

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



1 76

“ Metodología para la Evaluación Técnica Económica de los Grupos de Emergencia en Operaciones Telefónicas ”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

CESAR HUGO MUÑOZ FLORES

PROMOCION: 1984 - 2

LIMA PERU 1989

INDICE

	Página
PROLOGO	
1. INTRODUCCION	
2. LA TELEFONIA	
2.1 La telefonía como medio de comunicación	12
2.2 Las redes telefónicas y sus componentes.	27
2.3 Las OO. CC. como medio inteligente de comunicación.	36
2.4 El cuadro de fuerza.	55
3. ESTUDIO DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN UNA OO. CC. TELEFONICA.	
3.1 Estudio de carga de la OO.CC. Washington -31/32.	65
3.2 Estudio de carga de la OO.CC. Washington -33.	83
3.3 Diagramas de balance energético de las centrales.	101
4. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL GRUPO DE EMER- GENCIA	
4.1 Consideraciones generales.	104
4.2 Requerimientos de energía eléctrica.	107
4.3 Selección del grupo electrógeno.	130

4.4	Balance de materia y energía del grupo electrógeno.	141
4.5	Dimensionamiento y esquemas de princi- pio.	152
4.6	Especificaciones técnicas.	167
4.7	antenimiento preventivo.	175
5. EVALUACION TECNICA-ECONOMICA.		
5.1	Características y punto óptimo de opera- ción del grupo electrógeno.	185
5.2	Características de operación de otros componentes del cuadro de fuerza.	192
5.3	Costos de inversión, instalación y ope- ración del grupo electrógeno.	208
6. EVALUACION ECONOMICA DEL CUADRO DE FUERZA.		
6.1	Costo de inversión del cuadro de fuerza.	218
6.2	Costo de instalación del cuadro de fuer- za.	223
6.3	Costo de operación y mantenimiento del cuadro de fuerza.	225
6.4	Costo de funcionamiento del cuadro de fuerza.	227
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
ANEXOS		
BIBLIOGRAFIA		

PROLOGO

El presente trabajo surge como respuesta a la necesidad de contar con un documento base para la selección y evaluación adecuada de un grupo electrógeno de emergencia, capaz de satisfacer los requerimientos de energía eléctrica de una central telefónica en situaciones de urgencia generados por los continuos cortes de alimentación del fluido eléctrico principal, que ocurre en nuestro medio.

Por otra parte la inadecuada selección de grupos electrógenos en algunas centrales telefónicas que traen como consecuencia problemas de congestión del tráfico telefónico por el retiro de unidades rectificadoras, falla mecánica por sobrecarga y por falta de mantenimiento, ruidos excesivos, vibraciones, etc, justifica la elaboración de una metodología de selección de grupo electrógeno y una evaluación técnica en el cuadro de fuerza de toda central telefónica.

Para tal efecto es necesario establecer un método ordenado y funcional, de tal modo que nos permita conocer las funciones que se llevan acabo en una central para prestar el servicio correspondiente que es establecer las comunicaciones.

Luego de estudiar la telefonía en una primera parte, se realiza el estudio del consumo de energía eléctrica en

la central, a través de ella conocemos como se esta utilizando actualmente, cuales son las eficiencias de cada uno de los componentes que conforman el sistema, que porcentaje de la carga total consume cada uno de estos elementos, etc.

Seguidamente se analiza los requerimientos de energía con una proyección de 20 años según los planes de desarrollo del sector telecomunicaciones que comprende la instalación de modernas centrales digitales en nuestro medio.

Asimismo, se requiere en el trabajo un ejemplo de evaluación de un grupo de emergencia en el cual se calculen la eficiencia, gasto específico de combustible del motor y demás curvas de operación. Por otro lado se requiere establecer las características técnicas de los sistemas del grupo de emergencia, sus dimensiones, especificaciones y necesidades de mantenimiento; lo cual constituye la selección del grupo electrógeno.

Seguidamente se establece la evaluación económica tanto del grupo electrógeno como de los demás componentes del cuadro de fuerza. Se calculan en dólares americanos los costos de inversión, instalación, operación y mantenimiento, minimizando de esta manera los efectos de la inflación. Dichos cálculos se hacen considerando el mismo ejemplo que se da para la evaluación técnica.

Finalmente presentamos las conclusiones y recomendaciones del trabajo las cuales son aplicables en el campo real, algunas de ellas actualmente se encuentran en estudios.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por objeto realizar la evaluación técnica y económica del Sistema de Alimentación de Energía a las OO.CC. Telefónicas, siendo de suma importancia para su efecto, conocer la cantidad de energía que consume una central telefónica, para atender las necesidades del servicio, ante una interrupción de la alimentación de energía, por parte de la empresa concesionaria.

Se inicia el trabajo haciendo un tratado de telefonía básica en el cual se explican los conceptos elementales de telefonía tales como aparato telefónico transmisor, línea telefónica, central telefónica, aparato telefónico receptor, asimismo se hace un breve resumen terminológico de la telefonía en el cual se introducen los terminos comunes ligados al servicio. La

estructura telefónica nacional es un concepto importante que describe el desarrollo de la comunicación en nuestro país, actualmente bastante rezagado con relación a los demás países en vías de desarrollo, con una densidad telefónica de menos de 4.8 teléfonos por cada 100 habitantes. La red telefónica es un conjunto de componentes que comprende desde el aparato más complicado de conmutación hasta el último tornillo del aparato telefónico, pasando por todos los elementos y circuitos de enlace.

También, contemplamos la forma como se realiza la planificación de una red telefónica tomando un período base en el cual una planta telefónica debe estar trabajando en forma satisfactoria. Un componente importante en telefonía es la central telefónica, puesto que es el medio inteligente de comunicación y cumple las funciones indispensables de conmutación, enlace, supervisión y control. Existen diversos tipos de centrales telefónicas, que se clasifican de acuerdo al sistema de control y según el grado de automatización.

Las centrales telefónicas, de acuerdo al sistema de conmutación y control que existen en Lima, son 3: El Sistema Rotary, el Sistema Pentaconta y el Sistema Neax, siendo este último más moderno que los anteriores.

El componente de la planta telefónica importante para el presente trabajo, es el cuadro de fuerza, el cual está compuesto por el grupo electrógeno, baterías, rectificadores y otros adicionales. Para construir una estación de alimentación de energía es necesario tomar en cuenta datos técnicos indispensables tales como: Valor medio de la carga durante la hora punta, carga máxima continua y mínima en las barras omnibus en funcionamiento normal y cuando hay averías en la red o durante la carga de batería.

Asimismo, son importantes datos relativos a la red como variaciones de la tensión y de frecuencia, corriente de alimentación, factor de potencia y porcentaje de armónicas. Es importante considerar que las variaciones de tensión estén en el rango $\pm 4\%$ de su valor nominal, así como la necesidad de adoptar filtros para absorber la tensión perturbadora, la cual no debe ser mayor de 2 mv para toda la gama de cargas.

En el capítulo tercero, realizamos un estudio de los consumos de energía para los dos tipos de centrales telefónicas Pentaconta y Neax. Este estudio se realiza en los días de máxima demanda de acuerdo al comportamiento del abonado limeño. Se analizan las lecturas de consumo de energía, tomadas en la

alimentación general del cuadro de fuerza, y también para rectificadores, aire acondicionado e iluminación central en forma particular, ya que estas son las cargas que debe alimentar el sistema de emergencia. Tabularemos los factores de carga, de demanda y de diversidad, los cuales nos servirá para conocer las características de operación a la que ha de operar nuestro grupo electrógeno de emergencia.

Se analiza los consumos de energía de las tres cargas principales, evaluando también sus eficiencias y factores de potencia. En el caso del aire acondicionado se evalúan los coeficientes de funcionamiento totales prácticos, para ambos casos, es decir para el caso de OO. CC. Pentaconta y para OO. CC. Neax. Una vez realizado el estudio de las cargas alimentadas por el grupo de emergencia, se puede elaborar los diagramas energéticos en los cuales figura como se utiliza la energía en una OO. CC. Telefónica.

Este estudio tiene como bondad establecer una comparación entre el grupo electrógeno que se tiene y la energía que se consume en un día de máxima demanda del servicio pero de operación normal. Las conclusiones del capítulo serán particularmente útiles para los siguientes.

En el cuarto capítulo se estudia los requerimientos de energía eléctrica para los dos tipos de centrales telefónicas. Se inicia realizando un estudio ejemplo de como la energía se distribuye en una central telefónica Pentaconta para luego pasar a establecer una metodología para los dos tipos de centrales, la cual establece los requerimientos de energía en forma de corriente continua es decir, que proviene de los rectificadores y son de utilidad para la operación de la central; la energía que requieren los equipos de aire acondicionado para evacuar el calor disipado en la central telefónica como aportes de las distintas cargas térmicas y con el fin de garantizar el estado de los componentes digitales de la central, el confort del personal de central; etc. y la energía requerida para iluminación, bomba de agua, tomacorrientes y otros.

La energía requerida total se obtiene como sumatoria de las energías individuales de los componentes y sobre dicha energía, se debe considerar el factor de sobrecarga, que se impone cuando los rectificadores deben cargar las baterías y un factor de seguridad para casos de una demanda de energía mayor.

El estudio de requerimiento de energía se hace proyectando la expansión del servicio en un período de

20 años de acuerdo a los planes de desarrollo telefónico de la Compañía Peruana de Teléfonos S.A.

Se establece en el cuarto capítulo, las principales características del grupo de emergencia seleccionado, las cuales deben ser satisfechas por el equipo para que se encuentren expeditos de operar en la OO. CC. Se contempla los requisitos que deben cumplir el motor el generador y el tablero. El estudio para el caso del motor comprende los sistemas de alimentación de combustible, de admisión de aire, de refrigeración, de lubricación y de escape. Se realiza un balance de planta, calculandose los principales flujos que tiene lugar durante el funcionamiento del motor; tanto de masa como de energía. Asimismo se establece las especificaciones técnicas del grupo electrógeno y del tablero de control del grupo de emergencia, sistema de regulación, alarmas, etc.

En el capítulo quinto, se realiza una evaluación técnica-económica, del grupo electrógeno. Esto se realiza tomando como base una OO. CC. Pentaconta de 20,720 líneas como en el caso de W-31/32 y las OO. CC. Neax de 5,000 y 10,000 líneas. En este tratado se analiza las características de operación del grupo de emergencia, para cada uno de los tres casos base, contrastando la

curva característica de operación del grupo electrógeno con la de consumo de energía por parte de la central. Asimismo se obtiene el punto óptimo de operación de cada grupo electrógeno seleccionado.

La metodología es la misma para los dos tipos de centrales telefónicas, en ambos casos se toman en cuenta los mismos parámetros.

Seguidamente se analizan los costos del grupo electrógeno, los casos en que, el grupo sea importado directamente por la Compañía Peruana de Teléfonos S.A. o se compre a un proveedor nacional. Se realiza una evaluación de costos de operación y mantenimiento del grupo electrógeno y se determina el costo de generación de energía por el grupo electrógeno de emergencia.

Finalmente debemos tratar lo referente a las características de operación de los otros componentes importantes del cuadro de fuerza. Los rectificadores de corriente, que tienen su modo particular de operación de acuerdo a una regla de encadenamiento comandadas por un rectificador llamado piloto, que según las necesidades de energía de la central incluye o retira del servicio una unidad rectificadora adicional. De acuerdo a la carga, la tensión se mantiene constante hasta un poco más de 100% luego del cual su característica de caída de tensión es

anual de un cuadro de fuerza o lo que es lo mismo el costo real de la energía para la central telefónica. Toda la evaluación económica se realizan en Dolares Americanos puesto que garantiza mayor estabilidad que la moneda nacional.

CAPITULO 2

LA TELEFONIA

2.1 La telefonía como medio de comunicación

2.1.1. La telefonía

La telefonía es una de las ramas de las telecomunicaciones que usando el teléfono como elemento principal, estudia las técnicas necesarias para establecer un camino de conversación entre dos abonados cualesquiera, pertenecientes a una red de comunicación en el menor tiempo posible. El desarrollo de la telefonía es un proceso que se inició hace más de 100 años alcanzando su impulso con el invento del teléfono electromagnético por Alexander Graham Bell. Para llegar al grado de adelanto que actualmente se exhibe en el diseño y funcionamiento del sistema telefónico

han pasado muchos años y muchos hombres contribuyeron con sus conocimientos

La eficiencia de un sistema telefónico esta en función de una serie de parámetros entre los cuales tenemos el tiempo de establecimiento de la comunicación y la calidad de la comunicación como las mas importantes. El establecimiento de una llamada telefónica es realizado por una cadena de operaciones de circuitos de diferentes tipos, los cuales permanecen enlazados tanto tiempo como dure la llamada.

La acción ejecutada para el establecimiento de la conexión para la comunicación telefónica se denomina conmutación

Los diseñadores y proyectistas de los diferentes equipos de conmutación fueron con el tiempo mejorando los sistemas para adecuarlos a la creciente demanda del servicio telefónico, tal como ocurre en la ciudad de Lima en la cual se atiende actualmente a mas de 290,000 abonados.

2.1.1. Sistema telefónico elemental.

Es bastante expectante conocer como se establece una llamada telefónica y que elementos estan implicados en el proceso de una llamada, sobre todo cuando se trata de centrales telefónicas digitales en las cuales la intervención de la

electrónica es de capital importancia. En la figura 1 mostramos el proceso de establecimiento de una llamada telefónica.

Cuando el abonado llamador levanta el fono; la central telefónica por medio de un circuito llamado registro local dará inicio a un proceso denominado de preselección que concluye con la recepción del tono de marcar, verificandose asimismo la activación de un circuito denominado rele de línea y de corte, en un cuadro denominado sección terminal de línea.

El circuito del registro local esta diseñado especialmente para registrar los impulsos del disco, no cuando se marca el número sino cuando se deja el disco regresar libremente a su posición inicial. Las cifras recibidas son codificadas y almacenadas por unos reles hasta que se haya establecido la comunicación, despues de la selección respectivas.

El circuito transductor es el encargado de orientar la llamada telefónica hacia la central requerida (identificada por el número marcado), luego se realiza la selección de línea del abonado solicitado hasta que se descargue la llamada en el aparato de este.

Si suponemos que la llamada proviene de una serie 48 y es a otro de la misma serie esta es tomada por un alimentador local, el cual proporciona la corriente de

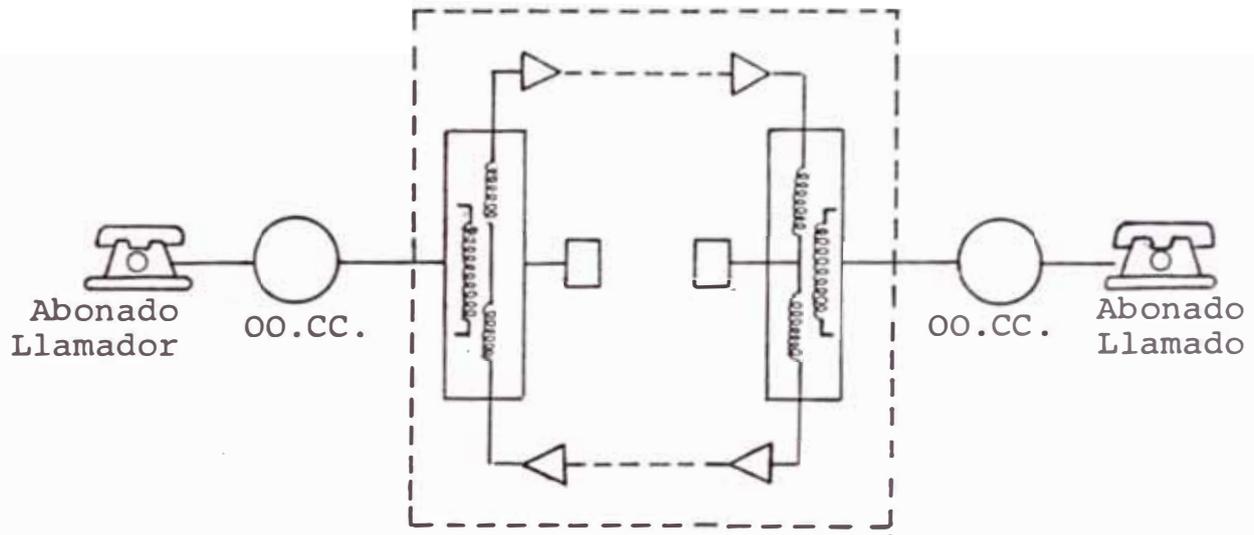


FIG. 1

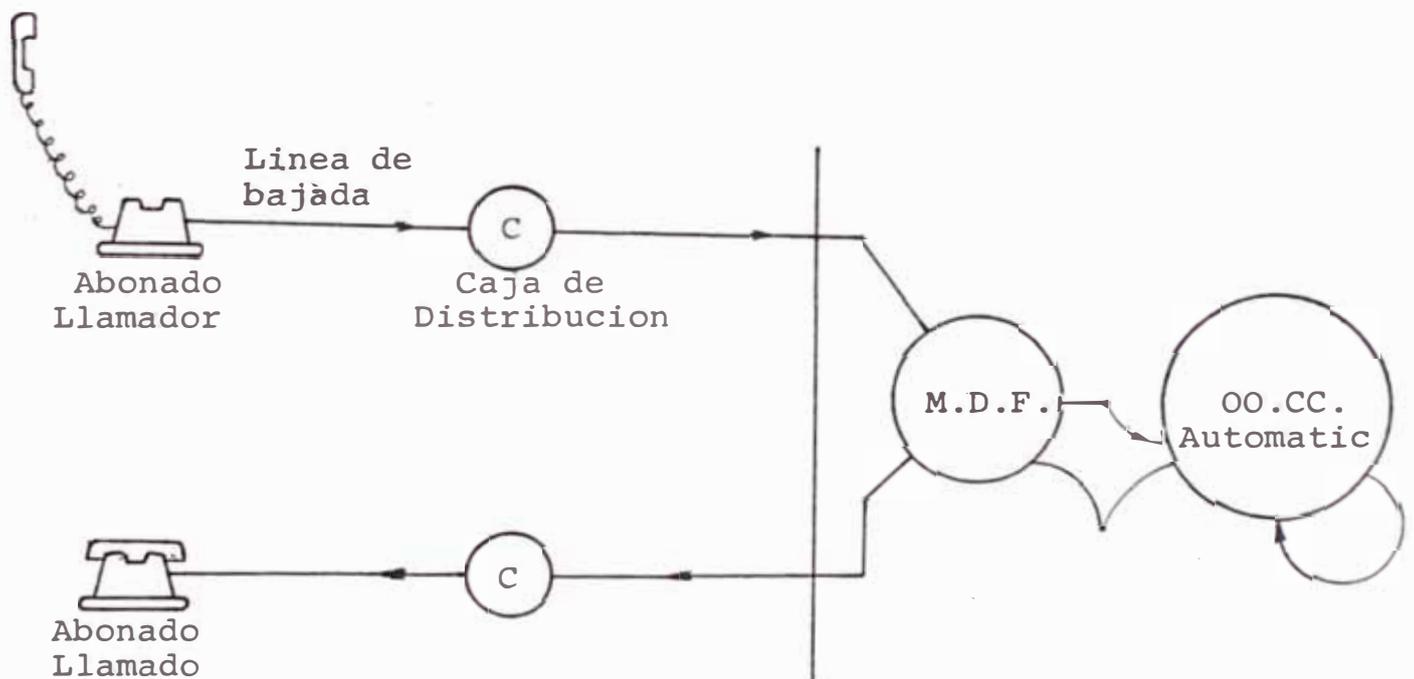


FIG. 2

llamada al abonado llamado y el tono de llamada al solicitante. Asimismo el control de la comunicación es tomada por los reles supervisores. En caso que la llamada sea a otra serie, el circuito de enlace entrante hará las mismas funciones del alimentador local.

Un teléfono es alimentado con una tensión de 48 a 52 Volt. en corriente continua, por un sistema de rectificadores de corriente instalados en el mismo edificio de la central telefónica. En caso de producirse avería en el fluido eléctrico proporcionado por Electrolima a 220 Volt., un grupo electrógeno proporcionará la energía necesaria haciendo posible que el servicio telefónico se continúe brindando normalmente.

En la figura 2 se muestra el diagrama en bloque del sistema telefónico elemental en el cual se pueden apreciar los elementos :

- Aparato telefónico transmisor.

Es un transductor que recibe la información en forma de ondas sonoras y los transforma en señales eléctricas. Consta de un sistema mecánico que convierte la presión variable de las ondas sonoras, en corriente o tensión eléctrica variable. Existen transmisores de diversos tipos tales como transmisor de carbón, electrodinámico, electreto, transmisor de cápsula de pieza cerámica, de cápsula de pieza plástica y otras.

Esta última tiene algunas ventajas debido a su sensibilidad y alta fidelidad.

- Línea telefónica.

Es el medio a través del cual se transporta la comunicación en forma de señales eléctricas, las que son entregadas por el aparato transmisor, y recibidas por el aparato receptor en el teléfono del abonado solicitado

- Central telefónica

Es la encargada de realizar la conexión entre el abonado llamador y el llamado, mediante las técnicas de conmutación luego del cual el aparato transmisor de un abonado queda conectado a un aparato receptor del otro. Hoy en día existen muchos sistemas de teleselección que emplean diferentes orígenes de conexión entre los aparatos telefónicos, tales como el sistema paso a paso con selectores de elevación y giro, selectores de coordenadas con aplicación de las barras cruzadas y ultimamente los sistemas semieletrónico y electrónico.

- Aparato telefónico receptor.

Es el transductor que recibe las señales eléctricas y las transforma en señales acústicas fácilmente audibles. Las señales eléctricas proceden de una corriente eléctrica variable, la cual circula a través de un

devanado sobre una armadura de hierro dulce magnetizado permanentemente, el cual acciona un diafragma al atraerlo con fuerza variable. El diafragma produce vibraciones, las cuales empujan el aire de manera que producen ondas acústicas con una frecuencia de 300 a 3,400 Hz. reproduciendo los sonidos enviados desde el emisor.

2.1.3. Terminología telefónica elemental.

A continuación se proporciona las definiciones elementales de telefonía que son constantemente usadas en estudios y aplicaciones de la materia.

- **Sonido.**-Es el efecto por el cual se manifiesta una oscilación mecánica que se propaga por un medio gaseoso. Dicha oscilación es a su vez producto de la aplicación de una presión variable a un medio gaseoso. En este caso el gas es el aire sobre el cual nosotros aplicamos presiones variables toda vez que articulamos las palabras.

Las vibraciones realizadas que son audibles son realizadas con una frecuencia que varía entre 16 y 20,000 Hz.

- **Frecuencia.**-Es el número de oscilaciones que el gas realiza en un segundo como resultado de

la variación de presión. Se mide en ciclos por segundo (Hertz)

- Audición.-La audición humana depende de las ondas sonoras de alta frecuencia del rango especificado, pues ellas hacen posible que las palabras sean articuladas y por tanto entendibles. Las ondas de baja frecuencia son en cambio, portadoras de la energía y capacidad para individualizar la voz.

- Rango de frecuencia de la voz humana.- La frecuencia de la voz humana varía de 50 a 60 Hz. a 6,000 u 8,000 Hz. Sin embargo el rango de frecuencias necesario en telefonía es de 300 a 3,400 Hz.

- El teléfono.- El teléfono es el elemento que permite reproducir a distancia las palabras o cualquier sonido. Consta de un microteléfono que convierte fielmente los sonidos en señales eléctricas con una calidad tal que abarque las frecuencias comprendidas entre 300 y 3,400 Hz. Además de un receptor que convierte las variaciones de corriente eléctrica en sonidos audibles.

- Organos de llamada.- Son aquellos que intervienen para llamar la atención de la persona con quien se desea hablar. En realidad la definición de órganos de llamada se puede extender a todos los elementos que intervienen en el proceso de establecimiento de una llamada telefónica.

- Par telefónico.- Es la línea telefónica.
- Red telefónica.- Es el conjunto telefónico total compuesto por equipos de abonado, centrales telefónicas, líneas de abonados, enlaces intercentrales, repetidoras, regeneradores, repartidores ,cajas terminales ,etc.
- Troncal telefónica.- Son los pares telefónicos que unen entre si a dos centrales telefónicas. Se denominan troncales urbanas cuando unen dos centrales urbanas e interurbanas, cuando une centrales interurbanas es decir de distintas poblaciones.
- Servicio privado.- Cuando existe comunicación telefónica interna entre las distintas dependencias de una institución. Para ejecutar el servicio privado se requiere del establecimiento de una red privada; por lo tanto cuenta también con una central telefónica privada.
- Central telefónica .- Es el conjunto de equipos que conforman toda una realidad técnica donde se realizan las operaciones de conmutación y control de las diferentes líneas correspondientes a cada usuario telefónico para ponerlos en comunicación en el menor tiempo posible.
- Conmutación .- Se define como la acción de establecer un enlace o conexión entre dos abonados,realizando un conjunto de operaciones, ordenadas por el control de la red.

Planta telefónica.-Es el conjunto de elementos que conforman una red telefónica, desde el equipo mas complicado de conmutación, hasta el ultimo tornillo incluyendo el aparato de abonado, cables,etc.Esta planta telefónica se puede dividir en planta interna y planta externa. La planta interna esta constituida por las instalaciones que estan dentro de los edificios de las centrales telefónicas (equipos de conmutación de transmisión, repartición, etc). Planta externa es el conjunto de elementos que se encuentran fuera de los edificios de las centrales telefónicas, (cables, canalización, posteria, subrepartidores, repetidores, regeneradores,etc.)

- **Central privada manual.**- Denominada tambien PBX (private banch exchange),es aquella que tramita las comunicaciones en una red privada, ya sean internas o provenientes de una red pública a la cual pertenece. Las comunicaciones las conmuta una operadora, quien hace las veces de órgano inteligente.

- **Central privada automática.**- Llamada también PABX (private automatic banch exchange), es aquella que a diferencia de la anterior,tiene conmutación automática para el proceso de comunicación.

- **Central telefónica de control progresivo.**- Son centrales en las cuales la cadena de enlace se va

formando progresivamente y en un sentido. Esto implica que los elementos selectores van enlazándose uno a continuación de otro, bajo dos parámetros espacio y tiempo.

- Central telefónica de control centralizado.- Se fundamenta en que todas las etapas de conexión se enlazan a la vez. Para que esto suceda es necesario que se sepa con certeza si la cadena va operar, por lo cual es indispensable explorar la viabilidad de la cadena mediante los caminos de prueba.

- Central telefónica de mando directo.- Este tipo de central se caracteriza por realizar cada etapa de selección o encadenamiento como respuesta inmediata a los impulsos de información que el abonado envía desde el aparato telefónico.

- Central telefónica de mando indirecto.- Este tipo de central telefónica es aquella en que las etapas de encadenamiento controladas por un órgano inteligente, se realizan una vez que se ha recibido toda la información necesaria para establecer el enlace total.

- Centrales urbanas .- Son aquellos que tienen como objetivo dar el servicio a abonados de una misma ciudad. Estas pueden cursar tráfico interno entre líneas conectadas a una misma central o a diferentes centrales de la misma ciudad.

- **Centrales interurbanas.**- Son aquellas que cursan tráfico telefónico interurbano. Las cuales pueden ser atendidas por operadoras en ambos extremos (servicio manual); operadora en un extremo, siendo el otro automático (servicio semi automático), o por último que ambos extremos sea automáticos (servicio automático).
- **Centrales internacionales.**- Son las que cursan tráfico internacional y tienen las mismas características que las centrales interurbanas.

2.1.4. Estructura Telefónica Nacional

El servicio telefónico en la ciudad de Lima brindado por la Compañía Peruana de Teléfonos S.A. cuenta actualmente con aproximadamente 291,083 líneas de abonado. Al mismo tiempo CPTSA cuenta con 48 oficinas centrales telefónicas presentadas en la Tabla 1.

En cuanto al servicio de telefonía fuera del área de concesión de la CPTSA, este es brindado por la Empresa Nacional de Telecomunicaciones del Peru (ENTEL PERU). Dicha empresa espera incrementar a su capacidad instalada actual de 85,000 líneas a 400,000, durante el periodo 85-90.

OO.CC. DE LA COMPANIA PERUANA
DE TELEFONOS

OO.CC. TELEFONICA :	CAPACIDAD	SIST. CONMUTACION
San Isidro 22	10200	ROTARY 7E
Washington 23	10400	ROTARY 7E
Washington 24	10000	ROTARY 7E
San Martin 27	10200	ROTARY 7E
San Martin 28	10000	ROTARY 7E
Callao 29	10000	ROTARY 7E
Washington 31	10360	PENTACONTA 1000C
Washington 32	10360	PENTACONTA 1000C
Monterrico 35	10360	PENTACONTA 1000C
Monterrico 36	10360	PENTACONTA 1000C
San Isidro 40	10400	PENTACONTA 1000B
San Isidro 41	10360	PENTACONTA 1000C
Miraflores 46	10400	PENTACONTA 1000B
Miraflores 47	10360	PENTACONTA 1000C
San Jose 51	10360	PENTACONTA 1000C
San Jose 52	10360	PENTACONTA 1000C
Magdalena 61	10400	PENTACONTA 1000B
Magdalena 62	10400	PENTACONTA 1000B
Callao 65	10360	PENTACONTA 1000C
Chorrillos 67	10360	PENTACONTA 1000C
Lince 71	10360	PENTACONTA 1000C
Lince 72	10360	PENTACONTA 1000C
Rimac 81	10360	PENTACONTA 1000C
Chosica 91	10360	PENTACONTA 1000C

OO.CC. TELEFONICA :	CAPACIDAD	SIST. CONMUTACION :
Washington 33	10000	NEAX
Monterrico 37	10000	NEAX
San Isidro 42	10000	NEAX
Miraflores 43	5000	NEAX
Higuereta 48/49	20000	NEAX
Magdalena 63	10000	NEAX
San Jose 64	5000	NEAX
San Juan 66	10000	NEAX
Ventanilla 68	1000	NEAX
San Luis 73/74	15000	NEAX
San Borja 75/76	15000	NEAX
Barranco 77	5000	NEAX
Vitarte 78	2000	NEAX
Las Lagunas 79	3000	NEAX
Rimac 82	10000	NEAX
El Parque 85	10000	NEAX
Comas 87	2200	NEAX
Ancon 88	500	NEAX
Puente de Piedra 89	300	NEAX
Chaclacayo 92	2000	NEAX

TABLA 1

El problema de comunicación telefónica en el país hasta fines de 1984 es de completa escasez tanto en Lima como en provincias, en dicho entonces se tenía una densidad telefónica nacional de menos de 2%, siendo en Lima la densidad de 4.8%. La red telefónica se encuentra actualmente en plena evolución existiendo numerosos problemas por esta situación. Por todo esto es necesario incrementar la automatización del servicio.

En provincias hasta 1984 se contaba con 128,245 líneas telefónicas con un total de 144,308 estaciones con un 81.32% de conmutación automática y con 16.68% de servicio por operadora, los cuales pertenecen por supuesto a los pueblos mas atrasados del Perú.

En la Tabla 2 se muestra las localidades departamentales que son atendidas por ENTEL PERU S.A. con sus respectivas capacidades, densidades, asi como el número de teléfonos y distribución segúel tipo de servicio.

La Figura 3 nos ilustra la delimitación geográfica del servicio que a CPTSA y ENTEL PERU brindan en el Perú.'

2.2. Las Redes Telefónicas y sus componentes.

La red telefónica es la planta telefónica

completa, comprendiendo centrales telefónicas, cables, líneas de abonado, canalización, posteria, repartidores, cajas terminales y aparatos telefónicos tal como se muestra en la Figura 4.

2.2.1. Elementos de una Red Local

Los elementos de una Red Local son aún mas desagregados de lo que se mostrará en nuestro trabajo. Sin embargo, como se sabe el principal objetivo del presente trabajo es el estudio de la telefonía básica, solamente citaremos los elementos mas importantes.

a. Central Local: Es la central telefónica a la cual se conectan los abonados que se encuentran dentro de su radio de acción.

b. Línea de Abonado: Circuito que conecta el aparato telefónico del abonado a la central local. Por lo general constituye el comunmente llamado "par telefónico".

c. Zona de Central Local: Es el conjunto formado por la central local y las líneas de abonado. por supuesto incluye canalizaciones, postes, aparatos telefónicos y adicionales.

d. **Circuito de Enlace Directo:** Se denomina circuito troncal, es aquel que enlaza dos centrales telefónicas.

e. **Centro Primario:** Central al cual están conectados las centrales locales y por conducto del cual se establecen las conexiones interurbanas.

f. **Circuito Local:** Es el circuito que enlaza una central local con su centro primario y puede formar parte de conexiones interurbanas incluidas las internacionales.

g. **Central Tandem:** Es la central utilizada para conectar las distintas centrales locales de una zona. Las centrales Tandem puede estar a su vez interconectadas entre sí.

h. **Repartidor Principal:** Se llama el repartidor de una central telefónica al que llegan, por un lado los pares de los cables locales y por otro, el multiplaje de la central. Ha sido ideado de tal forma, que cualquiera de los pares en cable de llegada de la central se puede conectar con cualquiera de las posiciones del multiplaje.

i. **Punto de Subrepartición:** En una red local, es el equipo que por medio de hilos de puenteado o dispositivos similares, permite conectar un par, de entrada con cualquiera de los pares de salida. Eso hace

de que la red sea lo suficientemente flexible y comprende:

- Puntos de subrepartición primaria.
- Puntos de subrepartición secundaria.

j. Punto de Distribución: Ultimo punto de la red de cables de la zona de la central a partir del cual se distribuyen los pares que van a los domicilios de los abonados. Tambien se les denomina cajas terminales.

k. Cable Principal: Cable generalmente de gran número de pares, que va de la central a un punto de subrepartición.

l. Cable de Distribución: Cable que llega a un punto de distribución o cable entre dos puntos de subrepartición.

m. Cable Transversal: Cable de enlace entre 2 punto de subrepartición para mayor facilidad de explotación.

n. Zona de servicio directo: Zona en que los pares de abonado estan conectados directamente a la central sin pasar por un punto de subrepartición.

o. Línea de servicio de abonado: Parte de la línea de abonado comprendido entre el punto de distribución y el aparato telefónico (sin distinción de material o método utilizado).

p. **Línea de Acometida:** Parte de la línea de abonado comprendida entre el punto de distribución y el inmueble del abonado (sin distinción del material o método utilizado).

q. **Sistema Telefónico Local:** Conjunto formado por el aparato telefónico, la línea de abonado y el puente de alimentación

r. **Línea Compartida:** Par único al que están conectados en paralelos varios aparatos telefónicos de abonado.

s. **Densidad Telefónica:** Densidad de líneas principales: número de aparatos telefónicos (o de líneas principales) referido a un elemento característico como el número de habitantes (densidad por 100 habitantes), el número de viviendas, el número de empresas, la superficie, conjunto de habitantes con determinado nivel de ingreso, etc., utilizado generalmente con fines de planificación.

t. **Empalme:** Unión de dos cables largos de la red.

u. **Canalización:** Conjunto de tuberías instaladas para facilitar el tendido de los cables y protegerlos. Puede ser de un solo tubo o de varios tubos.

v. **Concentrador:** Equipo de conmutación que permite dar servicio a cierto número de líneas de abonado con un

número de pares inferior al de líneas y que en la central utiliza equipos individuales de línea de abonado.

Más adelante mencionaremos más elementos de una red telefónica; a medida que vayamos conociendo esta importante rama de la telecomunicación.

La Figura 5, muestra el esquema de las conexiones locales entre una central y el domicilio de los abonados.

2.2.2. Configuración de una red telefónica.

La creciente necesidad de intercambiar información, experimentada siempre en todas las esferas de la vida humana ha encontrado en las telecomunicaciones una solución tan satisfactoria que es ya inconcebible imaginar un mundo carente de este poderoso medio de multiplicar riquezas.

Las telecomunicaciones son un instrumento de gobierno, una ayuda indispensable a la economía y un medio de elevar el nivel de vida. No es extraño por lo tanto que tantos países se interesen por su desarrollo racional.

Para referirnos a la configuración que tienen las redes telefónicas, es necesario establecer dos conceptos de suma importancia en el tratado de redes telefónicas. Por un lado, el concepto de planta interna, el cual constituye una parte de la red local, nace del hecho de que los equipos de conmutación y otros se encuentren distribuidos adecuadamente en un edificio; esto es bajo techo. Este paquete de equipos, conforman la oficina central telefónica, conjuntamente con el cuadro de fuerza y el MDF (Main Distributor Frame); este último elemento es el límite entre planta interna y planta externa. Todos los demás elementos que se encuentren en el interior del local de OO. CC. son también componentes de la planta interna. Los componentes más importantes son la central propiamente dicha y el cuadro de fuerza que estudiaremos en el presente trabajo. Mayores aspectos de planta interna iremos tratando más adelante.

Por otro lado, tenemos el concepto de lo que es planta externa, la cual cobra singular importancia por su alto costo de inversión y mantenimiento. El plantel exterior, constituye la parte de una red local comprendida entre el MDF y los aparatos telefónicos inclusive, los cuales se encuentran instalados en las casas, oficinas, y/o establecimientos de los usuarios.

A partir del subrepartidor secundario, la red (secundaria) lo conforma también los elementos de cableado aéreo, tales como postes y ferretería de cableado aéreo. Los cables aéreos a su paso, van dejando las cajas terminales de distribución, a partir de cada una de las cuales se da atención a un grupo de abonados, de acuerdo con el número de pares con que cuenta la caja.

Un esquema muy representativo del Plan Exterior, expuesto con sus respectivas indicaciones es la que se muestra en la Figura 6.

2.3. Las OO.CC.TT. como medio inteligente de comunicación y sus componentes.

2.3.1. Principios Fundamentales.

Antes de realizar el estudio de este punto, debemos tener en cuenta los principios elementales en base a los cuales surge la necesidad de recurrir a la central telefónica como medio de conexión de 2 aparatos, estableciendo el canal de comunicación. Dichos principios básicos de la filosofía telefónica califican al sistema como tal y son:

A. La comunicación telefónica es punto a punto privado, esto implica que las conversaciones telefónicas deben ser privadas y sin intervención es decir se debe mantener el secreto de la conversación.

B. Cualquier punto de comunicación debe tener la posibilidad de conectarse con cualquier otro punto. Esto significa una total accesibilidad entre abonados.

Dentro de estos principios deben tratar de regirse los sistemas telefónicos. Aun cuando no es totalmente rígido, el incumplimiento de estas reglas descalificaría al sistema telefónico como tal.

Un importante aspecto es el hecho que la telefonía se ha generalizado como servicio público. Es decir de un servicio al cual tiene acceso el público en general. La telefonía se ha difundido a tal punto que es normal encontrar un teléfono en casa, siendo dicho teléfono un punto de comunicación al cual debe tener acceso cualquier otro punto.

2.3.2. Sistema telefónico de enlace rígido y la central telefónica.

De acuerdo al principio de accesibilidad vamos a suponer que se requiere diseñar un sistema que cumpla tal principio. Para que cada aparato sea accesible a los demas deberá conectarse a tantas líneas como aparatos restantes hay, lo cual ocurrirá con los demas aparatos. En consecuencia el número de líneas será de:

$$L = N (N - 1) / 2$$

Ademas cada aparato deberá contar con un conmutador de (N-1) posiciones para que pueda comunicarse con los otros aparatos. El aparato deberá tener capacidad de avisar al abonado a quien se llama a fin de que descuelgue su microteléfono, y si lo tiene por estar hablando con otro deberá haber una forma de enterarse de ello.

Suponiendo que todo los abonados estan hablando en un momento dado, habrá N/2 enlaces ocupados, es decir :

$$(N / 2) * 100 / N * (N - 1) / 2 = 100 / (N - 1) \% \text{ del total}$$

Implica que una gran cantidad de enlaces estarán ociosos, mas aun si tenemos en cuenta que muchos enlaces jamas se usarán y que no todo los abonados se conoce necesariamente. Suponiendo que tengamos 2000 abonados tal como alguna de las agrupaciones de nuestro sistema

telefónico; esta central contaría con 1'999,000 enlaces el máximo uso momentáneo será de 1000 enlaces, es decir solo 0.05% del total, estando ocioso 99.95 %.

A raíz de este obstáculo se pensó que un sistema más eficiente sería el enlazar cada punto de comunicación a un centro, un dispositivo que eventualmente y cuando se requiere pueda enlazar a 2 abonados entre sí. A dicho dispositivo se le llama central telefónica cuya complejidad ha evolucionado progresivamente.

Es evidente que una central telefónica, es un sistema muchas veces más ventajoso que el sistema rígido. Necesitamos ahora saber cuántos abonados necesita dicha central y que condiciones deben tener la misma y los abonados.

Entre otras características, las líneas, las condiciones de transmisión, etc. son comunes a las instalaciones de los abonados, que están concentrados en un área o región relativamente pequeña. Sin embargo hay muchos interrogantes que quedan por salvar, para hacer una central económicamente aceptable y técnicamente eficiente, tanto en calidad de transmisión de frecuencias vocales y alimentación de energía telefónica, como también de disponibilidad. Esto implica un adecuado diseño de planta interna y planta

externa, surgiendo de esta manera el concepto de central urbana, que agrupa una cantidad de abonados considerable y se enlaza con otras centrales que también agrupan otra cantidad determinada de abonados. Todo esto da como producto el sistema telefónico que opera en un área urbana grande, el cual debe estar debidamente planificado, con el adecuado número de centrales, teniendo en cuenta las necesidades futuras, con la cantidad suficiente de enlaces intertroncales, proyectados para soportar el tráfico creciente a través de los años y con la accesibilidad debida.

2.3.3. Organos de una central telefónica

Las centrales telefónicas, para cumplir con sus funciones tienen órganos que se encargan de ejecutar cada una de las etapas de una llamada telefónica. La ejecución de estas funciones por los órganos permiten llegar al objetivo el cual es enlazar un abonado llamador con el otro llamado.

A continuación trataremos cada uno de los órganos de una central telefónica:

a. Organos de supervisión: Como su propio

nombre lo indica son aquellos que se encargan de vigilar el estado de las líneas de la central. A través de estos órganos la central se entera que un abonado desea comunicación además si los microteléfonos están libres u ocupados. Se subdividen en dos grupos:

a.1. **Organos de supervisión de líneas**, cuyas funciones son de vigilar el estado de las líneas e informarle a los órganos de inteligencia.

a.2. **Organos de supervisión interna**, cuyas funciones son de vigilar el estado de los órganos de estado de inteligencia.

b. **Organos de enlace**: Son los que efectúan el enlace y por tanto la comunicación, también se subdivide en 2 grupos:

b.1. **Organos de enlace en líneas**, cuyas funciones son enlazar las líneas de los abonados, a los órganos de enlace interno.

b.2. **Organos de enlace interno**: Son aquellos cuyas funciones son las de enlazar a los órganos de enlace de línea y las de enlazarse entre sí, para formar una cadena de comunicaciones.

c. Organos de inteligencia : Son órganos de suma importancia ya que practicamente dirigen todo el proceso de comunicación telefónica. Entre sus funciones podemos citar las siguientes:

- Saber cual abonado es el que desea una comunicación o sea el abonado peticionario.
- Una vez enterado de eso, prepararse para recibir información del abonado, necesario para efectuar la comunicación.
- Indicarle al abonado que ya puede enviar la información necesaria.
- Recibir dicha información, analizarlo y procesarlo.
- Ordenar a los órganos de enlace su actuación.
- Una vez efectuado el enlace, llamarle la atención al abonado solicitado para indicarle que se requiere comunicación con el.
- Recibir constantemente información de los órganos de supervisión que vigilan las líneas de los conferencistas y los órganos asociados a la comunicación.

Conviene ahora hablar un poco sobre los órganos supervisores de línea. En la gran mayoría de los

sistemas existe un órgano por cada abonado al cual se le denomina circuito de línea. Como hay bastantes órganos la tendencia es a que sea lo mas simple y económico posible. En la gran mayoría de sistemas se ha logrado que tenga 2 relees, denominados relé de línea y relé de corte respectivamente. El rele de línea opera cuando el abonado levanta su microteléfono cerrando un circuito a través de la línea. El rele de línea es el verdadero supervisor y es el que da la voz cuando un abonado desea comunicación. En los sistemas manuales de batería central, este órgano es reemplazado por una lámpara que avisa a la operadora (órgano inteligente), que un abonado requiere comunicarse. La operadora al enterarse del requerimiento pregunta con quien desea la comunicación; pregunta que en el sistema automático lo realiza la central enviando el tono de marcar. Luego viene el envío de información de parte de la persona que requiere comunicación, siendo en el sistema automático a través del envío de cifras numéricas discadas o pulsadas.

2.3.4. Clasificación de centrales automáticas.

La clasificación de centrales telefónicas puede realizarse de acuerdo a diversos criterios como son :

A. Clasificación de centrales de acuerdo al tipo de servicio.

a. Centrales urbanas: Brindan servicio telefónico a abonados urbanos, cursando tráfico interno (entre abonados de la misma central) o externos, es decir abonados de otra central de la misma población.

b. Centrales interurbanas: Cursa tráfico telefónico interurbano, es decir entre abonados de distintas ciudades implicando el uso de antenas de microondas. El proceso de esta llamada se aprecia en la Figura 7.

c. Centrales internacionales: Cursan tráfico telefónico internacional teniendo las mismas características que las centrales interurbanas pero con la diferencia que implican además el uso de la vía satélite.

d. Centrales públicas: Son de servicio público y admiten por abonados de zonas urbanas accesibles a la Central además de otros requisitos técnico-económicos.

e. Centrales privadas: Son de uso exclusivo de entidades. Dichas entidades pueden ser empresas u

oficinas. A las líneas internas de dichas centrales se les denomina anexos. Pueden ser conectado a una o varias centrales públicas a través de enlaces llamadas troncales.

B. Clasificación de centrales de acuerdo al sistema de control.

a. Central con sistema de control progresivo:

Llamada también de control "paso a paso", es tal que la cadena se va formando progresivamente y en el sentido que se enlazan los selectores tanto en el espacio como en el tiempo.

b. Central con sistema de control centralizado :

Todas las etapas de conexión se enlazan a la vez para lo cual es necesario que se sepa con certeza si la cadena va a operar o no, por lo tanto, en este sistema se analizan las rutas posibles explorando la viabilidad del enlace. Esto significa que la cadena se establece solo si se está seguro que habrá comunicación.

C. Clasificación de centrales de acuerdo al grado de automatización.

a. **Manuales:** Son aquellas centrales en las cuales los órganos de inteligencia son seres humanos. Puede ser de batería local donde la alimentación de energía del aparato del abonado es independiente y desligado de la central, y los sistemas de batería central, donde la alimentación del aparato del abonado es desde una batería en la OO. CC.

b. **Automática:** Los enlaces son totalmente realizados por Central Telefónica sin intervención de operadora. El control que puede tener el abonado sobre la Central no le merma la calidad a la calificación de "automático" al sistema. La clasificación de centrales de control progresivo y centralizado corresponden a centrales automáticas.

D. **Clasificación de centrales de acuerdo al funcionamiento de sus órganos.**

a. **Centrales con sistemas electromecánicos:** Sus componentes tanto de encaminamiento como de control son electromecánicos. En nuestras centrales tenemos que los órganos de control son relés y los de encaminamiento o conmutación son selectores rotatorios o de barras cruzadas.

b. Centrales con sistemas semielectrónicos : Son aquellos en que los órganos de conmutación son electromecánicos, pero los de control son electrónicos. Estas centrales a su vez pueden subdividirse entre los de control por programa almacenado y los de control por programa de lógica cableada.

c. Centrales con sistemas de control electrónico : Tiene los órganos, tanto de conmutación como de control, electrónicos. La transmisión de información se hace en forma digitalizada (binaria de preferencia) y puede constituirse en red telefónica, de telex, datos, etc.

2.3.5. Filosofía de los diferentes sistemas de conmutación y control.

A continuación citaremos brevemente los siguientes sistemas telefónicos, Rotary, Pentaconta y Neax . Evidentemente su tratado es bastante denso puesto que cada una de ellas constituye todo un estudio y una experiencia.

2.3.5.1. Sistema Rotary

Es un sistema de mando indirecto ya que los órganos de selección son

controlados por un registrador y no por las cifras marcadas por el abonado.

Son de control progresivo, lo cual quiere decir que la selección se efectúa etapa por etapa, pero sin conocer si existe saturación en etapas posteriores, que de ocurrir, hará que se pierda la llamada.

Los componentes del sistema de conmutación Rotary son fundamentalmente los siguientes:

a. Buscadores: Son elementos destinados a buscar una línea de abonado en forma automática con el fin de establecer la llamada. Los buscadores son de diferentes tipos.

b. El Selector : Tiene por finalidad realizar el enlace entre la línea del abonado llamador y el abonado llamado. Dichos enlaces se realizan en diferentes etapas de la llamada. Tiene exploración de giro y de nivel para efectuar el punto de contacto.

c.El Combinador: Es un conmutador múltiple, consiste en una serie de discos de fibra dispuestos en un eje con el cual gira. Los discos tiene elementos de cobre con capacidad de cerrar y abrir circuitos eléctricos según la posición en que se encuentra el eje de giro.

d.Relays: Son partes importantes del sistema Rotary y son de diferentes tipos para los distintos circuitos. Todos los reles, tienen sus especificaciones en unas hojas especiales tanto para su ajuste mecánico como eléctrico, además de determinar la clase de alambre con que se ha de embobinado su núcleo.

2.3.5.2. Sistema Pentaconta:

También conocido como sistema de barras cruzadas realiza la conmutación telefónica a través de sus órganos de enlace y órganos de la unidad de control.

a. Organos de la red de conexión : Son los que intervienen en el establecimiento físico de la cadena de conversación y están presentes durante toda la conversación.

Así entre 2 personas telefónicamente comunicados existiría una cadena o red de conexión tal como se aprecia en la Figura 8.

b.Organos de la Unidad de control: Son los encargados de gobernar y supervisar la actuación de los órganos que conforman la red de conexión. Solo están presentes durante el

establecimiento de la red de conexión es decir que una vez que se logra conectar a los abonados se libera.

c. Conformación básica de una central Pentaconta:

Los siguientes conjuntos funcionales constituyen una central telefónica pentaconta del modo mas elemental:

UNIDAD DE LINEA que simbolizamos como U.L.

UNIDAD DE GRUPO que simbolizamos como U.G.

UNIDAD DE CONTROL que simbolizamos como U.C.

Los dos primeros U.L. y U.G. conforman la Red de conexión por lo tanto son conjuntos de órganos de la misma red. Dicha Red de Conexión o Cadena de Conversación queda establecida a través de tres zonas.

- Zona de concentración de tráfico o preselección (zona A).

De todas las fuentes creadoras de tráfico (abonados) a una parte de ella se puede dar curso. Decimos entonces que existe una concentración, la cantidad de salidas en esta etapa son mucho menor que las entradas.

- Zona de distribución de tráfico o selección de grupo (Zona B).

establecimiento de la red de conexión es decir que una vez que se logra conectar a los abonados se libera.

c. Conformación básica de una central Pentaconta:

Los siguientes conjuntos funcionales constituyen una central telefónica pentaconta del modo mas elemental:

UNIDAD DE LINEA que simbolizamos como U.L.

UNIDAD DE GRUPO que simbolizamos como U.G.

UNIDAD DE CONTROL que simbolizamos como U.C.

Los dos primeros U.L. y U.G. conforman la Red de conexión por lo tanto son conjuntos de órganos de la misma red. Dicha Red de Conexión o Cadena de Conversación queda establecida a través de tres zonas.

- Zona de concentración de tráfico o preselección (zona A).

De todas las fuentes creadoras de tráfico (abonados) a una parte de ella se puede dar curso. Decimos entonces que existe una concentración, la cantidad de salidas en esta etapa son mucho menor que las entradas.

- Zona de distribución de tráfico o selección de grupo (Zona B).

Son zonas donde las llamadas son encaminadas en distintas direcciones es decir que el tráfico es igual en ambos extremos.

- Zona de expansión de tráfico o selección de línea (Zona C).

Donde las llamadas son distribuidas en dirección a las líneas telefónicas de los abonados solicitados. La concentración y la expansión la efectúa el mismo equipo de modo que la Central esta constituida por una Unidad de Linea (Zona A y O) y la Unidad de Grupo (Zona B).

2.3.5.3. Sistema Neax

El sistema Neax es de caracter moderno, basado en la modulación de pulsos que indican la existencia o no de una señal. La voz humana es transformada en señales eléctricas, las cuales a su vez son transformadas en pulsos codificados: La codificación de un pulso, indica la amplitud de la señal eléctrica, de tal modo que cada amplitud de señal tiene un codigo asignado por un elemento denominado CODEC (codificador decodificador). La central Neax realiza la conmutacion mediante su conmutador temporal espacial - temporal.

Realizada la conmutación, el CODEC transforma el tren de pulsos en señales eléctricas y las envía por los pares analógicos las cuales serán transformadas en ondas sonoras que se traducen en voz humana.

2.4. CUADRO DE FUERZA

El cuadro de fuerza es el sistema de alimentación de energía eléctrica de una OO. CC. telefónica en forma continua y segura, sin interrupciones, aun cuando en la red general se presenten fallas en el suministro de electricidad.

De acuerdo a lo expuesto, el cuadro de fuerza no solo comprende la alimentación de fluido eléctrico a través de la red general, sino que debe incluir su propio sistema de generación de energía, el cual como se verá mas adelante lo constituye el grupo electrógeno de emergencia.

2.4.1. Observaciones generales

La instalación de energía y de suministro de las tonalidades necesarias constituye una parte esencial de toda Central Telefónica. En la estructura de costos destinada a una Central Telefónica el

costo de la instalación de energía (cuadro de fuerza) constituye de un 10 a 15% del total. Por lo tanto es necesario determinar cuidadosamente las necesidades existentes, proveer las modificaciones necesarias para una ulterior ampliación de la instalación en el plazo mas favorable y tomar las disposiciones necesarias para hacer frente a las averías de la red. Algunos calculan su instalación para períodos de planificación muy largos que el sistema de alimentación supone una capacidad excesiva al principio de su utilización, por ello las necesidades de energía requiere de un cuidadoso estudio, que prevenga cada uno de los aspectos que influyen en su dimensionamiento tanto desde el punto de vista técnico como desde el punto de vista económico.

Antes de establecer planes para construir una estación de alimentación hay que conocer importantes datos técnicos, cuya determinación será motivo del presente. A continuación citaremos los datos técnicos indispensables requeridos para nuestro estudio.

a. Valor medio de la carga durante la hora punta expresada en amperios, para la instalación inicial y una fase de desarrollo ulterior.

b. Carga máxima continua de punta para la central expresada en amperios.

- c. Valores admisibles de las tensiones máxima y mínima en las barras omnibus, durante el funcionamiento normal.
- d. Valores admisibles de las tensiones máxima y mínima en las barras omnibus cuando hay avería en la red o durante la carga de la batería.
- e. Tensión máxima transitoria de un segundo de duración en la barra omnibus.
- f. Tensión máxima transitoria admisible en la barra omnibus.
- g. Carga diaria en amperio por horas.
- h. Relación carga diaria/ carga en hora punta (carga expresada en amperio-horas) y forma del diagrama de carga.
- j. Período durante el cual debe seguir en funcionamiento una central después de una interrupción de la red, por medio del grupo electrógeno o solo con batería.
- k. Límites máximos del ruido en la barra omnibus de la Central.
- l. Especificaciones con respecto a la alimentación de corriente de llamada y a la alimentación de tonalidades

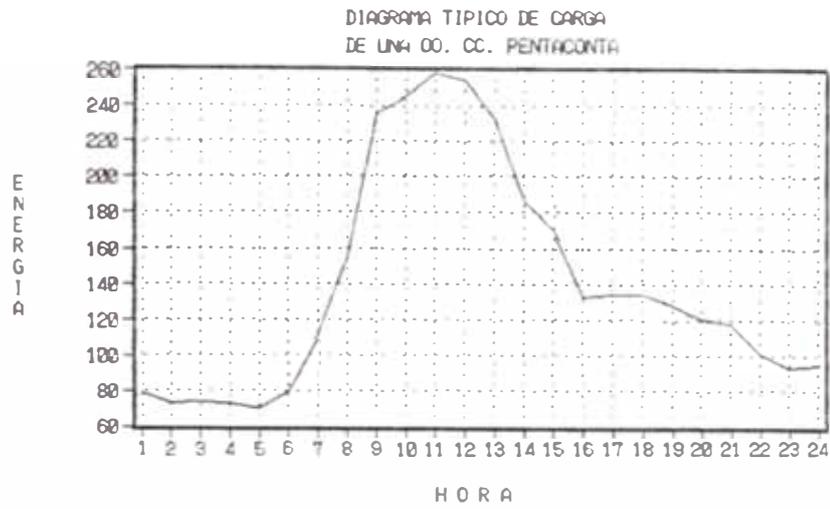


Fig 9.a

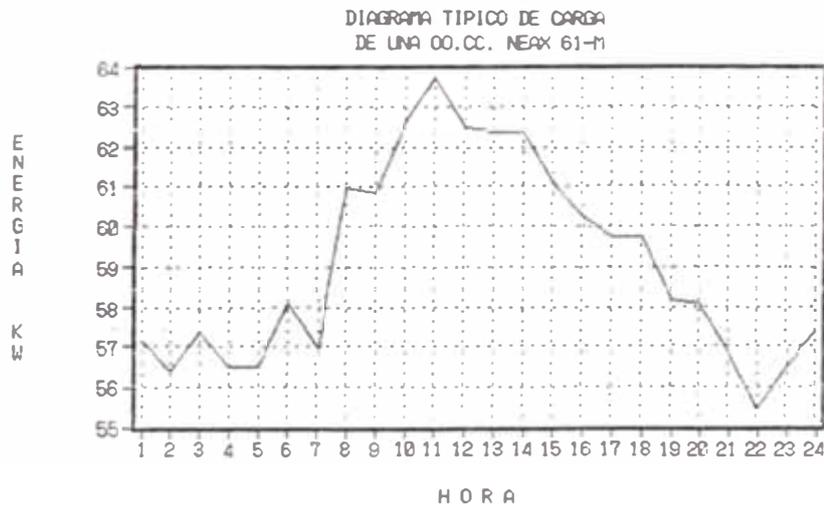


Fig 9.b

m. Datos relativos a la red: Variaciones del voltaje y de la frecuencia, corriente de alimentación, factor de potencia, porcentaje de armónicos.

n. Condiciones ambientales en las salas previstas para alimentación de energía.

o. Condiciones que impone la existencia de equipos de conmutación electrónica y de alimentación por la misma instalación.

2.4.2. Generalidades sobre la energía de alimentación.

La alimentación a una central es siempre con corriente continua, a las siguientes tensiones:

24, 36, 48, 50, 60 voltios.

Las tensiones de 48, 50 y 60 voltios se utilizan principalmente en las Centrales Telefónicas Públicas y grandes instalaciones privadas. Las tensiones de 24 y 36V se usan en cambio con mayor frecuencia en las instalaciones privadas de capacidad menor.

Puesto que estas tensiones de funcionamiento no pueden ser alimentadas con exactitud, tienen un

rango de tolerancia de funcionamiento según los sistemas de funcionamiento. Por ejemplo para las tensiones de funcionamiento usadas en centrales públicas y privadas grandes, deben mantener las siguientes condiciones :

Tensión normal del equipo de conmutación:

60V, 50V, 48V.

Tensión máxima:

58V, 46V, 45V.

Tensión mínima:

63V, 54V, 52V.

En ninguna de las fases de funcionamiento las tolerancias dadas por el fabricante deben rechazarse. Aun cuando se produzca una situación especial, se debe ajustar la tensión de uso dentro del rango de valores admisibles, ya sea manual o automáticamente.

Conviene contar con un regulador de voltaje que permita compensar la variación súbita de tensión en un máximo de 100 seg. Dichas tensiones no debe rebasar del 4% de las tensiones nominales.

El voltaje en continua suministrada por generadores de CC o rectificadores lleva siempre superpuesta una tensión alterna (perturbadora), la cual no debe rebasar 2 mv para toda la gama de cargas de lo contrario se producirán ruidos durante la comunicación.

2.4.3. Conexión a la red.

Las instalaciones de las Centrales están normalmente conectadas a la red general. Esta red es de corriente alterna porque es económica, segura y cómoda. Cuando la corriente a alimentarse es pequeña (menor de 20 amp) se prefiere que dicha corriente sea monofásica, pero cuando la corriente a suministrarse es mayor a 20 amp. la corriente trifásica es mejor. En cuanto a la conexión de alimentación se puede optar por realizarla a una tensión media con transformador independientemente, pues permite separar la parte de baja tensión, de la red.

La instalación de alimentación recibe la corriente alterna sin interrupción. En caso de avería de la red alterna durante el paso a la instalación de reserva, la alimentación en corriente alterna lo asegura una unidad acumuladora.

Las características usuales de la red de alimentación son mostradas en la siguiente tabla:

TENSION	CORR. ALTERNA	CORR. CONTINUA
Baja tens.	110,125,220 V	115,230,450 V
Media tens.	380,500,3000 V	
Alta tens.	5,10,15,20,25, kV	
Tolerancia baja	+ - 10%	+ - 3-4%
Tolerancia alta	+ - 15%	
Frecuencia	50, 60 Hz.	
Tolerancia frec.	+ - 5%	

2.4.4. Componentes del Cuadro de Fuerza.

El cuadro de fuerza esta dispuesto en un ambiente adecuado para cumplir con su cometido de proporcionar a la OO. CC. la energia necesaria para su funcionamiento. Estos componentes son:

a. Grupo Electr6geno : Esta compuesto de un motor Diesel un generador y accesorios constituyendo una unidad el6ctrica que debe tener las mejores condiciones de servicio para suministrar energia segura, suficiente y eficiente a la OO. CC, toda vez que ella la requiera

Debe estar en capacidad de proporcionar

corriente alterna, mediante un sistema de arranque seguro, de fácil mantenimiento, económico y confiable.

b. **Baterías:** Son acumuladores de Energía Eléctrica, destinados a proporcionar la corriente continua, necesaria para el funcionamiento de los órganos de la central telefónica que permita realizar las operaciones telefónicas normalmente. Su almacenamiento de energía debe ser tal que permita operar la central por espacio de 4 ó más horas; cuando por alguna razón el grupo de emergencia no funcione.

c. **Rectificadores:** Los rectificadores son elementos cuyo objeto es la transformación de la corriente alterna en corriente continua. El circuito básico del rectificador consiste en un transformador de potencia monofásica un conjunto de diodos, tiristores, etc.

CAPITULO 3

ESTUDIO DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA DE UNA CENTRAL TELEFONICA

Este capitulo constituye la base de nuestro estudio energético, el cual nos permitira hacer un análisis del consumo de fluido eléctrico por los componentes de una central telefónica, las características del consumo y el conocimiento de la distribución de la energía consumida para la operación de la central.

Nuestro análisis se basa en el estudio realizado para dos tipos de OO.CC. telefónicas, Pentaconta y Neax, el primero de los cuales esta en vigencia mientras el ultimo es de los mas modernos que operan en nuestro pais. De esta forma el estudio esta considerando la modernización en la telefonia en base a la digitalización. Este capitulo constará de tres partes : estudio de carga de la central, consumo de energía de los componentes de la central y diagramas de carga para cada caso.

Las OO.CC. telefónicas tomadas como base de estudio son :

* OO.CC. Washington 31/32

* OO.CC. Washington 33

3.1. Estudio de carga de la OO.CC. telefónica Washington 31/32.

3.1.1. Estudio de carga de la OO.CC.

La OO.CC. telefónica Washington 31/32 es el centro de alambres ubicado en el Jr. Washington No. 1360 Lima. Esta central atiende las necesidades de servicio telefónico del centro de Lima.

El suministro de energía eléctrica a las cargas de emergencia actuales se realiza por medio de un tablero autosoportado, siendo dichas cargas las siguientes :

- a. Rectificadores
- b. Iluminación Central
- c. Aire acondicionado

Esta última actualmente no tiene atención en casos de emergencia, sin embargo dado su importancia es necesario incluirlo en nuestro estudio.

La tensión del servicio es de 220 Volt., trifásica y 60 Hz. de frecuencia. La actual instalación puede apreciarse mejor en el plano 1, del cuadro de fuerza de la OO.CC.

El estudio de carga tiene por finalidad analizar las características del comportamiento del consumo de energía en la OO.CC. tanto activa como reactiva y aparente. Por otro lado se podrá analizar el factor de potencia correspondiente y su incidencia en el aspecto económico.

Para que el análisis sea mas viable, es importante tener presente las definiciones dadas en el Anexo 1.

A. Registro de tablas y diagrama de carga.

A continuación presentamos en la tabla 3 las lecturas registradas durante dos días consecutivos de la semana, comprendidos entre los días lunes y viernes que corresponde a aquellos días en que se produce la máxima demanda de servicio telefónico (máximo trafico) y por consiguiente de energía eléctrica como veremos mas adelante. Para su efecto se hizo uso de un registrador de máxima demanda adecuadamente instalado.

El diagrama de carga es mostrado en la figura 10 la cual corresponde al día en que se registro la máxima demanda de energía eléctrica.

ESTUDIO DE CARGA OO. CC. WASHINGTON - 31/32
(21 y 22-04-88)

HORA	ENER.ACTIVA		ENER.REACT.		ENER.APAR.		COS 0	
1	88.60	78.80	72.01	66.34	114.18	103.01	0.776	0.765
2	83.05	72.70	72.13	74.38	110.00	104.01	0.755	0.699
3	84.64	73.40	73.51	75.09	112.11	105.01	0.755	0.699
4	83.06	72.70	72.14	74.38	110.01	104.01	0.755	0.699
5	77.46	69.90	67.27	71.51	102.60	100.00	0.755	0.699
6	88.50	78.99	76.86	80.81	117.22	113.00	0.755	0.699
7	108.16	111.80	95.68	92.35	144.41	145.01	0.749	0.771
8	161.12	155.18	130.11	126.95	207.10	200.49	0.778	0.774
9	242.37	235.51	180.52	178.47	302.21	295.50	0.802	0.797
10	250.79	245.32	184.18	182.07	311.15	305.50	0.806	0.803
11	259.37	258.88	192.50	188.10	323.00	320.00	0.803	0.809
12	248.93	253.89	186.70	186.45	311.16	315.00	0.800	0.806
13	226.37	232.87	166.83	172.83	281.20	290.00	0.805	0.803
14	189.84	185.84	145.84	138.41	239.39	231.72	0.793	0.802
15	169.35	170.31	125.69	122.86	210.90	210.00	0.803	0.811
16	139.88	132.66	101.63	98.11	172.90	165.00	0.809	0.804
17	153.71	133.89	111.68	97.28	190.00	165.50	0.809	0.809
18	154.05	133.65	117.54	96.76	193.77	165.00	0.795	0.810
19	132.48	128.00	99.36	96.00	165.60	160.00	0.800	0.800
20	120.82	120.00	95.35	90.00	153.91	150.00	0.785	0.800
21	121.07	117.60	98.72	93.11	156.22	150.00	0.775	0.784
22	107.41	101.40	84.76	81.35	136.83	130.00	0.785	0.780
23	97.31	93.32	79.09	73.40	125.40	118.73	0.776	0.786
24	91.88	94.42	73.71	65.66	117.79	115.01	0.780	0.821
TOTAL	3,480.22	3,351.03	2,703.84	2,622.69	4,409.06	4,261.48		
PROMEDIO	145.01	139.63	112.66	109.28	183.71	177.56	0.784	0.776

Tabla 3

DIAGRAMA DE CARGA 00.CC. W31/32

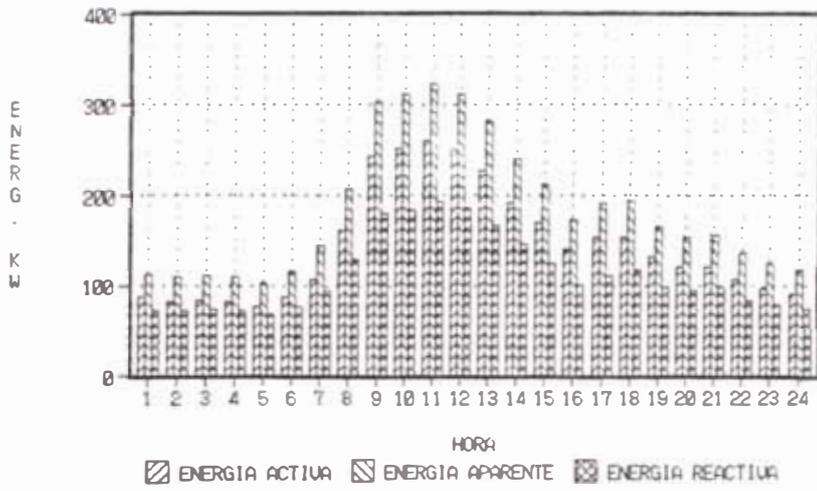


Fig 10

DIAGRAMA DE CARGA 00.CC. W31/32

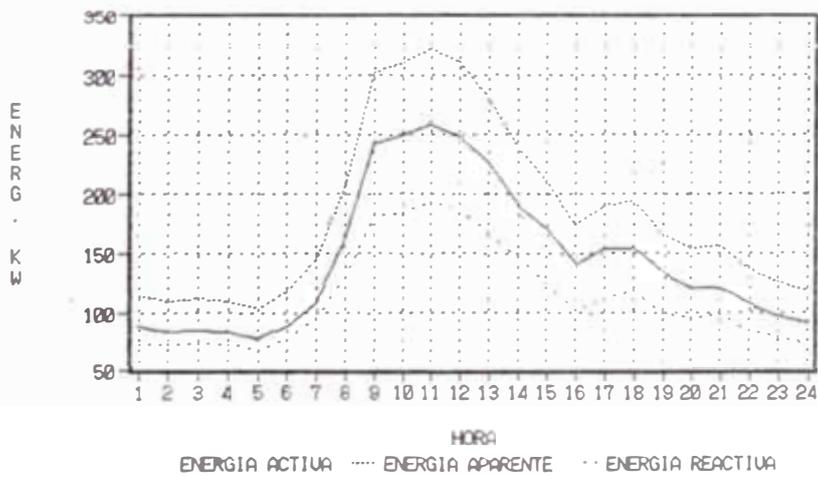


FIG. 10- a.

B. Resultados del diagrama de carga.

Del diagrama de carga mostrado se deducen importantes observaciones, que se resumen en la tabla 4, como resultado de la aplicación de los conceptos dados en el Anexo 1.

A continuación se muestran los cálculos de los principales parámetros del sistema de energía de la OO.CC.

i. Cálculo del factor de carga

$$fc = P_{med.}/P_{max.}$$

$$P_{med.} = P_i * t_i / 24h = 3,426.24 \text{ kw-h} / 24h$$

$$P_{med.} = 142.76 \text{ Kw}$$

Luego :

$$fc = 142.76 \text{ Kw} / 259.37 \text{ Kw} \quad \implies \quad fc = 0.559$$

ii. Cálculo del factor de demanda

$$fD = P_{max.}/P_{total}$$

$$P_{total} = 700 \text{ Kw de potencia conectada}$$

$$P_{max.} = 259.37 \text{ Kw}$$

Luego :

$$fD = 259.37 / 700 \quad \implies \quad fD = 0.370$$

iii. Cálculo del factor de diversidad

$$fd = > P_{jmax}./P_{max}.$$

$$> P_{jmax} = (190.6 + 50.92 + 22.94)Kw = 264.46 Kw$$

Luego :

$$fd = 264.46/259.37 \quad =====> \quad fd = 1.02$$

No.	PARAMETRO	VALOR
1	Potencia activa máxima	259.37 Kw.
2	Potencia reactiva máxima	192.50 KVAR
3	Potencia aparente máxima	323.00 KVA
4	Factor de potencia máximo	0.806
5	Factor de potencia mínimo	0.749
6	Factor de carga	0.559
7	Factor de demanda	0.370
8	Factor de diversidad	1.034
9	Demanda media	145.01 Kw
10	Consumo de energía	3600.72 Kw-h/d

TABLA 4

De la observacion del diagrama de carga y de la tabla 4 podemos afirmar lo siguiente :

* Las mayores solicitaciones de potencia tanto activa, como reactiva y aparente se produce entre las 10 y las 13 horas del día. Asimismo la demanda vuelve a

elevarse ligeramente entre las 15 y las 17:30 horas del día.

- * La carga punta ocurre entre las 10:30 y 11:30 am y de acuerdo con nuestro factor de carga este es practicamente el doble de la carga base.
- * La energía aparente consumida diariamente por la OO.CC. asciende aproximadamente a 4,394KVA-h/día; esto es :

$$C_{\text{eaa}} = 4,394 * 365 = 1'603,395 \text{ KVA-h/año}$$

- * El consumo de energía reactiva ascendente a 2710.32 KVAR-h/d , practicamente constituye el 78% de la energía activa.
- * La demanda máxima llega a ser solo el 37% de la potencia conectada al sistema.

3.1.2. Estudio de las cargas alimentadas por el sistema

Los consumos de energía por las cargas conectadas a la instalación de fuerza de la OO.CC. telefónica que se deben contemplar en el estudio, son las consideradas seguidamente.

3.1.2.1. Energía consumida por rectificadores.

La operación telefónica se caracteriza por el uso de energía eléctrica en pequeña cantidad, razón por la cual, la

alimentación se realiza bajo una tensión de 48 a 52V. Esta tensión no es proporcionada por ninguna empresa eléctrica por lo cual se hace necesario el uso de rectificadores.

El rectificador es un dispositivo que presenta una resistencia distinta al paso de una corriente eléctrica, cuando se invierte la dirección de la corriente permitiendo transformar la corriente alterna en corriente continua; esto es, la corriente de alimentación a 220 V.A.C. es convertido en corriente a 48 V.D.C. para el uso telefónico.

Existen diversos tipos de rectificadores desde los mas simples rectificadores mecánicos (con partes móviles) hasta los rectificadores electrónicos sólidos los cuales con el uso de semiconductores ha hecho posible una conversión mas eficiente de corriente alterna en continua. Actualmente las empresas telefónicas hacen uso de este tipo de rectificadores cuyo rendimiento nominal oscila entre 65 y 85%.

Para el estudio de la energía que se consume en telefonía a través de los rectificadores, hemos procedido a tomar las lecturas de consumo de carga rectificadores segun se muestra en la Tabla #5. De la cual podemos extraer los siguientes datos.

. Potencia max. demandada Rectif. : 190.6 Kw.

Corriente máxima. 610 Amp.

Tensión Promedio. 220 VAC

. Potencia max. descargada Rectif. : 150.8 Kw

Corriente máxima. 2900 Amp

Tensión promedio. 52 VDC

Factor de potencia min. 0.81

Bajo esta condiciones de trabajo en hora punta los rectificadores funcionan con una eficiencia de:

$$\eta_r = 150.8 \text{ Kw} / 190.6$$

$$\eta_r = 79.10\%$$

En esta hora punta tambien se verifica las pérdidas mas altas esto es de 39.8 Kw. Sin embargo la máxima eficiencia se alcanza para las siguientes condiciones de funcionamiento :

Corriente ingreso : A=600 Amp.
V=220 VAC.
P=185.2 Kw.

Corriente salida : A=2875 Amp.
V=52 VDC
P=149.5 Kw

Siendo en estas condiciones la eficiencia:

$$\eta'_r = 80.7\%$$

Los rectificadores de tiristores para funcionamiento continuo, tiene un rendimiento que varía entre 65 y 85%. Esto nos hace pensar que la eficiencia promedio de funcionamiento de los rectificadores que proporcionan actualmente CC a las Centrales Telefónicas Washington 31 y 32, es baja lo cual es necesario analizar.

De la misma Tabla 5, podemos aseverar que siendo el promedio de pérdidas en forma de calor, de 25.34 Kw, la energía disipada es :

$$25.34 \text{ K} \times 24 \text{ h/día} = 608.16 \text{ Kw-h/día} \quad \text{ó}$$

$$25.34 \text{ Kw} \times 8760 \text{ h/año} = 221.98 \text{ Mw-h/año.}$$

La carga en rectificadores equivale a un promedio de 65% de la carga total consumida, por las OO. CC. 's W31 y 32, lo cual lo hace preponderante y por consiguiente es importante el rendimiento de los rectificadores.

3.1.2.2. Energía Eléctrica para Aire Acondicionado.

El equipo de aire acondicionado instalado en las OO. CC. Washington 31-32 permite mantener

el ambiente de la Central Telefónica en condiciones ambientales adecuadas, tales que los dispositivos tanto eléctricos como electrónicos de los equipos de conmutación no sufran averías por recalentamiento.

Las siguientes condiciones ambientales son las que se mantienen en el interior de la Oficina Central.

$$T_i = 22 \text{ }^\circ\text{C} = 71.6 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\phi_i = 50\%$$

El equipo utilizado tiene una capacidad de 30 Ton y 20 Ton para las Oficinas Centrales 31 y 32 respectivamente. En el caso del equipo utilizado en la Oficina Central Washington 31 la capacidad del equipo de 30 Ton, permite "evacuar" $30 \times 12,000$ BTU/h esto es 360,000 BTU/h como máximo. Para la Central W-32, la capacidad del equipo es de: 20 Ton sea 240,000 BTU/h. Los dos equipos por lo tanto están en la capacidad de evacuar 600,000 BTU/h.

La energía necesaria para operar los equipos a plena carga, es por lo tanto :

Washington 31

4 ventiladores de condensadores	: 1/2 HP c/u	2 HP
1 ventilador de evaporador	: 6.6 HP c/u	6.6 HP
2 Compresores	: 30.0 HP c/u	30.0 HP

		38.6 HP

eléctricos lo cual obviamente no es cierto. Esto implica que realmente el sistema esta trabajando a un porcentaje de carga menor que su capacidad nominal, pero también con una menor eficiencia.

iv). El coeficiente de funcionamiento total teórico del sistema de aire acondicionado es el siguiente :

Washington 31

$\beta = \text{Capac. equipo} / \text{Potencia requerida}$

$\beta = 30 \text{ Ton} / 38.6 \text{ HP}$

Pero : 1 Ton = 4.715 HP

$\beta = 3.3664$

Washington 32

$\beta = 20 \text{ Ton} / 28.6 \text{ HP}$

$\beta = 3.297$

Ambas centrales dan en promedio el siguiente coeficiente de funcionamiento teorico :

$\beta = 50 * 4.715 / 67.2 \text{ HP} = 3.508$

Podemos calcular el coeficiente de funcionamiento practico considerando el consumo de energia neta :

$\beta' = 50 * 3.5169 \text{ Kw} / 43.18 \text{ Kw} = 4.07$

ENERGIA CONSUMIDA EN AIRE ACONDICIONADO
W-31/32

HORA	CAR. AMP.	EN. ACT-KW:	EN. AP-KVA :	COS Ø:
1	130.00	39.62	49.5	0.800
2	130.00	39.62	49.5	0.800
3	130.00	39.62	49.5	0.800
4	130.00	39.62	49.5	0.800
5	130.00	39.62	49.5	0.800
6	130.00	39.62	49.5	0.800
7	140.00	42.14	53.3	0.790
8	145.00	43.92	55.2	0.795
9	150.00	45.43	57.2	0.795
10	155.00	46.95	59.1	0.795
11	160.00	48.46	61.0	0.795
12	165.00	50.92	62.9	0.810
13	160.00	48.46	61.0	0.795
14	150.00	45.43	57.2	0.795
15	140.00	42.14	53.3	0.790
16	140.00	42.14	53.3	0.790
17	140.00	42.14	53.3	0.790
18	140.00	42.14	53.3	0.790
19	140.00	42.14	53.3	0.790
20	140.00	42.14	53.3	0.790
21	140.00	42.14	53.3	0.790
22	130.00	39.62	49.5	0.800
23	130.00	39.62	49.5	0.800
24	130.00	39.62	49.5	0.800
TOTAL	3375.00	1023.31	1285.88	
PROMEDIO	140.63	42.64	53.58	0.796

TABLA 6

3.1.2.3. Energía Eléctrica para Alumbrado y Otros.

La demanda de energía eléctrica para iluminación y otros requerimientos diarios, derivados de los trabajos propios de instalación, modificaciones y reparaciones típicas de una central telefónica hacen que esta sea completamente variable. Asimismo, cuando se realizan pruebas de rutina en la Central Telefónica, los consumos de energía eléctrica se incrementan. Otros elementos que incrementan el consumo son las bombas de agua.

La OO.CC. W-31 consume energía a través de un total de 245 luminarias de 40 Watts de potencia y aproximadamente 162 tomacorrientes.

En tanto que la Central W-32 tiene instalada un total de 277 luminarias de la misma potencia que en W-31 y aproximadamente 158 tomacorrientes.

Por lo tanto tenemos una capacidad instalada de iluminación de 20.9 Kw y un total de 320 tomacorrientes

El consumo total de energía eléctrica para

iluminación y otras aplicaciones es relativamente baja y se refleja en la tabla 7. Como se puede observar en dicha tabla el máximo consumo se verifica a las 12:00 lo cual se explica principalmente por el elevado consumo de agua con el consecuente funcionamiento de las bombas hidráulicas, el uso de las herramientas de instalaciones en planta interna, así como las pruebas y reparaciones incrementan el consumo de energía eléctrica de estos elementos.

Los elementos más influyentes en el comportamiento de las curvas de carga para la OO. CC. son los rectificadores. Asimismo la iluminación de la central, es mayor en las horas de trabajo, ya que después el número de luminarias encendidas disminuye.

3.2. Estudio de Carga de la OO. CC. Washington - 33

Esta Oficina Central responde a un diagrama de carga distinta a la anterior debido esencialmente a su diferencia de operación. Las centrales Neax están diseñadas para procesar más llamadas telefónicas y con mayor eficiencia. Estas centrales de conmutación semidigital, tienen capacidad para atender una determinada cantidad de abonados para lo cual se cuentan con tarjetas electrónicas que agrupan a 8 abonados cada una

conformando los circuitos de línea. Dichas tarjetas son de alimentación constante de energía.

Sin embargo, existen componentes que aumentan el consumo de energía eléctrica cada vez que se producen las comunicaciones telefónicas, lo que implica que cuanto más tráfico, exista mayor será el consumo de energía eléctrica, tal como se verifica en el diagrama de carga presentado, en la cual se observa que hora punta es a las 11h, lo cual es típico de una central telefónica.

A continuación presentaremos un estudio de comportamiento del consumo de energía activa, reactiva y aparente, así como del factor de potencia correspondiente a las cargas alimentadas por el Sistema de Emergencia.

Como en el caso anterior las cargas que consumen energía eléctrica en la Oficina Central Telefónica Neax son las siguientes:

- Rectificadores.
- Iluminación Central.
- Aire Acondicionado.

El suministro de energía para dichas cargas se realiza a través del grupo electrógeno de emergencia por intermedio de un Tablero de Emergencia autosoportado bajo una tensión de servicio de 220V, trifásico y 60 Hz.

ESTUDIO DE CARGA OO. CC. WASHINGTON - 33
(28 y 29-04-88)

HORA	ENER.ACTIVA		ENER.REACT.		ENER.APAR.		COS 0	
1	58.01	57.13	38.68	37.80	69.72	68.50	0.832	0.834
2	58.01	56.39	38.68	38.92	69.72	68.52	0.832	0.823
3	57.31	57.33	39.70	37.48	69.72	68.49	0.822	0.837
4	57.31	56.51	39.70	38.71	69.72	68.50	0.822	0.825
5	58.01	56.51	38.68	38.71	69.72	68.50	0.832	0.825
6	57.19	58.10	41.85	39.04	70.87	70.00	0.807	0.830
7	59.28	56.93	39.53	42.25	71.25	70.90	0.832	0.803
8	59.69	60.98	42.28	41.93	73.15	74.00	0.816	0.824
9	60.71	60.84	43.48	42.31	74.67	74.10	0.813	0.821
10	63.09	62.64	42.73	41.61	76.20	75.20	0.828	0.833
11	63.73	63.72	43.82	42.32	77.34	76.49	0.824	0.833
12	62.56	62.48	43.50	41.50	76.20	75.01	0.821	0.833
13	62.56	62.40	43.50	41.61	76.20	75.00	0.821	0.832
14	61.94	62.40	43.07	41.61	75.44	75.00	0.821	0.832
15	60.68	61.12	42.20	40.75	73.91	73.46	0.821	0.832
16	60.47	60.25	40.48	39.70	72.77	72.16	0.831	0.835
17	60.08	59.74	40.37	39.37	72.39	71.54	0.830	0.835
18	60.08	59.74	40.37	39.37	72.39	71.54	0.830	0.835
19	59.36	58.20	41.43	40.93	72.39	71.15	0.820	0.818
20	58.38	58.08	41.51	40.84	71.63	71.00	0.815	0.818
21	58.38	56.84	41.51	42.33	71.63	70.87	0.815	0.802
22	57.44	55.42	42.18	44.17	71.27	70.87	0.806	0.782
23	58.32	56.50	38.89	40.46	70.10	69.50	0.832	0.813
24	58.36	57.33	37.54	37.48	69.39	68.49	0.841	0.837
TOTAL	1,430.95	1,417.58	985.71	971.21	1,737.79	1,718.80		
PROMEDIO	59.62	59.07	41.07	40.47	72.41	71.62	0.82	0.82

TABLA 8

A. Registro de tablas, gráficos y diagramas de carga.

Al igual que en el caso del estudio realizado para las centrales Pentaconta, para esta oficina central telefónica, han sido realizados mediante un registrador de máxima demanda, instalado adecuadamente por personal de Electrolima y CPTSA.

Las lecturas se han tomado durante dos días consecutivos comprendido entre los días Lunes y Viernes dado que es en estos días en los cuales se produce la mayor demanda del servicio telefónico y por consiguiente de energía eléctrica en caso de necesitarse la conexión del Sistema de Emergencia.

Las lecturas son mostradas en la tabla 8 y figura 12.

B. Análisis de los principales parámetros.

b.1. Factor de carga: Calculando el factor de carga correspondiente tenemos :

$$fc = P / P_{max}$$

$$fc = 59.62 / 63.73 = 0.935$$

b.2. Factor de demanda :

$$fD = P_{max} / P_{conec.} = 63.73 / 350 = 0.182$$

$$fD = 0.182$$

b.3. Factor de diversidad :

$$fd = > P_{jmax} / P_{max} = 67.55 / 63.73 = 1.06$$

De acuerdo a los factores previamente calculados podemos resumir las lecturas de la siguiente manera.

Potencia Activa Máxima	:	63.73 Kw
Potencia Reactiva Máxima	:	43.82 KVAR
Potencia Aparente Máxima	:	77.34 KVA
Factor de Potencia Máxima	:	0.840
Factor de Potencia Mínimo	:	0.803
Factor de Carga	:	0.935
Factor de Demanda	:	0.182
Factor de Diversidad	:	1.06

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos realizar importantes aseveraciones.

*El factor de carga de 0.935 nos indica que tenemos una carga punta poco elevada con respecto a la carga base, la cual ligeramente menor que la carga media; por lo tanto el consumo de carga es mas uniforme que en las centrales Pentaconta.

*El factor de potencia es bajo lo cual indica que hay un elevado consumo de energía reactiva, por lo tanto se

hace necesaria implementar un banco de condensadores que permita elevar el $\cos \phi$ y determinar un ahorro significativo en energía.

*La energía consumida es del orden de 1,856 KVA h/día lo que implica 677.5 Mw-h/año.

*La carga de punta ocurre a las 11:00 lo cual verifica la influencia que tiene en el consumo de energía, el proceso de llamadas telefónicas.

*El factor de carga elevado (0.935) indica que la variación en el consumo de carga es baja, lo cual sugiere pensar que el consumo de energía es prácticamente constante

3.2.2. Estudio de Cargas Alimentadas por el Sistema de Emergencia W-33.

En esta central telefónica más moderna y eficiente que las OO.CC. Rotary y Pentaconta instaladas, el diagrama de cargas verifica un consumo de energía mucho más uniforme que en el caso de las centrales anteriormente tratadas. Esto como veremos en esta parte ocurre para las 3 cargas que este grupo de emergencia alimenta.

3.2.2.1. Energía Eléctrica para Rectificadores

El consumo de energía eléctrica para rectificadores de corriente alterna es bajo debido a la utilización de circuitos integrados, mediante los cuales se eliminan los componentes electromecánicos que se usan en las centrales Pentaconta. El consumo de energía por parte de las centrales Neax se reduce ampliamente al usar modernos rectificadores de silicio.

Este tipo de rectificadores se caracteriza por su alta eficiencia y bondad de rectificación. Actualmente los rectificadores se encuentran trabajando a un 62.5% a 75% de su carga nominal y con una eficiencia que varía entre 88% y 92%, la cual tiene a aumentar a medida que se aumenta la carga. El consumo de energía para procesar las llamadas telefónicas es relativamente bajo, en relación a la energía que se usa para alimentar constantemente las tarjetas electrónicas de circuitos integrados que agrupan 8 abonados cada una.

La Tabla 9 describe el consumo de energía a

través de los rectificadores. Las características de este consumo nos permite afirmar lo siguiente:

- . Potencia máxima requerida por Rectif: 43.90 Kw
 - Corriente Máxima 142 Amp.
 - Tensión Promedio 220 VAC
- . Potencia máxima descargada por Rectif: 40.30 Kw
 - Corriente máxima 805 Amp.
 - Tensión Promedio 50 VDC
- . Factor de Potencia Mínimo 0.815

Bajo estas condiciones en hora punta el consumo de energía es de 43.9 Kw con la cual se obtiene 40.3 Kw de potencia en corriente continua siendo por tanto su eficiencia de:

$$40.3 \text{ Kw} / 43.9 \text{ K} \times 100 = 91.8\%$$

Eficiencia que se presenta como la máxima, la cual naturalmente tiende a incrementarse a medida que aumenta el consumo de energía. Las pérdidas son relativamente bajas esto es de:

$$\text{Per. max.} = 5.23 \text{ Kw}$$

$$\text{Per. max.} = 3,412.322 \text{ BTU/h/Kw} \times 5.23 \text{ Kw}$$

$$\text{Per. max.} = 17,846.44 \text{ BTU/h}$$

Esta energía se disipa en forma de calor, pero siendo

ella relativamente baja, la disipación se realiza por convección natural sin uso de equipo de aire acondicionado. Naturalmente la sala de rectificadores es lo suficientemente amplia para cumplir con el espacio y circulación de aire necesario para la protección del equipo.

El uso de tiristores mas modernos en estos equipos ha aumentado considerablemente la eficiencia. Se cuenta con un transformador de primario trifásico y secundario polifásico.

Las siguientes son características propias del rectificador NEC para alimentación de corriente continua de las centrales digitales Neax:

- 1). Tensión nominal de salida : 48V
- 2). Sistema de Carga (baterias): Transferencia automática.
- 3). Corriente nominal de salida: 400A
- 4). Sistema de marcha en paralelo: Automática.

3.2.2.2. Energía Eléctrica para Acondicionamiento - de Aire.

La energía que se consume para el acondicionamiento de aire en el caso de la oficina central W-33 es practicamente el 75% de lo requerido para cada una de las centrales Pentaconta lo cual se explica principalmente por el uso de mayor cantidad de componentes electrónicos cuya temperatura de operación, no puede ser mayor de 24 C por mucho tiempo.

El ambiente dentro de la Oficina Central W-33 presenta las siguientes condiciones:

$$T_i = 22^{\circ}\text{C} = 71.6^{\circ}\text{C}$$

$$\phi_i = 50\%$$

Para obtener tales condiciones de aire se cuenta con dos equipos de acondicionamiento de de 15 TON de capacidad cada una. Actualmente una de ellas se encuentra operativo, manteniéndose el otro en STAND BY lista para entrar en operación cuando asi se requiera. Cada equipo, esta en capacidad de absorber una carga térmica total de hasta 180,000 BTU/h sin ningun inconveniente.

La energía que se requiere para operar uno de los equipos en condiciones nominales está dado de acuerdo a las siguientes especificaciones :

2 Ventiladores de Condensadores:	1/2 HP	1.0 HP
1 Ventilador de Evaporador:	5 HP	5.0 HP
1 Compresor:	15 HP	15.0 HP
		21.0 HP

Esta potencia corresponde a cada uno de los equipos de acondicionamiento de aire.

$$P_r = 21 \text{ HP} = 15.66 \text{ Kw}$$

De acuerdo a la Tabla 10 que representa el consumo horario de energía para acondicionamiento de aire, podemos afirmar lo siguiente:

i. La máxima demanda de energía se verifica entre las 10:00 y las 14:00 horas siendo la demanda punta a las 12:00 de 16.52 Kw lo cual implica que el equipo :

$$P_r = V * I * \sqrt{3} * \cos \phi * \eta_{er}$$

$$\cos \phi = 0.85 \quad \text{y} \quad \eta_{er} = 0.87$$

$$P_r = 220 * 51 * \sqrt{3} * 0.87 * 0.85 = 14.37 \text{ Kw}$$

con dicha potencia se debe evacuar el calor que emiten los dispositivos electrónicos en funcionamiento en

concordancia con las condiciones ambientales requeridas dentro de la central, donde el aporte térmico por parte de los componentes electrónicos es considerablemente influyente. Actualmente este equipo se encuentra trabajando con una potencia comprendida entre el 75 y 92% de carga; por lo tanto, la eficiencia que se considera (nominal) es mayor que aquel con la cual esta operando el equipo actualmente. Por lo expuesto podemos afirmar que las centrales Neax tienen muchas ventajas respecto a los otros en relación al servicio que brindan y a lo económico de su operación

ii. El coeficiente de funcionamiento teórico del sistema es:

$$\beta = \text{Capacidad del equipo} / \text{Potencia Requerida}$$

$$\beta = 15 \text{ Ton} / 21 \text{ HP} \quad \text{====>} \quad 15 \times 4.715 \text{ HP} / 21 \text{ HP}$$

$$\beta = 3.368$$

iii. El coeficiente mostrado en el paso anterior implica que con 21 HP de potencia se puede extraer una carga térmica equivalente a 3.368 veces potencia consumida, es decir:

$$Q = 21 \text{ HP} \times 3.368 \times 2545.08 \text{ BTU/h}$$

$$Q = 180,008 \text{ BTU/h}$$

$$Q = 15 \text{ Ton.}$$

iv. El coeficiente de funcionamiento, práctico del sistema considerando:

$$15 \text{ TON} \times 3.5169 \text{ Kw/Ton} / 14.37 \text{ Kw} = 3.70$$

En este caso el otro equipo de aire acondicionado entra a funcionar cuando la carga termica es mayor que 15 TON a la que corresponde un consumo de energia de 15.6 Kw.

3.2.2.3. Energia Eléctrica para Alumbrado y Otros

La central telefónica W-33 ocupa un area mucho menor del que ocupa una Central Pentaconta de la misma capacidad, es por ello que la energia que se consume en alumbrado y otros es relativamente baja. Esta energia se limita a iluminar la oficina central y escaleras conducentes a ella.

La cantidad de luminarias que tiene esta OO. CC. es de 92, siendo cada luminaria de 40 Watts de potencia. Ademas tenemos otros aparatos cuyo consumo de energia es despreciable.

La tabla 11, refleja cual es la demanda horaria de energia para alumbrado y otros con las siguientes características :

Demanda máxima : 2.67 Kw

Demanda promedio : 1.88 Kw
Consumo diario : 45.12 Kw-h

Lo cual implica que el consumo de energía es de 1353.6 Kw-h/m.

El máximo consumo de energía se verifica a las 10:00 a.m., hora en que se esta en plena labor de pruebas, con el uso de los terminales de prueba.

3.3. Diagramas de Balance Energético.

3.3.1. Para la OO.CC. Washington 31/32

La diagramación sera realizada en base al consumo máximo de energía total;pues es en base a dicho consumo que se realiza la selección del equipo. De acuerdo con los datos mostrados en las tablas anteriormente presentadas tenemos que en la hora punta la demanda de energía es :

P_{max} 259.37 Kw

En dicho momento:

P_{rect} = 190.60 Kw

η_r = 79.10

$$P_{a-a} = 46.95 \text{ Kw} \quad \beta = 3.507$$

$$P_{alm} = 20.12 \text{ Kw}/257.67 \quad q = 20.12 \text{ Kw}$$

Actualmente se tiene las siguientes condiciones nominales de operación del grupo electrógeno de acuerdo a catalogo:

$$P_{ac} = 184 \text{ Kw}$$

$$P_{ap} = 230 \text{ KVA}$$

$$\text{Cos } \phi = 0.8$$

3.3.2. Para la Oficina Central W-33

Como en el caso anterior la diagramación se hara en base al consumo máximo de energía eléctrica debido principalmente a que en base a tal demanda se realizará la selección del equipo de emergencia. A continuación mostramos un extracto de las tablas presentadas anteriormente de acuerdo a las cuales tenemos los siguientes resultados:

$$P_{max} = 63.73 \text{ Kw}$$

En dicho momento:

$$P_{rect} = 43.90 \text{ Kw}$$

$$\eta_r = 91.8\%$$

$$P_{a-a} = 16.19 \text{ Kw}$$

$$\beta = 3.368$$

$$P_{alum} = 2.29 \text{ Kw}$$

$$q = 2.29 \text{ Kw}$$

Actualmente se tiene un grupo de emergencia con las siguientes condiciones nominales de operación.

$$P_{ac} = 240 \text{ Kw}$$

$$P_{ap} = 300 \text{ KVA}$$

$$\text{Cos}\phi = 0.8$$

Asimismo, se puede observar como pérdidas en los cables la diferencia entre la potencia máxima y la suma de consumo simultaneo correspondiente. Las pérdidas son de 1.35 Kw en los cables y accesorios de medición de energía y otros.

CAPITULO 4

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL GRUPO DE EMERGENCIA

4.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para realizar la selección de un grupo de emergencia confiable que atienda nuestras emergencias, hemos creído conveniente elaborar una metodología adecuada, basada en datos experimentales extraídos de las mediciones realizadas durante el funcionamiento de las centrales telefónicas Neax y Pentaconta, y en proyecciones de sus requerimientos futuros de energía, de acuerdo al incremento del número de líneas en servicio.

Establecida la metodología, realizaremos una selección del equipo de emergencia especificando sus principales características. Para su efecto, es recomendable tabular los requerimientos de energía de cada una de las cargas conectadas (que son imprescindibles aunque se corte el fluido

eléctrico), en función del número de líneas (instaladas y en servicio). Nuestra selección será relativamente conservadora al inicio de la operación de la central, debido principalmente, al crecimiento modular del número de líneas en general y al factor de seguridad que se considerará para el cálculo de la potencia del grupo.

Usaremos una serie de datos propios del diseño del grupo electrógeno, proporcionados por el fabricante; tales como curvas características de funcionamiento (potencia, consumo de combustible, velocidad, etc).

Asimismo, haremos uso de una estadística del número de horas de corte de alimentación de energía eléctrica, de acuerdo a lo registrado por la empresa Electrolima, que es la responsable del sector. Este parámetro, será particularmente útil cuando se estudie la parte económica del trabajo.

Por ejemplo en el caso de la central telefónica W-31/32, es necesario alimentar las siguientes cargas :

- . Equipo de Conmutación.
- . Equipo de Transmisión.
- . Aire Acondicionado.
- . Iluminación y Tomacorrientes.
- . Iluminación otros pisos.
- . Posiciones Manuales.

. Bomba de Agua.

Por ejemplo, para la Oficina Central Washington 31/32 tenemos:

1). Los rectificadores instalados responden las siguientes cargas en amperios:

. Posiciones manuales	92	15.1%
Conmutación	460	75.4%
. Transmisiones	58	9.5%

	610 Amp.	

2). Para iluminación la energía se distribuye entre los siguientes elementos de consumo:

. Iluminación y tomacorrientes.	50
. Bomba de agua.	10
. Otros accesorios.	10

	70 Amp

3). Para aire acondicionado, la energía necesaria se distribuye entre compresores y ventiladores.

. Compresores.	123 Amp
. Ventiladores U.C.	10 Amp
. Ventiladores Evaporador	32 Amp

	165 Amp

Carga Total: 845 Amp x f.s. = 930 Amp.

Donde: f.s. = 1.1

Todas estas cargas han sido medidas en el momento de mayor exigencia de cada uno de los equipos. Sin embargo de acuerdo a nuestro estudio, hasta ahora de carácter evaluativo y válido para centrales telefónicas de un tipo determinado, podremos en lo sucesivo hacerlo de suma utilidad, para la selección del equipo mas adecuado para la central telefónica ya sea esta electromecánica (Pentaconta) o digital (Neax).

Terminamos este ejemplo evaluando la potencia que debe tener el grupo de emergencia :

$$P = VI \quad 3$$

$$P = 930 \text{ Amp} \times 220 \text{ Vol} \times 3 \times 1/1000 \text{ KVA}$$

W

$$P = 354 \text{ KVA de potencia aparente.}$$

4.2. REQUERIMIENTOS DE ENERGIA ELECTRICA

4.2.1. REQUERIMIENTOS DE ENERGIA PARA CENTRALES PENTACONTA

Para estudiar los requerimientos de energia eléctrica de una OO. CC.

electromecánica Pentaconta consideraremos las siguientes etapas; requerimientos de energía por los equipos rectificadores de corriente, aire acondicionado e iluminación y otros.

4.2.1.1. Rectificadores de Corriente

Para evaluar los requerimientos de energía en Centrales Telefónicas debemos usar la Tabla 12. Naturalmente podemos determinar la energía requerida para Centrales de diferentes capacidades, en el modelo Pentaconta - PC - 1000C

Para efectos de cálculo es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

Las capacidades de las Centrales Pentaconta operativas en nuestro medio, son de 1,036 y 10,360 líneas respectivamente.

. Un dúo de Centrales de 10,360 líneas de capacidad será considerado como una Central de 20,720 líneas de capacidad.

. El consumo de energía en forma de corriente alterna es directamente proporcional a la energía consumida como

ENERGIA EN RECTIF. OO.CC.PC.

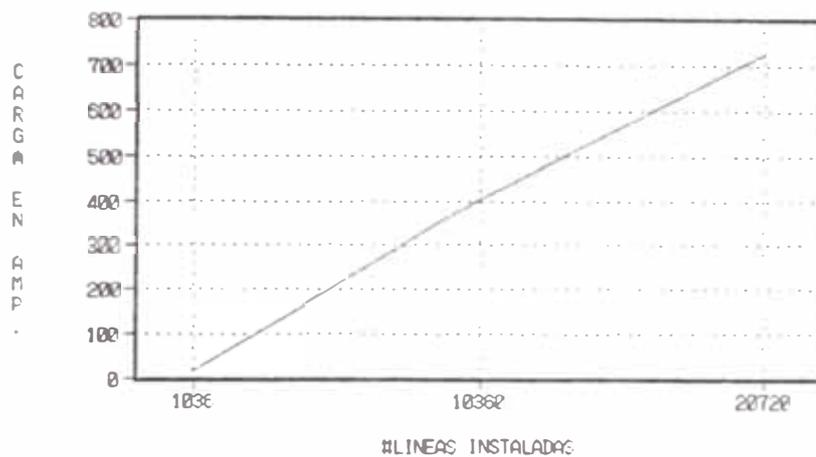


FIG 14

LLAMADAS POR HORA EN OO. CC. PC.

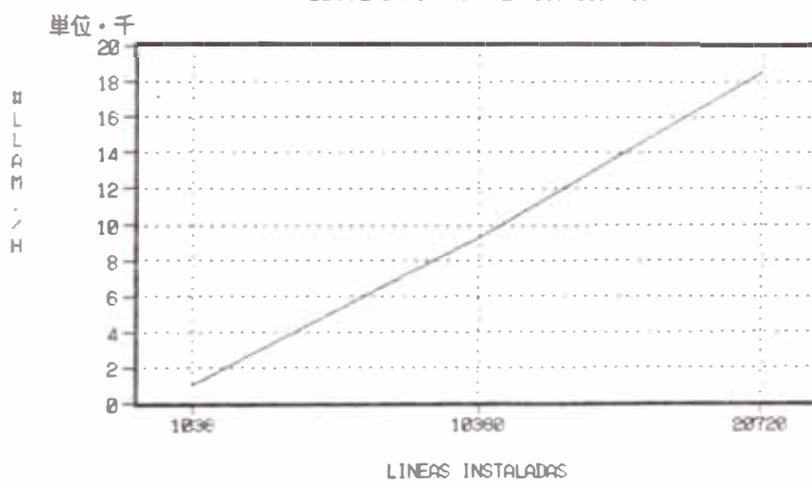


FIG 15

LLAMADAS Y LINEAS EN SERU.

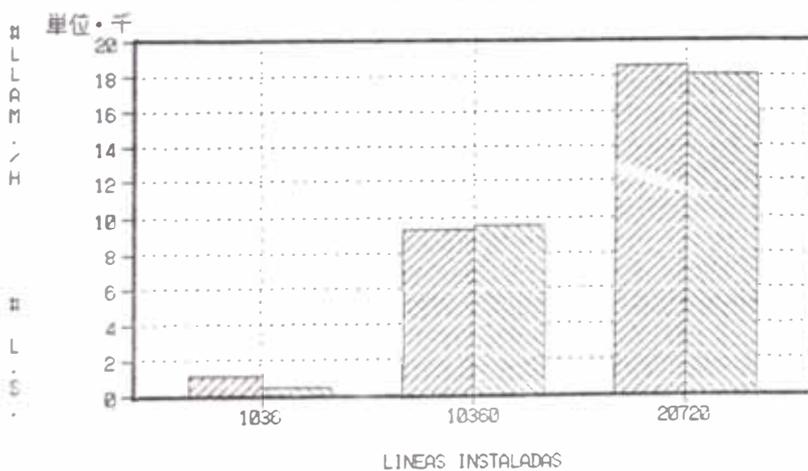


FIG 16

REQUERIMIENTO DE ENERGIA
POR RECTIFICADORES
OO.CC. PENTAONTA

CAPACIDAD DE LA OO. CC.	1036	10360	20720
N° DE LIN.EN SERVICIO	1002	9330	18627
N° DE LLAMADAS/HORA	467	9515	18066
N° LLAM./L.S.-HR(PROM)	0.466	1.020	0.970
CARGA/LLAM.(AMP./HR)	0.018	0.018	0.018
CARGA/L.S.(AMP/L.S.-HR)	0.008	0.019	0.017
CARGA MEDIA(AMP-AC)	8.196	174.981	316.516
CARGA MAXIMA(AMP-AC)	15.761	336.502	608.685
CARGA DE DISENO(AMP-AC)	19	404	730

TABLA 12

CALOR ABSORBIDO Y
REQUERIMIENTO DE ENERGIA
AIRE ACONDICIONADO
OO.CC. PENTAONTA

CAPACIDAD DE LA OO.CC.	1036	10360	20720
N° DE LIN. SERV.	1002	9330	18627
CARGA TERM.TELEF.(BTU-H)	15141	140935	235361
CARGA TERM./LIN.SERV.	15.11	15.11	12.64
CARGA TERM.ILUM.(BTU-H)	3072	25088	53452
CALOR SEN.PERSONA(BTU-H)	750	3000	4500
CALOR LAT.PERSONA(BTU-H)	600	2400	3600
CALOR SEN. ADIC.(BTU-H)	14462	67682	102360
CALOR LAT.ADIC.(BTU-H)	18988	88729	147882
CARGA TERM.TOTAL(TON)	4.86	30.05	50.16
POTENCIA REQUERIDA (KW)	4.27	26.42	44.10
CARGA DE DISENO (AMP-AC)	18	111	185

TABLA 13

corriente continua debido a que los rectificadores operativos son similares en los casos considerados

De acuerdo a lo expuesto tenemos que la carga a 220 V AC para operación telefónica tiene el comportamiento mostrado en el diagrama de la figura 14, por lo cual se puede usar dicha figura para calcular la energía promedio requerida por una OO.CC. Pentaconta de cualquiera de las capacidades indicadas. Por otro lado dado que el grupo de emergencia debe estar en capacidad de absorber las mayores sollicitaciones de energía, se debe considerar un factor de carga adecuado. Para OO.CC. Pc. este factor fluctua entre 0.50 y 0.54, sin embargo para efectos de cálculo se puede utilizar el valor de 0.52 como factor de carga y para un cálculo mas conservador el valor de 0.50.

Puesto que la energía consumida en rectificadores esta correlacionada en nuestro caso, principalmente con el tráfico de llamadas telefónicas; el requerimiento de energía vendrá dado como producto del número de llamadas producidas, multiplicado por el indicador telefónico (Carga (en Amp) / Llamada).

Los valores de estos parámetros se encuentran en los diagramas de las figuras 15 y 16 respectivamente

4.2.1.2. Aire Acondicionado.

Las Centrales Pentaconta estan diseñadas para funcionar en condiciones ambientales, que garanticen un buen estado de los componentes eléctricos y electrónicos con que cuenta. Puesto que los materiales del que se fabrican dichos componentes, tienden a perder sus propiedades como consecuencia de un recalentamiento; por lo tanto es necesario mantener las siguientes condiciones dentro de la central:

$$T_i = 23 \text{ C}$$

$$\phi_i = 50 \text{ C}$$

El sistema de aire acondicionado debe estar en la capacidad de absorber las siguientes cargas térmicas:

$$Q_t = Q_{ext} + Q_{telf} + Q_{pers} + Q_{ilum} + Q_{mot} \\ + Q_{air \text{ ext.}}$$

Donde:

Q_{ext} = Carga Térmica por calor ganado a través de ventanas, paredes, techo y piso.

Q_{telf} = Carga térmica liberado por los equipos telefónicos de conmutación y transmisión (Diagrama de figura).

Q_{pers} = Carga térmica liberada por las personas en forma de calor sensible y calor latente.

Q_{lum} = Carga térmica en forma de radiación por las luminarias.

Q_{mot} Calor liberado por el funcionamiento de motores eléctricos.

Q_{airext} = Carga térmica introducida en forma de aire fresco para renovación tomada del ambiente.

Q_t = Carga térmica total.

La evaluación de las cargas térmicas se muestra en el Anexo 2, al cual es necesario recurrir a fin de conocer como se realiza el cálculo de cargas térmicas, haciendo uso adecuado de las tablas de refrigeración y aire acondicionado, necesarias. Para resumir el cálculo se muestran los resultados en la Tabla 13 de la cual se obtiene la carga térmica en BTU/h, la misma que se ha calculado de modo conservativo. De acuerdo a ello tenemos que para una central de 10,360 líneas.

$$Q_t = 327,884 \text{ BTU/h}$$

Los cuales equivalen a: 27.32 TON de carga térmica.

Si consideramos un 10% como margen de seguridad, la carga térmica de diseño sería:

$$Q_{DIS} = 1.1 \times 27.32 \text{ TON}$$

$$Q_{DIS} = 30.06 \text{ TON}$$

Considerando un coeficiente de funcionamiento total práctico de 4.0 el cual es un valor conservador pues estos oscilan entre 4 y 5.

$$P_{\text{cons}} = \frac{30.06 \text{ TON} \times 5169 \text{ Kw/TON}}{4}$$

$$P_{\text{cons}} = 26.43 \text{ Kw.}$$

Para calcular la carga tenemos que elegir lo siguiente:

$$\eta_{er} \quad 0.82 \quad (\text{Eficiencia global de los motores eléctricos y compresor})$$

$$\text{Cos } \phi = 0.81 \text{ Factor de Potencia}$$

$$V \quad 220 \text{ V.}$$

$$I_{aa} \quad 26.43 \text{ Kw/} (0.82 \times 0.81 \times 220 \text{ }^3)$$

Así:

$$I_{aa} = 104.43 \text{ Amp.}$$

4.2.1.3. Las cargas de alumbrado y adicionales. Estan dadas en la Tabla 14; a partir de ella se puede determinar la energia que requiere cualquiera de las centrales para iluminacion y otros. Asi, para una central de 10,360 lineas tenemos :

$$\text{Area de Central} = 492 \text{ m}^2$$

$$\# \text{ luminarias} = \frac{\text{Area Centrales} \times 20\text{w/m}^2}{40\text{W} / \text{luminaria}}$$

$$\text{Area de Oficinas} = 69 \text{ m}^2$$

$$\# \text{ luminarias} = \frac{\text{Area Ofic.} \times 5 \text{ w/m}^2}{40\text{w/luminaria}}$$

Usando fluorescentes 40w de potencia

$$\# \text{ luminarias} = \frac{492 \text{ m}^2 \times 20\text{w/m}^2 + 60 \text{ m}^2 \times 5\text{w/m}^2}{40 \text{ w/ fluores.}}$$

$$= 254 \text{ Fluorescentes.}$$

$$P_{\max} = \frac{254 * 40 \text{ KW}}{1000} \implies P_{\max} = 10.16 \text{ Kw}$$

$$P = VI \sqrt{3} \cos\phi \implies I = \frac{P}{V \sqrt{3} \cos\phi} = \frac{10.16}{220 * \sqrt{3} * 0.8}$$

$$I_{\alpha} = 33.3 \text{ Amp.}$$

Para calcular el # de luminarias a instalar es necesario recurrir a las recomendaciones dadas en el Código Nacional de electricidad, respecto a iluminación dado en la Tabla 16. De dicha tabla consideramos los niveles de iluminación equivalente a 20 W/m² para la Central y 5 W/m² para oficinas.

- i). Los bastidores de la Central Pentaconta tienen un ancho aproximado de 0.6 m por lo cual el nivel de iluminación aumenta considerablemente entre bastidores que son las zonas bajo los fluorescentes instalados.
- ii). Las oficinas son zonas que deben tener menor nivel de iluminación, puesto que son lugares en que las actividades son limitadas.

4.2.1.4. Energía Requerida por la Central

Recurriendo a los cálculos anteriores realizados para Centrales Pentaconta podemos resumir los resultados y obtener la potencia mínima que debe suministrar el grupo electrógeno de emergencia. Estos cálculos son presentados en la Tabla 15 y figuras 17, 18 y 19.

REQUERIMIENTO DE ENERGIA
PARA ILUMINACION
OO.CC. PENTACONTA

CAPACIDAD DE LA OO.CC.	1036	10360	20720
AREA DE ILUMIN.(M2)	120	492	983
AREA DE OFICINA(M2)	40	69	138
N° DE LUMINARIAS	65	254	508
CARG.ILUMIN.(AMP-AC)	9	34	68
CARG.POR BOMBA(AMP-AC)	5	10	10
CARG.TOMACORR.(AMP-AC)	5	10	20
CARGA ADICIONAL(AMP-AC)	5	10	10
CARGA DISENO(AMP-AC)	24	64	108

TABLA 14

REQUERIMIENTO TOTAL
DE ENERGIA DE LA
OO.CC. PENTACONTA

CAPACIDAD DE LA OO.CC.	1036	10360	20720
CARGA RECTIF.(AMP-AC)	19	404	730
CARGA AA.AA.(AMP-AC)	18	111	185
CARGA ILUMIN./ADIC.(AMP-A	24	64	108
CARGA TOTAL(AMP-AC)	61	579	1023
ENERGIA REQ.(KW)	18.22	172.95	305.57

TABLA 15

Las características principales del Grupo Electrónico serán presentadas en el apartado 4.3 en la cual se presentará los requerimientos principales para la selección de un grupo electrónico completamente equipado, con la capacidad suficiente para satisfacer las peores condiciones de solicitación de la carga de emergencia, por lo cual los equipos de aire acondicionado seleccionados pueden ser ligeramente menores al que resulte de los cálculos sin afectar los resultados de manera considerable y obteniendo las condiciones ambientales requeridas en la central.

Los resultados de nuestro cálculo se resumen en la Tabla 15 en la cual se muestra la demanda de energía eléctrica del sistema.

4.2.2. REQUERIMIENTO DE ENERGIA PARA CENTRALES NEAX

En el caso de las centrales Neax, el estudio adquiere mayor vigencia por cuanto actualmente son este tipo de centrales las que están instalando CPTSA a partir del Plan de Expansión de 150,000 líneas. Los cálculos de energía para aquellas centrales con capacidades iniciales de 5, 10, 15 y 20 mil líneas instaladas.

Para este caso, en lo referente a aire acondicionado el cálculo no se incluirá suponiéndose el método similar al utilizado para el caso de la OO. CC. Pentaconta, por lo cual se mostraran solamente resultados, suponiéndose que el proceso de cálculo es similar al del anexo 2.

4.2.2.1. Rectificadores de corriente:

Los rectificadores de las centrales Neax instaladas actualmente responden a la necesidad del servicio local telefónico, pero además debe tenerse en cuenta la necesidad de proveer a la central de un Centro de Operaciones y Mantenimiento (COM), un Centro de Prueba de Línea (LTC) y un Procesador de Operación y Mantenimiento OMP. Estos centros adicionales de la central telefónica, han de incrementar la demanda de energía de acuerdo a la cual que debemos proyectar la capacidad del grupo electrógeno. Si el grupo se selecciona de acuerdo al consumo actual de energía, dicho grupo no responderá a los requerimientos energéticos futuros que impondrá el crecimiento modular de la central

La metodología que vamos a seguir para realizar el cálculo consistirá en el uso de datos experimentales de eficiencias y factores de potencia obtenidos del estudio de consumos de energía de las centrales, a partir del cual calcularemos la potencia efectiva que debe tener el grupo electrógeno para satisfacer nuestras necesidades presentes y futuras de energía. Los cálculos que se realizarón, bajo dichas premisas se presentan en la tabla 17.

A diferencia de las Centrales Pentaconta en las cuales la carga por rectificadores depende del tráfico es decir del volumen de llamadas telefónicas, en este caso el consumo de energía depende esencialmente, de la cantidad de módulos que el Sistema Neax tiene instalado. Por tanto cuanto mas periféricos sean acoplados al sistema, mayor será el consumo de energía, aunque el número de líneas en servicio sea pequeño. El estudio de requerimiento de energía se realiza de acuerdo al método proporcionado en el Acuerdo Técnico de Ingeniería de Telecomunicaciones.

Para la realización del cálculo es de suma importancia tener en cuenta que para el año 2000, la densidad telefónica en el Perú se considera será de 8 líneas en servicio por cada 100 habitantes.

4.2.2.2. Aire Acondicionado

Para calcular la energía que demanda el funcionamiento del equipo de aire acondicionado el método a usar será el mismo que se muestra para Centrales Pentaconta, lo cual implica que tenemos que evaluar cada una de las cargas térmicas además de la que disipan los equipos telefónicos de transmisión y conmutación (Figuras 20 y 21). Calculadas todas las cargas térmicas obtenemos la carga térmica total, a partir de la cual determinaremos la energía requerida para la operación del sistema de aire acondicionado. En este caso estamos considerando :

$$\text{Coeficiente de funcionamiento } \beta : \begin{cases} \cdot 4 & \text{para } Q_r \text{ 50 TON} \\ \cdot 4.5 & \text{para } Q_r \text{ 50 TON} \end{cases}$$

$\text{Cos } \phi = 0.81$ Factor de potencia del Sistema.

$\eta_{er} = 0.82$ Eficiencia del Sistema de

f.s. = 1.1 Factor de Seguridad para Equipo.

Evaluando dichos parámetros y la carga térmica telefónica estamos en condiciones de determinar la capacidad del equipo. Al igual que en el caso anterior el cálculo del sistema de aire se hace conservadoramente, a fin de prevenir las mas exigentes condiciones de operación, las cuales se presentan especialmente en temporadas de verano, durante las cuales no solo aumenta considerablemente la temperatura, sino también el tráfico telefónico.

4.2.2.3. Alumbrado y Adicionales.

Para realizar los cálculos de alumbrado y adicionales, debemos tomar en cuenta las mismas consideraciones que para centrales Pentacenta las cuales se desprenden de las recomendaciones dadas en el Código Nacional de Electricidad. De acuerdo a ello, los niveles de iluminación requeridos son :

- . Iluminación en zona de la Central : 20 w/m².
- . Iluminación en oficinas de supervisión :
5 w/m².

Se instalaran fluorescentes de 40w tipo tubo, consideraremos ademas.

$\text{Cos} = 0.8$ (Factor de Potencia)

CALOR ABSORBIDO Y
REQUERIMIENTO DE ENERGIA DE
AIRE ACONDICONADO
OO.CC NEAX 61

CAPACIDAD DE LA CENTRAL	5000	10000	15000	20000
N° LIN. INSTAL. (ANO 2000)	12500	25000	37500	45000
CARGA TERM. TELEF. (BTU-H)	171700	258000	333000	370500
CARGA TERM./LI (BTU-H/LS)	13.74	10.32	8.88	8.23
CARGA TERM. ILUM. (BTU-H)	2063	4126	6189	8552
CALOR SEN. PERSONAS (BTU-H)	2000	2000	2000	2000
CALOR LAT. PERSONAS (BTU-H)	1600	1600	1600	1600
CALOR SEN. ADIC. (BTU-H)	51327	67007	88788	100896
CALOR LAT. ADIC. (BTU-H)	82128	127411	172000	197476
FLUJO AIRE REQ. (CFM)	12900	20000	27000	31000
CARGA TERMICA TOTAL (TON)	25.9	38.3	50.3	56.8
CAPAC. DEL EQUIPO (TON)	28.5	42.2	55.3	62.4
ENER. REQUER. (KW)	25.1	37.1	48.6	54.9
CARGA DISEÑO (AMP)	99.0	146.5	192.2	216.9

TABLA 18

REQUERIMIENTO DE ENERGIA
ILUMINACION
OO.CC. NEAX 61

CAPACIDAD DE LA OO.CC.	5000	10000	15000	20000
AREA DE ILUMIN. (M2)	170	187	271	324
AREA DE OFICINA (M2)	26.4	28.8	40.4	40.4
N° DE LUMINARIAS	88	97	140	167
CARG. ILUMIN. (AMP-AC)	12	13	18	22
CARG. POR BOMBA (AMP-AC)	5	5	5	5
CARG. TOMACORR. (AMP-AC)	10	15	20	25
CARGA ADICIONAL (AMP-AC)	10	10	10	10
CARGA DISEÑO (AMP-AC)	37	43	53	62

TABLA 19

De este modo el número de luminarias será calculado de la siguiente forma:

$$\# \text{ lum} = \text{Area central} \times 20 \text{ w/m}^2 / 40 \text{ w/lum} + \\ + \text{Area oficina} \times 5 \text{ w/m}^2 / 40 \text{ w/lum}$$

Luego para la carga de iluminación tenemos lo siguiente:

$$I_{\text{ilum}} = \# \text{ lum} \times 40 \text{ w} / (220 \sqrt{3} \text{ Cos } \phi) \text{ amp}$$

Que es la demanda por iluminación, a la cual debemos adicionar otras cargas como son el de tomacorrientes, bomba de agua y otros equipos que operan en horas de trabajo. Las cargas adicionales son estimadas de acuerdo a la capacidad de los equipos, así tenemos por ejemplo bomba de 1.5 K motores de 1/4 HP, etc.

4.2.2.4. Energía Total Requerida

Resumiendo los cálculos que se realizaron anteriormente obtenemos la carga total para cada una de las Centrales con una capacidad proyectada de los requerimientos al año 2000. Los resultados obtenidos finalmente son resumidos en la Tabla 20 y en las figuras #s 22 y 23.

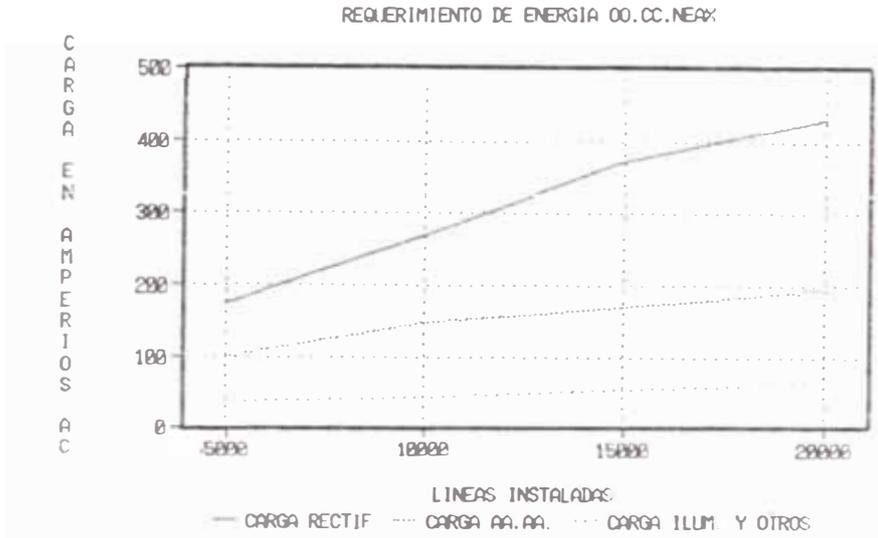


FIG 22

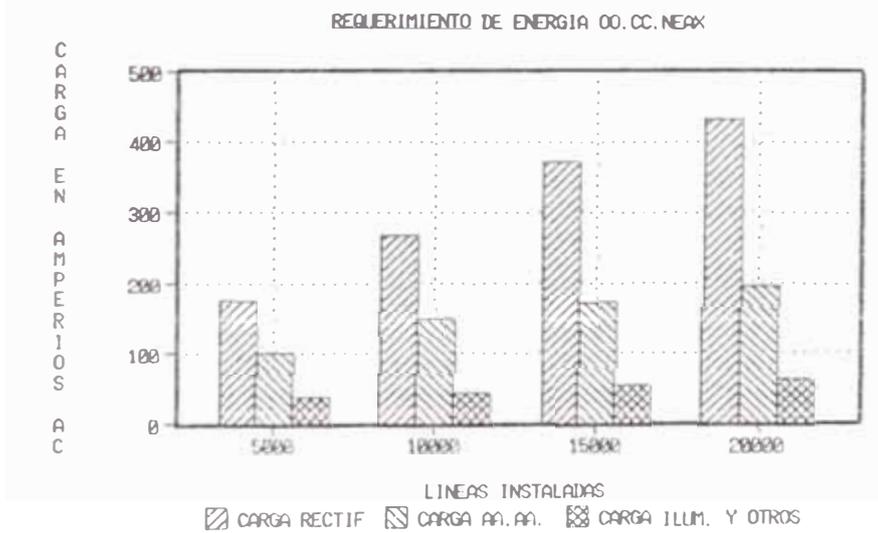


FIG 23

REQUERIMIENTO TOTAL
DE ENERGIA EN
OO.CC. NEAX 61

CAPACIDAD DE LA OO.CC.	5000	10000	15000	20000
CARGA RECTIF. (AMP-AC)	174	268	371	432
CARGA AA.AA. (AMP-AC)	99	147	170	194
CARGA ILUMIN./ADIC. (AMP-A	37	43	53	62
CARGA TOTAL (AMP-AC)	310	458	594	688
ENERGIA ACT.REQ. (KW)	98.0	144.8	187.8	217.6
POTENCIA MIN. G.E. (KW)	117.6	173.8	225.4	261.1
POTENCIA SELEC. G.E. (KW)	129	191	248	287

TABLA 20

4.3. SELECCION DEL GRUPO ELECTROGENO

El grupo electrógeno debe ser seleccionado adecuadamente para cumplir con su objetivo de proveer energía a las Oficinas Centrales durante los cortes del suministro principal en la zona. Para su efecto es necesario tratar 3 aspectos :

- . Marco conceptual.
- . Dimensionado y esquemas de principio.
- . Especificaciones Técnicas de los equipos.

A continuación trataremos el marco conceptual del equipo dejando los otros aspectos, para un próximo acápite.

4.3.1. Marco conceptual del motor de combustión interna

El grupo electrógeno esta constituido basicamente por un motor de combustión interna, un generador de corriente y equipos adicionales de operación y control. Cada uno de estos elementos existen en el mercado, con distintas características para una misma capacidad por ello es necesario una selección, del equipo mas adecuado a nuestras necesidades. Selección que debe

ser debidamente sustentada.

El motor del grupo motor-generador se constituye en el elemento mas comodo de usar cuando la potencia a producir es en pequeñas cantidades (menos de 1 Mw). Para pequeñas centrales de fuerza el motor de C.I. , es normalmente el elemento motriz del grupo generador de energia eléctrica.

Los motores de combustión interna están clasificados de diversas maneras, como puede ser por ejemplo, de acuerdo al tipo de combustible que usan, de acuerdo al tipo de encendido, de acuerdo al número de tiempos, de acuerdo a la alimentación de aire, de acuerdo al sistema de refrigeración, de acuerdo a su estructura, etc.

De acuerdo al combustible que usan los motores pueden ser de gas, motores diesel y motores de gasolina. Los motores a gas son de combustión eficiente pero de elevado costo de operación debido al costo del combustible gas, elevado tanto por su escasez como por su transporte.

Son usuales en aquellos lugares en los cuales se disponga de dicho combustible.

Los motores a gasolina de eficiente combustión entre

los motores C.I. ; tienen la desventaja de tener, un elevado costo de operación, debido al alto costo de la gasolina, razón por la cual no se les prefiere usar en motores de mas de 15 kW de potencia. Su uso actualmente se concentra preferentemente a motores de autos y motores de pequeña potencia.

Los motores a petroleo Diesel de mayor aplicación que los anteriores tienen la ventaja de tener un menor costo de operación dado el menor precio del combustible, es por ello que dichos motores son usuales en grupos electrógenos de mas de 50Kw de potencia.

De acuerdo al tipo de encendido los motores pueden ser de encendido por chispa (ECH), o de encendido por compresión (EC). Los motores de encendido por chispa son de mayor eficiencia mecánica que sus similares de encendido por compresión debido a que estos ultimos utilizan parte de su energia en accionar las bombas de inyección de combustible. Los motores ECH utilizan bujias para provocar en cada cilindro una chispa, que es el resultado de la circulación de la corriente de encendido la cual es sincronizada por el distribuidor, para emitir una chispa por ciclo en cada cilindro.

En los motores EC por el contrario no es necesario la chispa de una bujia ,la combustión se realiza al

inyectar el combustible a alta presión, en un medio a alta temperatura durante la etapa de compresión del aire en el cilindro, ocurriendo la autoinflamación y el encendido del combustible.

Por otro lado los motores de combustión interna pueden ser de dos o de cuatro tiempos lo cual depende de la aplicación que se le dará y de la potencia que se requiere. Los motores de dos tiempos son más aplicables a potencias mayores de 500 Kw, dado que su filosofía de funcionamiento permite mayor uniformidad en su marcha. Asimismo a mayores potencias los motores Diesel de dos tiempos se diseñan con mejores sistemas de combustión, por ejemplo al utilizar un soplador para realizar el barrido del cilindro que mejora el llenado de aire, que permitirá una mejor combustión y por tanto mayores eficiencias. Asimismo los diseños de las cámaras de combustión son de tal modo que la combustión sea más eficiente. Los motores de dos tiempos son más usados en barcos y grupos estacionarios de poca variación de velocidades.

Todo motor de combustión interna está comprendido por un conjunto de sistemas cuya interacción conlleva al funcionamiento del motor. Estos sistemas son : sistema de combustible, sistema de lubricante, sistema de de expulsión de gases, sistema de enfriamiento del motor o

de refrigeración, y sistema de control. A continuación tratamos la parte conceptual de los sistemas, en el proximo apartado se dará las principales características de los sistemas del motor Diesel.

A. Sistema de Combustible.

Esta compuesto por un tanque de almacenamiento de combustible con capacidad equivalente a media semana de operación al regimen de carga nominal, y a 24 horas de operación por dia. Asimismo contempla un tanque diario de combustible con capacidad de 8 horas de operación a plena carga, una bomba de transferencia en caso de que los tanques esten montados sobre el piso, una bomba de succión de combustible, filtro, tubería de alimentación, caja de bombas de inyección de combustible, inyector y tubería de retorno de combustible. La tubería de retorno de combustible se denomina de baja presión y descarga directamente al tanque diario, mientras a la tubería de alimentación de combustible se le llama de alta presión

B. Sistema de admisión de aire

El sistema de admisión de aire esta constituido por antefiltro, compresor (si es sobrealimentado), filtro, multiple y válvulas de admisión. El aire para la combustión debe ser limpio y tan frio como sea posible. Un

filtro nuevo ofrece muy poca resistencia al flujo de aire; la limitación total al paso de aire inclusive cualquier conducto no debe exceder 10" de agua. El filtro debe ser cambiado al comprobarse una restricción mayor a 25" de agua. Los antefiltros imponen una restricción adicional de 1 a 3" de agua, pero pueden alargar considerablemente la vida útil del motor.

C. Sistema de Expulsión de Gases.

El objeto de un sistema de escape es expulsar los gases productos de combustión que quedan en los cilindros del motor después de la carrera de explosión, en forma rápida y silenciosa hasta donde sea posible. Esta compuesto por válvulas de escape, múltiple, turbina (si es sobrealimentado), tubería, conexiones y silenciadores.

La expulsión debe ser tal que se reduzca la contrapresión y turbulencia, las cuales originan pérdidas de potencia y mayores temperaturas de operación.

El múltiple de escape recoge los gases de la combustión y los dirige hacia una salida común. Existe varios tipos de múltiples, entre los cuales los enfriados por agua son los mas eficientes.

D. Sistema de Lubricación

Esta compuesto por los siguientes elementos: Deposito de lubricante o carter, colador de aspiración, bomba de aceite y filtro, tuberías medidor de nivel, manómetro, válvula de alivio e intercambiador de calor. El aceite aspirado por la bomba es impulsado por esta a traves de la tubería, pasando por el filtro y manómetro. En caso de que el manómetro verifique una elevada presión la señal ordena una apertura de la válvula de alivio. Si la presión es insuficiente la señal ordena el corte de suministro de combustible y el motor es detenido.

El sistema de lubricación es diseñada para lubricar continuamente toda las partes móviles del motor. Como el aceite esta en contacto con las piezas del motor a elevadas temperaturas, el aceite se calienta, por o cual es necesario enfriar el aceite en un intercambiador cerrado, por medio del agua de refrigeración.

E. Sistema de Refrigeración.

Este sistema esta compuesto por los siguientes elementos: Bomba de agua, tuberías, radiador, ventiladores, medidor de temperatura intercambiador de calor para enfriar aceite de lubricación, y postenfriador del aire comprimido en caso de que el

calefacción que permita entrar en servicio a plena carga en el menor tiempo posible, especialmente en temporadas invernales.

G. Sistema de Control

El sistema de control esta compuesto por todos los dispositivos de mando para arranque y parada manual y automático del grupo electrógeno, asi como de una llave de transferencia automática tal que sea capaz de hacer ingresar al grupo electrógeno a operar cada vez que la tensión en cualquiera de las 3 fases salga del rango de operación, y de retirar cuando la tensión de operación vuelva a ser la normal.

Forman parte del sistema de control todos los elementos sensitivos, del motor los cuales detectan las condiciones anómalas de operación y envian la señal de parada. Estos elementos sensitivos son los presostatos, termos tatos, elementos de variación de tensión, de sobrevelocidad, de sobregiro del motor, etc y la sirena de alarma.

4.3.2. El Generador

El generador de corriente eléctrica es una

máquina que impulsada por otra motriz, produce energía eléctrica, para los distintos usos en los distintos sectores de trabajo de una sociedad. Los generadores están clasificados de acuerdo al tipo de corriente que produce en generadores de corriente continua y generadores de corriente alterna. Los generadores de corriente alterna pueden a su vez clasificarse en generadores asíncronos o síncronos. El generador síncrono es aquel cuya velocidad de rotación es constante y se determina para una frecuencia dada de corriente alterna por la cantidad de pares de polos p :

$$N = 60 * f / p$$

El funcionamiento de los generadores se basa en el principio de inducción electromagnética puede ser construido de dos tipos ; de inductor estático o de inductor rotatorio. Cuando la tensión es elevada es preferible usar el generador de inductor rotatorio.

El rotor puede ser de polos fijos o polos salientes, para velocidades de rotación mayores a los 1,500 RPM los generadores se construyen de polos lisos. El estator de un generador síncrono se construye de chapas de acero en cuyas ranuras se aloja el devanado de corriente alterna y de una carcasa de hierro fundido o también de

chapas de acero soldado.

La corriente constante para excitar el inductor proviene de un generador de corriente continua asentado en el mismo arbol del generador o bien por medio de rectificadores de corriente alimentados por el mismo generador.

4.4. BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA DEL GRUPO ELECTROGENO

En el presente apartado vamos a realizar una evaluación de los principales flujos que se verifican en el grupo electrógeno durante su funcionamiento normal. Las variaciones que pueden existir en los valores de los principales parámetros de tales flujos han de indicar un funcionamiento defectuoso, razón por la cual es necesario conocer tales valores. El estudio de los flujos se basa en el cálculo de los parámetros de operación del motor de emergencia presentado en el anexo 3.

4.4.1. Del Motor Diesel

Para el funcionamiento del motor diesel, es necesario la interacción de todos los sistemas en cada uno de los cuales se verifican flujos de fluido y/o energía. En este apartado se calcularán los flujos más importantes del motor Diesel de 175 Kw, el cual se supone que debe operar al 100% de su capacidad nominal.

Asimismo, el balance de materia y energía del motor se basará en el cálculo de los parámetros de operación del motor presentado

en el anexo 3 , a regimen de carga nominal.

4.4.1.1. Balance Térmico del Motor

Un balance estimado del motor Diesel de 175 Kw podemos realizar considerando valores aproximados de los distintos parámetros que intervienen en el funcionamiento del motor. De esta manera, podemos obtener valores estimados de la distribución de la energía generada como producto de la combustión del Petróleo Diesel #2.

La ecuación del balance térmico es:

$$Q_o = Q_e + Q_{ref} + Q_g + Q_{ma} + Q_{ad}$$

Donde:

Q_o = Calor generado en la combustión.

Q_e = Energía efectiva entregada por el motor.

Q_{ref} = Calor absorbido por el refrigerante.

Q_g = Calor que se llevan los gases de escape.

Q_{ma} = Calor para accionar los mecanismos auxiliares.

Q_{ad} = Calor adicional por radiación, combustión incompleta y otros.

a. Calor de combustión.

$$Q_0 = P_{cal} \times M_c = 11.76 \text{ Kw-h/Kg} \times 43.78 \text{ Kg/h}$$

$$Q_0 = 514.85 \text{ Kw} \quad (100\%)$$

b. Energía efectiva producida:

$$Q_e = 175 \text{ Kw} \quad (34\%)$$

c. Calor por los gases de escape.

$$Q_g = M_c [M_g c_p \times t_g - M_a c_p t_a]$$

$$Q_g = M_c [24.25 \times 1.0216 \times 650^\circ - 0.9953 \times 20.78 \times 47^\circ]$$

$$Q_g = (15,130.9 \text{ Kj/Kg}) \times 43.78 \text{ Kg} \times \frac{1}{3600} \text{ s}$$

$$Q_g = 184.01 \text{ Kw} \quad (35.8\%)$$

De dicho calor una parte será emitido por radiación del tubo de escape y otra se perderá con los gases de escape.

d. Calor absorbido por el agua de refrigeración.

El agua de refrigeración deben absorber de un 20 a

25 % del calor generado, a fin de preservar las piezas del motor la capacidad de refrigeración del sistema esta en función del flujo de agua, de la rapidez con que el motor evacua el calor hacia el agua y del aumento permisible de temperatura del agua, de tal forma que ella no se evapore. El agua absorbe el calor tanto de las camisas y culatas del motor, como del aceite lubricante que también refrigera las piezas móviles.

Así: Temperatura de entrada de agua. $T_e = 80 \text{ }^\circ\text{C}$.

Temperatura de salida de agua. $T_s = 88 \text{ }^\circ\text{C}$.

El calor rechazado es aproximadamente:

$Q_r = 110 \text{ Kw (21.4 \%)}$.

e. Energía consumida por mecanismos auxiliares y disipada en fricciones de las piezas del motor.

La potencia indicada del motor es usualmente medida en laboratorio por la determinación de la presión media indicada. Dicha potencia es la que en forma real entregan los gases de la combustión al expandirse y impulsar el pistón. Sin embargo, de esta potencia una parte se utilizan además en vencer las fricciones entre piezas del motor.

Considerando una eficiencia mecánica de 90%.

$$\eta_m = 0.90 \quad P_e/P_i \implies P_i = P_e/0.90$$

$$P_i - P_e = 0.10 P_e/0.90 \implies P_m = 0.10/0.90 \cdot 175 \text{ Kw.}$$

$$P_m = 19.44 \text{ Kw} \quad (3.8\%)$$

f. Calor adicional perdido por radiación combustión incompleta y otros:

$$Q_{ad} = Q_o - Q_{ref} - Q_e - Q_g - Q_{ma}$$

$$Q_{ad} = (514.85 - 110 - 175 - 184.01 - 19.41)$$

$$Q_{ad} = 26.43 \text{ Kw} \quad (5.1\%)$$

4.4.1.2. Balance de materia

A. Flujo de Combustible.

Un motor Diesel tiene una eficiencia neta que fluctúa entre 33 y 37% siendo los valores mayores para los motores de gran potencia y los valores menores para motores de baja potencia. Adoptando una eficiencia de 34% que es el promedio para motores de 100 a 300 Kw trabajando a plena carga, tenemos:

$$= \{P(\text{Kw}) / (G.C. (\text{lt/h}) * P_{cal} (\text{Kw.h/lt}))\} * 100$$

Donde:

$$P_{cal} = 42,312 \text{ Kj/Kg} = 9.9669 \text{ Kw-h/lt}$$

Poder calorífico alto del petróleo Diesel 2 de acuerdo a lo proporcionado por PETROPERU.

Como: Diesel 2 = 0.848 Kg/lt y

P(Kw) = 175 Kw.

Luego:

G.C. = 51.63 lt/h

Entonces: Mc = 43.78 kg/h

B. Flujo de Aire para la Combustión.

Suponiendo que el coeficiente de exceso de aire es en nuestro caso $\alpha = 2.1.$, cuando el motor diesel esta funcionando a plena carga. El flujo de aire en un motor Diesel es casi constante es decir varia en un rango determinado por las condiciones de presión y temperatura impuestos por el motor en el cilindro. La regulación en función de la carga es caso exclusivamente cualitativa es decir de acuerdo a la cantidad de combustible.

La cantidad teórica de aire por kilogramo de combustible para la combustión es de acuerdo al tipo la composición.

C = 0.868 = 86.8%

H = 0.128 = 12.8%

O = 0.004 = 0.4%

Viene dado por la siguiente formula:

$$Ma = (1/0.23)[8/3 C + 8 H - 1/32 Oc]$$

$$M_a = (1/0.23)[8/3 \times 0.868 + 8 \times 0.128 - 0.004/32]$$

$$M_a = 14.52 \text{ Kg aire/Kg comb.}$$

Aplicando el coeficiente de exceso de aire $\alpha = 2.1$:

$$M_a = 14.52 \text{ Kg aire/Kg comb.} * \alpha * M_c$$

$$M_a = 14.52 * 2.1 * 43.78 \text{ Kg aire / h} = 1334.9 \text{ Kg}$$

$$V_a = M_a / \rho_{\text{aire}}$$

$$V_a = 1334.9 \text{ Kg/h} / 60 \text{ min/h} / 1.229 \text{ m}^3/\text{Kg}$$

$$V_a = 18.1 \text{ m}^3/\text{min}$$

C. Flujo de Gases de Escape

Los gases de escape en los motores Diesel sobrealimentados accionan una turbina, sobre cuyo eje gira un compresor centrífugo, aprovechando la energía de dichos gases; de esta manera se logra incrementar la potencia efectiva del motor, al mejorar los parámetros del ciclo del motor. Para nuestro caso el flujo de gases se realiza a una temperatura de 760 C (Ver anexo 4).

$$M_g = m_c * [\alpha * L_o + 1]$$

$$M_g = 43.78 \text{ Kg comb.} * [14.52 * 2.1 + 1] = 1315.15$$

La densidad de los gases de escape. Viene dado por :

$$\rho_g = [41.13 / (T_e + 460)] \text{ (lb/pie}^3 \text{)}$$

Donde T_e esta dado en $^{\circ}\text{F}$. O lo que es lo mismo por la

formula :

$$\rho_g = [658.08 / (1.8 T_e + 492)] \text{ (kg/m}^3 \text{)}$$

Donde, T_e esta dado en $^{\circ}\text{C}$

$T_e = 1033 \text{ K} = 760^{\circ}\text{C}$, luego :

$$\rho_g = 0.354 \text{ Kg/m}^3$$

Luego:

$$V_g = 1315.15 \text{ Kg/h} / 0.354(\text{Kg/m}^3) \implies V_g = 61.94 \text{ m}^3/\text{min}$$

D. Flujo de Lubricante

El flujo de lubricante debe ser de tal manera que todas las piezas en movimiento relativo unas a otras estén dotadas de la película de aceite lubricante de tal manera que el motor alargue su vida útil al disminuir el desgaste de sus componentes.

Valores del flujo aproximado para motores Diesel sobrealimentados estacionarios oscilan entre (45 y 65/1000) m^3/kw

Un valor medio justificará la extracción de calor de los pistones, válvulas, etc por el lubricante :

$$V_{\text{lub}} = 0.050 \text{ m}^3/\text{kw-hxPe}$$

$$V_{lub} = 0.050 * 175 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{lub} = 8.75 \text{ m}^3/\text{h} \implies \dot{V}_{lub} = 2.43 \text{ lt}/\text{seg}$$

E. Flujo del agua de refrigeración.

Habiendo realizado el balance térmico del motor estamos en condiciones de determinar el flujo de agua de refrigeración para el motor. El agua de refrigeración tiene las siguientes temperaturas de operación.

$$T_e = 80^\circ\text{C}$$

$$T_s = 88^\circ\text{C}$$

$$C_p = 4.186 \text{ Kj}/\text{Kg}^\circ\text{C}$$

$$Q_{ref} = M_{H_2O} \times 4.186 \text{ Kj}/\text{Kg}^\circ\text{C} \times DT$$

$$Q_{ref} = M_{H_2O} \times 4.186 \text{ Kj}/\text{Kg}^\circ\text{C} * 8^\circ\text{C} = Q_{pm} + Q_{lub.}$$

Donde :

Q_{pm} : Calor extraído de las piezas del motor

$Q_{lub.}$: calor cedido por el lubricante en el intercambiador de calor

$$Q_{lub} = V_{lub} * \rho_{lub} * C_{plub} * DT_{lub.}$$

$$C_{plub} = 1.88 \text{ Kj} / \text{Kg}^\circ\text{C}$$

$$DT_{lub} = 10^\circ\text{C} \text{ (Máximo)}$$

$$\rho_{lub} = 0.89 \text{ Kj}/\text{Kg}^\circ\text{C}$$

$$Q_{lub} = 2.43 \text{ lt}/\text{seg} * 0.89 \text{ Kg}/\text{lt} * 1.88 \text{ Kj}/\text{Kg}^\circ\text{C}$$

$$Q_{lub} = 40.7 \text{ Kw}$$

$$QH_2O = Q_{pm} + Q_{lub} = 110 \text{ Kw} \implies Q_{pm} = 69.3 \text{ Kw}$$

$$MH_2O = 3.28 \text{ Kg/s} \implies VH_2O = 3.28 \text{ lt/s}$$

4.4.2. Del grupo electrógeno

Toda la unidad sufre calentamiento durante la operación del grupo y tal como lo determinamos un 6.1 % del calor producido debe disiparse por radiación y convección lo cual se traducirá en un incremento de la temperatura del medio ambiente que rodea el grupo. Las elevadas temperaturas en la sala de máquina influyen negativamente en la eficiencia del personal de mantenimiento, en el funcionamiento del tablero de control y en el rendimiento general del grupo electrógeno. Por estas razones es necesario extraer el aire caliente de la sala de máquina.

El flujo de aire que se debe expulsar lo calculamos del siguiente modo :

$$\dot{V} = H / \rho_{air} * C_{e air} * D T$$

$$\dot{V} = \text{Flujo de aire en } m^3 / \text{seg.}$$

$$H = \text{Calor a expulsar en Kw.}$$

$$\rho_{air} = 1.293 \text{ Kg} / m^3$$

Ce air = Calor específico del aire 1.05 Kj / Kg°C

$$D T = 38^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C} = 8^{\circ}\text{C}$$

Luego :

$$V = 3.01 \text{ mt}^3 / \text{seg.}$$

4.4.3. La base del grupo electrógeno.

La base del grupo eléctrico será de concreto armado cuyas dimensiones son calculadas considerando :

El peso de la base debe ser aproximadamente igual al peso del grupo electrógeno seco; por lo tanto el volumen de concreto será de :

$$V = W / \rho_e \text{ (concreto armado)}$$

$\rho_e = 150 \text{ lb/pie}^3$ para una baja cantidad de fierro de construcción como es nuestro caso.

$$W = 4890 \text{ lb peso del generador de 175 Kw.}$$

Luego :

$$V = 32.6 \text{ pie}^3$$

$$L = 121.6 \text{ "}$$

$$A = 48.0 \text{ "}$$

$$e = 9.65 \text{ "}$$

4.5. DIMENSIONAMIENTO Y ESQUEMAS DE PRINCIPIO.

En esta parte del trabajo realizaremos la selección propiamente dicha del grupo electrógeno que debe cumplir con su objetivo de proveer energía para la operación telefónica. Para su efecto debemos analizar el tipo de motor, sus sistemas y características que deben ser adecuados a nuestras necesidades, siendo por tanto necesario discutir las alternativas para determinar las características finales del equipo.

Para el caso de una OO.CC. Neax -61 de 10,000 Lin. de capacidad inicial se seleccionará, un grupo electrógeno de 175 K de potencia nominal principal y 200Kw de potencia auxiliar que es la potencia que requerirá la central 20 años mas adelante.

Los cálculos, que se realizarán en este apartado nos da una idea de las dimensiones de los principales componentes de los sistemas en estudio.

4.5.1. Del motor Diesel

A. Generales

El motor Diesel adecuado a nuestras necesidades es de cuatro tiempos dado que la potencia requerida es de menos de 500 Kw

que se encuentra en el rango en el cual es mas económico que sus similares de dos tiempos y también mas rápido y liviano.

El motor debe ser de 1800 RPM adecuado para funcionar con un generador de 4 polos, el cual es mas liviano y de menos costo que su similar de 8 polos, que es adecuado para mayores potencias. Mientras que para un generador de 2 polos, se requeriría un motor de C.I. rápido de 3600 RPM que a tal potencia son poco usuales.

El motor no necesariamente debe ser turboalimentado, puesto que, aún cuando mejora el llenado del cilindro y la potencia del motor, con el consecuente ahorro de combustible el mayor costo del motor sobrealimentado puede primar sobre el valor del combustible que se ahorrará. Realizando la evaluación económica correspondiente se deduce que las diferencias son despreciables; por tanto se puede elegir un motor sobrealimentado sin afectar significativamente nuestra economía (anexo 4).

B. Del Sistema de Refrigeración

El sistema de refrigeración del motor Diesel de 175 Kw y 1800 RPM debe necesariamente ser por agua, puesto que por aire implicaría un sistema mas complicado con superficies aleteadas, ventilador de gran caudal,

ductos de circulación adecuados, mantenimiento mas frecuente, etc. La refrigeración por agua implica en cambio una bomba de recirculación, un radiador y un ventilador de enfriamiento del agua de refrigeración en el radiador, y un diseño de conductos interiores en el motor, consiguiendose una refrigeración mas efectiva. Un esquema del sistema se aprecia en el plano 8.

La ventilación que debe existir en la sala de máquina debe ser capaz de eliminar la energía radiante del grupo, puesto que la alta temperatura en la sala de máquina resulta negativa en el rendimiento del motor. El flujo de aire necesario para la ventilación lo determinaremos mas adelante al tratar flujos de energía

La sala de máquina debe contar con una ventana del tamaño del radiador tal que se conecte a través de un ducto de paredes metálicas con junta flexible o de lo contrario, el radiador debe ser ubicado a una distancia mínima de la ventana y centrada directamente a ella, tal como se muestra en el plano 4.

El agua a usar en el radiador debe ser tratado a fin de que se impida la formación de sarros, escamas y para evitar la corrosión en el sistema de enfriamiento; un agua adecuada debe tener las siguientes características:

PH : 6.5 a 8

Cloruro y sulfato : 95 a 105 ppm

Total de solidos disueltos : 450 a 500 ppm

Dureza Total : 190 a 200 ppm

Tambien se puede usar agua ablandada por remoción del calcio y magnesio. Se puede utilizar un aditivo anticorrosivo compatible con los otros aditivos tales como anticongelantes, en una concentración de 3 a 6%.

La presión de succión de la bomba no debe ser muy inferior a la atmosférica, puesto que si el agua esta a la temperatura de salida del radiador, puede producirse cavitación, por lo cual la tubería de entrada a la bomba debe ser del diámetro mayor que el de entrada al motor y con el menor número de curvas y restricciones.

La presión del agua en el sistema debe ser de 4 a 8 psi de tal modo que no ocurra la evaporación del agua dentro del sistema (cavitación) lo cual debe ser compatible con la temperatura máxima del agua (a la salida del motor), a fin de no alcanzar la temperatura de ebullición. La bomba de agua debe tener la succión a la salida del radiador de tal manera que a ella ingrese agua enfriada y con altura positiva. El sistema de agua estará equipado con su termostato debidamente regulado.

Para calcular los diámetros de las tuberías de agua a la entrada y salida de la bomba tenemos :

$$V_{H2O} = 3.28 \text{ lt/seg} = V_s * A_{ts} = V_s * A_{td}$$

$$V_s = \text{Velocidad succión bomba de agua} \approx 2 \text{ m/seg}$$

$$V_d = \text{Velocidad descarga bomba de agua} \approx 3 \text{ m/seg}$$

Calculando resultan :

$$A_{ts} = 16.4 \text{ cm}^2 \quad \implies D_s = 2" \text{ } \emptyset$$

$$A_{td} = 10.9 \text{ cm}^2 \quad \implies D_d = 1 \frac{1}{2}" \text{ } \emptyset$$

Donde, D_s es el diámetro de las tuberías de entrada y salida del radiador, estando conectando la salida a la succión de la bomba. En tanto que D_d es el diámetro de la tubería de descarga de la bomba y entrada al sistema. Tal como veremos en el balance térmico del motor, el radiador debe tener una capacidad mínima de absorción de calor de 110 Kw, a fin de poder enfriar el agua de refrigeración por tanto el flujo de aire del ventilador del radiador viene dado por la fórmula :

$$Q_r = \dot{V}_a(\text{rad}) * C_{e \text{ air}} * DT * \rho_{\text{air}}$$

$$\dot{V}_a(\text{rad}) = \frac{Q_r}{(C_{e \text{ air}} * DT * \rho_{\text{air}})}$$

$$\dot{V}_a(\text{rad}) = \text{Caudal de aire a través del radiador}$$

$$Q_r = \text{Calor absorbido por agua refrigeración} = 105 \text{ Kw}$$

$$C_{e \text{ air}} = \text{Calor específico aire} = 1.05 \text{ Kj/Kg}^\circ\text{C}$$

$$DT = \text{Diferencia temperatura media} = 40^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C} = 12^\circ\text{C}$$

air = Densidad del aire = 1.293 Kg/m³

Luego :

$V_a(\text{rad}) = 6.44 \text{ m}^3/\text{seg}$ (como mínimo.)

La caída de presión en el paso del aire por el radiador oscila entre 0.10 y 0.14 kPa, para motores Diesel de radiador dispuesto en conjunto con el motor.

C. Sistema de Admisión.

El sistema de admisión adecuado a nuestras necesidades incluye antefiltro para garantizar aire limpio al motor del grupo de emergencia. El filtro seco es el más indicado para servicio auxiliar (Ver plano). La velocidad del aire que pasa por el ducto de admisión debe estar en el rango 50 - 110 pies/s, tal que se favorezca el llenado de los cilindros. En caso de ser dicha velocidad baja, las restricciones al flujo serán perjudiciales al rendimiento del motor.

La restricción por filtro debe estar comprendido entre 6 y 8" H₂O y en el ducto debe ser de menos de 2" H₂O. La restricción total debe estar entre 8 y 10" H₂O a fin de extender los periodos de cambio de filtro de aire.

Como se calculó en el balance de planta el flujo del aire en la admisión es 18.1 m³/min. por tanto :

$V_a(\text{admis}) = 18.1 \text{ m}^3/\text{min} = 0.3017 \text{ m}^3/\text{seg}$

$$Va(admis) = va(admis) * Ata$$

Donde :

$$va(admis) = \text{Velocidad del aire en el ducto admisión} \\ = (15-30 \text{ m/seg})$$

Ata = Area del ducto admision (entrada al compresor)

$$\text{Si adoptamos } va(admis) = 20 \text{ m/seg}$$

$$Ata = 150.833 \text{ cm}^2 \quad ==> \quad Dta \approx 5.45" \text{ } \emptyset$$

$$\text{Si : } Dta = 5" \text{ } \emptyset$$

$$\text{Luego : } va'(admis) = 23 \text{ m/seg} = 76 \text{ pies/seg}$$

Que debe ser la velocidad aproximada del aire en el ducto de ingreso al compresor.

D. Sistema de Expulsión de Gases.

El sistema de escape para el equipo requerido, debe tener un múltiple seco que es, el mas adecuado al tipo de servicio que necesitamos.

La caída de presión a través del sistema de escape no debe ser mayor de 27" H2O, siendo importante no tener una elevada contrapresión, puesto que esto redundará en un bajo rendimiento del motor.

El silenciador necesario es del tipo estándar. La tubería vertical saliente del motor, incluirá en el intermedio una conexión de tubo flexible, luego un codo

que será de curvatura larga luego del cual se encontrará el silenciador, un tramo de tubería horizontal saliente de la sala de máquina, luego del cual seguirá un codo y un tramo de tubería vertical la cual termina en una tapa para la lluvia, como se muestra en el plano 4.

La conexión flexible debe: (1) aislar del motor el peso de la tubería el cual será soportado del techo mediante colgadores adecuadamente espaciados, (2) Liberar a los componentes del sistema de escape de esfuerzos excesivos resultantes de la vibración; y (3) absorber las deformaciones lineales de los componentes del sistema de escape del motor debido a cambios de temperatura, a una acción de deslizamiento lento pero continuo que ocurre durante la vida de toda estructura o debido a reacciones torsionales que se producen cuando el grupo electrógeno se monta sobre aisladores de tipo resorte.

La deformación máxima se calcula a continuación:

$$d = L * dT * \alpha_L$$

Donde :

$$dT = 760 \text{ }^\circ\text{C} - 80 \text{ }^\circ\text{C} = 680 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$L = 4.5 \text{ m}$$

$$\alpha_L = 0.00000353 / \text{m} * \text{ }^\circ\text{C}$$

$$d = 0.006 \text{ m.} \implies \text{ Sugiere el uso de junta flexible.}$$

Los gases de escape salen de la turbina a mas de 500 C por lo cual su densidad es baja resultando un elevado flujo volumétrico tal como se demostró en el balance de planta es $\dot{V}_g = 61.94 \text{ m}^3/\text{min}$ o sea $1.03 \text{ m}^3 / \text{seg}$

Luego tenemos que :

$$V_g = v_g * A_e = 1.032 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Adoptando una velocidad $v_g = 35\text{m}/\text{seg}$ ya que para gases a calientes las velocidades estan comprendidas en el rango (20-40 m/seg)

$$A_e = 295 \text{ cm}^2 \implies D_e \approx 7.6 \text{ " } \emptyset$$

$$\text{Luego } D_e = 8 \text{ " } \emptyset$$

$$\text{Resultando } v_g = 31.8 \text{ m}/\text{seg}$$

E. Sistema de Combustible

El sistema de combustible incluye un tanque con una capacidad equivalente a media semana de operación al regimen de gasto de combustible nominal, de acuerdo a ello:

$$V_{ta} > G_c \cdot t_o$$

G_c Gasto horario de combustible (13. gal/hora)

t_o - Tiempo de Operación (168 horas)

V_{ta} = Volumen del tanque de almacenamiento.

$$V_a > 13.6 \text{ gal/h} \times 168 \text{ h} / 2 = 1,142.4 \text{ gal}$$

Luego el tanque de almacenamiento de combustible deberá tener una capacidad de 1,200 galones.

Por otro lado el tanque diario de combustible debe estar en capacidad de alimentar al motor durante 8 horas de operación a plena carga.

$$V_{td} > G_c * 8 \text{ horas}$$

$$V_{td} > 13.6 \text{ galones/h} * 8\text{h}$$

$$V_{td} > 108.8 \text{ galones}$$

Luego el tanque diario de combustible deberá tener una capacidad de 120 galones.

En este caso no será necesario bomba de transferencia puesto que el tanque de almacenamiento estara en un nivel superior al tanque diario en 4 mt. Este nivel es mas que suficiente para garantizar el flujo de petróleo Diesel 2 al tanque diario, el cual contará con un controlador de nivel para abrir automaticamente una válvula de paso cada vez que sea necesario.

Ambos tanques deberán contar con tuberías de drenaje accesos para limpieza y deben ser pintados con pintura anticorrosiva, con un acabado de color plateado. El tanque de almacenamiento debe estar equipado con un medidor-controlador de nivel conectado a una alarma por

agotamiento de combustible. Ver planos 4 y 10.

F. Sistema de Lubricación

El sistema de lubricación debe estar en la posibilidad de satisfacer una constante lubricación aun cuando exista fugas que no se detecten y pongan en riesgo la integridad del motor. El volumen de aceite para motores Diesel son recomendados para diferentes gamas de potencia de motores. Asi tenemos:

Motores de Carburador (P<80 Kw) : 0.07-0.14 lt/Kw

Motores Diesel Camiones (P<150 Kw): 0.14-0.21 lt/Kw

Motores Diesel Estacionario(P>150 Kw): 0.08-0.18 lt/Kw.

Un valor promedio para motores Diesel estacionario es de 0.10 lt/Kw que asegura un funcionamiento de por lo menos cuatro horas antes de detectarse una baja en el nivel de aceite del carter.

Para nuestro caso tenemos que el volumen de aceite necesario será de:

$$V_a = 0.10 \text{ lt/Kw} \times 200 \text{ Kw} = 20 \text{ Lt.}$$

Que constituye aproximadamente el 67% del volumen del carter el cual debe ser de por lo menos 30 lt, cantidad de aceite que garantizará una operación confiable del grupo electrógeno. El sistema se muestra en el plano 11

G. Sistema de Control

Los principales parámetros de utilidad para el control del funcionamiento del motor son la presión, la temperatura y también el nivel de líquido. El arranque del motor debe ser comandado desde el tablero de control, por medio de un equipo de arranque automático el cual actúa al detectarse una variación importante en la tensión de alimentación normal. Para que el arranque permita la transferencia rápida de la carga, el motor debe calentarse rápidamente, por lo cual el sistema de calefacción es dirigido por un termostato el mismo que conecta el cierre de una válvula de paso al radiador haciendo un by pass, para recircular por el motor, una vez que el agua alcance una temperatura mayor que 79°C, el termostato desconecta el cierre de la válvula de paso y el agua ingresa al radiador. Esta función del sistema de arranque en caliente se esquematiza en el plano 6.

El arranque se realiza por medio de un motor eléctrico alimentado por un banco de baterías de 24V y 84 amp-h de capacidad. El banco de baterías debe contar con un amperímetro y un interruptor térmico de sobrecarga ajustado para proteger el rectificador y transformador del cargador. El sistema se muestra en el plano 7.

El sistema de arranque incluye un equipo de conexiones automático, cuya función será accionar el motor de arranque y poner en marcha el grupo electrógeno llevando a la velocidad y tensiones nominales y una vez alcanzadas estas condiciones ordenar el cierre del interruptor principal del generador de emergencia.

El sistema de arranque debe permitir la posibilidad del accionamiento manual mediante contactores auxiliares para casos en que no sea posible el accionamiento automático por algún inconveniente. Se debe contar asimismo con contactos auxiliares a fin de llevar a cabo interconexiones, enclavamientos y funciones automáticas.

4.5.2. Del generador

El generador requerido para nuestro caso debe ser trifásico, con conexión en estrella, sincrónico porque la operación del generador que se necesita será a la velocidad constante del motor Diesel 1800 RPM y operará a carga variable. Además debe ser de 4 polos puesto que corresponde a dicha velocidad a 60 ciclos por segundo, adecuado al motor a la potencia dada (175 Kw), además será de campo giratorio, a la tensión de 220V trifásico.

El generador requerido es de polos lisos dado que la velocidad de rotación es de más de 1500 RPM, debe ser autoexcitado por una excitatriz de potencia comprendida entre 0.25 y 1% del nominal, dispuesto a 60 Hz, 230 Volt. 1800 RPM del tipo sin escobillas, de preferencia de estado sólido, que use rectificadores conectados al devanado del estator y de control electrónico. El regulador de voltaje debe ser tal que cumpla con las normas establecidas, debe asimismo tener un bajo factor de interferencia telefónica (TIF), debe estar provisto para suprimir los ruidos de radio frecuencia y debe mantener un bajo factor de forma (armónicos).

El generador requerido debe tener aislamiento clase F tropicalizado, con una capacidad nominal que debe ser aprovechable en servicio continuo con un factor de potencia de 0.8 como mínimo, a una temperatura máxima de 60 °C y con un aumento máximo de temperatura de 40 ° sobre la temperatura ambiente. El generador y el motor deben estar acoplados por medio de una junta flexible, provisto de su respectiva cubierta protección. La unidad motor-generador debe estar alineada adecuadamente a fin de reducir al máximo las vibraciones.

El generador requerido debe tener un eje de acero, su

devanado debe ser con alambre de cobre, debe contar con condensadores antiparásitos y con carcasa de plancha de acero debidamente pintado con pintura anticorrosiva.

4.5.3. El panel de control

El panel de control es el conjunto desde el cual se realiza el arranque y control del grupo electrógeno de emergencia. Esta equipado con una llave de transferencia automática, tripolar capacidad suficiente para el equipo.

Desde ella se debe comandar las siguientes funciones:

a. Recibir todas las señales y ejecutar eficientemente las ordenes de arranque y parada del grupo electrógeno de emergencia. En caso de que la tensión del concesionario del servicio eléctrico salga del rango (200,235 Volt.) debe recibir la señal de detección de la anomalía y ordenar el arranque del grupo del emergencia. Cuando la tensión del concesionario se restablece en el rango especificado la llave debe transferir los circuitos de carga del suministro del grupo al suministro normal de electro-
lima, por lo cual el grupo electrógeno debe

detenerse un minuto despues del restablecimiento de la energia local.

b. Debe proveer la corriente de carga necesaria al banco de baterias de arranque del grupo electrógeno, cargandola perfectamente en todas los casos.

Los contactos principales de los contactores deben ser mantenidos cerrados mecanicamente, es decir sin ninguna bobina energizada, por lo cual la presión de contacto se mantendrá por medio de un resorte que no será parte del camino de la corriente de carga.

El elemento sensitivo a la variación de tensión que inicia la transferencia de carga ha de ser ajustable y debe detectar por lo menos la pérdida de una fase de alimentación del servicio.

4.6. ESPECIFICACIONES TECNICAS

Las especificaciones técnicas de la unidad requerida es indispensable en la medida que los proveedores las requieran para ofertar sus unidades, por lo tanto es necesario especificar la máquina que se quiere en forma clara de tal manera que los proveedores realicen sus ofertas de máquinas adecuadas a las necesidades.

4.6.1. Del motor Diesel

El motor Diesel requerido es 175 KW de potencia auxiliar, de cuatro tiempos, de 1800 RPM, enfriado por agua, con sistema de arranque y parada automático, ajuste de velocidad en un rango máximo de $\pm 3\%$ entre velocidad a plena carga y en vacío. El motor debe estar equipado con el siguiente conjunto para su adecuada protección y prevención:

- a. Manómetro de aceite con escalas de medición en psi y kPa.
- b. Termómetro de agua de refrigeración con escalas en $^{\circ}\text{C}$.
- c. Tacómetro con su respectivo mando
- d. Manómetro de combustible con escala de medición en psi y kPa.
- e. Alarma y cierre automático de presión de aceite.
- f. Alarma y cierre automático por temperatura de agua.
- g. Alarma y cierre automático por sobrevelocidad.
- h. Alarma y cierre automático por sobregiro del motor.
- i. Sistema de arranque eléctrico por un banco

de baterías a 24 Volt.

- j. Sirena de alarma.
- k. Dispositivo para evitar el tiempo excesivo de arranque, con lámpara indicadora y botón pulsador para reposición del mecanismo de arranque luego de dos intentos programados de arranque.
- l. Ayudas para el arranque.
- m. Contactores de alarma preliminar.
- n. Alternador de carga.
- o. Tuberías de drenaje.
- p. Silenciador y conexiones del escape de acuerdo al esquema planteado en el plano 4.

El motor Diesel deberá contar con el equipo determinado, además el proveedor deberá especificar los datos especificados en la tabla de cantidades (tabla 21).

4.6.2. Del generador.

El generador para una operación adecuada con el motor debe estar equipado con el conjunto adecuado y deberá responder a las características que a continuación se especifica :

- a. Regulador de tensión para ajustar manual-

- mente en un rango de $\pm 5\%$ de su tensión nominal.
- b. Desviación máxima de tensión entre $\pm 1.0\%$ en regimen estable, entre la condición de operación en vacio y a plena carga.
 - c. La desviación máxima de frecuencia entre la condición de operación a plena carga y en vacio deberá oscilar entre ± 0.2 Hz. y el generador deberá retornar a su frecuencia normal en un lapso de tiempo tal que responda a las variaciones bruscas de carga en el rango especificado.
 - d. La distorsión no deberá ser mayor a 8.3 milisegundos y el tiempo de fluctuación debe ser igual a $1/2$ ciclo.
 - e. La capacidad de sobreaceleración deberá ser de por lo menos 150%.
 - f. La ganancia de voltaje será ajustable para compensar la caída de velocidad del motor y pérdida de línea. Los datos técnicos a especificarse en el caso del generador debe ser proporcionado de acuerdo al formato de la tabla 22.

4.6.3. Del tablero de control.

El tablero de control debe ser totalmente cerrado, autosoportado construido de acero

TABLA DE CANTIDADES
PANEL DE CONTROL

NUMERO	DESCRIPCION	CARACTERISTICA
	Amperimetro	
	Conmutador de voltmetro	
	Frecuencimetro lamina vibrante	
	Vatimetro	
	Vatio - horimetro	
	Conmutador rotativo amperimetr	
	Reostato-ajuste de tension	
	Contro de ajuste de velocidad a ser mantenido por regulador	
	Transformadores de corriente	
	Portafusibles y fusibles de proteccion de circuito control	
	Botonera para puesta de grupo en marcha. Manual-Automatico en vacio y con carga	
	Amperimetro de carga de bateri	
	Voltmetro de tension bateria	
	Indicador de falla de arranque	
	Dispositivo de accion alarma	
	Indicador de carga a la red principal	
	Cosfimetro	

TABLA 23

estructural de 1/16" de espesor y debe garantizar hermeticidad al agua y al polvo.

Su puerta frontal debe estar asegurada con llave tipo dado con una altura máxima de 2.2 mt. pintada de color gris claro con pintura anticorrosiva.

El panel deberá contar con conexiones para puesta a tierra, con terminal para conductor de cobre No.1/0 AWG. Además toda la estructura, armazones de metal y demás partes que no están diseñadas para conducir corriente estarán conectadas firmemente a tierra.

El equipamiento del tablero de control, es decir el instrumental y otros serán del tipo para montaje embutido o semiembutido, con conexiones en la parte trasera de la puerta.

El panel de control deberá contar con el equipo especificado en la tabla 23.

4.7. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Toda máquina operativa, normalmente se desgasta a causa de su propio funcionamiento y sufre averías a causa de una multitud de factores tanto internos (propios de la máquina) como externos. La vida útil de la máquina puede alargarse si se sigue un adecuado programa de mantenimiento preventivo, el cual, con ayuda de una estadística de fallas es bastante efectivo en caso de equipos de operación continua.

En nuestro caso el funcionamiento del grupo es solo en situaciones de emergencia, por lo cual, no es indispensable un programa de mantenimiento basado en estadística de fallas, sino uno más simple que sirva de anticipo tanto a fallas por funcionamiento y/o por parada.

En el presente acápite damos un grupo de reglas generales las cuales, están basados en el mantenimiento de grupos eletrógenos tanto de la Compañía de Telefonos como de otras Compañías. Es importante considerar también los manuales de mantenimiento de los distintos proveedores que nos brindan un conjunto de recomendaciones para llevar

a cabo el mantenimiento mas adecuado que garantice una disponibilidad de la unidad en los momentos necesarios. Los cuidados que se deben tener con el Grupo de Emergencia lo dividiremos en dos partes:

- Mantenimiento del Motor.
- Mantenimiento del Generador y tablero

lo cual estudiaremos a continuación :

4.7.1. Mantenimiento del Motor Diesel

Para realizar un adecuado mantenimiento a los motores Diesel se debe realizar el mantenimiento del sistema de lubricación, del sistema de combustión, del sistema de refrigeración y otros.

A). Sistema de Lubricación.

El motor debe lubricarse con aceite de buena calidad adecuada para motores Diesel y para servicio pesado. Este aceite debe ser seleccionado de acuerdo a las normas que recomiende el fabricante.

En caso de emplear aceite multigrado, su detergencia debe ser la que prescribe la

norma recomendada y también su viscosidad. En el presente caso para las condiciones ambientales se puede adoptar la siguiente recomendación.

Temperatura de arranque	Viscosidad
Hasta 0 °C	SAE - 10 W
De 0 °C a 30 °C	SAE - 10/20 W
De 30 °C para arriba	SAE 30

No mezcle nunca aceite de dos marcas distintas. Vacíe completamente la primera antes de echar al motor la segunda. Procure no usar aditivos, algunos de ellos resulta dañinos.

Antes de cada arranque verifique el nivel de aceite y durante el funcionamiento verifique la presión del mismo, la cual debe estar en el valor recomendado.

Revisar frecuentemente la válvula de alivio del aceite lubricante que se encuentre calibrado a su presión de carga.

B). Sistema de Refrigeración

El mantenimiento del sistema de refrigeración implica el

cuidado de los siguientes elementos: bomba de agua, conductos de agua fría, radiador, ventilador de tiro inducido del radiador, medidor de temperatura de agua intercambiador de calor para enfriar aire.

El mantenimiento del sistema de refrigeración es bastante simple mas aun cuando el funcionamiento es solo para casos de emergencia. Es por lo tanto necesario tener en cuenta la siguiente:

Limpiar periodicamente el panel del radiador con una escobilla metalica adecuada.

Soplar el polvo las aletas usando aire comprimido o en su defecto utilizado "Wipe" humedecidos con petroleo, luego secar las aletas.

Revisar las uniones de las tuberias realizando el ajuste necesario para evitar fugas de agua de refrigeración: Todo ajuste debe realizarse usando el sellador de teflon.

Limpiar las rejillas de la sala del motor de emergencia colocando las tabillas en la posición mas adecuada, evitando que el aire caliente sea conducido al colector de la aspiración del motor.

Realizar inspecciones periodicas del enfriador de aire de admisión en caso de que el motor sea turbo alimentado, asi como el tanque de expansión y las unidades de conducción de agua a las camisetas.

En todo mantenimiento general se debe lavar el radiador y de ser posible girarlo, para garantizar un gasto uniforme del mismo. Ademas se debe cambiar todas las empaquetaduras y sellos.

C). Sistema de Combustible

El cuidado del sistema, implica el mantenimiento del tanque, filtro bomba de combustible, caja de bombas de inyección, líneas de alimentación y retorno.

El combustible a usar debe ser Diesel #2 con las siguientes características:

Viscosidad cinemática a 37.2 °C	
en centistokes (max,min)	(1.6, 6.0)
Número Cetano	50
Residuos de carbon,Conradson sobre	
10% residual,% al peso : Max.	0.2
Punto de inflamación ,Pensky Martens	
en vasiija cerrada : Min.	55 °C
% de agua al volumen : Max	0.05

sedimentos al peso : Max	0.01
% cenizas al peso : Max	0.01
% azufre al peso : Max	0.5
Ensayo corrosión Cu : Max	1

El combustible debe ser almacenado de manera que no pierda fluidez por mucho que baje la temperatura a que pueda estar expuesto. Se debe tener en cuenta que existen combustibles aptos para el verano pero en invierno se esturbian, se hacen viscosos y obstruyen los filtros del motor, los combustibles volatiles no son recomendables para Motores Diesel.

Trazas de agua e impurezas malogran las bombas de inyección e inyectores de combustible, puede causar incrustaciones y corrosiones excesiva.

Cambiar el filtro primario de combustible cada 1000 horas de servicio en caso de combustible limpio, si el combustible es sucio, cada 500 horas de trabajo.

Purgar el aire en el lado de baja presión de combustible cada semana.

Purgar el aire en el lado de baja presión de combustible cada 500 horas de trabajo mediante la bomba de cebado de combustible.

Cambiar los elementos filtrantes de la caja de filtros principal cada 1,500 horas de servicio.

Realizar pruebas a las toberas cada 1500 horas de servicio, así como la calibración de las bombas de inyección.

Ajustar las uniones de tuberías del sistema de combustible después de 500 horas de trabajo, tanto en el lado de alta presión como en el lado de baja presión con el fin de evitar fugas de combustible.

D). Sistema de Aire y Escape

Todo motor debe garantizar el suministro de aire limpio, frío y denso de tal manera que el motor mantenga o incremente su potencia y por lo tanto su rendimiento.

El sistema de admisión de aire está constituido por los siguientes elementos. Antefiltro de aire, filtro de aire de servicio, colector de admisión y válvulas de admisión con todos sus mecanismos (balancines, taques, levas, etc).

El sistema de escape está constituido por las válvulas de escape con sus mecanismos, colector de escape, silenciador, unión flexible, ductos de escape y

capuchón.

Cada 500 horas de servicio del motor, debe limpiarse y lavarse con combustible los elementos filtrantes tanto del antefiltro como del filtro de aire.

Cada 1500 horas de trabajo debe cambiarse el antefiltro y el filtro de admisión.

Cada 500h debe ajustarse las uniones del sistema de admisión y escape especialmente los de la unión flexible.

Cada 1500h debe limpiarse el sistema de escape y cambiarse de ser necesario la unión flexible.

4.7.2. Mantenimiento del generador y accesorios

El generador , tablero de control y dispositivos requieren sobre todo una atención de limpieza y para las partes móviles, de lubricación y engrase.

De esta forma en el caso del generador es imprescindible mantener el cojinete, o cojinetes (en caso de tener 2) debidamente engrasados de tal manera que se lleve acabo un funcionamiento normal. Por otro lado todo el instrumental ya sea de medición o control debe estar

debidamente calibrado.

La limpieza de tablero se realizará cuando este no se encuentre conectado, usando una escobilla adecuada y cuidadosamente a fin de no alterar la calibración del instrumental.

CAPITULO 5

EVALUACION TECNICA - ECONOMICA

En el presente capítulo, se estudiarán y evaluarán las características de operación del grupo de emergencia seleccionado, principalmente en relación a la potencia desarrollada y al consumo de combustible a diferentes regímenes de carga. Es de esperar que los parámetros de funcionamiento empeoren cuando el grupo electrógeno se encuentre operando a un régimen de carga mucho menor al 100% de la potencia nominal del motor, aún cuando este no representa el punto óptimo de operación.

Para el estudio es importante examinar el diagrama de carga de la central telefónica y observar que tan alejado del régimen de carga para la cual es óptima la operación del motor, funcionaria el grupo de emergencia, considerando el actual consumo de energía de la central.

Parámetros básicos para el análisis son : El número de llamadas que se realizan por hora y por línea, el ingreso económico que genera cada línea en servicio en un

período determinado, y el consumo de energía eléctrica por cada línea en el mismo período. Estos datos serán útiles para saber el costo de operación del grupo de emergencia, el cual debe ser contrastado con el ingreso económico que la Empresa dejaría de percibir por línea al no prestar servicio por falta de fluido eléctrico. Los parámetros más importantes para la evaluación técnica económica del grupo de emergencia son los siguientes:

Precio galón petróleo Diesel #2. :	U.S. \$0.40 / galon.
Ingreso anual por línea :	U.S. \$ 300 / año.
Gasto en personal :	U.S. \$ 165 / mes-h.

5.1. CARACTERISTICAS Y PUNTO OPTIMO DE OPERACION DEL GRUPO DE EMERGENCIA.

Las características de operación del motor de emergencia deben ser tales que se adecuen a la demanda de energía de la OO.CC. de tal forma que se pueda realizar el cálculo del costo de operación mensual del grupo electrógeno. Este estudio se realizará para Centrales PC de 20,720 líneas y Neax de 5,000 y 10,000 líneas. Similares estudios se pueden realizar para los grupos electrógenos de las demás centrales.

A continuación se da una tabla que refleja las características de los G.E. seleccionados para las centrales que se eligieron como ejemplo de evaluación (Tabla #24).

Las condiciones de operación de los grupos electrógenos de centrales telefónicas, están determinadas por la demanda que estas imponen; esto nos permite obtener los rangos de variación del % de carga, tal como se muestran en las figuras 24, 25 y 26 para cada uno de los grupos electrógenos.

Para cada uno de los 3 casos que tratamos podemos obtener las curvas características de operación de los grupos electrógenos tal como se muestra en las figuras 27, 28, 29, 30, 31 y 32 en las cuales obtenemos para cada caso los regímenes de máxima economía.

OO.CC.	NEAX 5,000	NEAX 10,000	PC 20.720
GRUPO ELECT. (KW)	125	175	36 ^F
POT. APARENTE (KVA)	156	218	456
GASTO COMB. (Lt/h)	39.1	51.5	107.0

TABLA 24

Las condiciones óptimas de operación no ocurren al 100% de los valores nominales tal como se demuestra en cada uno de los casos presentados.

a). Grupo Electrógeno de Emergencia OO.CC. Pentaconta, de 20,720 líneas.

. Condiciones Nominales de Operación.

P_{nom} : 365 Kw (456 KVA)

η_{nom} : 34.1%

G.E.C.nom: 0.293 lt/Kw-h

G.C.nom: 107 lt/h

. Condiciones de Operación Optima

P_{optima} : 292 Kw (365 KVA)

η_{optima} : 35.3% (MAXIMA)

G.E.C.: 0.282 lt/Kw-h (MINIMO)

G.C.: 82.34 lt/h

% Carga: 80% (Respecto a la nominal)

b). Grupo Electrógeno de Emergencia OO.CC. Neax, de 10,000 líneas.

. Condiciones Nominales de Operación

P_{nom} : 175 Kw

η_{nom} : 34.1%

GECnom: 0.294 lt/kw-h

GCnom: 51.50 lt/h

. Condiciones de Operación Óptima

Popt: 149 Kw

η_{opt} : 35%

GEC.opt: 0.286 lt/Kw-h

GCopt: 42.61 lt/h

% carga: 85%

c. Grupo Electrónico de Emergencia OO.CC. Neax
5,000 líneas.

. Condiciones Nominales de Operación.

Pnom: 125 Kw

η_{nom} : 32.1 %

G.E.C.nom: 0.312 lt/kw-h

GCnom: 39. lt/h

. Condiciones óptimas de Operación.

Popt: 75 Kw

η_{opt} : 34.2%

G.E.C.opt: 0.293 lt/kw-h

GCopt: 21.98 lt/h

%Carga: 60% (Respecto a la carga nominal).

5.2. CARACTERISTICAS DE OPERACION DE OTROS COMPONENTES DEL CUADRO DE FUERZA.

Para analizar las características de operación del cuadro de fuerza es importante conocer como trabaja este sistema, es decir cual es la secuencia de funcionamiento de los elementos que lo componen. En este apartado se realiza un enfoque elemental del funcionamiento de los principales elementos del cuadro, el cual comprende :

1. Una cadena de rectificadores de trabajo en paralelo.
2. Dos o mas juegos de baterias (25 celdas) normalmente cargados en flotación.
3. Bastidor de control y distribución de A.C.(tablero de baja tensión)
4. Bastidor de control y descargas de baterias.
5. Un bastidor generador de tonos y corrientes de llamada.

Para enfocar el funcionamiento del sistema, estudiaremos lo referente a los rectificadores y las baterias, que son esenciales en la sala de fuerza

5.2.1. RECTIFICADORES Y BATERIAS

5.2.1.1. FUNCIONAMIENTO

Normalmente los rectificadores de la OO.CC. están conectados en paralelo y funcionan con un rectificador en prioridad. Este rectificador denominado piloto, sigue las variaciones de la carga demandada por la central; cuando su corriente de salida llega a 90% ó 20% de su valor nominal máximo de corriente que es de 400-Amp, genera una señal de control que pone o retira de servicio automáticamente un rectificador que no está en prioridad, según la cadena de funcionamiento.

Los rectificadores que no están en prioridad trabajan con una corriente de salida constante, ya sea a media o a plena carga, por otro lado las variaciones de carga son asumidas por el rectificador en prioridad.

Cuando debido a una falla de la red comercial, el rectificador queda fuera

OO.CC.	PENTACONTA	NEAX
Tipo	Standart thyristor Rectifiers	FC Silicon Dro- ppen
Capacidad	50V, 400A	50V, 400A
Fabricante	Bell Telephone Ma- nufacturing Comp.	Original Elec - tric Co. Ltd.
Entrada	220 VAC, 60 Hz	220 VAC, 60 Hz
Variac.Voltaje	+ - 10%	+ - 10%
Variac.Frecuen.	+ - 3%	+ - 1%
Nivel de Salida	Voltaje de flota- ción 50-52V	+ - 1.5 %
Limites de es- bilidad :	+ - 1%	

TABLA # 25

de servicio, se produce una descarga de las baterías. Esta descarga, se prolonga hasta que la energía que genera el grupo de emergencia, sea capaz de absorber la carga impuesta tanto por la central como por las baterías descargadas. De esta manera, la corriente de carga entregada por el rectificador puede llegar a valores superiores al de su capacidad, mientras su característica de salida pasa de la fase de regulación de voltaje constante a una de regulación a corriente constante.

El diagrama del circuito mostrado en la figura 33 muestra parte del equipo de fuerza. El equipo consiste de rectificadores de carga en flotación, rectificadores de carga por goteo, el panel de control (CONT) que contiene la parte de conmutación de la batería de elementos de reducción, la del circuito de trabajo y el panel de distribución de batería (PDB).

El equipo recibe la energía de entrada de CA a 220 V trifásica y 50 - 60 Hz. En tanto que, el PDB suministra electricidad a la carga mientras el rectificador de carga de flotación, carga a 49.5 V a 23 elementos de la batería principal. Al mismo tiempo, el rectificador de carga por goteo conduce la carga lenta y continua a 4.3V a los 2 elementos de la batería de reducción.

Cuando se produce un corte o interrupción de

alimentación de energía eléctrica, el banco de batería principal (23 elementos) suministra electricidad a la central. A medida que continúa el corte de alimentación la tensión del terminal de carga se reduce hasta el valor límite inferior de 46V, correspondiente al sensor de carga; en ese instante se introduce automáticamente la batería de reducción (2 elementos), que suministra energía mientras la tensión se mantenga dentro del rango especificado

Al restaurarse la alimentación normal de energía, los rectificadores de carga en flotación, conducen la carga de conservación a 51.98 V a los 23 elementos de la batería principal. Simultáneamente, el rectificador de carga por goteo conduce carga de conservación a 4.52V a aquellos 2 elementos de la batería de reducción.

Después de la señal de carga completada, el detector automático de carga (DAC), conmuta automáticamente el rectificador de carga de conservación, a la carga en flotación y el de carga por goteo, a la carga lenta y continua.

5.2.1.2. CARACTERISTICAS DE OPERACION

Los rectificadores usados en las OO.CC. actualmente son los siguientes:

A. RECTIFICADORES DE OO.CC. PENTACONTA

Los rectificadores instalados en la OO.CC. Pentaconta de 50V y 400A (PDC 1-95-9605) funciona de la forma que continuación describimos. El rectificador es abastecido por un alimentador principal de 3 fases, a través de un filtro de radio interferencia, con protector termal de sobreolas. Un transformador de voltaje reduce la tensión de sus dos identicos sistemas trifásicos (una de ellas reversa en 180). Ambos sistemas, son rectificadas por las Celdas "thyristor" y convertidos en una sola corriente DC, que pasa a través del transformador de interfase.

La energía de salida DC es enviada luego, por filtro y conectada según se requiera a la barra colectora de flotación o la barra colectora de carga, de acuerdo a la posición de solo uno de los fusibles de energía en la salida.

La energía saliente es regulada por el control en cada fase angular de la conducción a los rectificadores. Un enlace de alimentación a la fase reversa, basada en una constante regulación de voltaje actúa como control, para regular la fase de cambio entre, los impulsos de "disparo" y el voltaje AC en el ánodo de los rectificadores.

RECTIFIER - REGIMES

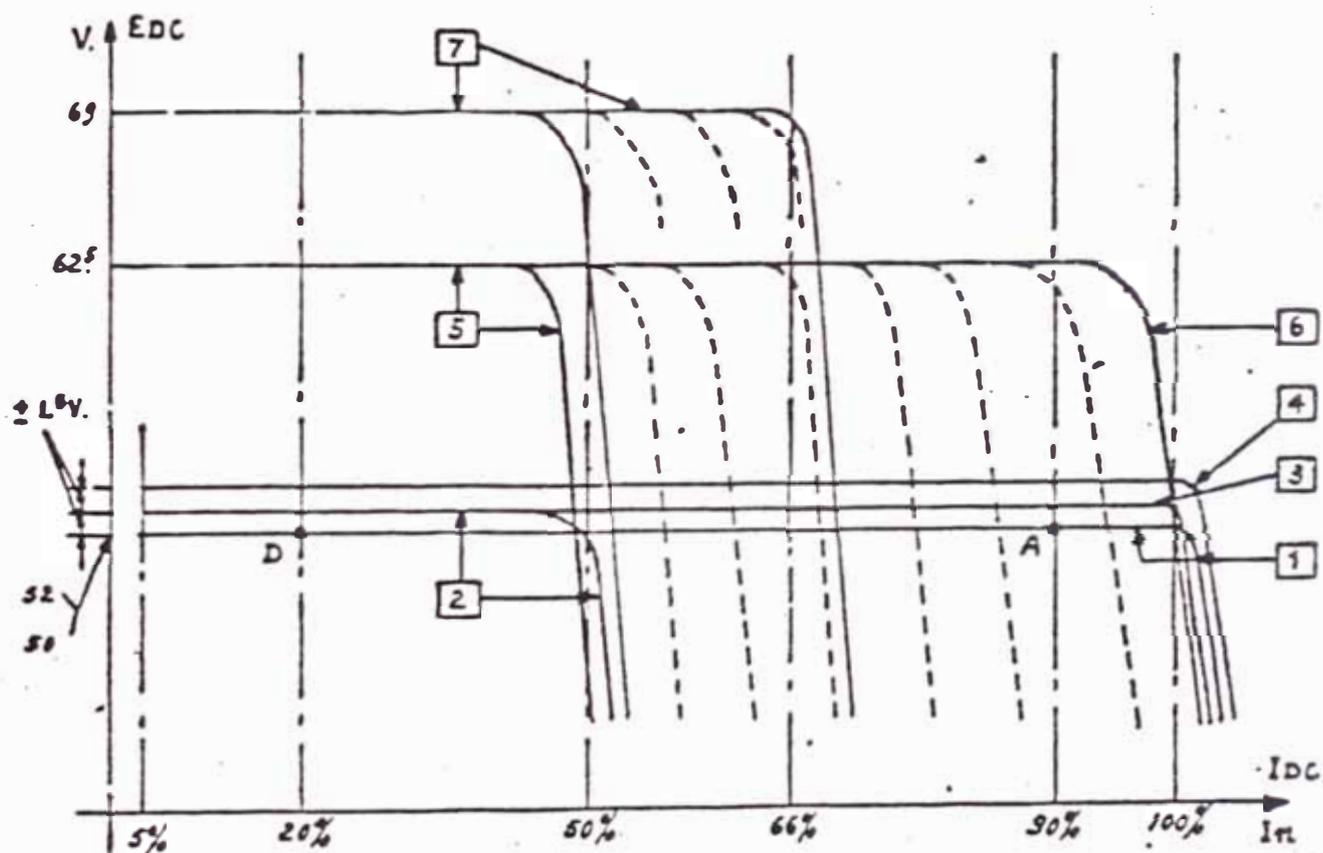


FIG 33

El régimen de operación en flotación se establece a un voltaje de 50 - 52 volt. DC ajustado por medio de un potenciómetro. El límite de corriente es ajustado a casi el 100% de la corriente de salida fijada, por medio de otro potenciómetro.

El voltaje de flotación se incrementa en algo mas que 52 volt. cuando el interruptor de las celdas de batería en el bastidor de control es accionado para alimentar a las 26 celdas.

Para poner el rectificador en régimen de carga normal, la regulación de voltaje se ajusta a 62.5 V (2.4 VPC) como máximo. La corriente de carga puede ser ajustado por medio de un potenciómetro (montado en el panel de control) para asignar cualquier valor entre 50 y 100% de la corriente de salida fijada.

Para cargar baterías nuevas, se puede realizar estableciendo una tensión de 2.65 VPC pero con una corriente que es el 66% de la corriente de salida fijada.

Para obtener esta característica las conexiones en la primaria del transformador deben cambiarse de 3 a 2

El voltaje de salida es ajustado en 69 volt. por medio del potenciómetro correspondiente.

B. LOS RECTIFICADORES NEAX

Los rectificadores NEC que alimentan a la OO.CC. NEAX.

- . Regimen de servicio : Continuo.
- . Regimen rectificador : 12 fases, cuadruple,
tipo de estrella.
- . Sistema de enfriamiento : Por convección natural
- . Temperatura ambiente : 5 - 45 C
- . Humedad Relativa : 30 - 90 %
- . Entrada de C.A. : 3 fases, 50/60 +-4Hz,
220V, AV+-10%
- . Tensión de salida : 50 - 52 Volt.
- . Rectificador de carga en flotación.

	Tensión Nominal	Gama de Regul.	Precisión de Vol.Cte.	Cantidad elem.bat.
Carg. Flot.	49.45V	49-51V	+ -1%	23 elem.
Carg. Cons.	51.98V	51-54V	+ -1%	23 elem.
Carg. lenta y continua	4.3V	4.17- 4.43V	+ -150mv	2 elem.
Carg. de conservac.	4.3V	4.38- 4.66V	+ -150mv	2 elem.

. Característica de Caída:

	Tensión de Caída	Corriente de caída máx.
Rectif. carga en flotación :	46 V	Dentro de 120% de la corriente nominal.
Rectif. carga por goteo :	46 V	Dentro de 120% de la corriente nominal.

El diagrama de la Figura #34 muestra la característica de caída.

. Característica de Operación: Según lo mostrado en la Figura #35.

La marcha en paralelo automática, se acciona en modo operacional con un rectificador de arranque que esta en prioridad el cual va accionando rectificadores y distribuyendo la carga.

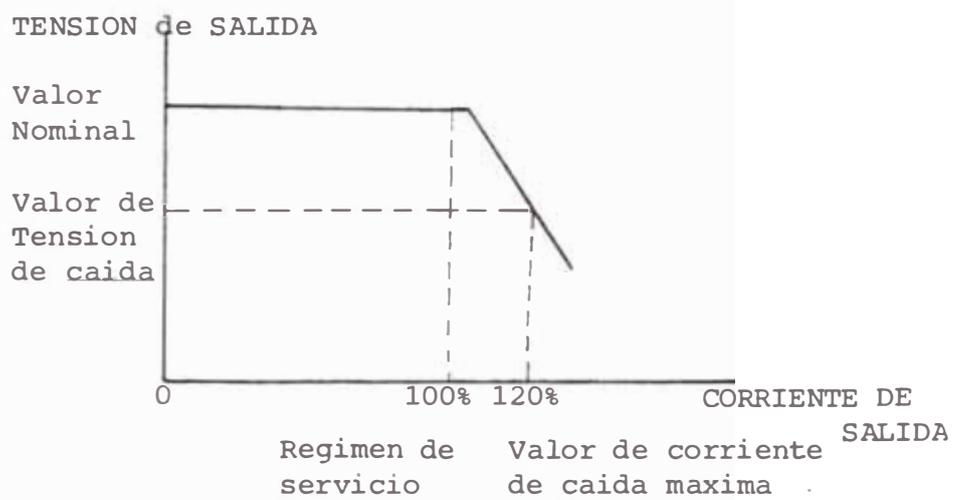


FIG. 34

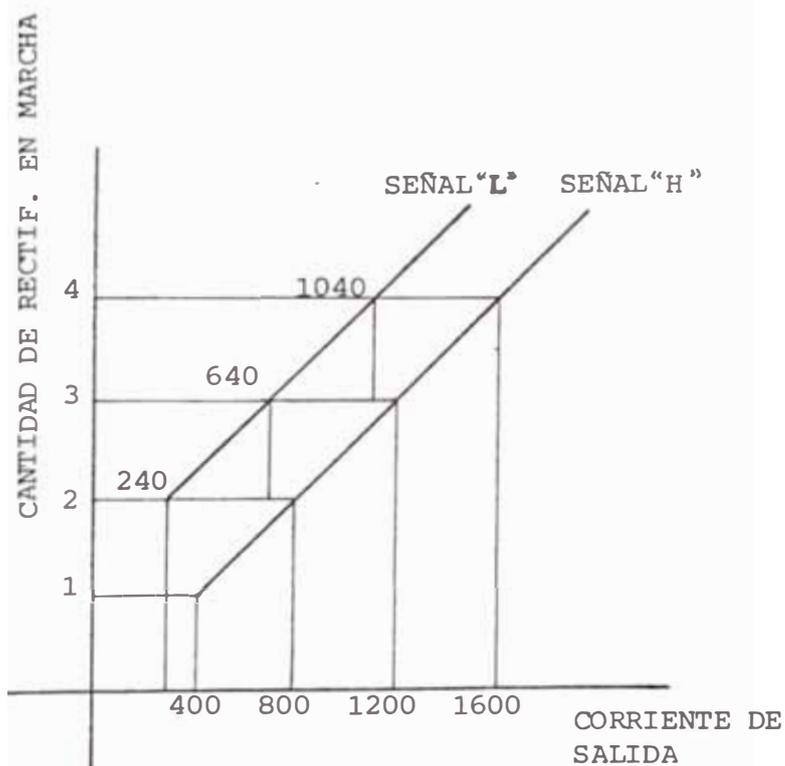


FIG. 35

NOTA: Senal H (Cerrado) se introduce 100% de la corriente nominal de un rectificador de carga en flotación mientras la senal L (Liberada) se introduce de 30 a 85% de la carga nominal del mismo.

C. BATERIAS - OO.CC.

El banco de baterias instaladas esta constituido por 26 elementos, 23 de ellos constituyen la bateria principal y 3 elementos constituyen la bateria de reduccion en OO.CC PC, y de 23 de bateria principal y 2 de bateria auxiliar para OO.CC. NEAX.

Para el banco de baterias de OO.CC. PC tenemos lo siguiente:

. Denominación	:	EXIDE FHGS - 27
. Amp - h	:	1980
. Voltaje	:	2.175 VPC
. Corriente de carga	:	520 Amp
. Peso de bateria	:	363 lbs
. Peso del acido de relleno.	:	121 lbs
. Densidad de relleno	:	1.210

Las baterías deben ubicarse en un lugar provisto de ventilación que permita prevenir que los gases de hidrogeno liberado no excedan el 1% de concentración.

Las celdas se disponen de tal manera que el positivo de una celda se conecta al negativo de la siguiente celda.

Las celdas son conectadas por medio de conectores interceldas sujetos a los cabezales positivo y negativo mediante pernos debidamente preparados. Los cabezales están cubiertas con un material anticorrosivo que no debe ser retirado por ningun motivo.

Las baterías se cargan al voltaje constante 2.30 VPC, siendo el tiempo minimo de carga de 100h . La corriente de carga puede ser del 10% del normal, siendo la temperatura ambiente de 16 a 32 C y la temperatura de la celda piloto no debe exceder los 43 C.

Una vez realizada la carga fresca, se realiza la carga de flotación para estabilizar voltajes por un minimo de 72h a una tensión de flotación de 2.17 a 2.21 VPC.

Realizada la carga en flotación se toman las siguientes lecturas:

- . Voltaje total del banco.
- . Voltaje por celda.

- . Peso específico del líquido.
- . Temperatura de cada celda.

Datos que son los términos referenciales del sistema.

La carga de igualación es realizada para corregir cualquier desuniformidad que puede haber ocurrido en los voltajes de flote, o del peso específico en un largo período de tiempo. Tales irregularidades pueden ocurrir por:

- . Selección de un bajo voltaje de flotación.
- . Inadecuado ajuste del voltaje de flotación del cargador.
- . Un voltímetro de panel que da altas lecturas, resultando bajos voltajes de celda.

La carga de igualación se realiza a un voltaje mas alto que el de flotación, luego de una descarga de emergencia de las baterías, y en el mínimo tiempo, o cuando el voltaje de una celda es de 0.05 Vol. menos que el promedio de la batería, o cuando el voltaje de una celda es 0.1 volt mas que el promedio de la batería.

Una celda de la batería es usado como celda piloto para indicar la condición general de la batería entera en relación al voltaje, peso específico y temperatura.

A continuación resumimos las características de operación del banco de baterías para ambos tipos de OO. CC.

	BATERIAS OO.CC.Pc	BATERIAS OO.CC.NEAX
# Celdas batería principal.	23	23
# Celdas batería auxiliar.	3	2
Amp-h / Banco.	1980	2010
VPC de carga flotación	2.19	49.45/23
Tensión Flotac. (VPC)	2.17-2.21	49/23-51/23
VPC de carga igualac.	2.30	51.98/23
Tensión Igualac. (VPC)	2.25-2.40	51/23-54/23
Duración de carga de igualación.	72h	6' a 29 h
Temperatura	16 a 32 C	5 a 45 C
# de Bancos de Bat.	7	4

TABLA 25 a

5.3. COSTOS DE INVERSION, INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL GRUPO ELECTROGENO.

Seleccionado el grupo electrógeno tal como se explicó en el capítulo 4, estamos en condiciones de evaluar los costos que implica, adquirir un grupo electrógeno de emergencia. La estructura de costos es en nuestros días un aspecto bastante irregular dado la inestable situación económica del país, por lo tanto todo estudio de costos y presupuestos, debe en lo posible, evaluarse en moneda extranjera y durante el tiempo en que se proyecta la obra.

5.3.1. Costo de Inversión

Los costos de grupos electrógenos de 365, 175 y 125 Kw de potencia, se ha obtenido de dos procedencias, una de ellas de un proveedor nacional y el otro de uno extranjero. Los costos de los grupos electrógenos importados para las Centrales Pentaconta 20,720 líneas, Neax 10,000 líneas (inicial) y Neax 5,000 líneas (inicial), cuya potencias son las anteriormente indi-

cadav respectivamente, se muestra en la Tabla 27 , en la cual adicionamos ademas, los costos que implican el tanque diario, repuestos del motor Diesel y herramientas.

Es importante anotar los aspectos relativos al flete e internamiento, lo cual al ser importado el equipo debe tener especial atención. Para su efecto lo que normalmente se hace es aplicar sobre los precios un factor de internamiento (FI). Cuando el equipo es suministrado por una firma importadora local, no es necesario tomar en cuenta el factor de internamiento, en su lugar se aplica el impuesto general a las ventas IGV.

Los costos promedios para grupos de emergencia de la misma potencia de proveedores nacionales son mostrados en la Tabla 26.2.

5.3.2. Costo de Instalación.

La instalación de un grupo de emergencia, implica un costo que esta sujeto a muchos parámetros los cuales se hacen cada vez mas inestables en nuestro medio, estos son:

. Distancia que se va a trasladar el equipo y medio de transporte que se usará. En nuestro

caso la distancia es corta y el medio de transporte es un camión.

. Accesibilidad al lugar en que se va emplazar el Grupo Electrógeno, ya que no es igual un patio, que un sótano, o un nivel superior de un edificio. Para nuestro caso es el sótano donde se emplazará el G.E.

. La accesibilidad para instalaciones eléctricas, cableados, tableros eléctricos, etc. Asimismo el valor de los cables, accesorios e instrumentos, que han de suministrar los instaladores.

. El valor de los materiales que se han de utilizar.

5.3.2.1. Costo de la Base de la Instalación.

La base de la instalación para nuestro caso será de concreto armado, dadas las necesidades de absorber al máximo las vibraciones y ruidos. Para un grupo eléctrico de cilindros múltiples y velocidad constante. No es necesario que la base sea totalmente maciza y sobredimensionada.

Basados en el material necesario para tal efecto, podemos estimar el costo de la

construcción de la base de concreto armado , tal como se explica a continuación:

$V =$ Volumen de concreto.

Cemento: Arena: Arido, como 1: 2: 3: tendremos que:

$1/6 V =$ Cemento

$1/3 V =$ Arena

$1/2 V =$ Arido

Para cada volumen de concreto, construido con su respectiva armadura de fierro, podemos obtener un costo aproximado, tal como se muestra en la Tabla #27.

5.3.2.2. Costo de Cableado.

Los costos de los cables y accesorios puede ser estimado tomando en cuenta cada caso en particular, lo cual naturalmente depende de los costos unitarios del tipo de cable a usarse, asi como de los tipos de accesorios tales como barras bus, contactores, interruptores, conmutadores. El resumen de estos costos se muestran en la Tabla # 27.

5.3.2.3. Costos Adicionales

Comprende los costos de transporte y mano de

obra, tomando en cuenta que la instalación se realizará en 48 horas netas de trabajo, siendo el costo de la mano de obra de 50 US \$/h-h y el transporte de 8 US\$/Km, para la ciudad de Lima. Los costos para instalación del grupo se muestra en la tabla 27.

5.3.3. Costo de Operación y Mantenimiento.

Los costos de operación para los grupos de emergencia de cada central telefónica lo podemos calcular de acuerdo al consumo de energía eléctrica diario, de la central telefónica. Utilizando los datos proporcionados en las Tablas #s 3 y 5 de consumo de carga del capítulo 3 y usando las curvas características de operación del acápite 5.2, obtenemos para cada caso el consumo de combustible horario, promedio y total.

Usando los datos proporcionados al principio del capítulo:

Precio Combustible: 0.40 US\$ / galon.

Por cada hora de funcionamiento, el costo de operación.

$Co = Cc \times 0.40 \text{ US\$}$ Obtenemos: Co

En esa misma hora, ingreso promedio horario:

Obtenemos:

$$i = \text{NLS} * 300 / 8760$$

Que se dejarían de percibir por cada hora de parada, en caso de que no se contará con grupo de emergencia. Las estadísticas de Lima, señalan que durante 1987 se produjeron aproximadamente 184 horas de ausencia de energía, lo cual implica que:

$$Co = Co * 288 \text{ Obtenemos: } Co$$

En tanto que:

$$I = i * 288 \text{ Obteniendo: } I$$

Que se percibieron por contar con un grupo de emergencia.

Los costos por mantenimiento de un grupo electrógeno son mínimos, puesto que es usado estrictamente para casos de emergencia y funciona aproximadamente 2 horas semanales para inspecciones de rutina es decir 104 horas anuales mas.

La supervisión es realizado solo por 2 personas que se turnan para su respectiva operación y mantenimiento.

Luego:

$$cm = (2 * 165 \text{ US\$} * 5/2) / 7200 = 1.15 \text{ US\$/ano}$$

Los costos de operación y mantenimiento obtenemos:

$$com = co + cm.$$

Tomando en cuenta el costo de inversión con $i = 6\%$ y un período de vida de 20 años:

$$FRC (6\%,20) = 0.0872$$

$$\text{Asi: } c_1 = FRC \times P / (288+104) \implies \text{que nos da: } c_i$$

Donde P es el costo del grupo electrógeno de emergencia, el cual incluye además los costos de tanque instalación, repuestos y herramientas.

El resumen de costos de inversión, instalación, operación y mantenimiento, son mostrados en la Tabla #28. El resultado de los costos constituye el costo de generación de energía eléctrica. Así tenemos:

$$K = c_i + c_o + c_m$$

CAPITULO 6

EVALUACION ECONOMICA DEL CUADRO DE FUERZA

En el presente capitulo del trabajo vamos a realizar un breve tratado económico de las instalaciones del cuadro de fuerza cuyo grado de detalle será limitado dado su extensión. El capitulo será tratado en tres partes que comprenderán a su vez de tres acapites cada uno de los cuales es particularmente importante.

La primera parte comprenderá los costos de inversión en rectificadores baterías y grupo electrógeno y adicionales; luego trataremos el costo de instalación y montaje de los mismos. Finalmente veremos los costos de operación y mantenimiento. El tratado del capitulo es particular para cada tipo de central variando de acuerdo a la capacidad de la central telefónica. Serán evaluados los costos de inversión, instalación, operación y mantenimiento ,y finalmente el costo global de operación del cuadro de fuerza de la central telefónica.

6.1. COSTO DE INVERSION DEL CUADRO DE FUERZA

Se evaluará el costo del Cuadro de Fuerza para las mismas centrales que se considerarán en el capítulo anterior, los bancos de baterías, los juegos de rectificadores, los grupos electrógenos y otros. La información del presente apartado proviene principalmente del acuerdo Técnico de Ingeniería de Telecomunicaciones.

6.1.1. Costo de Baterías.

Las baterías adecuadas para telefonía se encuentran de dos capacidades de 1400 Amp-h y de 2000 Amp-h para centrales Neax, y de 1980 Amp-h para centrales Pentaconta. Cada una de ellas cuenta con 25 y 26 elementos respectivamente. Asimismo debe contarse con un panel de distribución, que de acuerdo a la cantidad de bancos de baterías que tiene el cuadro de fuerza puede ser de tipo A, B, C, D, E, F, G o H, el cual a su vez es equipado de acuerdo a la capacidad de la central telefónica.

Los paneles de distribución de baterías,

COSTO DE INVERSION
BATERIAS

TIPO DE OO.CC. CAPACIDAD DE OO.CC.	NEAX 5000	NEAX 10000	PC 20720
N° BANCOS DE BATERIA	2	2	7
N° ELEMENTOS POR BANCO	25	25	26
COSTO POR BANCO	17760	23888	22203
COSTO PANEL DISTRIB. I & F	2874	2874	4924
FACTOR INTERNAMIENTO	2,496	3,292	10,422
	1.3925	1.3925	1.3925
COSTO TOTAL BATERIAS	56,939	75,115	237,794

TABLA 29

COSTO DE INVERSION
RECTIFICADORES

TIPO DE OO.CC. CAPACIDAD DE OO.CC.	NEAX 5000	NEAX 10000	PC 20720
TIPO DE RECTIFICADOR	400 x 3/5	400 x 3/5	400 x 8/9
N° INICIAL RECTIFICADORES	3	3	8
CAPACIDAD PANEL CONTROL	1600	1600	3200
COSTO RECTIFICADORES	45,852	45,852	102,381
COSTO U.F. 400 Amp.	10,393	10,393	12,348
I & F	3,656	3,656	7,457
FACTOR INTERNAMIENTO	1.39	1.39	1.39
COSTO TOTAL RECTIF.	83,412	83,412	170,145

TABLA 30

se diferencian uno de otros en que los fusibles de protección son instalados según distintos esquemas y de diferentes capacidades, de acuerdo a la cantidad de bancos de batería que se han de instalar lo cual es función del número de líneas instaladas y de la constante de batería.

Los resultados para cada caso se muestran en la Tabla 29 en la que se tiene los costos por baterías y paneles de distribución.

6.1.2. Costo de Rectificadores.

Los rectificadores a instalarse dependen en suma de la capacidad de la Central; en este caso los cálculos lo realizaremos de acuerdo a su capacidad inicial y no a su capacidad final. Dado que la capacidad de la central entrega el consumo de energía, esta servirá de base para el cálculo de la capacidad tanto del rectificador como del panel de control del mismo. Existen rectificadores de diferentes capacidades y pueden ser de 100, 200 y 400 Amp de descarga.

El tipo de rectificador a usarse para Centrales Neax resulta en nuestros días más baratos que

los que se usan en Centrales Pentaconta. Asi mismo son mas chicos, modulares y mas eficientes.

Los resultados correspondientes a costos de Rectificadores a utilizarse en cada caso se muestra en la Tabla 30.

6.1.3. Costo de Grupo Electrónico y Adicionales.

El costo del grupo electrónico de emergencia fue tratado en el capítulo anterior razon por la cual en el presente capítulo solamente usaremos los datos anteriormente obtenidos.

Cabe destacar que solamente estamos considerando para este caso los costos de inversión mas no asi el costo de instalación.

Los costos adicionales comprenden, materiales de fierro a usarse, cables e hilos para realizar las instalaciones electricas correspondientes al grupo electrónico. Asimismo, cables de energia eléctrica y barras bus correspondiente a los rectificadores y baterias.

El grupo electrónico se comprará completamente equipado, tal como se consideró en el capítulo

**COSTO DE INVERSION
G.E. Y ADICIONALES**

TIPO DE OO.CC. CAPACIDAD DE OO.CC.	NEAX 5000	NEAX 10000	PC 20720
COSTO MATERIALES HIERRO	55168	55168	128778
COSTO BARRA BUS Y CABLES	14573	14573	34017
COSTO DIBUJOS	10409	10409	24298
COSTO TABLEROS	25000	34000	45000
I & F	5,210	5,210	12,161
FACTOR INTERNAMIENTO	1.3925	1.3925	1.3925
COSTO ADICIONAL TOTAL	153,676	166,208	340,124
COSTO TOTAL G.E.	94,944	116,810	203,205
COSTO TOTAL G.E.+ ADIC.	248,619	283,019	543,328

TABLA 31

**RESUMEN COSTOS DE INVERSION
COSTO DEL CUADRO DE FUERZA**

TIPO DE OO.CC. CAPACIDAD DE OO.CC.	NEAX 5000	NEAX 10000	PC 20720
COSTO TOTAL RECTIF.	83,412	83,412	170,145
COSTO TOTAL BATERIAS	56,939	75,115	237,794
COSTO TOTAL G.E. / ADIC.	248,619	283,019	543,328
COSTO TOTAL CUADRO FUERZ	388,970	441,546	951,267

TABLA 32

6.2. COSTO DE INSTALACION

El costo de instalación depende casi de los mismos parámetros que en el caso del grupo electrógeno. Su evaluación exacta no es fácil de dar a menos que se trate de un tipo de central telefónica específica con características también específicas. Para nuestro caso los costos han sido estimados en términos globales sin llegar al detalle, el cual sin embargo, nos dará una idea del costo aproximado de instalación del cuadro de fuerza.

La instalación no demanda obras civiles de gran envergadura son de bases simples y livianas, siendo la instalación mas pesada es la que corresponde al montaje del grupo electrógeno. Las instalaciones que por su moderna tecnología, requiere el concurso de personal extranjero será considerado.

Los resultados del costo de instalación por partes y total se da en la Tabla 33.

La instalación de baterías es realizada por personal de la Compañía por lo tanto el costo de instalación es principalmente el de transporte y

mano de obra y son necesarias solamente estructuras livianas angulares.

Los rectificadores son de peso liviano verticales y son empernados al piso con pernos simples. Los cables entrantes a ella son conducidos a través de canales bajo piso.

6.3. COSTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

El costo de operación del cuadro de fuerza implica el costo de energía que consume de la alimentación general de Electrolima, mas el costo originado por el funcionamiento del grupo electrógeno. El costo de la energía eléctrica que se consume tanto por rectificadores, baterías y todos los equipos, esta dado por la tarifa #54 de Electrolima S.A., que a agosto de 1988 se presentaba del siguiente modo:

Potencia controlada :

Hora punta (18 a 22 h).....US\$ 2.822/mes.

Hora no punta (22 a 18h)...US\$ 1.411/mes.

Potencia Activa :

Hora Punta (18 a 22h).....US\$ 0.038/Kw-h

Hora no Punta (22-18h).....US\$ 0.019/Kw-h

Energía Reactiva.....US\$ 0.005/KVAR

Los costos de mantenimiento de rectificadores implica principalmente limpieza, toma de lectura periódicas y mano de obra de mantenimiento.

Los costos de mantenimiento de baterías implica principalmente lecturas periódicas con densímetro, adición de agua destilada y ácido; limpieza bornes cuando sea necesario, etc.

Los costos de mantenimiento de grupos electrógenos han sido tratados en el capítulo anterior, por lo cual se usarán los mismos datos para este capítulo.

El costo de mantenimiento del cuadro de fuerza se incrementa con el costo de mantenimiento de tableros eléctricos, que en este caso lo consideraremos despreciable.

El resumen de costo de mantenimiento del cuadro de fuerza es mostrado en la Tabla 3

Finalmente, tenemos la Tabla 3 , los costos de operación y mantenimiento del cuadro de fuerza.

6.4. COSTO DE ENERGIA EN CENTRALES TELEFONICAS

El costo de la energía en las Centrales Telefónicas es el resultado de la evaluación de

los costos que implica el cuadro de fuerza. Como dicho costo esta constituido por costos de inversión y costos de operación y mantenimiento es necesario obtener el costo anual de la energia.

Para el cálculo respectivo usaremos la misma fórmula que se uso para evaluar los costos del grupo electrógeno. De esta manera tenemos:

$$C_e = P \times FRC + CO (cf) + C_m (cf)$$

Donde:

$$P = \text{Cost. Inversión (cf)} + \text{Cost. Inst. (cf)}$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como valor agregado de nuestro trabajo es necesario obtener conclusiones que sean de utilidad para las necesidades actuales y futuras de selección de estos equipos imprescindibles en las centrales telefónicas. Basadas en los capítulos tercero, cuarto, quinto y sexto, podemos afirmar lo siguiente:

1. Los consumos de energía de las centrales telefónicas tienen un bajo factor de potencia lo cual implica un considerable gasto por consumo de energía reactiva, sería necesario por lo tanto, la instalación de bancos de condensadores destinados a elevar el factor de potencia a 1. También es importante contrastar los costos de inversión y mantenimiento del banco de condensadores, con el gasto por consumo de energía reactiva.
2. El grupo electrógeno instalado en la OO. CC. Washington 31/32 no satisface los requerimientos de

energía razón por la cual en la hora de máxima demanda el grupo existente no se abastecerá, siendo necesario, racionar la energía, dejando de atender varias cargas o afectando la calidad del servicio telefónico.

3. El grupo electrógeno instalado en la OO. CC. Washington 33 en antagonismo con el caso anterior ha sido sobredimensionado y actualmente opera entre el 25 y 35% de su capacidad nominal, resultando los costos de inversión y de operación elevados; en consecuencia, es necesario realizar un estudio adecuado, a fin de disminuir dicho gasto.
4. Para toda central telefónica el consumo más importante de energía constituye el de los rectificadores. Siendo por ello necesario contar con equipos cada vez más eficientes a fin de reducir los costos ocasionados, por pérdidas de energía.
5. La selección de un equipo de emergencia de uso exclusivo como tal, no puede ni debe ser sobredimensionado más del 50% puesto que resulta completamente antieconómico. Sin embargo, si se considera los planes de desarrollo, de mediano y largo plazo, esto frecuentemente ocurre; siendo por

tanto necesario establecer un plan de uso de equipos que permita reducir los costos de inversión en equipos inicialmente grandes, lo cual es posible en el caso de redes telefónicas, en las cuales el número de centrales es considerable.

6. El Sistema Pentaconta consume mayor energía por línea instalada que el Sistema Neax, lo cual hace necesario que se estudie la posibilidad de reemplazar ciertos componentes, de dicha central por circuitos integrados (tarjetas) que minimicen el consumo de energía. Por otro lado queda planteada la necesidad de elevar la eficiencia de los rectificadores de la OO. CC. Pentaconta lo cual mejoraría técnicamente la calidad del servicio telefónico, por la minimización de ruidos (voltaje perturbador) y económicamente por la disminución de las pérdidas de energía.
7. El grupo electrógeno seleccionado debe ser tal que tenga una baja de introducción de armónicos puesto que reduciría la calidad del servicio telefónico.
8. Es preferible comprar el grupo electrógeno de un proveedor nacional que importarlo directamente, o en

su defecto importar solamente el motor Diesel mientras que el equipo adicional se puede comprar en el mercado nacional. Por lo tanto es necesario estudiar las alternativas y elegir la mas conveniente.

9. El costo del equipo de energia de una central telefónica Neax oscila entre el 7 y 12% de la inversión total. Mientras que los costos de energia constituyen del 30 al 40% del costo de operación.
10. Finalmente estamos en condiciones de afirmar que independiente de los valores utilizados para los cálculos de requerimientos de energia y la evaluación económica, se ha planteado una metodología de evaluación y selección de grupos electrógenos y equipos de energia, metodología que se puede extender para otras aplicaciones.

BIBLIOGRAFIA

1. "ACUERDO TECNICO"
Dpto. Ingenieria Planta Interna
Compañia Peruana de Teléfonos S.A. 1,983

2. "INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES"
INITEL
Dpto. Capacitación 1,983

3. "INGENIERIA ECONOMICA"
George E. Taylor
Editorial Limusa 1,968

4. "MANUAL DEL INGENIERO MECANICO DE MARKS"
Sección 9.83-9.121 Volumen 2
Editorial Mc Graw Hill 1,984

5. "MANUAL STANDARD DEL INGENIERO ELECTRICISTA"
A. E. Knowlton
Editorial Labor 1,962

6. "MANUAL DE GRUPOS ELECTROGENOS"
Caterpillar Series 3200 - 3600
Dpto. Capacitación E. Ferreyros y Cia. 1,975

7. "MANUAL DE MOTORES DIESEL"
Lister
Lister Blackstone de Colombia S.A. 1,980

8. "MANUAL DE EQUIPOS INDUSTRIALES"
Steve Elonka
Tomo 1 Cap. 7
Editorial Mc Graw Hill 1,987

9. "MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS"
Claudio Mataix
Cap. 20
Editorial Harla 1,970

10. "MOTORES DE AUTOMOVIL"
M. S. Jovag
Caps. 4 - 5 - 6 - 7 - 25 - 26
Editorial MIR oscu 1982