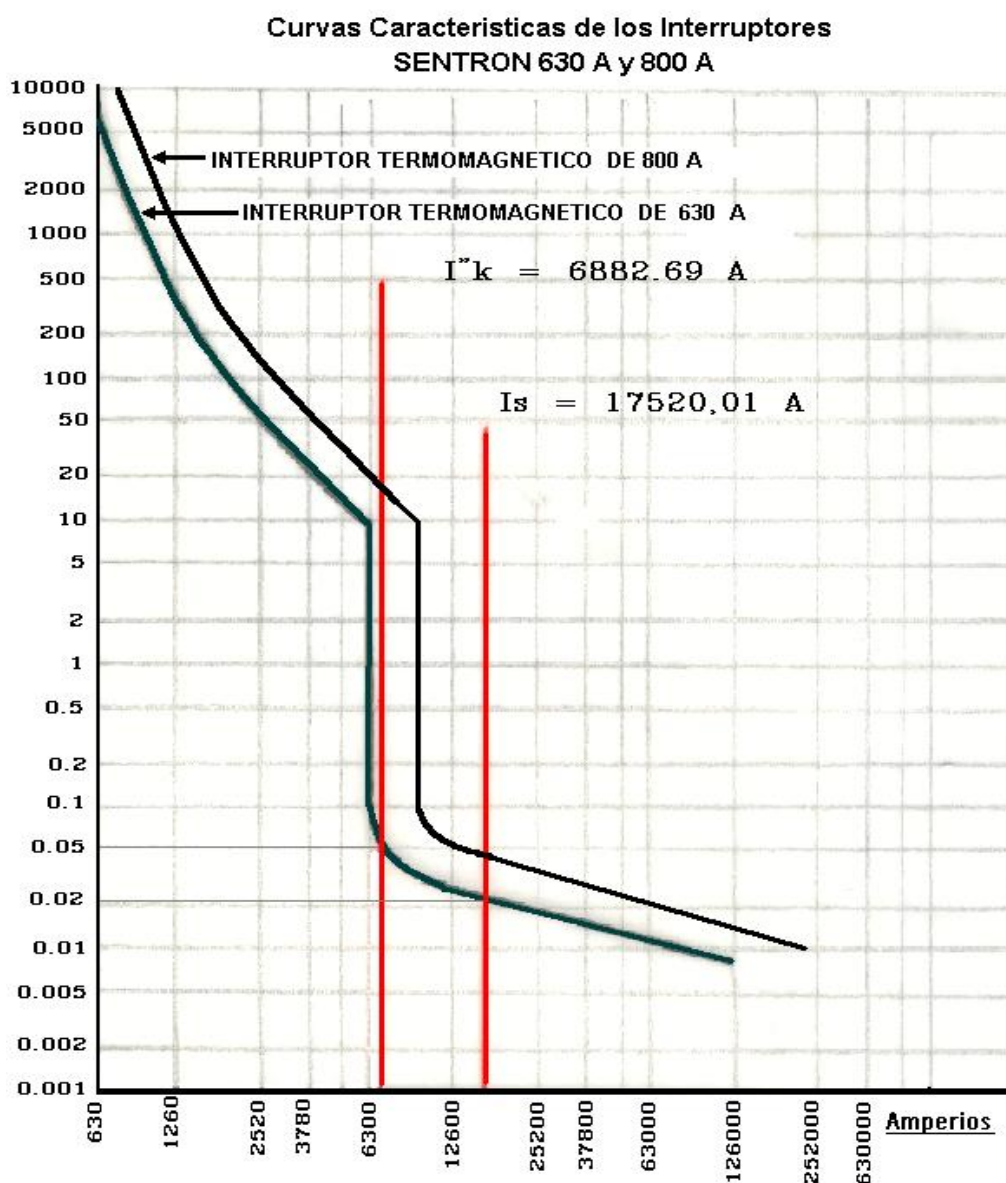
Objetivo: Protección contra sobrecarga y cortocircuito para el generador

$I_{cc} = 100 \text{ KA}$ máximo

(Anexo 10) características de los interruptores termomagnéticos.

GRAFICO 4.3

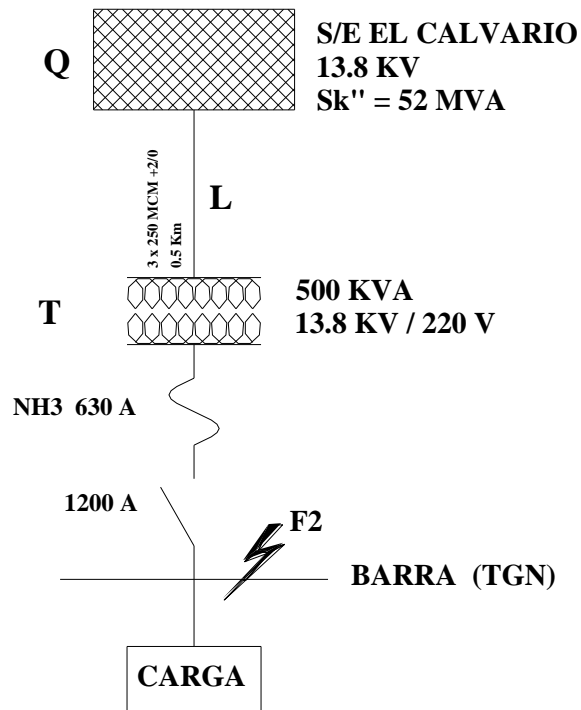
⁸ Siemens “Instalaciones Industriales” Tomo I pag. 120.



Corrientes de Cortocircuito para el transformador de 500 KVA

El transformador de 500 KVA se encuentra alimentado por la S/E el calvario con 13.8 KV, con una potencia de cortocircuito de 52 MVA (proporcionado por la Empresa Eléctrica Cotopaxi).

GRAFICO 4.4



Impedancia de la S/E el calvario

$$ZQ = \frac{c \cdot Un^2}{Sk''} \Omega \quad (\text{Anexo 08-A}) \quad (4.8)$$

$c = 1.1$ Factor según VDE 0102

$Un =$ Tensión Nominal del Servicio Eléctrico 13.8 KV

$Sk'' =$ Potencia Inicial de Cortocircuito 52 MVA (ELEPCO)

$$ZQ = \frac{1.1 (13.8 \text{ KV})^2}{52 \text{ MVA}} \Omega = 4.02 \Omega$$

Si se considera $RQ \approx 0.1 \cdot XQ$, sustituyendo tenemos (según VDE 0102)

$$ZQ = \sqrt{RQ^2 + XQ^2} = \sqrt{(0.1 \cdot XQ)^2 + XQ^2} = 1.005 \cdot XQ$$

$$ZQ = 1.005 \cdot XQ \quad (\text{Anexo 08 - A})$$

se deduce que

$$XQ = \frac{ZQ}{1.005} = \frac{4.02}{1.005} = 4 \Omega$$

$$RQ \approx 0.1. XQ = 0.1 \times 4 = 0.4 \Omega \quad \therefore$$

$$\underline{ZQ} = RQ + XQ$$

$$\underline{ZQ} = (0.4 + j 4) \Omega$$

Impedancia del cable Eléctrico hacia el Transformador

Calibre del conductor 3 x 250 MCM + 2/0

$$\underline{ZL} = l (r' + jx') \quad (4.5)$$

l = distancia del conductor desde el punto de conexión 500 metros.

r' ≈ Resistencia 0.131 Ω/ Km (Datos proporcionados ELEPCO)

x' ≈ Reactancia 0.33 Ω/ Km

$$\underline{ZL} = 0.5 \text{ Km} (0.131 \Omega / \text{Km} + j 0.33 \Omega / \text{Km})$$

$$\underline{ZL} = (0.065 + j 0.165) \Omega$$

Impedancia total en el lado de alta tensión 13.8 KV

$$\underline{Z\alpha} = \underline{ZQ} + \underline{ZL}$$

$$\underline{Z\alpha} = (0.4 + j 4) \Omega + (0.065 + j 0.165) \Omega = (0.465 + j 4.165) \Omega$$

Impedancia relacionada con el lado de baja tensión 220 V, según VED 0102

$$\underline{Z\delta} = \underline{Z\alpha} \left(\frac{U_{bt}}{U_{at}} \right)^2 \quad (\text{Anexo 08 - A}) \quad (4.9)$$

$$\underline{Z\delta} = (0.465 + j 4.165) \Omega \left(\frac{0.220 \text{ KV}}{13.8 \text{ KV}} \right)^2$$

$$\underline{Z\delta} = (0.0001182 + j 0.001059) \Omega$$

Impedancia del Transformador, fórmula (4.3)

Resistencia ohmica

$$RT = \frac{ur Unt^2}{100\% Snt} \text{ en ohmios/ fase}$$

Reactancia Inductiva

$$XT = \frac{ux Unt^2}{100\% Snt} \text{ en ohmios/ fase}$$

$$Snt = 0.5 \text{ MVA}$$

$$Unt = 0.22 \text{ KV}$$

$$ur = 1.56 \% \text{ dato de placa (Pag. 16)}$$

$$uz = 6 \%$$

$$ux = \sqrt{uz^2 - ur^2} = ux = \sqrt{6\%^2 - 1.56\%^2} = 5.79 \% \quad \therefore$$

$$RT = \frac{1.56 \% \cdot 0.22 \text{ KV}^2}{100\% \cdot 0.5 \text{ MVA}} = 1.51 \times 10^{-3} \Omega$$

$$XT = \frac{5.79 \% \cdot 0.22 \text{ KV}^2}{100\% \cdot 0.5 \text{ MVA}} = 5.6 \times 10^{-3} \Omega$$

$$\underline{Z}_T = (1.51 \times 10^{-3} + j 5.6 \times 10^{-3}) \Omega$$

Impedancia total de cortocircuito

$$\underline{Z}_\beta = \underline{Z}_T + \underline{Z}_\delta$$

$$\underline{Z}_\beta = (1.51 \times 10^{-3} + 1.182 \times 10^{-4} + j 5.6 \times 10^{-3} + j 1.059 \times 10^{-3}) \Omega$$

$$\underline{Z}_\beta = (1.6282 \times 10^{-3} + j 6.659 \times 10^{-3}) \Omega$$

$$\underline{Z}'_\beta = \sqrt{(1.6282 \times 10^{-3})^2 + (6.659 \times 10^{-3})^2} \Omega = 6.855 \times 10^{-3} \Omega$$

Corriente de cortocircuito $I''_k = F_2$ (Icc valor eficaz al momento de la falla)

$$I''_k = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \underline{Z}'_k}$$

$c = 1.1$ Facto según VDE 0102

$U_n = 220 \text{ V}$

$$\underline{Z}'_\beta = \underline{Z}'_k = 6.855 \times 10^{-3} \Omega$$

Entonces:

$$I''_k = \frac{1.1 \times 220 \text{ V}}{\sqrt{3} \times 6.855 \times 10^{-3} \Omega} = 20382.02 \text{ A}$$

Corriente de cortocircuito I_s (Icc valor máximo instantáneo)

$$I_s = x \cdot \sqrt{2} \cdot I''_k$$

x magnitud de cálculo según VDE 0102

$$x' = \frac{R_\beta}{X_\beta} = \frac{1.6282 \times 10^{-3}}{6.659 \times 10^{-3}} = 0.24 \quad \therefore$$

$x = 1.48$ según (Anexo 08-C) \therefore

$$I_s = 1.48 \times \sqrt{2} \times 20382.02 \text{ A} = 42660.30 \text{ A}$$

Curva Característica del Elemento de Protección

Elemento de protección Fusible NH3 de 630 A, en serie con el Breaker VL 1200 A marca SETRON

Objetivo: Protección contra cortocircuito y sobrecarga para el transformador

$$I_{cc} = 100KA$$

CURVA DEL TRANSFORMADOR DE 500 KVA

Donde:

$$I_n = I = 1312.16 \text{ A} \quad (\text{Anexo 05})$$

Impedancia del transformador = 4.3%

Curvas de Daño Mecánico.

Según la norma ANSI / IEEE C57.109, el transformador de 500 KVA corresponde a la categoría II (sujeto a fallas frecuentes, más de 5 en su tiempo de vida).

$$I = 1312.16 \text{ A}$$

$$P1 = I/Zt = 30515.348 \text{ a } 2 \text{ seg.}$$

$$P2 = 0.5 (I/Zt) = 15257.674 \text{ a } 4 \text{ seg.} \quad (\text{Anexo 09})$$

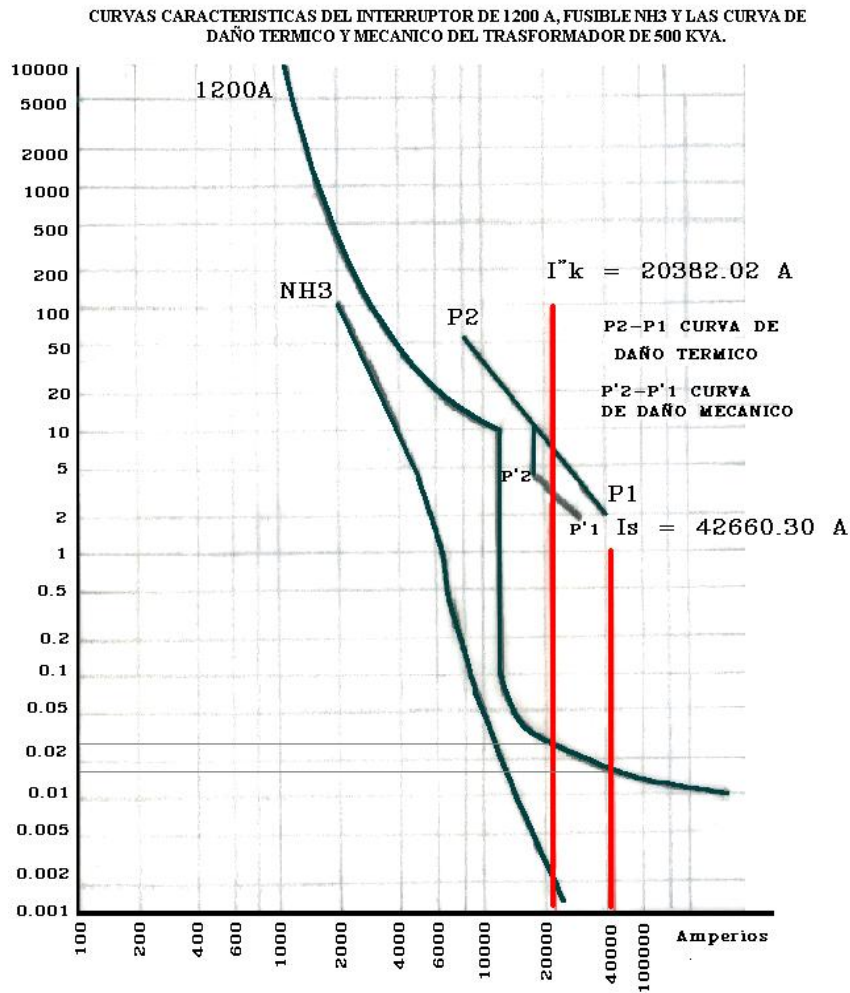
Curvas de Daño Térmico.

$$P1 = 25 \times I = 332804 \text{ Amp. a } 2 \text{ seg.}$$

$$P2 = 5 \times I = 6560.8 \text{ Amp. a } 50 \text{ seg.}$$

Datos (AVO, Multi-Amp Institute "Curso de Coordinación de Aparatos de Protección Industrial")

GRAFICO 4.5



4.4 ELEMENTOS DE PROTECCION PARA LA CARGA INSTALADA DEL HOSPITAL GENERAL

INTERRUPTORES DE PROTECCION DE LOS STDI

Los dispositivos de protección en primer lugar deben tener la capacidad adecuada para interrumpir el circuito con seguridad bajo cualquier condición anormal, de modo que dé protección al personal, al sistema y a los equipos de utilización. En una aplicación dada puede utilizarse satisfactoriamente un cierto número de dispositivos de protección que pueden ser diversos de acuerdo a los estudios o necesidades.

La selección más acertada de entre ellos puede depender de varios factores técnicos, además de su costo inicial, de manera que satisfagan las condiciones técnicas económicas requeridas.

En este tema trataremos principalmente de los interruptores de protección de distribución de los STDI principales (gráfico 4.1), ya que no fueron tomadas de acuerdo a su carga actual. Con los datos tomados de carga instalada calculamos: la corriente de carga nominal y su correspondiente protección recomendado.

Ejemplo: para la carga del breaker Q08 = 9.70 Kw (gráfico 4.1).

$$P = \sqrt{3} \times I \times V \times \cos \theta$$

$$I_n = \frac{KW}{Fp \times Un \times \sqrt{3}}$$

$$I_n = \frac{9.70 \text{ KW}}{0.98 \times 220 \times \sqrt{3}}$$

$$I_n = 25.96 \text{ A}$$

Para escoger la protección:

$$I = 1.25 \times I_n \text{ (donde 1.25 es el rango de seguridad}^9)$$

$$I = 32.45 \text{ A}$$

El breaker tiene una $I_n = 50 \text{ A}$ se recomienda colocar uno de 40 A como máximo (Anexo 10). En el Anexo 11, se tiene los datos de los demás breaker recomendado.

Breaker de 700 A de la barra del TPE

En este circuito no se tiene motores de gran potencia y la mayoría de las instalaciones son de iluminación y tomacorrientes; la protección se calculará con la carga total del circuito.

Aplicando la fórmula encontramos:

⁹ ENRIQUEZ, Harper “El ABC de las Instalaciones Eléctricas”

$$P = \sqrt{3} \times I \times V \times \cos \theta$$

$$I_n = \frac{109.29 \text{ KW}}{0.98 \times 220 \text{ V} \times \sqrt{3}}$$

$$I_n = 292.66 \text{ A}$$

$$I = 1.25 \times I_n$$

$$I = 365.82 \text{ A}$$

Como el breaker tiene una $I_n = 700 \text{ A}$, se recomienda colocar de 400A como máximo (Anexo 11).

Al no tener en el sistema eléctrico motores de gran potencia que aporten para el cortocircuito, se tomará la I_k'' y I_s calculadas anteriormente ya sea del generador o el transformador.

Breaker de 800 A de la barra del TGE

Para el cálculo del breaker de 800A la carga total instalada del sistema es:

$$P_{\text{total}} = (13.08 + 18.89 + 109.29) \text{ KW} = 128.18 \text{ KW}$$

$$I_n = \frac{128.18 \text{ KW}}{0.98 \times 220 \text{ V} \times \sqrt{3}}$$

$$I_n = 343.25 \text{ A}$$

$$I = 1.25 \times I_n$$

$$I = 429.06 \text{ A}$$

Como el breaker tiene una $I_n = 800 \text{ A}$ se recomienda colocar de 500A como máximo (Anexo 10).

4.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Tenemos interruptores sobre dimensionados con las cargas actuales del Hospital General, lo que se recomienda su remplazo inmediato desde el punto de vista técnico (Anexo 11).

- La protección VL 630 A del generador de emergencia actúa a los 0.05 seg. con una corriente calculada de cortocircuito $I''^k = 6882.697$, y a los 0.02 seg. con la corriente $I_s = 17520.440$ A. de esta manera el generador se encuentra protegido de corrientes de cortocircuito trifásicas.
- La protección del transformador de 500KVA en baja tensión es de NH3 que actúa 0.03 seg. con la corriente de cortocircuito de $I''^k = 20382.02$ A.
- No existe una coordinación entre las protecciones con el sistema actual lo que se recomienda: Eliminar el Interruptor VL 1200 A; cambiar el interruptor VL 800 A por un VL 400 A de la barra (TGE, gráfico 4.1) y así se obtendría el gráfico del anexo 15

V.- APLICACION DE LA AUDITORIA TERMICA EN EL HOSPITAL GENERAL

5.1 METODOLOGIA

El análisis de la Energía Térmica es un campo muy amplio, sin embargo se realizará un estudio general del mismo, haciendo énfasis las pérdidas en el caldero, pérdidas en las tuberías y el consumo de energía en los equipos en general.

Para el cálculo de las pérdidas en el caldero, se obtendrá mediante la diferencia entre la energía de consumo del diesel menos la energía de vapor a la salida del caldero.

La pérdida de energía de las tuberías será la diferencia entre la energía de salida del caldero menos la energía de entrada a los equipos.

Las pérdidas en los equipos de consumo no se realizaron debido a la falta de instrumentos de medida a la salida de cada uno de ellos, dificultándonos su colocación de los mismos ya que no se puede interrumpir su funcionamiento, por lo que se determinó solo su consumo de la energía.

A continuación se detallará las áreas de consumo de vapor en el Hospital General.

- Equipos de esterilización

El vapor es utilizado para la esterilización de la ropa de los internos, mantelería, insumos de aseo personal.

- Equipos de lavandería.

En esta área funcionan tres actividades principales que son: lavado, secado y planchado. Para el lavado su funcionamiento se basa en una mezcla de agua y de vapor, por medio de remolinos; el secado o exprimido del agua se

realiza en forma centrifuga y luego con aire de vapor caliente por medio de serpentines de vapor y planchado por medio de rodillos de tambor calientes.

- En el área de cocina.

Se utiliza en el cocinado de productos en las marmitas (ollas de presión) y un intercambiador de calor de agua caliente para la limpieza de los utensilios de cocina.

5.2 CARACTERISTICAS DE LOS ACCESORIOS DEL CALDERO DEL HOSPITAL GENERAL.

- **Válvula de seguridad.**

Medida : 2 plg.

Presión : 150 psi.

Rango : 290000000 btu. / h

- **Instrumentos de control.**

Transformador de ignición (Encendido).

Primario : 120 voltios 240 KA.

Secundario: 10.000 voltios 20 M.A.

Motor de la bomba de alimentación.

Potencia : 1 HP

Fases: 1

Frecuencia: 60 Hz.

Velocidad: 3450 r.p.m.

Voltajes: 208/110 v.

Amperaje: 4 / 12 A.

Capacidad de la bomba de flujo de combustible:

5.5 – 22 GPM.

Operación con energía: Abre inmediatamente.

Válvula de retraso de combustible.

Rango de presión: 150 PSI a 300PSI.

Operación con energía:

Abre después de 3 – 8 segundos.

Voltaje : 120 volts.

Frecuencia: 60 HZ.

Corriente: 0.115 Amperios.

Boquillas.

Intermedia : F – 80 4.00 mm.

Izquierda: F – 80 2.50 mm.

Derecha: F – 80 2.25 mm.

- Control de Temperatura.

Utilización: para limite alto y bajo.

Rango de temperatura: 40° F a 180°F.

100°F a 300°F

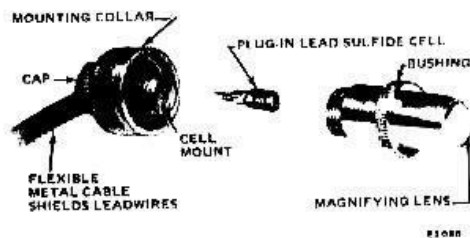
- Fotocélula.

Guía de alambre: Alambre #18 aislado térmicamente

Temperatura de trabajo: 140°F, hasta 200°F aceptable.

Elemento sensible: Sulfuro de Cadmio.

Rango de resistencia con luz: 300 a 1000 Ω



Mc. Donal.

Modelo: N° 235

Presión máxima: 150 PSI.



- **Modulador.**

Temperatura ambiente de 32 a 150 °F

Ajuste angular de 5 a 70 grados.

Golpe angular: 75 grados.

Montaje horizontal

- **Programador.**

Elemento detector: C458

Termostato de 24 V

Características eléctricas del encendido:

Los modelos de 15 o 30 segundos: 500 VA.

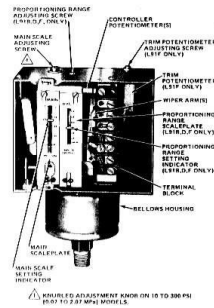
Temporizador del interruptor de seguridad: 15 segundos.

Tensión: 120 V frecuencia 60 HZ.

- **Presóstato.**

Encendido : 100 psi.

Apagado: 125 psi.



5.3 ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE VAPOR DEL HOSPITAL GENERAL

Los equipos auxiliares del caldero se encuentran en condiciones de operación deteriorables y otras fuera de funcionamiento, que a continuación se detallaran:

1. El equipo de tratamiento de H₂O no se encuentra en funcionamiento por más de 5 años, por lo que ingresa agua dura a la caldera, formando incrustaciones en las tuberías de agua del caldero.
2. El equipo para suministrar combustible se encuentra con fugas en forma de goteo, por el sello de las bombas y en las tuberías en los acoplamientos.
3. El equipo del programador y fotocélula de la llama no regula la secuencia predeterminada de encendido.
4. Los equipos de seguridad solamente funcionan: corte de encendido a máxima presión, apagado por bajo nivel de agua, encendido a la mínima presión. Los elementos de seguridad que no funcionan: Válvula de seguridad, encendido de alarmas por alguna falla.
5. Se encuentran incrustaciones reflejadas por el exterior del caldero.

6. La mayor parte de las tuberías de vapor no tienen aislamiento por lo que existen pérdidas por transferencia de vapor.
7. Las válvulas y bridas tienen fugas de vapor por los empaques en las que se pierde presión en el sistema.
8. Los equipos de consumo (lavandería, cocina y esterilizadores) por el tiempo de uso se encuentran deterioradas presentando un peligro para el personal.
9. No tiene un sistema de control y mantenimiento de todos los equipos.

A continuación se generaliza el estado actual de los calderos:

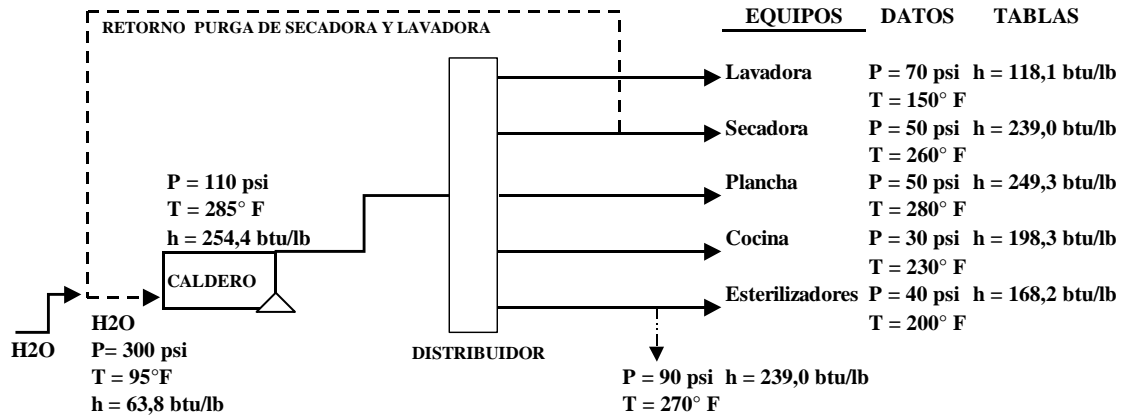
CONDICION GENERAL DEL ESTADO DEL CALDERO

Designación	Funcionado	Fuera de funcionamiento	Observaciones
Tratamiento de agua		X	
Sistema de purga automática		X	
Sistema de purga manual	X		
Operación del sistema de control		X	
Prueba de la válvula de seguridad	X		
Alimentador de combustible		X	Con fugas en la tubería y sello mecánico
Sistema de precalentamiento	X		
Atomización de combustible	X		Atomizador mecánico dañado
Llama		X	Anaranjado
Suministro de aire de combustión	X		Completamente abierta la compuerta de aire
Gases de escape(chimenea).	X		Con presencia de humo
Aislamiento	X		Descubierta en las tuberías
Mantenimiento del caldero			
Hoja de control de operaciones	X		No existen hojas de control
Limpieza del caldero	X		No se realiza por descuido del personal
Sistema del transporte combustible	X		Con muchas fugas.
Sistema de control de seguridad	X		
Mantenimiento mecánico eléctrico	X		

5.4 LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE VAPOR

Basándose en el plano del anexo 12, se realiza el gráfico 5.1 (sistemas de vapor), con los datos medidos de presión y temperatura.

GRAFICO 5.1
DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA DE VAPOR



5.5 CALCULO DE PERDIDAS DE ENERGIA EN EL SISTEMA DE VAPOR.

Para nuestro cálculo aplicaremos las siguientes fórmulas según la (INE)¹⁰:

Energía de consumo (diesel).

Es la energía total utilizada para la generación de vapor, refiriéndonos al consumo del diesel tenemos:

$$\text{Energía de consumo} = \text{Poder Calorífico} \times \text{Consumo de diesel (btu/h)} \quad (5.1)$$

Energía a la salida del caldero.

Con la Presión y Temperatura a la salida del caldero se obtiene la Entalpía en (btu / lbs), por conversión de unidades en (btu / h) multiplicamos por la generación de vapor del caldero.

$$\text{Energía salida caldero} = \text{Generación Vapor} \times \text{Entalpía Vapor (btu/h)} \quad (5.2)$$

Donde:

¹⁰ (INE) Instituto Nacional de Energía “Conservación de Energía en la industria” pag. 128

$$\text{Generación de Vapor} = \frac{\text{Consumo de combustible} \times \text{Poder Calorífico} \times \text{Rendimiento}}{\text{Entalpía del Vapor} - \text{Entalpía entrada del agua}} \quad (5.3)$$

$$\text{Entalpía de vapor} = \text{Datos de tablas (P y T)} \quad (\text{Anexo 13-A})$$

Pérdida de Energía:

Para encontrar la pérdida se relacionará la diferencia entre las energías de salida como de llegada, por ejemplo para el caldero:

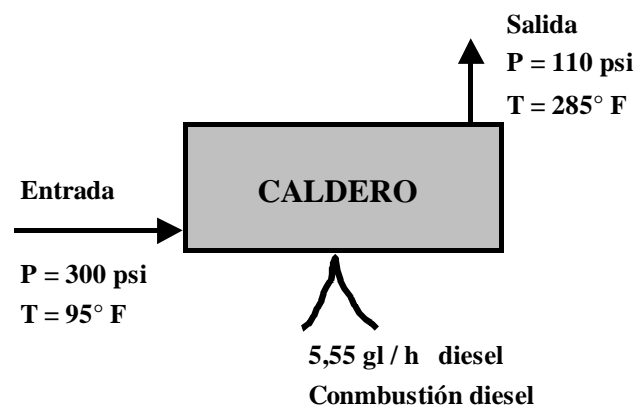
$$\text{Pérdida de energía} = \text{Energía de consumo} - \text{energía de salida del caldero} \quad (5.4)$$

Todas estas fórmulas se relacionaran en una solo unidad: BTU/h

5.5.1 PERDIDAS EN EL CALDERO

En el gráfico tenemos los datos medidos:

GRAFICO 5.2



Salida del caldero:

Datos:

P = 110 psi.

T = 285° F A la Salida de la Tubería de Distribución.

H = 254,4 btu / lbs. Interpolando (Anexo 13-A)

Entrada de agua al caldero:

Datos:

P = 300 psi. Presión de la bomba de agua

T = 95° F Tanque de recepción de purgas de vapor.

H = 63.8 btu / lbs. Interpolando

Características del diesel (Anexo 13-B):

Poder calorífico = 19128 btu / lbs.

Consumo diesel hora = 5.55 gl / h. Dato de placa (pag 74.)

Generación de vapor: Según fórmula 5.3

$$\text{Generación de Vapor} = \frac{\text{Consumo combustible} \times \text{Poder Calorífico} \times \text{Rendimiento}}{\text{Entalpía del Vapor} - \text{Entalpía entrada del agua}}$$

Donde:

Poder calorífico = 19128 BTU/lb.

Rendimiento del caldero = 60% (Anexo 13-C En función del consumo - aire)

$$\text{Generación de Vapor} = \frac{5.55 \frac{\text{gl}}{\text{h}} \times 19128 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} \times 0.6}{254.4 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} - 63.8 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}}}$$

$$\text{Generación de Vapor} = 334.18 \frac{\text{gl}}{\text{h}} \times \left| \frac{3.7\text{ltrs}}{1\text{gl}} \right| \times \left| \frac{1\text{m}^3}{1 \times 10^6 \text{cm}^3} \right| \times \left| \frac{1000\text{cm}^3}{1\text{ltr}} \right| \times 850 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Generación de Vapor} = 1050.9961 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Generación de Vapor} = 2312.19 \frac{\text{lbrs}}{\text{h}}$$

APLICACION DE LOS CALCULOS:

Energía del diesel:

Calculamos la energía de consumo (diesel) aplicando la fórmula (5.1):

$$\text{Energía de consumo} = \text{Poder Calorífico} \times \text{Consumo de diesel} \quad (5.1)$$

Donde.

El poder calorífico del diesel = 19128 BTU/lbs. (Anexo 13-B)

El consumo del diesel = 5.55 gl/h (dato de placa)

$$\text{Energía de consumo} = 19128 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} \times 5.55 \frac{\text{gl}}{\text{h}}$$

$$\text{Energía de consumo} = 1016104 \frac{\text{BTU gl}}{\text{lbh}}$$

Por conversión en unidades BTU/h, multiplicamos por el peso específico del diesel 850 kg./m³ (conversión de unidades) (Anexo 13-B)

$$\text{Energía de consumo} = 734523.807 \frac{\text{BTU}}{\text{h}} \text{ (Energía del diesel)}$$

Energía a la salida del caldero:

En la salida del caldero tenemos:

$$H = 254.4 \text{ BTU /lbs} = 559.68 \text{ BTU / Kg. (pag. 80)}$$

Para la conversión de unidades en BTU / H multiplicamos por la generación de vapor.

$$\text{Energía salida del caldero} = \text{Generación de Vapor} \times \text{Entalpía del Vapor}$$

$$\text{Energía salida del caldero} = 1050.9961 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 559.68 \frac{\text{BTU}}{\text{kg}}$$

$$\text{Energía salida del caldero} = 588221.4972 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$$

Pérdida de Energía en el Caldero:

Esta pérdida se relacionará con la diferencia de energía de consumo del diesel con la energía de salida del caldero.

Aplicando la fórmula (5.4) tenemos:

$$\text{Pérdida de energía} = \text{Energía de consumo} - \text{Energía de salida del caldero}$$

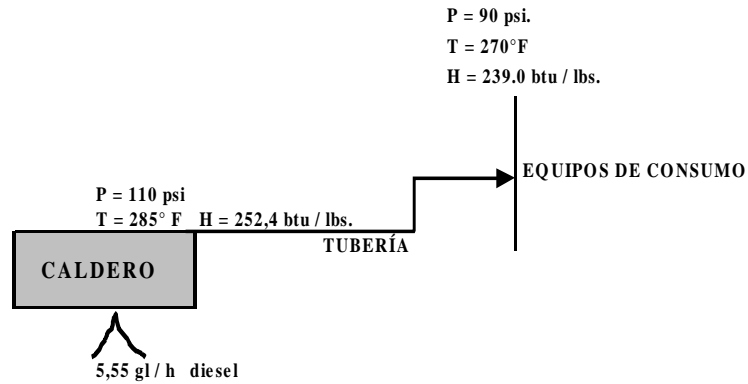
$$\text{Pérdida de energía} = 734523.807 - 588221.497 \text{ } \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$$

$$\text{Pérdida de energía} = 146302.309 \text{ } \frac{\text{BTU}}{\text{h}} \text{ (Pérdida en el caldero).}$$

5.5.2. PERDIDAS EN LAS TUBERIAS DE VAPOR

En el gráfico tenemos los datos medidos y calculados:

GRAFICA 5.3 PERDIDA EN LAS TUBERIAS



APLICACION DE LOS CALCULOS

Las pérdidas se determinarán en función de BTU / H.

Datos medidos y calculados:

Salida del caldero:

Energía a la salida del caldero = 588221.4972 BTU / H

Energía en el Punto de entrada a los equipos:

Considerando que la presión y temperatura se mantiene en todo el sistema.

$$P = 90 \text{ psi.}$$

$$T = 270^{\circ}\text{F}$$

$$H = 239.0 \text{ BTU / lbs.}$$

Para la conversión de unidades en BTU / H multiplicamos por la generación de vapor.

$$H = 239.0 \text{ BTU / lbs.} \times 1050.9661 \text{ Kg. / H}$$

$$H = 552597.9753 \text{ BTU / H}$$

Pérdida en las Tuberías:

Para el cálculo de las pérdidas en tuberías relacionaremos la entalpia (H) de la salida del caldero con la entalpia de llegada a los equipos, su diferencia será las pérdidas en las tuberías, accesorios y fugas de vapor.

Aplicando la fórmula (5.5) tenemos:

$$H \text{ pérdida en la tubería} = H \text{ salida del caldero} - H \text{ llegada al equipo} \quad (5.5)$$

$$H \text{ pérdida en las tuberías} = 588221.4972 \text{ BTU / H} - 552597.9753 \text{ BTU / H}$$

$$H \text{ pérdida en las tuberías} = 35613.5219 \text{ BTU / H}$$

5.5.3. CONSUMO DE LA ENERGIA DE LOS EQUIPOS

El consumo de energía en los equipos es la energía de entrada a los mismos.

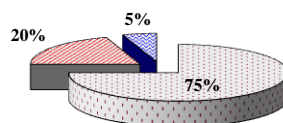
$$H = 552597.9753 \text{ BTU / H}$$

5.5.4. RELACION PORCENTUAL DEL SISTEMA DE VAPOR

En el gráfico 5.4 se tiene las relaciones porcentuales del sistema de vapor con relación a la energía de combustión del diesel.

GRAFICO 5.4

RELACION PORCENTUAL DEL SISTEMA DE VAPOR



□	CONSUMO DE ENERGIA EN LOS EQUIPOS
■	PERDIDA DE ENERGIA EN EL CALDERO
■	PERDIDA DE ENERGIA EN LAS TUBERIAS

5.6 ANALISIS DE INVERSION Y RECUPERACION ECONOMICO EN EL SISTEMA TERMICO DEL HOSPITAL GENERAL

Análisis de Inversión.

La inversión económica debe realizarse para todo el sistema térmico debido a las anomalías ya descritas anteriormente y será una gran inversión para un ahorro potencial del 25 % total mensual, a continuación se detallara el análisis de inversión en las tuberías.

Las pérdidas de energía en las tuberías se presentan por la falta de aislamiento en la misma, y por fugas de vapor en las válvulas, bridas, uniones y codos. Todo representado en un 5% y relacionada con el consumo de combustible por mes tenemos:

Datos:

Consumo de combustible mensual = 2000 galones

Precio del diesel por galón = 0.676 USD (Septiembre del 2001) pag. 13

Costo total diesel por mes = 1352.52 USD (100 % de consumo)

La pérdida es 5% y relacionando con el combustible tenemos = 67 USD por mes

Para evitar esta pérdida económica es necesario el cambio de empaques y el aislamiento, para lo cual se analizará una posible inversión:

Costo de inversión en: (Proforma septiembre 2001 y Rol de pagos)

Un metro de Asbesto de 5mm espesor (válvulas) = 9.80 USD

Grasa alta temperatura una libra (válvulas y bridas) = 12.30 USD

Grupón alta temperatura 1m² (bridas) = 40 USD

Poliuretano para el aislamiento (recubrimiento de tuberías) = 210 USD

(2 personas por una semana) Mano de obra personal de mantenimiento = 160 USD

Estimando precio del estudio = 220 USD

Total = 652.10 USD

Recuperación Económica en el 5 % (aislamiento de tuberías)

Con la inversión no tendría la pérdida del 8%, siendo este un ahorro de 108 USD mensual. A continuación se tiene el flujo de fondos diferenciales:

Relación Mensual	0	1	2	3	4	5	.	n
Inversión inicial usd	-652	0	0	0	0	0	0	0
Ahorro mensual usd	0	67	67	67	67	67	67	67
Flujo de fondo diferencial usd	-652	67	67	67	67	67	67	67

Aplicando la fórmula

$$VPN = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Valores futuros}}{(1 + \text{Tasa int})^n}$$

Donde:

VPN = 652 USD

Valores Futuros = 67 USD mensual

Tasa de Interés = 20%

n = Tiempo de recuperación del capital

n	VPN
mes 07	439,23 USD
mes 08	497,93 USD
mes 09	555,67 USD
mes 10	612,47 USD
mes 11	668,33 USD

Se tiene una recuperación económica al onceavo mes.

Recuperación Económica el 25 % (adecuación total del sistema)

Con el objetivo de invertir económicamente para evitar las pérdidas de energía del 25 % total, el costo económico se obtendrá mediante el concurso de ofertas de otras industrias en comparación:

Concurso de Ofertas N° 021 – 2001

ITEM:

1. Readecuación del sistema de tratamiento de H2O
2. Cambio de aislamiento en las tuberías y calderos
3. Cambio de empaques en todo el sistema
4. Implementación de la purga automática y manual
5. Implementación del precalentamiento de agua

6. Readecuación del sistema de distribución de vapor
7. Implementación de purgas de retorno de los equipos
8. Cambio de válvulas de seguridad
9. Readecuación del sistema de encendido (eléctrico)
10. Readecuación de las bombas de inyección de combustible.
11. Mantenimiento general de los calderos (limpieza de los tubos de agua y fuego)

El costo estimativo es de 8000 USD (Octubre del 2001)

Dicha información fue proporcionada por la Secretaria General del Hospital.

Si se relaciona el 25 % de pérdidas de energía con el precio de consumo de combustible (diesel), siendo de 2000 galones equivalentes a 1352.52 USD mensuales, se tiene una pérdida económica de 338.13 USD mensuales y anual de 4057 USD. Analizando su recuperación económica se tiene:

Relación mensual (n)	0	1	2	6	7	n	41
Ahorro Eng.(válvulas, aislamiento, etc.)	0	338,13	338,13	338,13	338,13	338,13	338,13
Costo del agua aproximado	0	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Costo del tratamiento del agua (resina)	0	-30	0	-30	0	0	0
Costo del tratamiento del agua (carbón)	0	-12	0	-12	0	0	0
Consumo Energía Eléctrica 1096,62KW	0	-50	-50	-50	-50	-50	-50
Inversión Inicial	8000	0	0	0	0	0	0
Flujo de fondo diferencial	8000	241,13	283,13	241,13	283,13	283,13	8139,72

Aplicando la fórmula 3.4

$$VPN = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Valores futuros}}{(1 + \text{Tasa int})^n}$$

Donde :

$$VPN = 8000$$

Valores futuros = Flujo de fondos Diferencial

Tasa de Interés = 20%

n = Tiempo de recuperación del capital

n	VPN
39	7849,8
40	7995,9
41	8139,7
42	8260,1

Se tiene una recuperación económica a los tres años cuatro meses aproximados.

5.7 ANALISIS DE RESULTADOS

- Se tiene una pérdida del 20% en el caldero y 5% en el sistema de tuberías correspondiendo a una pérdida total de 181915.82 BTU/H
- Se tiene un ahorro económico de 67 USD mensuales con una inversión de 652 USD en las pérdidas de energía en las tuberías siendo del 5%, esta inversión se realizará en la compra de aislamiento, empaques y mano de obra, con el objetivo de evitar las pérdidas por transmisión de calor y fugas de vapor. Consiguiendo una recuperación económica al onceavo mes.
- Con una inversión estimativa de 8000 USD para un ahorro del 25 % de pérdidas de energía se tendrá un ahorro económico de 338.13 USD mensuales promedio y una recuperación anual de tres años cuatro meses aproximados.

5.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ❖ La mayor parte del sistema de instalación de vapor no se encuentra con su aislamiento, existiendo pérdidas de transmisión de calor.
- ❖ Existe gran cantidad de fugas de vapor en las válvulas bridas e instrumentos de medida por las que se pierde energía.
- ❖ Existen pérdidas de combustible por los acoplamientos de las tuberías y el sello de la bomba de combustible por lo que se recomienda un ajuste o cambio de sus elementos.
- ❖ Los tubos interiores del caldero necesitan un lavado químico y baqueteado para limpiar las incrustaciones y mejorar su eficiencia.
- ❖ Por ser una máquina térmica en la cual intervienen diferentes parámetros de trabajo como la presión, nivel de agua, combustión, etc. , se ha tomado especial atención en los equipos auxiliares de seguridad, para con esto garantizar la integridad de todo el personal que este alrededor de la misma. Sugiriendo de esta manera a las entidades correspondientes del hospital general se apruebe la oferta # 02-2001 del mantenimiento general de los calderos, (Anexo 12).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) José Contreras, “Metodología para Realización de Auditorias Energéticas en Plantas industriales 1984. Pag. 73.
- (2) OLADE “Organización Latinoamericana de Energía” Centro de información.
- (3) Enciclopedia CEAC de Electricidad Transformadores convertidores pag. 185
- (4) Gunter G. Seip Instalaciones Eléctricas SIEMENES TOMO I 1989 pag. 219
- (5) Hernández Goribar “Introducción a la Termodinámica y refrigeración” pag. 34
- (6) VARGAS A., Calderas industriales y marinas, 1ª. Edición, Series VZ, Guayaquil 1984 , pp.169.
- (7) Programa de capacitación de la Energía en la Industria “Sistema de Calderos” pag.54
- (8) ABC de las instalaciones eléctricas de ENRIQUEZ, harper

ANEXO 01

Anexo 01-A

Características de los Conductores

DIMENCIONES, RESISTENCIA Y CAPACIDAD CORRIENTE DE CONDUCTORES DE COBRE

Calibre AWG	SECCION		Diamt.aprox. (mm)	Resistencia por Km	Capacidad de conducción	TIPO
	CMM	Mm ²				
16	2583	1.29	1.29	13.176	8	TF
14	4107	2.08	1.63	8.284	15	TW
12	6530	3.29	2.05	5.34	20	TW
10	10380	5.29	2.59	3.34	30	TW
8	16510	8.32	3.28	2.06	40	TW
6	26250	13.29	4.12	12.296	55	TW
4	41740	21.15	5.88	0.814	70	TW
2	66370	33.62	7.41	0.512	95	TW
1/0	83694	53.43	9.15	0.322	125	TW
2/0	133101	67.42	10.65	0.256	145	TW
3/0	167801	85.01	11.95	0.203	165	TW
4/0	211600	107.21	13.40	0.164	195	TW
250		126.37	14.55	0.131	340	TW

CABLE DE FUERZA – CONTROL – 600V - 60°C TIPO SUCRE

CONDUCTOR			CAPACIDAD AMPERIOS (A)
SECCION APROXIMADA EN Mm ²	CALIBRE AWG	DIAMETRO APROXIMADO EN Mm ²	
4 X 0.83	4 x 18 – Flex.	4 x 1.22	5.6
4 X 1.3	4 x 16 – Flex.	4 x 1.52	8
4 X 2.1	4 x 14 – Sol.	4 x 1.63	12
4 X 2.1	4 x 14 – Flex.	4 x 1.98	12
4 X 3.3	4 x 12 – Sol.	4 x 2.05	16
4 X 3.3	4 x 12 – Flex.	4 x 2.57	16
4 X 5.3	4 x 10 – Sol.	4 x 2.59	20
4 X 5.3	4 x 10 – Flex.	4 x 3.20	20
4 X 8.4	4 x 8 – Flex.	4 x 3.69	28
4 X 13.3	4 x 6 – Flex.	4 x 4.65	36
4 X 21.1	4 x 4 – Flex.	4 x 5.88	48
4 X 33.6	4 x 2 – Flex.	4 x 7.41	-
4 X 53.5	4 x 1/0	4 x 9.45	-
4 X 67.4	4 x 2/0	4 x 10.63	-

4 X 85.0	4 x 3/0	4 x 11.95	-
4 X 107.2	4 x 4/0	4 x 13.40	-

Anexo 01-B

Características de los Conductores en los STDI

Pérdida de Energía en los Conductores

Caída de tensión en los Conductores

STDI 01

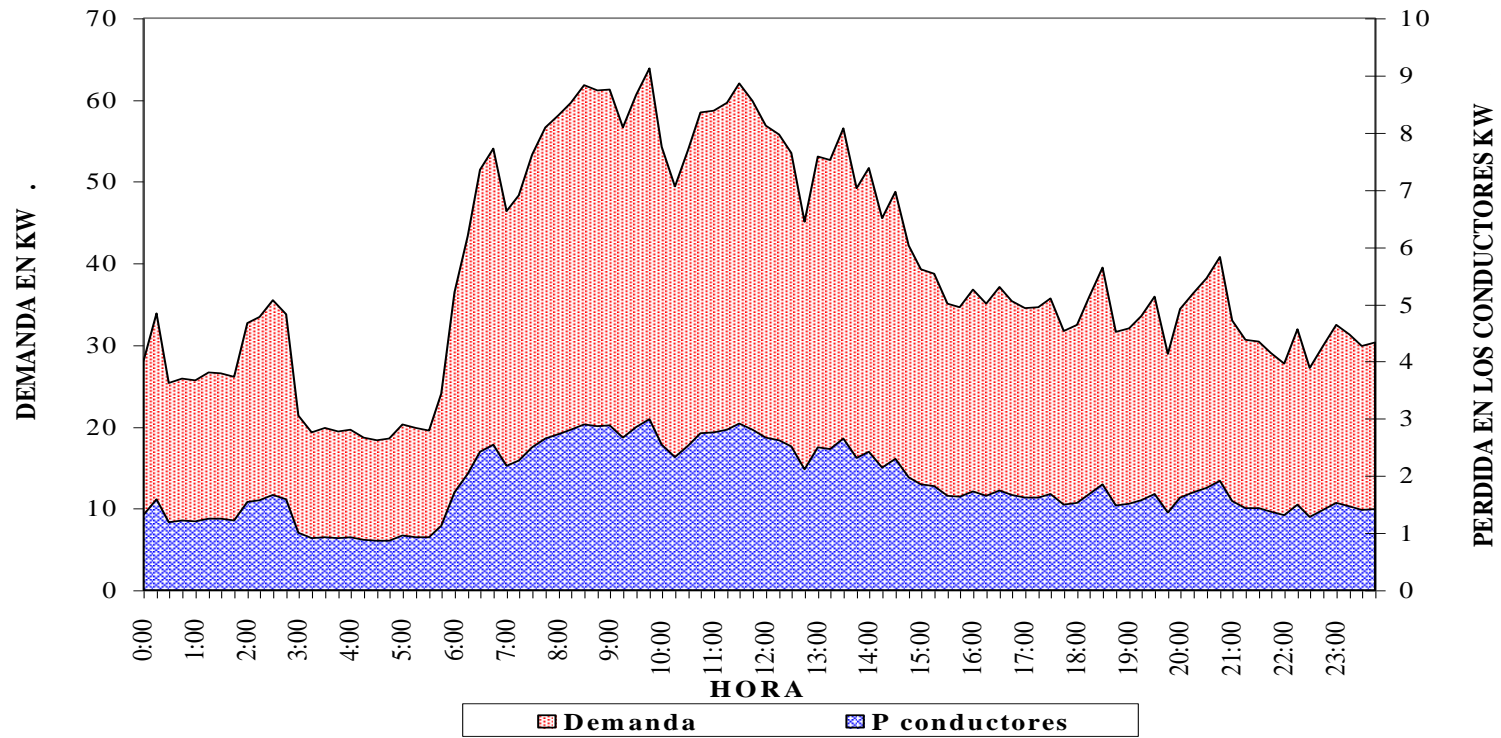
TRAMO	CALIBRE	LONGITUD (m)	RESISTENCIA (ohm/ km)	RESISTENCIA ?ohmios	C. NOMINAL (A) conductor	LTRABAJO (A)	Nº HORAS uso al mes	PERDIDAS (KW)	(KW-H)MENSU Pérdidas	?V
TGE - TPA 1	250MCM	50	0,131	0,00655	340	180	672	0,2122	142,6118	0,0269
TGE - TPA 2	250MCM	50	0,131	0,00655	340	180	672	0,2122	142,6118	0,0269
TGE - TPA 3	250MCM	50	0,131	0,00655	340	180	672	0,2122	142,6118	0,0269
Q4 - STDI 01-1	10*	5	3,34	0,0167	20	8,15	672	0,0011	0,7454	0,0685
Q4 - STDI 01-2	10*	5	3,34	0,0167	20	9,14	672	0,0014	0,9375	0,0685
Q4 - STDI 01-3	10*	5	3,34	0,0167	20	9,11	672	0,0014	0,9314	0,0685
STDI 01 - CI01	14	30	8,284	0,24852	15	4,100	672	0,0042	2,8074	1,0189
STDI 01 - CI01	14	20	8,284	0,16568	15	2,100	672	0,0007	0,4910	0,6793
STDI 01 - CI03	12	20	5,31	0,1062	20	3,500	224	0,0013	0,2914	0,4354
STDI 01 - CI03	12	21	5,31	0,11151	20	8,696	86	0,0084	0,7252	0,4572
STDI 01 - CI04	12	23	5,31	0,12213	20	6,75	224	0,0056	1,2465	0,5007
STDI 01 - CI04	12	25	5,31	0,13275	20	0,825	224	0,0001	0,0202	0,5443
STDI 01 - CI05	12	30	5,31	0,1593	20	3,21	280	0,0016	0,4596	0,6531
STDI 01 - CI02	12	28	5,31	0,14868	20	0,15	224	0,0000	0,0007	0,6096
STDI 01 - CI06	12	30	5,31	0,1593	20	0,7	224	0,0001	0,0175	0,6531
STDI 01 - CI06	12	29	5,31	0,15399	20	0,8	60	0,0001	0,0059	0,6314
STDI 01 - CI06	12	30	5,31	0,1593	20	5,08	224	0,0041	0,9209	0,6531
STDI 01 - CI07	14	48	8,284	0,397632	15	7,8	224	0,0242	5,4190	1,6303
STDI 01 - CI07	12	38	5,31	0,20178	20	6,8	84	0,0093	0,7837	0,8273
STDI 01 - CI08	12	38	5,31	0,20178	20	7,5	84	0,0114	0,9534	0,8273
STDI 01 - CI08	14	28	8,284	0,231952	15	9,8	84	0,0223	1,8712	0,9510
STDI 01 - CI09	14	35	8,284	0,28994	15	12	224	0,0418	9,3523	1,1888
STDI 01 - CI09	12	25	5,31	0,13275	20	8,95	224	0,0106	2,3819	0,5443
STDI 01 - CI09	14	25	8,284	0,2071	15	6,2	60	0,0080	0,4777	0,8491
CONSUMO TOTAL								0,7943	458,6754	

Anexo 01-C**Curva Característica de la Pérdida en los Conductores del Hospital General**

HORA	P conductores	HORA	P conductores
00:00:00	1,314185772	12:00:00	2,668137339
00:15:00	1,588400387	12:15:00	2,617049869
00:30:00	1,192404752	12:30:00	2,51045708
00:45:00	1,216705733	12:45:00	2,118051416
01:00:00	1,203726896	13:00:00	2,493336041
01:15:00	1,250396049	13:15:00	2,471520099
01:30:00	1,246806078	13:30:00	2,655434618
01:45:00	1,224714021	13:45:00	2,307488714
02:00:00	1,535656223	14:00:00	2,423746484
02:15:00	1,571555463	14:15:00	2,139866888
02:30:00	1,665445531	14:30:00	2,291196021
02:45:00	1,582877607	14:45:00	1,978873242
03:00:00	1,004900732	15:00:00	1,841627877
03:15:00	0,906040116	15:15:00	1,818155242
03:30:00	0,930064981	15:30:00	1,646391684
03:45:00	0,913772289	15:45:00	1,627889598
04:00:00	0,920123415	16:00:00	1,728131261
04:15:00	0,874006962	16:15:00	1,645838983
04:30:00	0,861028125	16:30:00	1,743042906
04:45:00	0,870140876	16:45:00	1,659370521
05:00:00	0,9527088	17:00:00	1,618224617
05:15:00	0,93199779	17:15:00	1,625404089
05:30:00	0,917914491	17:30:00	1,674006051
05:45:00	1,129167261	17:45:00	1,489263655
06:00:00	1,711838569	18:00:00	1,522125155
06:15:00	2,033550214	18:15:00	1,68560431
06:30:00	2,414633734	18:30:00	1,855711176
06:45:00	2,539728609	18:45:00	1,484845338
07:00:00	2,177147175	19:00:00	1,505280232
07:15:00	2,269656196	19:15:00	1,572936041
07:30:00	2,500791629	19:30:00	1,685880425
07:45:00	2,657091311	19:45:00	1,358922116
08:00:00	2,729718138	20:00:00	1,617119685
08:15:00	2,79958334	20:15:00	1,70631532
08:30:00	2,902862743	20:30:00	1,793578146
08:41:17	2,871657936	20:45:00	1,914806935
09:00:00	2,875800138	21:00:00	1,550568338

09:15:00	2,659024589	21:15:00	1,440661694
09:30:00	2,846804724	21:30:00	1,427682857
09:45:00	2,996752811	21:45:00	1,36416878
10:00:00	2,545251388	22:00:00	1,302587982
10:15:00	2,321848128	22:15:00	1,497548059
10:30:00	2,533653598	22:30:00	1,278287001
10:45:00	2,743525321	22:45:00	1,405038569
11:00:00	2,753743003	23:00:00	1,525162895
11:15:00	2,799859456	23:15:00	1,469657107
11:30:00	2,913908302	23:30:00	1,403105291
11:45:00	2,810353253	23:45:00	1,421331261

CONSUMO EN LOS CONDUCTORES



Anexo 01-D

Conductores Sobre Cargados con su Respectivo Reemplazo en el Hospital General

SUSTITUCION DE CONDUCTORES									
TRAMO	CALIBRE	LONGITUD (m)	RESISTENCIA (ohm/ km)	RESISTENCIA ?ohmios	C. NOMINAL (A) conductor	LTRABAJO (A)	N° HORAS uso al mes	PERDIDAS (KW)	(KW-H)MENSU Pérdidas
STDI 08 - CI03	14	9	8,284	0,07455	15	16,52	224	0,020347108	4,557752143
Sust. Conduct.	12	9	5,340	0,04806	20	16,52	224	0,013116074	2,938000537
STDI 08 - CI04	14	15	8,284	0,12426	15	15,45	224	0,029661173	6,644102674
Sust. Conduct.	12	15	5,340	0,08011	20	15,45	224	0,019122457	4,2834304
STDI 08 - CI08	14	7	8,284	0,05798	15	15,62	224	0,014146216	3,168752275
Sust. Conduct.	12	7	5,340	0,03738	20	15,62	224	0,009120137	2,042910659
STDI 02 - CI03	14	25	8,284	0,20710	15	16,52	224	0,056519744	12,66042262
Sust. Conduct.	12	25	5,340	0,13350	20	16,52	224	0,036433538	8,161112602
STDI 02 - CI03	14	12	8,284	0,09940	15	15,45	224	0,023727029	5,314854384
Sust. Conduct.	12	12	5,340	0,06408	20	15,45	224	0,015296056	3,426316589
STDI 02 - CI07	14	24	8,284	0,19882	15	15,62	224	0,048508002	10,86579255
Sust. Conduct.	12	24	5,340	0,01282	20	15,62	224	0,003126904	0,700426512
STDI 17 - CI06	10	6	3,340	0,02004	30	42,31	168	0,035874327	6,026887011
Sust. Conduct.	8	6	2,060	0,01236	20	42,31	168	0,022126082	3,717181809
Pérdida total conductor Actual									49,23856366
Pérdida total conductor Reemplazo									25,26937914

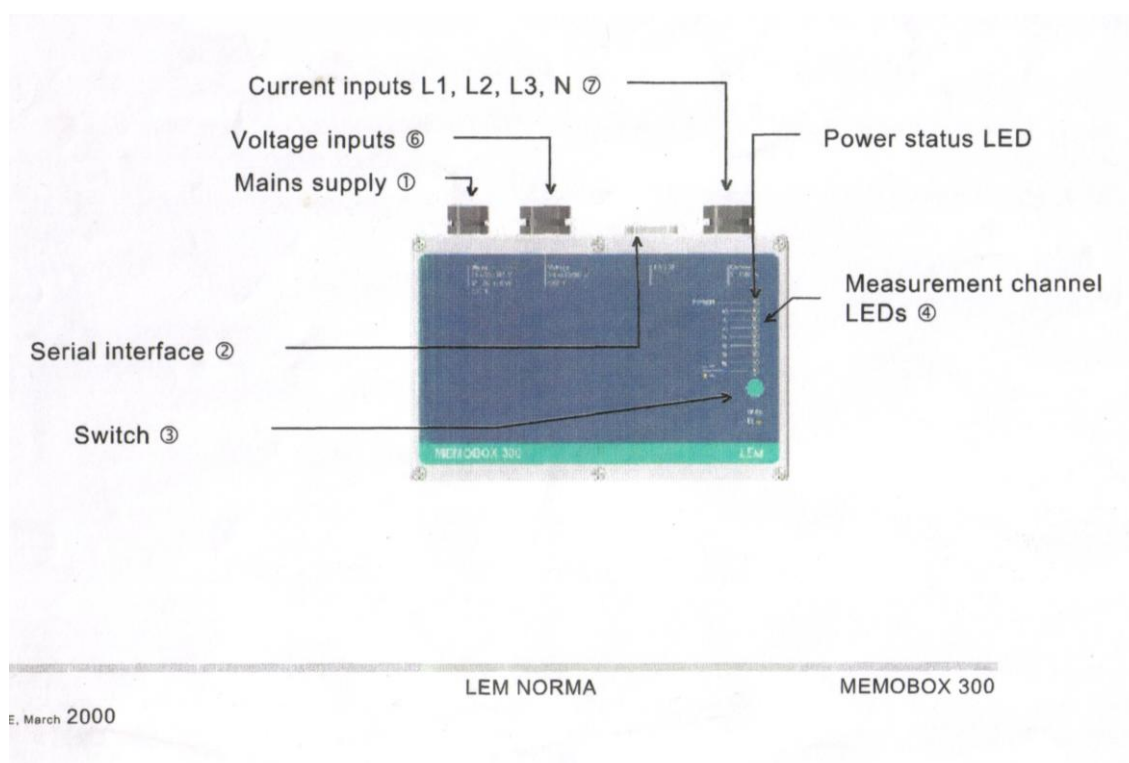
ANEXO 02

Anexo 02-A

Características del Analizador de Energía MEMOBOX 300

Resumen General

- El MEMOBOX 300 es un instrumento de medición para determinar el comportamiento de la energía y encontrar los disturbios en redes de medio y bajo voltaje.
- El MEMOBOX 300 mide las corrientes y voltajes de las tres fases y el neutro al mismo tiempo.
- El MEMOBOX 300 puede ser configurado con varias funciones de medición.
- Los valores medidos son guardados en un espacio de tiempo programable. Ellos pueden ser evaluados o analizados en un PC.



Elementos de Control

- 1) Suministro de Potencia.- Cable que alimenta al MEMOBOX con voltaje (88-265 Vac, 45-65 HZ).
- 2) Puertos de Interface.- El MEMOBOX 300 es conectado del puerto según la serie del PC(Serie RS232) con el cable de interface.
- 3) Interruptor.- Interruptor de acuerdo a la conexión del transformador Y/ Δ o Δ /Y.
- 4) Indicadores de los canales medidos (LEDs).- Indican si los valores de corriente aplicados están dentro del rango nominal (1), (2),(3).
- 5) (LEDs).- indicadores de estado del MEMOBOX.
- 6) Ingreso de los cables de Voltaje.- Voltaje nominal máxima es de 830V con red de tres hilos.
- 7) Ingreso de las medidas de Corriente.- Corriente nominal es de 15 a 1500 A, estos elementos de medida se encuentran con una protección hasta 600V (para el caso de alambres desnudos).

El software aplicado al sistema es el CODAM BASIC (PC, Windows 95/98/NT).

Programa del Instrumento Medida CODAM

- Rango de Voltaje de Entrada 440V
- Voltaje nominal 220 V
- Tiempo de respuesta 15 min.
- Conexión tipo (P-N; P-P)
- Detección de distorsiones por evento
- Corriente nominal 150 A máximo

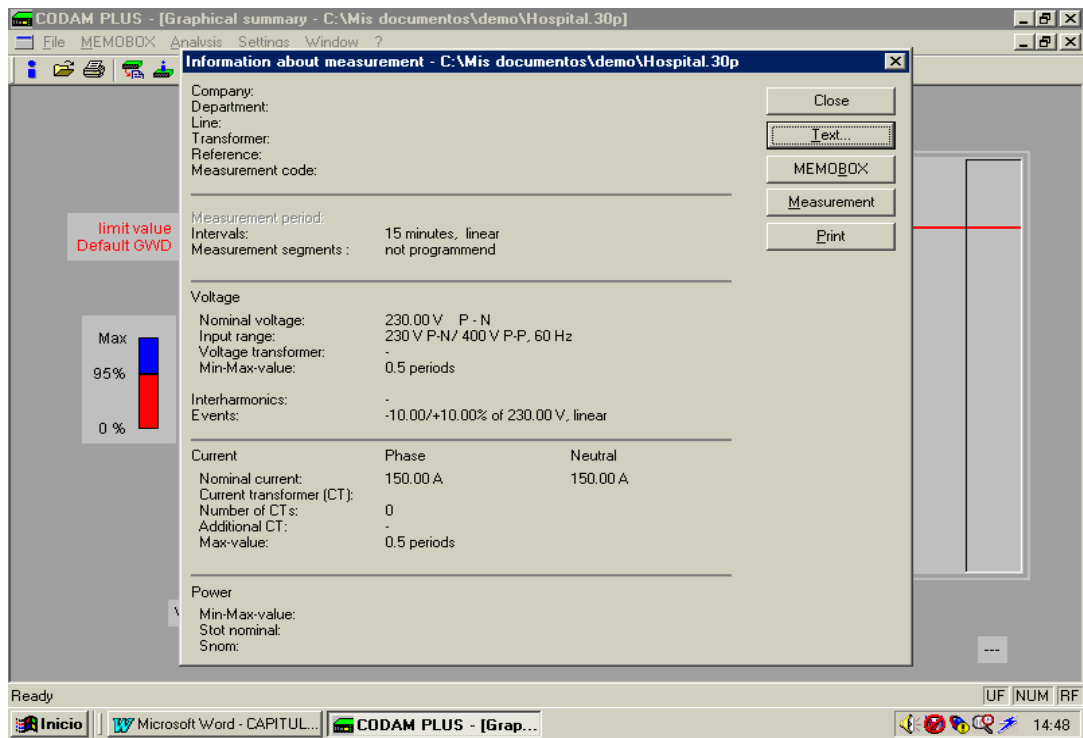
Organización

- Intervalo de tiempo
- Designación del MEMOBOX

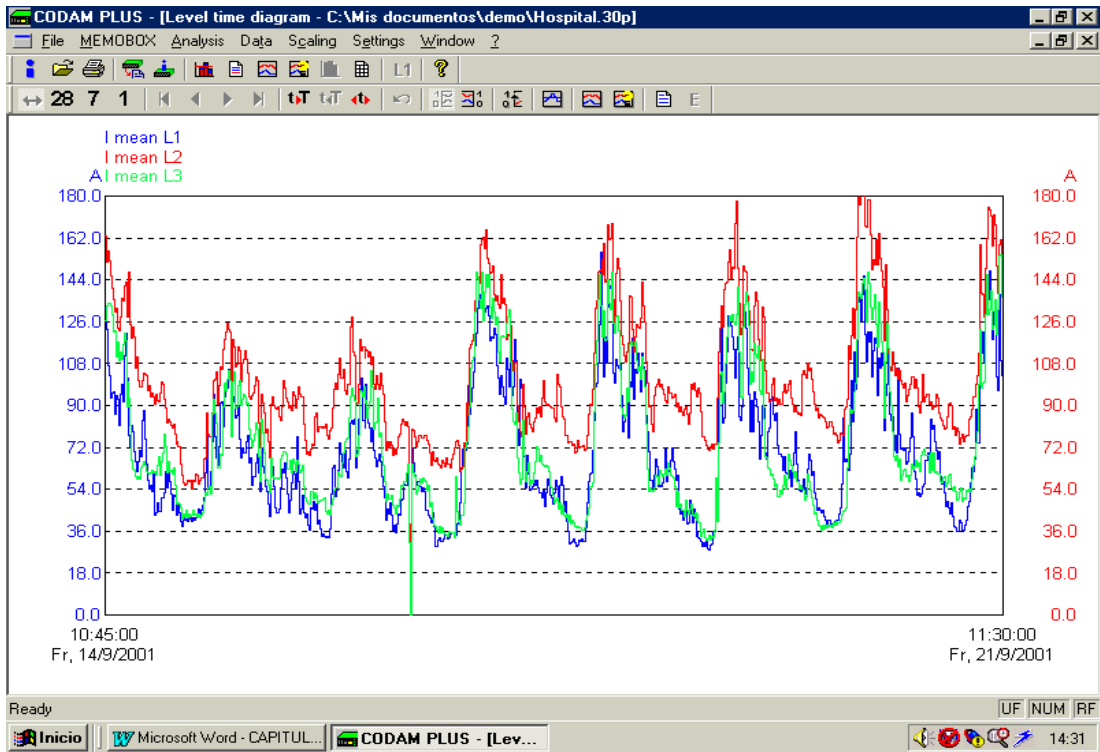
- Parámetros para la exportación de datos.

Análisis

- ASC II exportación de datos (archivo)
- Resumen en forma gráfica de los datos.



Análisis - Resultados.



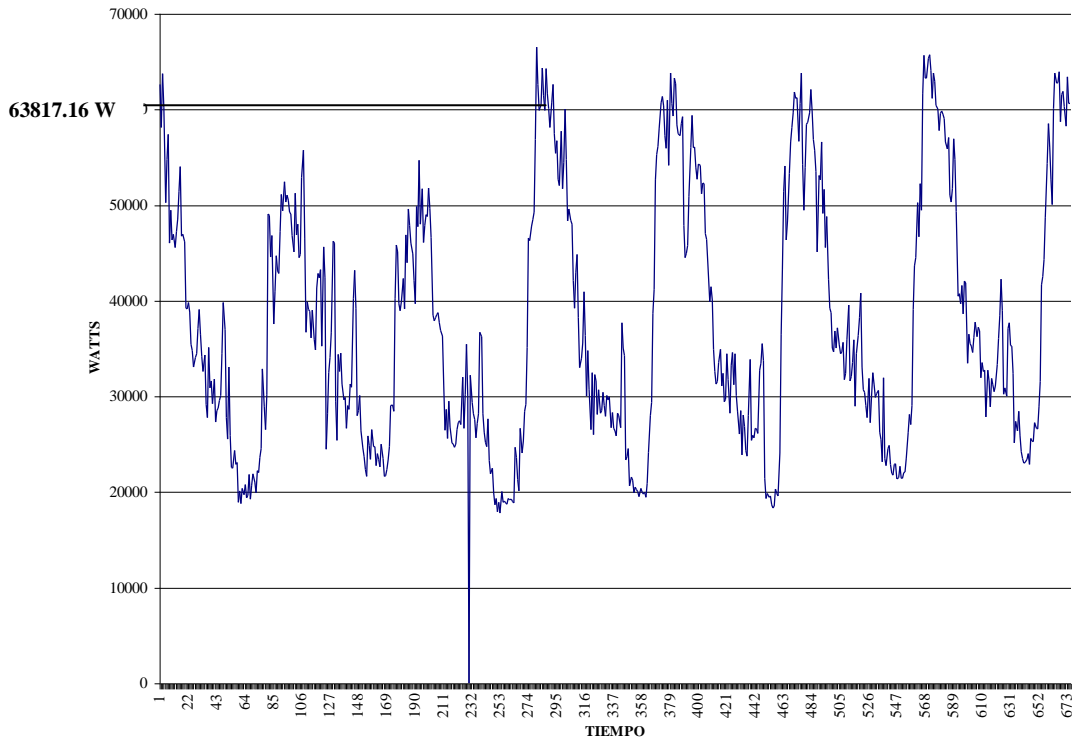
Anexo 02-B

**Características de las curvas de carga instalada del Hospital General Latacunga
DATOS DEL MEMOBOX (P . WATS)**

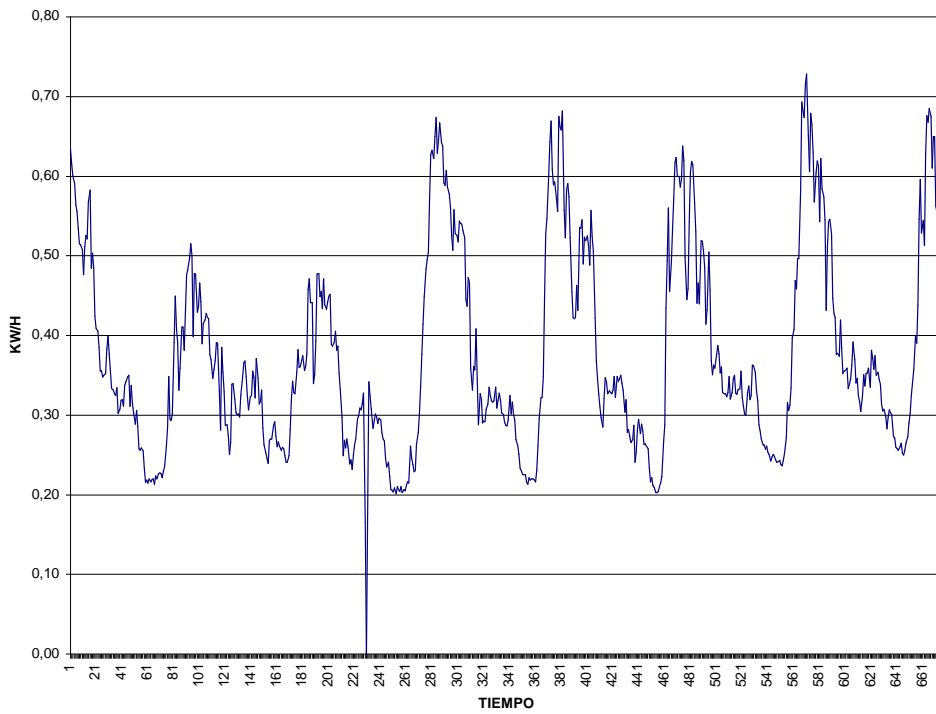
19/09/2001	04:30:00	18336
19/09/2001	04:45:00	18530
19/09/2001	05:00:00	20288
19/09/2001	05:15:00	19847
19/09/2001	05:30:00	19547
19/09/2001	05:45:00	24046
19/09/2001	06:00:00	36454
19/09/2001	06:15:00	43305
19/09/2001	06:30:00	51421
19/09/2001	06:45:00	54085
19/09/2001	07:00:00	46363
19/09/2001	07:15:00	48333
19/09/2001	07:30:00	53255
19/09/2001	07:45:00	56584
19/09/2001	08:00:00	58131
19/09/2001	08:15:00	59618
19/09/2001	08:30:00	61818
19/09/2001	08:45:00	61153

19/09/2001	09:00:00	61241
19/09/2001	09:15:00	56625
19/09/2001	09:30:00	60624
19/09/2001	09:45:00	63817
19/09/2001	10:00:00	54202
19/09/2001	10:15:00	49445
19/09/2001	10:30:00	53955
19/09/2001	10:45:00	58425
19/09/2001	11:00:00	58642
19/09/2001	11:15:00	59624
19/09/2001	11:30:00	62053
19/09/2001	11:45:00	59848
19/09/2001	12:00:00	56819
19/09/2001	12:15:00	55731
19/09/2001	12:30:00	53461
19/09/2001	12:45:00	45105
19/09/2001	13:00:00	53097
19/09/2001	13:15:00	52632
19/09/2001	13:30:00	56549
19/09/2001	13:45:00	49139
19/09/2001	14:00:00	51615
19/09/2001	14:15:00	45569
19/09/2001	14:30:00	48792
19/09/2001	14:45:00	42141
19/09/2001	15:00:00	39218
19/09/2001	15:15:00	38718
19/09/2001	15:30:00	35061
19/09/2001	15:45:00	34667
19/09/2001	16:00:00	36801
19/09/2001	16:15:00	35049

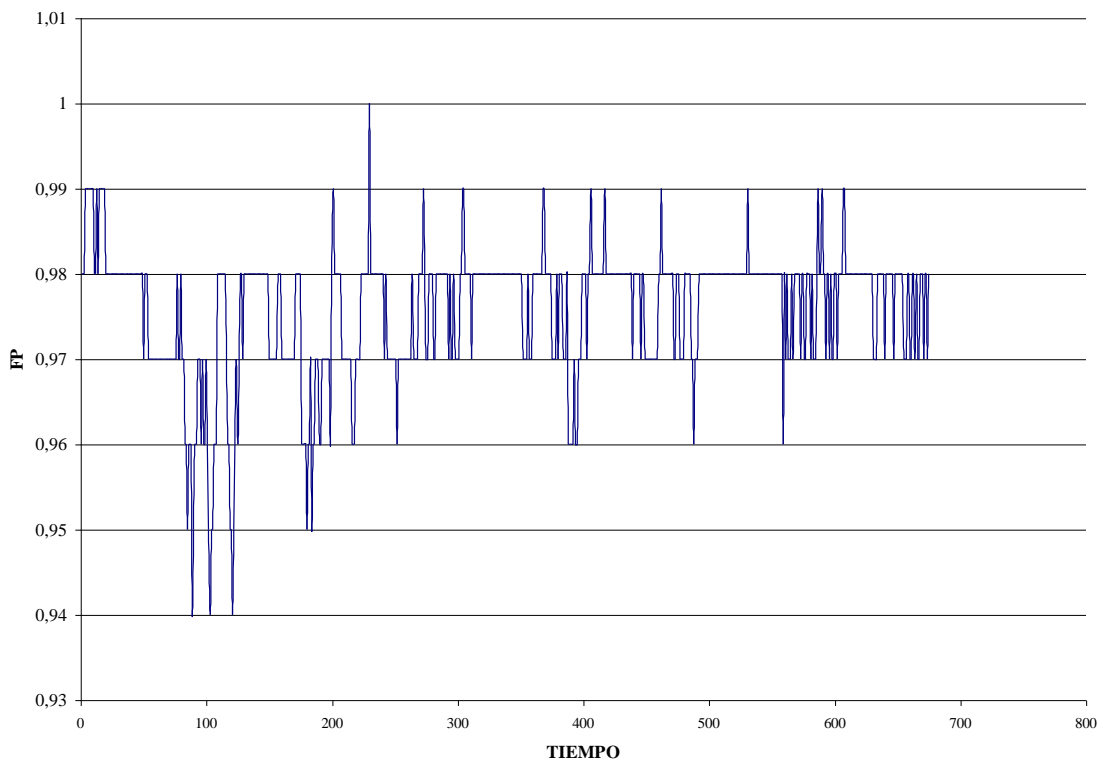
POTENCIA P max TOTAL



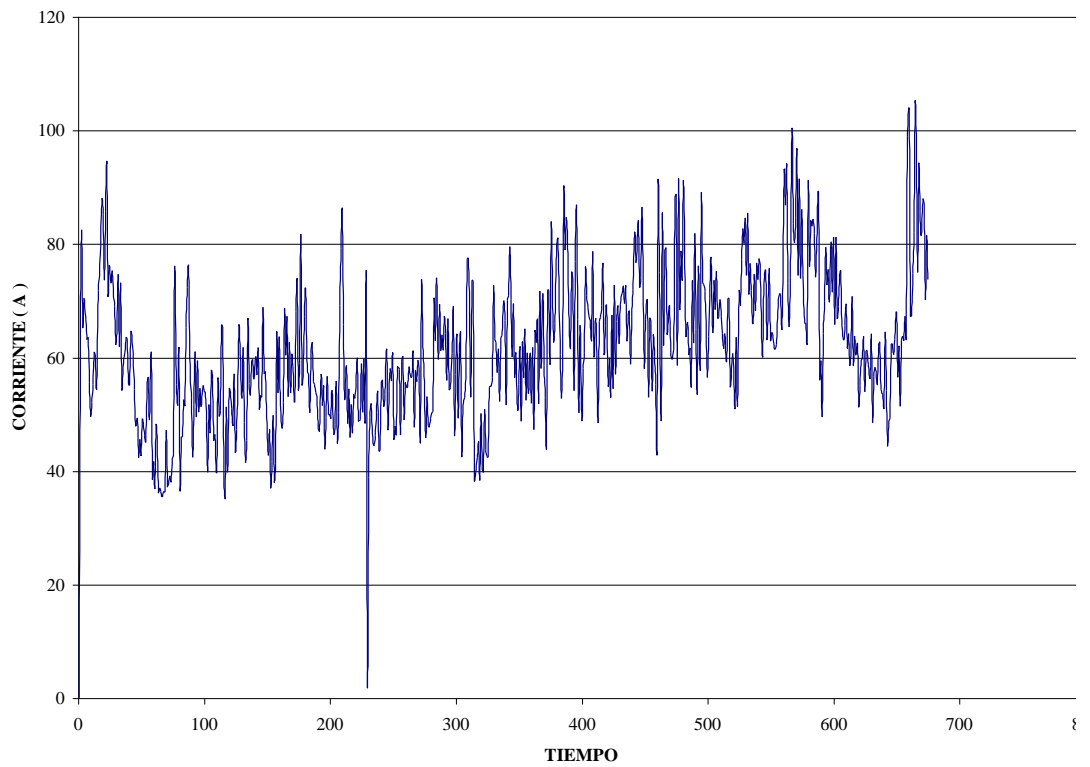
CURVA DE ENERGÍA DEL HOSPITAL GENERAL



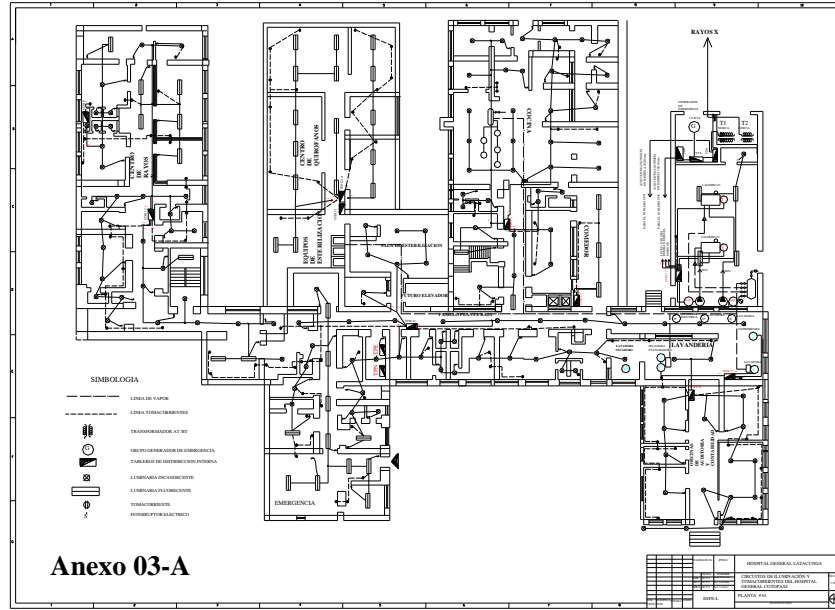
FP total



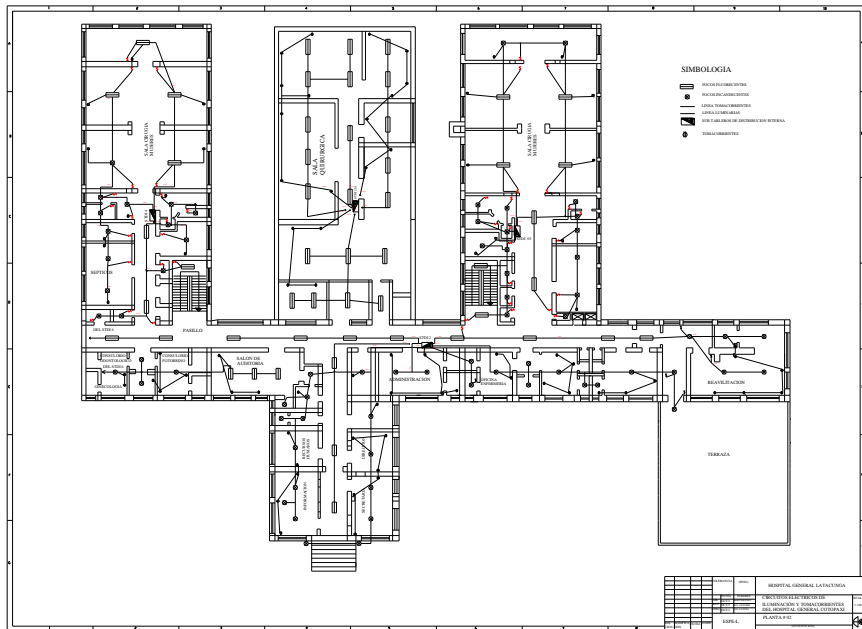
CURVA DE CORRIENTE EN EL NEUTRO

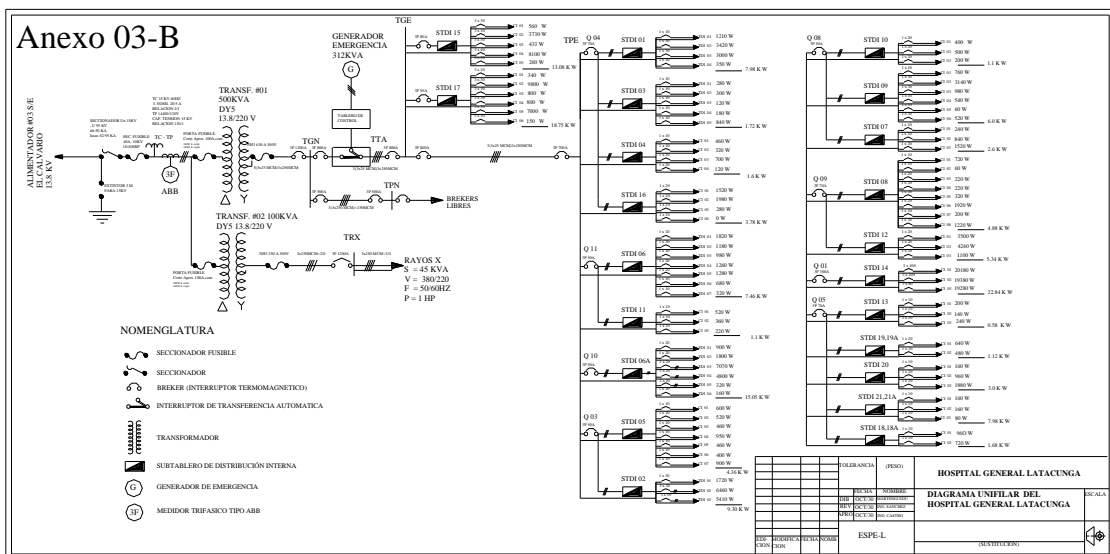
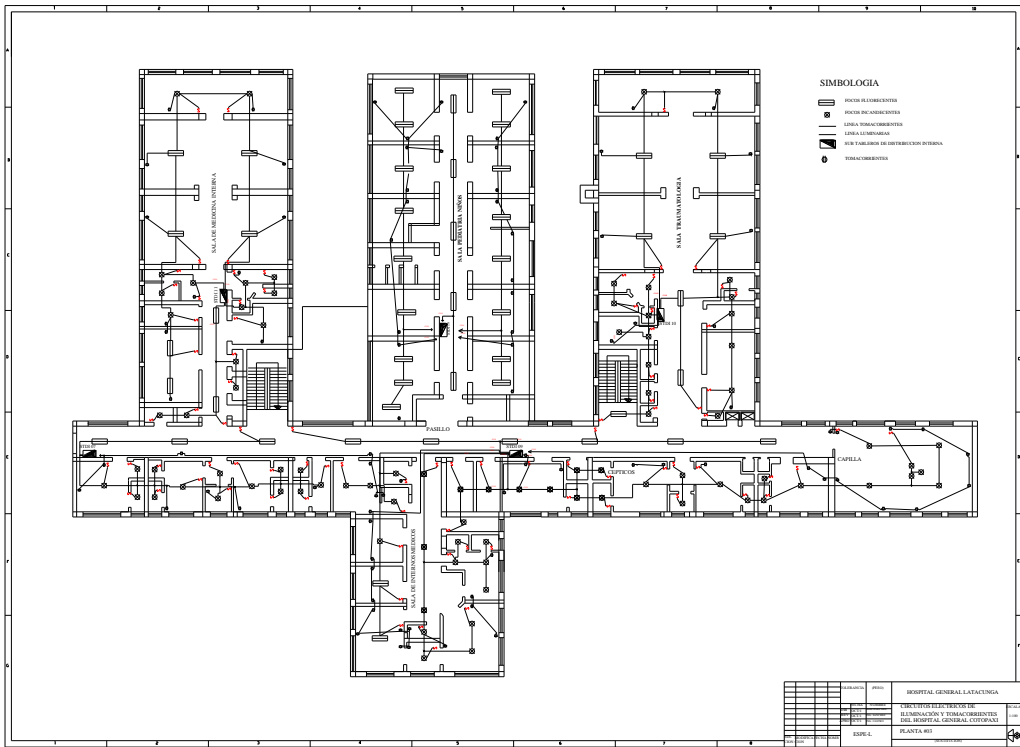


ANEXO 03



Anexo 03-A





ANEXO 04
CENSO DE CARGA DE CADA SUB-
TABLERO INTERNO

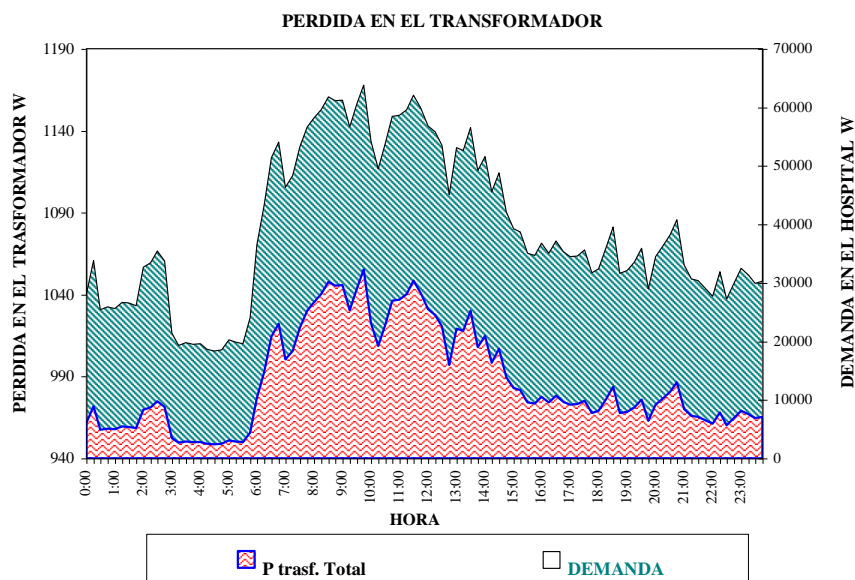
ANEXO 05
CARACTERISTICAS DE LOS
TRANSFORMADORES ECUATRAN
S.A.

CARACTERISTICAS TECNICAS DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS ECUATRAN S. A.

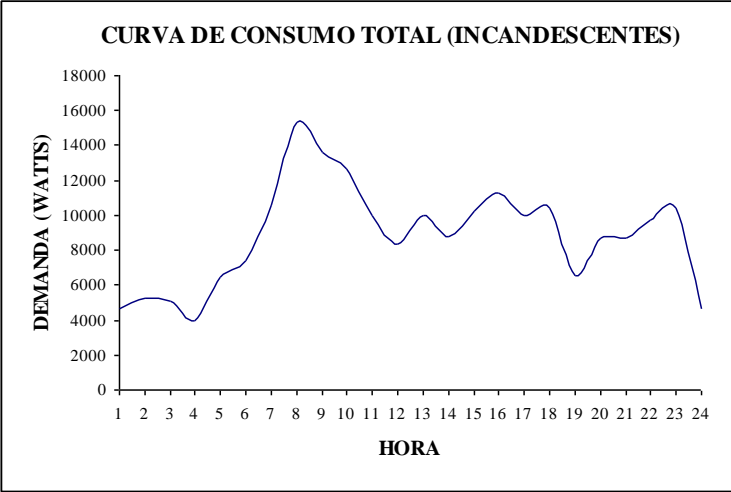
KVA	VOLTAJE PRIM (V)	VOLTAJE SECUN (V)	I NOMINAL AV	I NOMINAL BV	MATER AV	MATER BV	Po (W)	Io (A)	Pcu AV 85° C	Resist AV 85° C	Resist BV 85° C	Z 85° C
30	13200	220	1,31	78,73	Cu	Cu	202,26	1,834	674,15	125,4	0,02972	3,32
30	22000	220	0,76	78,73	Cu	Al	175,46	1,25	535,76	220,4	0,02063	3,3
30	22860	210	1,26	82,48	Cu	Al	206	1,552	532,55	214,1	0,01934	3,22
50	6000	210	4,811	135,46	Al	Al	202,95	1,885	1051,41	13,5	0,01102	4,01
50	13200	208	2,18	138,78	Cu	Al	217,93	1,729	1090,08	71,6	0,01007	3,89
50	13200	210	2,18	137,46	Cu	Al	191,94	1,635	1098,92	72,3	0,01102	4,03
50	13200	220	2,18	131,2	Cu	Al	210,32	1,706	1043,44	69,7	0,01091	3,86
50	13800	210	2,09	137,46	Cu	Al	210,21	1,652	1058,68	74,1	0,01101	3,94
50	22000	210	1,26	137,46	Cu	Al	212,8	1,511	987,114	185,2	0,01026	3,87
50	22000	220	1,26	131,2	Cu	Al	217,36	1,417	1079,87	197,6	0,01109	4,29
50	22860	210	1,263	137,46	Cu	Al	197,96	1,305	1096,82	206,8	0,01082	4,21
50	22860	220	1,263	131,2	Cu	Al	203,89	1,221	1022,61	199,7	0,01129	4,02
75	6000	210	7,22	206,11	Al	Al	248,62	2,421	157,47	7,7	0,00828	4,06
75	13200	208	3,28	208,18	Al	Al	261,45	1,85	1629,65	42,9	0,00826	3,97
75	13200	210	3,28	206,19	Al	Al	232,43	1,833	1603,3	42,3	0,00827	4,06
75	13200	220	3,28	196,82	Al	Al	235,24	1,643	1652,69	43,4	0,00877	4,18
75	13200	460	3,28	94,13	Cu	Al	254,4	0,894	1462,31	43,2	0,03182	4,04
75	22000	210	1,96	206,19	Cu	Al	256,62	1,741	1584,76	113,1	0,00809	4,22
75	22000	220	1,96	196,82	Cu	Al	268,72	1,586	1535,88	11,8	0,00823	4,05
75	22860	210	1,89	206,19	Cu	Al	241,2	1,335	1594,51	118,7	0,00823	4,022
75	22860	220	1,89	196,82	Cu	Al	221,04	0,916	1590,96	123,9	0,00899	4,26
90	6000	210	8,66	247,44	Cu	Al	299,75	2,571	1583,67	6	0,00533	3,87
100	6000	210	9,62	274,22	Cu	Al	295,73	2,957	1957,51	5,7	0,00544	4,36
100	13200	208	4,37	277,57	Al	Al	334,33	2,742	1719,71	22,1	0,00558	4,02
100	13200	210	4,37	274,92	Al	Al	285,33	2,729	1829,82	25,1	0,00572	4,07
100	13200	220	4,37	262,43	Al	Al	295,28	2,48	1762,88	24,6	0,0058	4,08
100	13800	220	4,18	262,43	Al	Al	287	2,292	1746,66	25,9	0,00599	4,18
100	22000	220	2,62	262,43	Cu	Al	273,85	1,338	1885,05	79,9	0,00612	4,94
100	22860	210	2,53	274,92	Cu	Al	293,229	2,016	1776,32	71	0,00571	4,34
112	6000	210	10,83	309,3	Al	Al	397,6	3,453	1416,83	3,6	0,00277	2,9
112	22000	220	2,95	295,4	Cu	Al	449,5	3,451	1293,03	48,9	0,00267	2,54
125	6000	210	12,03	343,66	Al	Al	352,8	3,497	2068,03	4,11	0,00345	4,02
125	22860	210	3,16	343,66	Cu	Al	336,2	2,352	2150,79	60,6	0,00345	4,39
160	6000	210	15,4	439,89	Al	Al	403,67	2,103	2949,34	3,7	0,0027	4,32
160	13200	220	7	419,89	Cu	Al	403,54	2,634	2729,26	16,1	0,00297	4,07
160	22000	220	4,2	419,89	Cu	Al	451,43	2,756	2536,01	38,8	0,00254	3,86
160	22860	210	4,04	439,89	Cu	Al	403,67	2,103	2584,01	42,7	0,00277	4,01
160	22860	220	4,04	419,89	Cu	Al	398,75	1,947	2606,98	43,4	0,00295	4,22
200	6000	210	19,25	549,86	Al	Al	511,6	4,507	3381,89	2,5	0,00215	4,26
200	13200	220	8,75	524,86	Al	Al	482,22	3,19	3168,59	11,4	0,00225	3,97
250	6000	210	24,1	687,32	Al	Al	579	4,405	3964,42	1,9	0,00156	3,81
250	13200	220	10,95	656,08	Cu	Al	479,5	3,102	3167,64	11,4	0,00225	3,96
300	13200	220	312	787,3	Al	Al	607	3,946	4180,88	6,6	0,00127	4,07
500	13200	220	21,9	1312,2	Al	Al	939,11	6,548	6829,34	3,6	0,00079	4,3
750	13200	220	32,8	1968,3	Al	Al	1163,71	8,519	10159,29	2,4	0,00049	5,44
1000	13200	480	43,7	1202,8	Al	Al	1432	3,877	11516,2	1,6	0,00133	5,62

ANEXO 06

PERDIDA EN EL TRANSFORMADOR DE 500KVADE HOSPITAL GENERAL



ANEXO 07
CENSO DE CONSUMO DE CADA
EQUIPO DEL HOSPITAL GENERAL



ANEXO 08

Anexo 08-A

Anexo 08-B

Anexo 08-C

SUSTITUCION DE CONDUCTORES									
TRAMO	CALIBRE	LONGITUD (m)	RESISTENCIA (ohm/ km)	RESISTENCIA ?ohmios	C. NOMINAL (A) conductor	LTRABAJO (A)	N° HORAS uso al mes	PERDIDAS (KW)	(KW-H)MENSU Pérdidas
STDI 08 - CI03	14	9	8,284	0,07455	15	16,52	224	0,020347108	4,557752143
Sust. Conduct.	12	9	5,340	0,04806	20	16,52	224	0,013116074	2,938000537
STDI 08 - CI04	14	15	8,284	0,12426	15	15,45	224	0,029661173	6,644102674
Sust. Conduct.	12	15	5,340	0,08011	20	15,45	224	0,019122457	4,2834304
STDI 08 - CI08	14	7	8,284	0,05798	15	15,62	224	0,014146216	3,168752275
Sust. Conduct.	12	7	5,340	0,03738	20	15,62	224	0,009120137	2,042910659
STDI 02 - CI03	14	25	8,284	0,20710	15	16,52	224	0,056519744	12,66042262
Sust. Conduct.	12	25	5,340	0,13350	20	16,52	224	0,036433538	8,161112602
STDI 02 - CI03	14	12	8,284	0,09940	15	15,45	224	0,023727029	5,314854384
Sust. Conduct.	12	12	5,340	0,06408	20	15,45	224	0,015296056	3,426316589
STDI 02 - CI07	14	24	8,284	0,19882	15	15,62	224	0,048508002	10,86579255
Sust. Conduct.	12	24	5,340	0,01282	20	15,62	224	0,003126904	0,700426512
STDI 17 - CI06	10	6	3,340	0,02004	30	42,31	168	0,035874327	6,026887011
Sust. Conduct.	8	6	2,060	0,01236	20	42,31	168	0,022126082	3,717181809
Pérdida total conductor Actual									49,23856366
Pérdida total conductor Reemplazo									25,26937914

ANEXO 0

**CATEGORIAS DE TRANSFORMACION ANSI/IEEE
C57,109-1985**

Categoría	Base nameplate KVA	
	Fase Unica	Fase Tres
I	5 a 500	15 a 500
II	500 a 1667	500 a 5000
III	1667 a 10000	5000 a 30000
IV	arriba de 10000	arriba de 30000

**PUNTOS DE DAÑO MECANICO PARA FALLAS
FRECUENTES**

Puntos de Cálculo	Categoría de Transformación	Tiempo (Segundos)	Corriente (Amperios)
1	II	2,00	I/Z
1	III	2,00	I/Z
1	IV	2,00	I/Z
2	II	4,00	0,7(I/Z)
2	III	8,00	0,5(I/Z)
2	IV	8,00	0,5(I/Z)

ANEXO 10

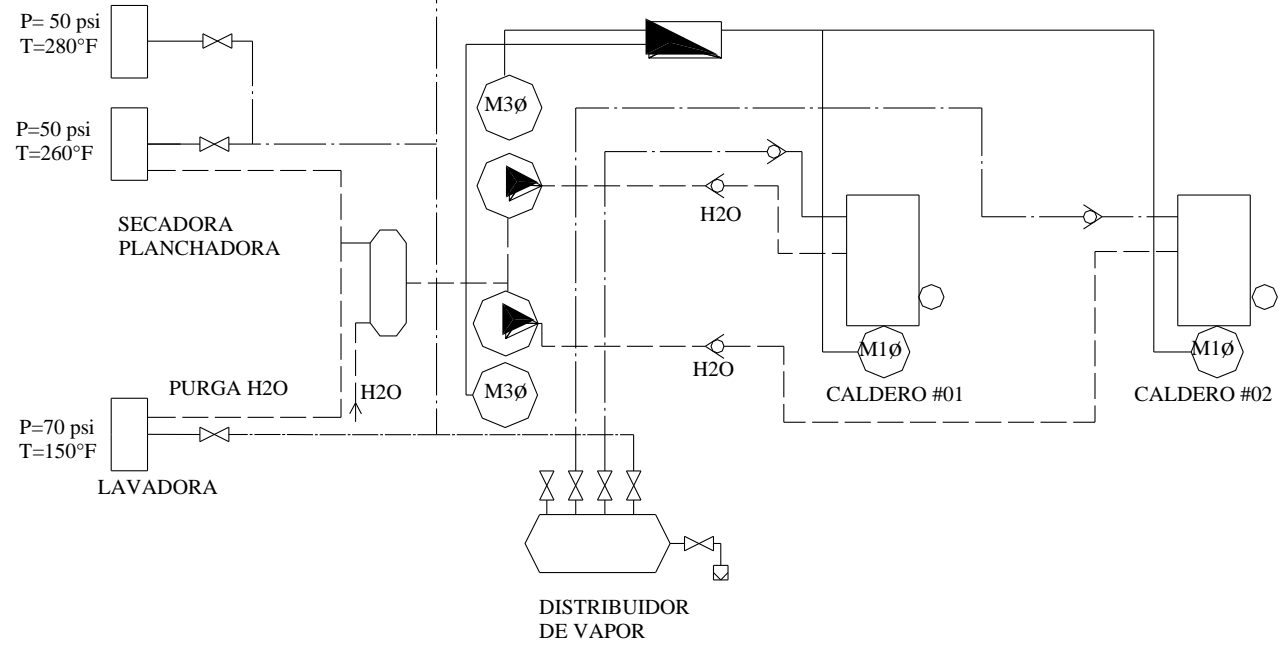
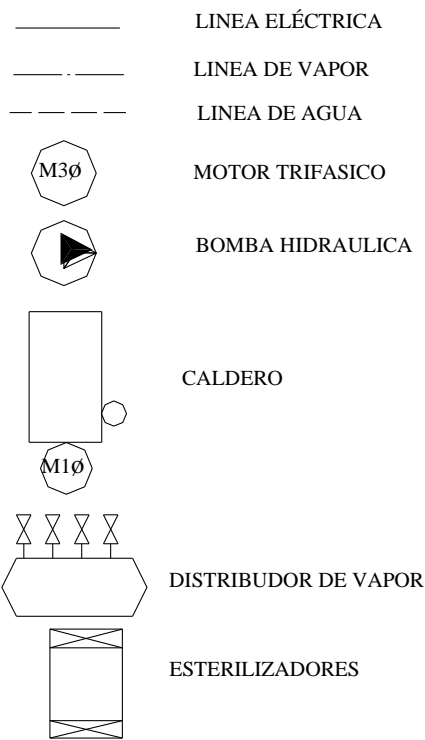
CARACTERISTICAS DE LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

ANEXO 11

# breaker	In breaker (A)	I calculada (A)	In breaker recomendado (A)
Q15	50	16.65	20
Q17	50	63.23	63
Q04	70	50.17	50
Q11	50	28.65	32
Q10	50	50.40	50
Q03	50	45.73	50
Q08	50	32.45	40
Q09	50	34.20	40
Q01	300	76.42	80
Q05	70	47.78	50
BARRA TGE	700	365.82	400
BARRA TPG	800	429.06	500

ANEXO 12

SIMBOLOGIA



				TOLERANCIA	(PESO)	HOSPITAL GENERAL LATACUNGA	
				FECHA	NOMBRE	CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES DEL HOSPITAL GENERAL COTOPAXI	ESCALA 1:20
			DIB	FEB/1	MARTINEZ EDU		
			REV	FEB/1	ING. SANCHEZ		
			APRO	FEB/1	ING. CASTRO		
				ESPE-L		PLANTA # 01	
EDI- CION	MODIFICA CION	FECHA	NOMB			(SUSTITUCION)	

ANEXO 13

Anexo 13- A

Anexo 13-B

Datos adicionales para la conversión de unidades:

Peso específico del diesel = 850 Kg / m³.

1 Kg = 2.2 lbs.

1 gl. = 3.7 litros.

1 litro = 1000 cm³.

1 m³ = 100 x 10³ cm³.

Características del diesel

ESPECIFICACIONES INDUSTRIALES INE	
PODER CALORIFICO	19128 BTU/LB
PESO ESPECIFICO	850 KG./M ³
PUNTO DE INFLAMCION	39°C

Datos proporcionados por Instituto Nacional de Energía (INE).

Anexo 13-C

Rendimiento del caldero en función del consumo del aire

RENDIMIENTO DEL CALDERO EN FUNCION DEL AIRE

PORCENTAJE DE EXCESO DE AIRE	RENDIMIENTO DE LA CALDERA A PLENA CARGA	PORCENTAJE DE CO2 EN LOS GASES DE ESCAPE
%	%	%
15	79	14
20	78,2	13,3
30	77	12,5
50	74	10,5
100	69,5	8
150	64,5	6,5
200	60	5,2

Datos proporcionados por Instituto Nacional de Energía (INE).

ANEXO 14

