

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

25²
Eg



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ELECTRIFICACION DE UN HOTEL UBICADO EN UNA ISLA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

JORGE MUZQUIZ MARISCAL

GUADALAJARA, JAL., 1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCION	A
Capitulo # 1	1.1
Como dar energía a la subestación.	1.1
Características del cable	1.4
Como se va a instalar	1.8
Capítulo # 2	2.1
Estudio para la carga de aire acondicionado	2.2
Estudio para la carga de elevadores	2.3
Planta de emergencia	2.4
Sistema contra incendio	2.4
Suministro de agua al hotel	2.5
Estudio para la carga de iluminación	2.8
Estudio para la carga de contactos	2.8
Estudio para la carga de cocina	2.8
Capítulo # 3	3.1
Cargas por distribuir	3.2
Distribución de cargas por transformador	3.3
Regulación de tensión	3.5
Capítulo # 4	4.1
Localización	4.1
Transición	4.1
Línea primaria subterránea	4.1
Subestación	4.2
Equipo de medición	4.2
Sistema de tierra	4.2
Cálculo de corto circuito	4.3
Regulación de tensión	4.9
Estudio económico	4.11
Coordinación de protecciones	4.13

Conclusiones

C

Bibliografía

F

I N T R O D U C C I O N

La base del desarrollo de este tema de tesis es dar una solución de cómo alimentar la subestación de un hotel ubicado en una isla, por medio de C.F.E. (Comisión - Federal de Electricidad) a través de un cable submarino, así como el cálculo de la subestación del hotel para alimentar sus propias cargas (al hablar de un cable submarino como una sola unidad, lógicamente nos referimos a un sistema trifásico).

Para poder suministrar energía al hotel hay que tener en cuenta dos aspectos muy importantes: El primero - y el de más prioridad es el económico, ya que posiblemente resulte más fácil y más económico la instalación de una planta para el hotel, ya que en ese punto no existe forma alguna de poder obtener energía de C.F.E.

Otro de los aspectos muy importantes que también entra en la parte económica es la adquisición de cable, ya que para su cálculo no existe literatura sobre este tipo de transmisión de energía en A.T. (Alta tensión), aunque existen varios proyectos dando como solución al problema el tipo de cable que se piensa aplicar al hotel.

El más grande inconveniente a este tipo de solución es el problema de acceso a la información, ya que el fabricante solamente proporciona generalidades y nos da -- los requisitos para poder proporcionarnos el cable, debido a que solamente se fabrica sobre pedido. Sobre estos puntos y más generalidades trataremos en el capítulo número 1.

Una vez resueltos los problemas anteriormente señalados pasaremos a tratar el capítulo #2 que consta del - cálculo general de cargas que va a requerir el hotel di-

señado para dar servicio a los huéspedes de la calidad de un hotel de 5 estrellas. También en este capítulo se presenta un cuadro de cargas, señalando las características de cada sistema aplicado como solución al sistema del que estamos tratando.

En el capítulo 3 realizaremos un balance por fase de todas las cargas, se determinará la capacidad del transformador y se incluirá un estudio de regulación de tensión para las cargas más importantes.

En el capítulo 4 presentaremos los cálculos, de tal forma que puedan ser considerados como una memoria técnica, así como también incluiremos un estado económico del proyecto.

C A P I T U L O 1

Las líneas de distribución constituyen una de las partes más importantes en un sistema eléctrico. Un problema interesante a tener en cuenta al proyectar una línea es el cálculo de su tensión dentro de los límites especificados, así como su mantenimiento. En la actualidad se cuenta con modelos matemáticos para el cálculo de la tensión según sea el tipo de línea, pero en este capítulo se presenta un problema que es muy poco común en líneas de transmisión que no entra dentro de los modelos anteriormente mencionados.

El problema consta de la transmisión de 13.2 KV a través del mar a una distancia de 1.1 Km (sin tomar en cuenta su profundidad en este momento), para alimentar una subestación en una isla que va a dar servicio a un hotel. Al hacer el comentario sobre la profundidad del lecho marino, rápidamente se podría pensar como solución la instalación de un cable dentro de un tubo que lo proteja de la corrosión del agua de mar, pero no es solamente el problema de la corrosión lo que se pretende resolver, sino también los problemas de la instalación, características que debe cumplir el cable bajo el ambiente que va a trabajar, etc.

Para seguir un lineamiento, consideraremos este problema en tres partes que son:

- a) Cómo dar energía a la subestación
- b) Características del cable
- c) Cómo se va a instalar

Cómo dar energía a la subestación.

La primera opción que se presenta y hasta ahora, con la tecnología actual existente la única solución es la --

instalación de un cable de alta tensión sobre el lecho marino, ya que si se pensó en la instalación de una planta generadora se tendría que comparar con la inversión del cable submarino y comparar el precio del Kilowat/hora de la planta con el que ofrece C.F.E., sin contar con su mantenimiento, que el cable submarino no ocuparía por parte nuestra, ya que en el momento de energizar los transformadores de la subestación el cable pasa a ser propiedad de C.F.E. Otro de los inconvenientes sería el transporte constante de diesel a la isla, ya que no sólo se ocuparía para la planta, sino que también se ocuparía para la caldereta del hotel, la planta de emergencia, la bomba contra incendio, (equipo del cual se hablará más adelante), lo que nos traería como consecuencia la construcción de un depósito lo suficientemente grande para poder preveer fallas en el suministro de diesel, que nos ocasionaría dejar sin energía al hotel.

La instalación del cable submarino también implica una gran cantidad de problemas técnicos, ya que los cables actuales no durarían mucho tiempo en buen estado debido a la corrosión, entre otros problemas. Para solucionar el problema de la corrosión, se pensó en la instalación de un cable subterráneo de alta tensión en un tubo de plástico, pero en el caso de que sufriera algún tipo de oradación de nada serviría, ya que estaría en las mismas condiciones que si no lo tuviera.

Para evitar algún tipo de daño al cable se pensó como segunda alternativa la instalación del cable de alta tensión dentro de un tubo asbestado, logrando de esta forma protección del cable pero haciendo casi imposible su instalación, ya que no tendría la suficiente flexibilidad para adaptarse al lecho marino. La protección al cable no es el único problema que se nos presenta, sino'

también la profundidad del lecho marino, ya que su topografía no es uniforme y no sería posible instalarlo, ya que el cable solamente admite un determinado grado de -- curvatura al enrollamiento de la pantalla por lo que si existe algún tipo de cambio brusco en el lecho marino, - la pantalla dejaría de cubrir el cable de tal forma que estaría originando un posible punto de falla en ese lugar sin aislamiento.

Como se mencionó al principio de este tema, la tecnología actual no ha desarrollado comercialmente otro mé todo para transportar energía eléctrica en alta tensión' diferente del cable, por lo que la instalación del cable submarino deberá reunir los siguientes requisitos:

- a) Impermeable al agua de mar.
- b) Que no presente dificultad en la instalación sobre el lecho marino, para que pueda ser manejado fácilmente por buzos.
- c) Dado que es una zona de ciclones y la zona donde se - piensa instalar es una zona de paso de barcos pesqueros más no de pesca, el cable deberá ser capaz de resistir pequeños esfuerzos debido a las corrientes sub marinas de las que se hablará en la sección destinada a la forma de instalación.
- d) Uno de los más importantes es que sea confiable en su construcción, ya que si se origina una falla y el cable sufre algún tipo de avería no va a ser fácil poder sustituirlo aunque este último le corresponde a - C.F.E.

Una vez aclarados los puntos sobre las característi cas que debe cumplir el cable, pasaremos al estudio del tipo de cable que se va a instalar, así como la forma de su construcción para que cumpla las exigencias mencionadas anteriormente y nos de la seguridad de tener un sistema confiable.

Características del cable.

Como se mencionó con anterioridad, una de las partes más importantes en las líneas de transmisión es la regulación de tensión, por lo que adquiere una gran importancia la regulación de tensión en este cable submarino a pesar de que la carga que se pretende alimentar no es de mucha importancia comparada con la demanda de las grandes cargas industriales. A continuación se presenta un resumen de los datos proporcionados por el fabricante para la construcción del cable submarino.

Para asegurar la correcta continuidad del servicio, necesitaremos primero determinar el material que se va a utilizar como conductor de las dos opciones que tenemos: Cobre o Aluminio. Los primeros conductores destinados a la transmisión fueron generalmente de cobre, pero los conductores de aluminio han reemplazado a los de cobre debido al menor costo y al peso ligero de un conductor de aluminio comparado con uno de la misma resistencia.

Primeramente refiriendonos al diámetro de los conductores hay que tener en cuenta para el diseño del cable submarino que un conductor de aluminio tiene un diámetro mayor que un conductor de cobre del mismo valor ohmico, así como que otro factor a considerar es el peso del aluminio. Aunque el aluminio se emplea mucho para líneas de transmisión de alto voltaje debido a que su peso es la mitad del cobre para la misma conductancia, además su diámetro que es mayor, reduce las pérdidas por efecto corona. Si utilizamos el aluminio para el cable submarino aun que su peso es menor que el del cobre su diámetro es más grande por lo que las protecciones que se diseñarían para su funcionamiento ocuparían un mayor diámetro, aumentando el costo de las protecciones así como compensando el peso ahorrado, haciéndolo menos maniobrable, en cambio si uti-

lizamos cobre se ocuparía menos material para las protecciones y sería más maniobrable aunque también hay que comparar el costo del cobre en relación al ahorro de las protecciones y el aumento del peso debido al cobre.

También hay que tomar en cuenta que el cobre presenta una mayor resistencia a los esfuerzos que el aluminio, aunque por poco tiempo va a resistir pequeños esfuerzos - será mejor aumentar el grado de confiabilidad, considerando los factores anteriormente mencionados y siguiendo la recomendación del fabricante utilizaremos el cobre para el pedido (contrato) del cable.

Determinada cual de las dos opciones de material serían usadas para su construcción, es necesario estudiar el tipo de cobre que se va a utilizar para este cable. Dadas las características químicas y su resistencia que presenta el cobre según sea el tratamiento que se le dé, el cobre que cumple con las características de fabricación - es el cobre electrolítico, con una pureza del 99% con un 0.04% de oxígeno. Según la Sociedad Americana de Ensayos de Materiales (A.S.T.M.) presenta una maquinabilidad de 20, una resistencia a la tracción de 50 (duro) y una resistencia ohmica medida en un alambre estriado y recocido de 1.7241 microohms/centímetro a una temperatura de 20 -- grados centígrados, característica de la norma A.S.T.M. - 74.

El siguiente paso a seguir es la fabricación de los conductores, para lograr esto las barras de cobre pasarán a través de dados para empezar a reducir su diámetro hasta llegar al calibre deseado. Esta medida va a estar en función de la regulación de tensión incluyendo ya la característica que nos indicó el fabricante, que es al momento de hacer el pedido deberá ser la mitad del resultado calculado en la regulación de voltaje, ya que si no lo

hacemos el fabricante no garantizará la funcionalidad del cable, ahora que en el caso de que se realicen a futuro - incrementos de carga, el margen de seguridad que pide el fabricante para la instalación ya no entraría en el contrato así como C.F.E. tampoco se haría responsable por la reposición del cable en caso de demostrarse el incremento de la carga.

Una vez que se tiene el diámetro de cada conductor - se pasa a la máquina de cableado concéntrico logrando de esta manera darle una mayor consistencia. Para asegurar la perfecta impermeabilidad del cable contra la corrosión, - se le cubrirá con una capa de silicón. El siguiente paso es la implantación de dos pantallas con el fin de evitar el efecto inductivo, colocándolas de la siguiente manera: Primeramente se hará el enrollamiento de la primera pantalla, siguiendo con una capa de polietileno cruzado, cuyas características se explicarán más adelante. Una vez terminada la capa protectora de polietileno se pasará a instalar la segunda capa de la pantalla, ésta con el fin de poder asegurar una correcta protección contra el efecto inductivo y que no se quede sin protección, dado que ambas capas están a diferente distancia del cable y van a sufrir deformación, pero la misma diferencia de diámetro -- no les va a permitir que el cable quede en algún momento sin protección.

La elección de la capa de polietileno cruzado es por su comportamiento, dado que por medio de un proceso químico convierte el polietileno de termoplástico a termoendurecido, logrando de esta manera un compuesto con una exclusiva combinación de propiedades que incluye resistencia al calor y a la oxidación, lo cual puede permitir aumentar la temperatura máxima de funcionamiento de los conductores hasta un 90%, logrando de esta manera seguridad.

en la protección en caso de que suceda un corto circuito.

El siguiente paso a seguir es cubrir la segunda pantalla por medio de una capa de aislamiento que puede ser una segunda capa de polietileno cruzado, seguido de una pantalla de cobre para evitar la estática. En este momento contamos con un cable que puede soportar la demanda del hotel y el ambiente donde va a trabajar.

Ahora solamente falta darle una mayor consistencia para la protección del aislamiento de las pantallas. Esto se logrará mediante una capa de yute impregnada y para darle una completa protección al cable se le proveerá de una armadura que consistirá de acero galvanizado alrededor de la capa de yute impregnada y dado que el acero galvanizado -- será fácilmente atacado por el agua de mar, por lo que se le dará una última capa de asfalto y talco. Las medidas de los componentes empleados para la protección del cable estarán en función del calibre empleado.

Una vez terminado este cable junto con los empalmes - de los que se hablará más adelante (así como la terminación de los otros dos cables) se pasará al laboratorio donde se le realizarán pruebas para asegurar su correcto funcionamiento donde la fase final y la más importante es la prueba donde se le aplicarán a cada cable 54 Kv c.d. (corriente directa) para asegurarse de su correcta funcionalidad.

La distancia del cable será explicada como se calculó en el siguiente tema de este capítulo, también hay que aclarar que no toda la instalación va a estar solamente bajo las inclemencias de la corrosión, sino que también va a tener empalmes en los dos extremos para las conexiones de la subestación y a la acometida de C.F.E. Estamos refiriéndonos a empalmes de cable submarino a cable subterráneo.

Dada la complejidad de los materiales de que está compuesto el cable submarino, es necesario (y mucho más fácil) hacer los empalmes en la misma fábrica donde se contruye el cable, ya que se encuentra con toda la maquinaria y materiales para asegurar una correcta continuidad y no sean puntos de posibles fallas.

Cómo se va a instalar.

Una vez que contamos con el cable tecnológicamente capaz de cumplir con las exigencias del medio ambiente, podemos seguir un método para su instalación. Antes que nada, determinaremos por medio de sondeos la topografía del lecho marino, siguiendo varias rutas posibles más cortas a la isla.

Una vez que tengamos la topografía de estas rutas, procederemos a calcular la longitud que deberá tener el cable submarino referido a la ruta que tenga menos problema topográfico y sea la más óptima a la alimentación de C.F.E., aprovechando de esta manera la facilidad que tendrán los buzos para su anclaje. Determinada la ruta definitiva del sistema trifásico y calculada la distancia del lecho marino por medio de sondeos se instalarán las bases de concreto donde se instalará el cable submarino las cuales se muestran en el plano # 2, así como el detalle de la instalación del cable. Estas bases están diseñadas para poder instalar cada fase individualmente, sin tener que depender de las otras, haciendo la aclaración que la instalación debe ser continua, es decir, sin dejar pasar mucho tiempo, ya que las corrientes submarinas originan un movimiento en la arena el cual va a semi enterrar las bases de concreto, dando protección de esta manera al cable en un corto tiempo de tal forma que si -

un barco llegara a pasar con su red de pesca no ocasionaría daño alguno al cable. Para la instalación de las bases es preferible y aconsejable instalar las bases para un sistema trifásico (subestación) y una vez instalados los cables instalar las bases y el sistema trifásico de respaldo (que exige C.F.E.), separadas una distancia aproximada de 2.5 metros cada una y se tomarán las distancias de los empalmes tomando en consideración hasta donde puede subir la marea en la costa y también hasta donde podría subir en mal tiempo (ciclones, huracanes, etc.).

Las conexiones en la acometida y en la subestación se harán en el momento en que se encuentren instalados los tres cables, considerando la longitud del cable, de la fábrica a la costa se transportará utilizando una plataforma en forma de carrete (una por fase), de tal forma que se montará primero la sección de la costa para que en el momento en que el cable se pase a una barcaza la sección de la costa quede en primer término y la sección de la subestación al final.

Una vez montado el cable sobre una barcaza, se pasará a la instalación en tierra. Primeramente el cable se trasladará de la barcaza a la costa por medio de cámaras de aire, de tal manera que el cable pueda ser remolcado de la barcaza por medio de un malacate a la trinchera donde se encuentra la alimentación en A.T. Una vez teniendo anclado el cable en la costa empezaremos a bajar el cable montado todavía en cámaras de aire, mientras los encargados del sondeo marcan la ruta a seguir por el cable por medio de boyas. Un aspecto muy importante al estar depositando el cable en las cámaras de aire es estar vigilando el dinamómetro para que no pase la tensión que nos soporta el cable. La parte final para la primera de las tres fases seguirá el método empleado en la costa, se bajará -

el resto del cable quedando la sección de la isla montada sobre cámaras de aire y será remolcado hasta la playa de la isla e introducido a los ductos que van a la subestación. De la misma forma se realizará la instalación de -- las otras dos fases, dejando al final algunas boyas para su localización.

Ya que tenemos listo el sistema que va a dar energía al hotel, pasaremos al cálculo de las cargas que va a necesitar el hotel.

C A P I T U L O 2

La parte más importante de este trabajo es el estudio de cargas para poder dar un excelente servicio a los huéspedes del hotel. Dentro del proyecto, se tiene la intervención de alguna de las variantes que influyen en los cálculos, como son:

- a) La capacidad de los centros de carga, ya que así como - algunos centros van a funcionar las 24 horas del día, - algunos solamente van a trabajar durante algunas horas.
- b) La regulación de voltaje a los principales centros de - carga como son: aire acondicionado, elevadores, desaladora.

Todos los aspectos mencionados anteriormente nos llevan a hacer un estudio tecnológico y económico en particular de cada carga que va a requerir el hotel haciendo una importante consideración sobre los siguientes puntos:

- a) La seguridad del proyecto.
- b) La eficiencia del sistema.
- c) Economía.
- d) El cumplimiento de las normas que se exigen para instalaciones eléctricas.
- e) Tenga un fácil mantenimiento y accesibilidad al sistema.
- f) Tener continuidad en el servicio, es decir reducción de fallas al mínimo.

Enseguida se presenta el estudio de la determinación de las cargas para cada una de las variantes presentadas - en el proyecto, determinando la capacidad de la subestación cálculo que será explicado en el siguiente capítulo.

Para cada estudio de carga en particular, se dará una explicación de las condiciones y factores considerados por los diversos proveedores de equipos consultados para deter

minar su cálculo e instalación. Este trabajo se podría -- llevar a su realización, factor que se determinará al final de esta tesis una vez realizado el estudio económico del proyecto que se presenta, no se trata de un trabajo - teórico por lo que las fórmulas que se van a utilizar no se demostrarán, por lo que para una mejor explicación es aconsejable consultar la bibliografía para consultar los' libros que se utilizaron en la elaboración de este estudio.

Estudio para la carga de aire acondicionado.

La carga de aire acondicionado está calculada bajo - los siguientes factores:

- a) Factores de pared (enfriamiento)
- b) Factores de techo (enfriamiento)
- c) Factores de piso (enfriamiento)
- d) Aire exterior (ventilación, infiltración)
- e) Carga de alumbrado eléctrico y aparatos diversos.
- f) Factores de vidrio.

Para los tres primeros factores (piso, techo, pared)- se considera la orientación de la construcción a una hora- determinada (según sea la posición del sol) para calcular' los BTU/hr. que hay que mover de la habitación para en- -- friar. Una vez que obtenemos estos factores se hace un pro- medio del número de personas por espacio y que tipo de actividad van a realizar éstas, también para obtener de ta- -- blas los BTU/hr para mover de la habitación. De la misma forma- se hace para aparatos eléctricos en la habitación.

Los otros dos factores que faltan por analizar es el de aire exterior. Este consiste en el movimiento de entra- da salida de la habitación enfriada, de igual manera se -- considerará un factor de calor según sea el tipo de vidrio que se va a utilizar, ya sea ahumado o translúcido. Des- -

pués de considerar todos los factores mencionados, la compañía York nos recomendó utilizar 1 tonelada por cada 30 - metros cuadrados para las habitaciones, utilizando los siguientes aparatos:

- a) 6 unidades para las habitaciones.
- b) 1 unidad para la planta baja.
- c) 1 unidad para el centro nocturno.

La información de la potencia de cada máquina se incluye en el estudio de regulación de voltaje.

Estudio para la carga de elevadores.

La capacidad máxima del hotel es de 600 personas y al realizar un estudio de capacidad, la compañía nos recomendó la instalación de dos elevadores con una capacidad de - 16 personas cada uno.

Para la instalación del equipo se dan las siguientes recomendaciones:

- a) El suministro de corriente eléctrica en el cuarto de -- máquinas deberá incluir un interruptor principal, un in-
terruptor para la luz del carro y otro para la luz del
cuarto de máquinas con fusible.
- b) La conexión a tierra de la instalación deberá hacerse -
en el tablero del interruptor principal.
- c) La caída de tensión no debe exceder una regulación del
3% como mínimo.
- d) Se recomienda una ventilación adecuada para garantizar'
el cruce de aire a través del equipo, ya que el calor -
disipado es de 6400 Kcal/hr., la temperatura ambiente -
recomendada es de 0 a 35 grados centígrados así los ex-
tractores si no son suficientes, hay que proveer al - -
cuarto de máquinas de aire acondicionado.

Planta de emergencia.

Después de un estudio realizado por la compañía SELMEC la planta de emergencia (mostrada en el plano #2) que cumple con los requisitos para una situación de falta de energía la cual va a operar en cuanto falle el suministro de energía, respaldando la iluminación de pasillos, elevadores y la bomba presurizadora de 10 H.P., tiene las siguientes características:

Modelo: SGNTE 33

Motor: Curreus

No. de cilindros: 6 en línea

Diámetro de los cilindros: 140 mm

Carrera: 152 mm

Relación de compresión: 14.1:1

Velocidad del émbolo: 9,1 RTS/SA

R.P.M.: 1800

Capacidad 220 KVA continuos/250 KVA de emergencia.

Sistema contra incendio.

Este sistema se pensó para dar un respaldo a la seguridad del hotel, recordando que en el caso de que suceda un incendio no se podrá contar con el apoyo profesional. El equipo contra incendio recomendado para instalarse en el hotel es una bomba de 10 H.P. para presurizar la línea antes de que entre en función una bomba de 100 H.P. con motor de diesel, esto para que el sistema sea autónomo del sistema eléctrico (para el caso de que el sistema eléctrico salga de operación a consecuencia del incendio) por lo que también se cuenta con la planta de emergencia a la cual estará conectada la bomba presurizadora para evitar que en algún momento quede desenergizada.

Bomba 10 H.P.

Capacidad: 10 H.P.

Velocidad: 3,500 R.P.M.

Tipo: T.G.T.C.

Armazón: 215 J.M.

Voltaje: 440, 3 ϕ , 60 H.Z.Bomba contra incendio (diesel)

Fabricante: Cummins

Modelo: N 855 F

Capacidad: 190 H.P.

Velocidad: 1750 R.P.M.

Voltaje: 24 V.c.d.

Completo de 4 ciclos, 6 cilindros, con una relación de compresión de 14.1/1 ó 14.5/1, incluyendo bomba para el agua de recirculación, termostato para el agua de enfriamiento, filtros de aceite y aire, así como filtro para la bomba de combustible.

El arrancador del generador operará a 24 volts, incluye un interruptor de arranque, gobernador tipo mecánico, un tablero con instrumentación, con tacómetro, medidor de presión de aceite, termómetro, reloj, amperímetro, válvula de mariposa para el control de combustible, baterías de 24 volts, cables, interruptores de seguridad para medir la presión de aceite y temperatura del agua, cables terminales para interconexión de la máquina y la bomba, estarán montados en una base común (plano #2), también contará con un silenciador modelo M-21 de 4" ϕ con conexiones bridadas.

Suministro de agua al hotel.

La siguiente carga a calcular, presenta una dificultad en su cálculo, ya que en la isla donde se piensa construir el hotel no consta de una gran extensión territorial

(podrían construirse dos hoteles más de la misma capacidad del que se está calculando en esta tesis, ya que su topografía no permitiría más construcciones) y no existe forma de obtener agua potable, solamente aplicando equipo para servicios industriales, en este caso en particular una desaladora o un suavizador.

Para determinar cual de los dos equipos se pueden aplicar para solucionar este problema es necesario hacerlos siguientes estudios: El primer estudio consiste en determinar los factores que van a determinar la capacidad del equipo a instalar, como son regaderas, sanitarios, lavabos, tinas, número de mesas a dar servicio en el centro nocturno, restaurante, etc., que al final del cálculo pueden determinar económicamente cual de los equipos se debe instalar. El segundo estudio es un análisis químico del agua de mar y calcular la capacidad del equipo que debe instalarse junto con la desaladora. El último estudio consiste en tomar muestras de tierra a distintas profundidades para determinar si es factible utilizar la tierra como un filtro natural primario, de tal manera que se construiría un pozo profundo para el caso de que resulte positivo el análisis y se utilice un equipo suavizador en lugar de un equipo desalador.

Como es necesario asegurar el abastecimiento de agua se optó por el equipo desalador para aprovechar la caldera que va a dar servicio al hotel, por lo que el equipo recomendado consta de 2 bombas de 40 H.P., las cuales se van a encargar de el sistema de los pulidores y una bomba de 100 H.P. que va a realizar el trabajo de la extracción del agua de mar y de retrolavar la caldera para limpiarla desaladora de las impurezas que logren pasar los filtros instalados a la descarga de la bomba.

Los motores a utilizar tienen las siguientes características:

Bomba #1

Diseño CONNIE B, Nema B

Aislamiento clase "B"

Servicio continuo a prueba de goteo HAPG

H.P.: 100 3 ϕ 60 hertz

Número de polos: 4

R.P.M. Síncrona: 1800

Armazón: 404 T

Referencia: 164-172

Bomba #2

Diseño CONNIE B, Nema B

Aislamiento clase "B"

Servicio continuo a prueba de goteo HAPG

H.P.: 40 3 ϕ 60 hertz

Número de polos: 4

R.P.M.: 1800

Armazón: 324 T

Referencia: 164-132

NOTA: Los motores empleados son motores I.E.M.

Estudio para la carga de iluminación:

Esta es una de las cargas de más importancia ya que ocupa una gran parte de la capacidad total de la subestación, a pesar de que solamente en la noche va a estar funcionando casi en su totalidad calculada.

Los niveles de iluminación tomados para la totalidad del hotel son los recomendados por la Sociedad de Ingeniería e Iluminación Mexicana, A.C., fluctuando estos valores entre 10 y 30 watts por metro cuadrado según sea la zona a iluminar en el hotel. Las fórmulas aplicadas para la iluminación son tomadas de los catálogos de Holophane.

Estudio para la carga de contactos.

Para la consideración de las cargas de contactos solamente tomaremos para su instalación la consideración de funcionalidad tanto para los huéspedes como para los empleados de tal forma que se consideró la cantidad de 200-wats por contacto, en los puntos situados estratégicamente en el plano del hotel.

Estudio para la carga de cocina.

Debido a la distancia que se encuentra el hotel de la costa es más fácil para los huéspedes tomar sus alimentos algunas veces en el hotel, por lo que hay que considerar la carga de una cocina para un hotel de la calidad de 5 estrellas. Por lo cual al aparecer en el estudio de la capacidad el transformador "carga cocina" se refiere al equipo de cocina que se piensa instalar y no a la iluminación y contactos, carga que ya está incluida en iluminación interior y carga contactos respectivamente.

C A P I T U L O 3

En este capítulo presentamos la primera parte de la conclusión de este tema, ya que se hará una recopilación de todas las cargas calculadas en el capítulo anterior, para hacer el cuadro de carga general para repartirlas entre varios transformadores, logrando de esta forma la seguridad de no tener la falta de suministro de energía en caso de utilizar un solo transformador y falle, en cambio si falla alguno de los transformadores se pueden hacer los cambios necesarios para atender los centros de carga más importantes auxiliándose en caso necesario de la planta de emergencia de la que se habló en el capítulo anterior.

También es necesario incluir en este capítulo un estudio de regulación de voltaje para las más importantes cargas del hotel, siguiendo el método que nos recomienda CONDUMEX mostrando los resultados de las cargas más importantes en el plano #1.

La subestación estará localizada a un costado del hotel y en ese lugar se encontrarán los centros de carga más importantes, alimentando la subestación el empalme de cable subterráneo hasta el equipo de medición de C.F.E. El cuarto será una habitación cerrada con suficiente ventilación para poder desprender el calor generado por los transformadores, aprovechando la habitación para proteger el equipo (subestación, equipo de medición etc.) contra ciclones, huracanes, etc., razón por la cual la subestación mostrada en el plano #1 es del tipo interior abierta.

Para concluir los puntos sobre este capítulo, se deberá incluir el estudio de regulación de tensión para el cable submarino, pero este estudio se realiza en el si--

guiente capítulo, ya que se mencionó al principio de esta tesis que se pretende que el último capítulo sea considerado como una memoria técnica con todos los datos necesarios para que puedan ser revisados y autorizados por C.F.E. y SE. CO. F.I.

CARGAS POR DISTRIBUIR

Carga	Descripción		Amp./ fase
Aire Acondicionado	4 unidades	CA 181 40 H.P. 440v 3 Ø	217.03
"	1 unidad	CA 360 50 H.P. 440v 3 Ø	67.82
"	1 unidad	CA 480 60 H.P. 440v 3 Ø	81.38
Elevador	2 unidades	304 Amperes 220v 3 Ø	608.00
Bomba Vs. incendio	1 unidad	10 H.P. 440v 3 Ø	13.56
Desaladora (bomba)	1 unidad	100 H.P. 220v 3 Ø	271.29
Desaladora (bombas)	2 unidades	40 H.P. 220v 3 Ø	108.38
Desaladora		9800 W. 220v	965.65
Iluminación interior		312400 W. 220v	965.65
Iluminación exterior		78,000 W 220v	
Contactos		80,900 W 220v	
Cocina		13,800 W 220v	

Es pertinente aclarar las capacidades de algunas cargas mostradas en el cuadro anterior. Primero, sobre la iluminación interior se podría pensar que la carga en el día va a ser mínima causando un bajo rendimiento en el funcionamiento del transformador, pero hay que tomar en cuenta que está incluida la iluminación de locales comerciales que utilizan la iluminación para sus aparadores, así como también está incluida la iluminación del centro nocturno que en algunas ocasiones puede ser utilizado como centro de convenciones, por lo que la carga va a ser muy variable y no se podría considerar un factor de utilización.

Otra de las cargas que pueden presentar dudas es la carga de contactos comparada con la carga de iluminación exterior, haciendo la aclaración que el diseño del hotel implica la colocación de una gran cantidad de contactos - debido a las distancias del mismo, por lo que es más fácil para el personal de limpieza tenerlos cerca de el lugar a trabajar que estar manejando extensiones, es por eso que la carga de los contactos supera a la carga de iluminación exterior, más no por el hecho de que exista una gran cantidad de contactos sea necesario aplicar un factor alto de utilización, sino que los contactos están destinados en su mayoría a cajas registradoras, bares en el lobby, en la playa, por lo que se aplicó un factor de utilización aproximado de 0.7 dando la carga en Watts la presentada en el cuadro de carga anterior.

En este cuadro se pueden ver las cargas que van a determinar la capacidad de los transformadores, complementando para una mejor información el cuadro que se muestra en el plano #1, una vez determinado el balance por carga de cada transformador como se muestra a continuación.

Distribución de cargas por transformador

Transformador #1	Amp./fase		
Carga	A	B	C
Aire acondicionado CA181 (4)	217.03	217.03	217.03
" " CA360	67.82	67.82	67.82
" " CA480	81.38	81.38	81.38
Bomba 10 H.P.	13.56	13.55	13.56
T O T A L	379.79	379.79	379.79

La capacidad de este transformador será de 300 KVA - - 13,200 v/440v como se observa en el cuadro anterior, este transformador no va a presentar desbalance en las fa-

es, ya que las unidades de aire acondicionado van a estar trabajando constantemente.

Transformador #2	Amp./Fase		
	A	B	C
Carga			
Elevador	304	304	304
Iluminación interior	965.65	965.65	965.65
Cocina	<u>42.65</u>	<u>42.65</u>	<u>42.65</u>
T O T A L	1312.3	1312.3	1312.3

La capacidad de este transformador será de 500 KVA - 13,200 v/ 220 v como se mencionó anteriormente, la carga' de iluminación interior va a ocasionar un bajo rendimiento en el transformador durante el día, ya que estará funcionando aproximadamente un 60% de la carga, respecto al desbalance en las fases, se pensó en la instalación de 3 centros de carga por cada piso en el hotel, de tal forma' que se evita que exista un desbalance mayor al 4%. Respecto a la carga de la cocina son en su totalidad cargas resistivas trifásicas que van a funcionar desde temprana hora para el servicio de los huéspedes hasta altas horas de la noche.

Transformador #3	Amp./Fase		
	A	B	C
Carga			
Elevador	304	304	304
Carga contactos	250.06	250.06	250.06
Iluminación exterior	241.10	241.10	241.10
Bomba 40 H.P. (2)	217.03	217.03	217.03
Bomba 100 H.P.	271.29	271.29	271.29
Desaladora	<u>30.24</u>	<u>30.24</u>	<u>30.24</u>
T O T A L	1313.72	1313.72	1313.72

La capacidad de este transformador será de 500 KVA -- 13,200 v/ 220 v. Como se observa en el cuadro de carga an-

terior solamente la iluminación exterior es la que va a ocasionar un ligero bajo rendimiento en el transformador, ya que solamente va a requerirse en las noches, respecto a la carga de contactos, algunos van a tener cargas permanentes como se explicó con anterioridad, sobre las otras cargas van a estar funcionando las 24 horas del día, sobre la regulación de balance se aplicó el mismo sistema que en la iluminación interior a los contactos, por lo que el desbalance va a ser mínimo ya que la iluminación exterior entra a funcionar a un mismo tiempo (claro está que toda la carga no va a residir en un solo centro de carga, sino en varias y por secciones).

Regulación de tensión.

El estudio de regulación de tensión es el resultado del método recomendado por CONDUMEX para instalaciones en baja tensión. El siguiente cuadro muestra los calibres -- que se van a aplicar para la alimentación de las cargas, aplicando una regulación de tensión del 2%.

Carga	Calibre
1. Motor 40 H.P. aire acondicionado	3x4 AWG
Motor 50 H.P. aire acondicionado	3x2 AWG
Motor 60 H.P. aire acondicionado	3x2 AWG
Motor 10 H.P.	3x12 AWG
Carga iluminación interior	6x350 mcm, 1x4 AWG
Carga cocina	3x2 AWG, 1x8 AWG
Motor 50 H.P. elevador	3x3/0 AWG, 1x8 AWG
Motor 40 H.P. desaladora	3x3/0 AWG, 1x8 AWG
Motor 100 H.P. desaladora	3x500 mcm, 1x4 AWG
Iluminación exterior	+
Carga contactos	+
Carga desaladora	3x6 AWG 1x8 AWG

Como se observa en el cuadro anterior, las únicas cargas que no presentan una regulación de tensión (+) son las cargas de iluminación exterior y contactos, las cuales tienen diversos centros de carga (como se podrá observar en el siguiente capítulo) y cada uno presenta una regulación de tensión diferente, debido a la variación de las distancias a las cuales se va a alimentar. Una última observación es respecto a la carga de iluminación interior la cual sí presenta una regulación de tensión, y es porque los centros de carga van a estar instalados en el cuarto de servicio de cada piso de donde estos centros van a conectarse al calibre mencionado en el cuadro anterior, estos valores se presentan en el plano #1 para completar la información del diagrama unifilar, de acuerdo con el diario oficial de la Federación del día lunes 30 de junio de 1986.

C A P I T U L O 4

Hemos llegado a la segunda parte de la conclusión de esta tesis, ya que en este capítulo se realizarán los requisitos que exigen SE.CO.F.I., C.F.E., así como los requisitos que exige el fabricante (CONDUMEX) en la instalación de todo el sistema tratado anteriormente, así como se dará una explicación completa de los planos que se incluyen en este capítulo.

Localización.

Esta subestación se encuentra al oeste de la ciudad de Mazatlán, frente a la zona hotelera conocida como "La Zona Dorada", en la isla del venado, y se alimentará del circuito 4020 de la subestación MAZATLAN NORTE propiedad de C.F.E.

Transición.

La transición se hará en un poste de concreto de 12,750 metros propiedad de C.F.E. localizado a 1,800 metros de la subestación en la calle Río Ibis, entre el Hotel Puesta del Sol y una residencia particular y se construirá de acuerdo a las normas de C.F.E. como de SE.CO.F.I. vigentes a la fecha.

Como se muestra en el plano #1 constará de un juego de cortacircuitos fusible marca SELMEC para 14.4 KV, 8000 amperes simétricos, 100 amperes, 3 apartarrayos autovalvulares para 12 KV marca CELECO tipo costa. Se utilizará tubo conduit pared gruesa de 76 mm de diámetro para la bajada del cable en el poste.

Línea primaria subterránea.

La conexión entre la transición y la subestación se'

hará por medio de una combinación de cable subterráneo-cable submarino-cable subterráneo 3 fases 3 hilos con conductor para 15 KV, calibre No. 2 AWG cuya capacidad es de 130 amperes suficiente para esta subestación. El cable -- irá en un ducto de PVC de 4" de diámetro, el cual irá ahogado en concreto en la transición Mazatlán-playa, playa-- isla/hotel, el cable estará montado sobre bases de concreto en el lecho marino entre las dos transiciones mencionadas anteriormente.

Subestación.

La subestación mostrada en el plano #1 es del tipo interior-abierta y se construirá con todas las especificaciones de SECOFI y de la C.F.E. Constará de tres transformadores de los cuales 2 serán de 500 KVA 13,200-220/127 - volts 60 hertz, conexión Delta-Estrella con derivaciones arriba y abajo de 2.5% cada una del voltaje nominal en alta tensión. El tercer transformador será de 300 KVA - --- 13,200-440 volts, 60 hertz, conexión Delta-Estrella con derivaciones arriba y abajo de 2.5% cada una del voltaje nominal de alta tensión.

Equipo de medición.

La medición será en alta tensión utilizando transformador de C.F.E. enviando éste la señal a los medidores propiedad de C.F.E. que se instalarán en el exterior de la subestación y de acuerdo a la norma MAT-2A de la C.F.E. el equipo se aterrizará como se muestra en el plano #2.

Sistema de tierra.

Tanto en la transición, subestación y equipo de medición se utilizarán varillas COPERWELL cuyas especificaciones se muestran en el plano #2 enterradas en su totalidad y con conectores CADWELL varilla cable. Se usará cable de -

cobre desnudo calibre 4/0 AWG. El terreno se considera semi húmedo y la resistividad del terreno fluctúa entre 60 y 110 ohms/metro. La resistencia en los electrodos deberá ser menos de 20 ohms en estiaje y 10 en lluvias.

Las conexiones mostradas en el plano #2 se utilizarán de la siguiente manera: La conexión tipo "GY/GR" se utilizará para el sistema de tierra de los elevadores, conectado con los aires acondicionados, la conexión tipo "GY/GY" se utilizará para el sistema de pararrayos instalados en la parte superior del hotel, y por último la conexión tipo "D" y tipo "E" se utilizarán para hacer las conexiones en la subestación.

Cálculo de corto-circuito.

Una vez determinada la carga y distribuida por transformador obtenemos el diagrama unifilar mostrado en el plano #1 del cual partiremos para obtener el diagrama de impedancias mostrado en el plano #2.

Iniciaremos este cálculo partiendo de la base de estos valores:

$$\underline{1000 \text{ KVA}_B}$$

$$\underline{13.2 \text{ KV}_B}$$

$$\underline{80 \text{ MVA}_{cc}}$$

Primero calcularemos la reactancia de C.F.E.

$$X_{CFE} = \frac{\text{KVA base}}{\text{KVA c.c.}} = \frac{1000}{80,000} = 0.0125 \text{ p.u.}$$

A continuación pasaremos a determinar los valores p.u. de cada transformador mediante el siguiente procedimiento que a continuación se muestra:

$$X_{p.u.} = X_{fab} \left(\frac{\text{KV base fab.}}{\text{KV base nuevo}} \right)^2 \left(\frac{\text{KVA base nuevo}}{\text{KVA base fab.}} \right)$$

donde aplicando la fórmula a los transformadores obtenemos

$$X_{T1} = (0.055) \left(\frac{13,200}{13,200} \right)^2 \left(\frac{1000}{300} \right) = 0.1833 \text{ p.u.}$$

$$X_{T2} = (0.0575) \left(\frac{13,200}{13,200} \right)^2 \left(\frac{1000}{500} \right) = 0.115 \text{ p.u.}$$

ahora pasaremos a calcular la reactancia que comunica C.F.E. con los transformadores de la siguiente manera:

$$X_{\text{base}} = \frac{(\text{KV base})^2}{\text{MVA base}} = \frac{(13.2)^2}{1} = 174.24$$

$$X_{\text{línea}} = \frac{X \text{ ohms de la línea}}{X \text{ base de la línea}} = \frac{(0.667 \text{ ohms/Km}) (1.8 \text{ Km})}{174.24}$$

$$X \text{ línea} = 0.0069$$

La fórmula que se muestra a continuación es el complemento para convertir los valores de los motores a P.u.

$$\text{KVA} = \frac{(\text{H.P.}) (0.746)}{(\text{F.P.}) (\text{Efic.})}$$

donde primero transformamos los H.P. a KVA (fórmula anterior) para poder aplicar la fórmula $X_{\text{p.u.}}$ y así obtener su valor en reactancia, obteniendo los siguientes resultados:

Motor	40	H.P.	=	6.053	p.u.
Motor	50	H.P.	=	4.843	p.u.
Motor	60	H.P.	=	4.036	p.u.
Motor	10	H.P.	=	24.224	p.u.
Motor	50	H.P.	=	4.795	p.u.
Motor	100	H.P.	=	2.240	p.u.

A partir de estos valores y basado en el diagrama unifilar - obtenido (plano # 2) se presentan los resultados obtenidos del cálculo de C.C. indicando el nodo fallado.

Nodo Fallado #1

Corriente p.u. = 81.9883

Corriente amp. = 3586.0581

Voltaje

nodo 1 = 0.0000	p.u.	nodo 1 = 0.0000	V.
nodo 2 = 0.0137	p.u.	nodo 2 = 181.1040	v.
nodo 3 = 0.1725	p.u.	nodo 3 = 75.9900	v.
nodo 4 = 0.0231	p.u.	nodo 4 = 5.0820	v.
nodo 5 = 0.0973	p.u.	nodo 5 = 21.4060	v.

Corriente

nodo 0-1 = 80.0000 p.u.

nodo 0-1 = 3499.0925 A.

nodo 1-2 = 1.9883 p.u.

nodo 1-2 = 86.9655 A.

nodo 2-3 = 0.9410 p.u.

nodo 2-3 = 1234.7423 A.

nodo 2-4 = 0.2009 p.u.

nodo 2-4 = 527.2259 A.

nodo 2-5 = 0.8464 p.u.

nodo 2-5 = 2221.2239 A.

nodo 1-0 = 81.9883 p.u.

nodo 1-0 = 3586.0591 A.

Nodo Fallado #2.

Corriente p.u. = 53.5625

Corriente amp. = 2324.7518

Voltaje

nodo 1 = 0.6423	p.u.	nodo 1 = 9,473.3600	V.
nodo 2 = 0.0000	p.u.	nodo 2 = 0.0000	V.
nodo 3 = 0.1749	p.u.	nodo 3 = 76.9560	V.
nodo 4 = 0.0234	p.u.	nodo 4 = 5.1480	V.
nodo 5 = 0.0987	p.u.	nodo 5 = 21.7140	V.

Corriente

nodo 0-1 = 51.5464 p.u.	nodo 0-1 = 2254.5703 A.
nodo 1-2 = 51.5464 p.u.	nodo 1-2 = 2254.5703 A.
nodo 2-3 = 0.9541 p.u.	nodo 2-3 = 1251.4300 A.
nodo 2-4 = 0.2037 p.u.	nodo 2-4 = 534.5739 A.
nodo 2-5 = 0.8583 p.u.	nodo 2-5 = 2252.4533 A.
nodo 2-0 = 53.5625 p.u.	nodo 2-0 = 2342.7518 A.

Nodo Fallado #3

Corriente p.u. = 6.1181

Corriente amp. = 8027.9243

Voltaje

Nodo 1 = 0.9380 p.u.	nodo 1 = 12,381.6000 V.
nodo 2 = 0.9037 p.u.	nodo 2 = 11,928.8400 V.
nodo 3 = 0.0000 p.u.	nodo 3 = 0.0000 V.
nodo 4 = 0.6862 p.u.	nodo 4 = 150.9640 V.
nodo 5 = 0.7437 p.u.	nodo 5 = 163.6140 V.

Corriente

nodo 0-1 = 4.9618 p.u.	nodo 0-1 = 217.0225 A.
nodo 1-2 = 4.9618 p.u.	nodo 1-2 = 217.0225 A.
nodo 2-3 = 4.1533 p.u.	nodo 2-3 = 5449.7929 A.
nodo 2-4 = 0.1551 p.u.	nodo 2-4 = 407.0319 A.
nodo 2-5 = 0.6534 p.u.	nodo 2-5 = 1714.7303 A.
nodo 3-0 = 6.1181 p.u.	nodo 3-0 = 8027.9243 A.

Nodo # 4

Corriente p.u. = 7.6800

Corriente amp. 20,154.7730

Voltaje

nodo 1 = 0.9065 p.u.	nodo 1 = 11,965.8000	V
nodo 2 = 0.8549 p.u.	nodo 2 = 11,284.68000	V
nodo 3 = 0.5873 p.u.	nodo 3 = 258.4057	V
nodo 4 = 0.0000 p.u.	nodo 4 = 0.0000	V
nodo 5 = 0.6414 p.u.	nodo 5 = 141.1081	V

Corriente

nodo 0-1 = 7.4794 p.u.	nodo 0-1 = 327.1389	A
nodo 1-2 = 7.4794 p.u.	nodo 1-2 = 327.1389	A
nodo 2-3 = 0.6791 p.u.	nodo 2-3 = 891.0876	A
nodo 2-4 = 6.1896 p.u.	nodo 2-4 = 16,243.4874	A
nodo 2-5 = 0.6107 p.u.	nodo 2-5 = 1,602.6719	A
nodo 4-7 = 7.6800 p.u.	nodo 4-0 = 20,154.7730	A

Nodo # 5

Corriente p.u. = 8.4163

Corriente amp. = 22,087.0594

Voltaje

nodo 1 = 0.9067 p.u.	nodo 1 = 11,968.4400	V
nodo 2 = 0.8552 p.u.	nodo 2 = 11,288.6400	V
nodo 3 = 0.6250 p.u.	nodo 3 = 275.0000	V
nodo 4 = 0.7399 p.u.	nodo 4 = 162.7780	V
nodo 5 = 0.0000 p.u.	nodo 5 = 0.0000	V

Corriente

nodo 0-1 = 7.4641 p.u.	nodo 0-1 = 326.4697 A.
nodo 1-2 = 7.4641 p.u.	nodo 1-2 = 326.4697 A.
nodo 2-3 = 0.7227 p.u.	nodo 2-3 = 948.2978 A.
nodo 2-4 = 0.1543 p.u.	nodo 2-4 = 404.9325 A.
nodo 2-5 = 6.5871 p.u.	nodo 2-5 = 17,286.6544 A.
nodo 5-0 = 8.4163 p.u.	nodo 5-0 = 22,087.0594 A.

Regulación de tensión.

La regulación de tensión consiste en llevar corriente en condiciones apropiadas de voltaje, es necesario limitar las caídas de potencial en la línea para que la regulación sea más pequeña. Este es uno de los factores más importantes en el diseño de este proyecto, ya que absorbe una gran parte del presupuesto total.

Como la distancia de la costa a la isla es de 1.8 Km. en promedio, la línea se encuentra catalogada dentro de -- las líneas cortas de transmisión en A.T., que está compues-- ta (en su cálculo) por una resistencia en serie con una in-- ductancia donde la capacitancia para esta línea se ignora' por la distancia, ya que prácticamente no causa efecto sobre la línea como se mostrará posteriormente.

A continuación se presenta el cálculo de regulación - de tensión para líneas cortas, la corriente que demanda el hotel en A.T. se considerará con un factor de potencia de 0.85 en retraso.

El cable recomendado por el fabricante tiene las si-- guientes características:

Resistencia = 0.0667 ohms/Km.

Inductancia = 0.438 milihenrios/Km.

Capacitancia = 0.192 microfarads/Km.

de lo cual obtenemos la impedancia total que es:

$$Z_{tot} = 2.9699 + j 0.6935$$

Una vez calculada la impedancia del cable pasaremos al cál-- culo de regulación de tensión tomando los siguientes valo-- res para el cálculo:

Voltaje en la acometida: 13,200 v.

Corriente en la acometida: 56.95 amperes

Corriente en la subestación: 56.96 amperes

para realizar el siguiente cálculo consideramos el factor de potencia en 0.85 en atraso.

$$\begin{aligned}
 V_s &= 13,200 - (56.96 \underline{L-31.7}) (0.8037 \underline{119.84}) \\
 &= 13,200 - (45.78 \underline{L-19.84}) \\
 &= 13,156.94 + J 15.5375 \\
 &= 13,156.94 \underline{10.6766}
 \end{aligned}$$

donde la regulación de tensión que presenta el cable es:

$$\% \text{ de regulación: } \frac{13,200 - 13,156}{13,156} = 0.33\%$$

Como se observa con el cálculo anterior, el cable con las características descritas al principio de este cálculo cumple de manera sobrada con las características que exige CONDUMEX, ya que la regulación de tensión está muy por abajo de los límites normales, por lo que no habrá necesidad de aumentar el diámetro del cable.

ESTUDIO ECONOMICO.

El estudio que se presenta a continuación, son los -- precios que sostendrán los comerciantes hasta el mes de junio de 1986.

Cantidad	Material subestación	Total
2	Transformadores 500 KVA	\$ 7,747.872.00
1	Transformador 300 KVA	2,984,362.00
3	Apartarrays	79,875.00
9	Cortacircuitos fusibles	770,500.00
21	Aisladores de alfiler	228,375.00
12	Terminales tip-1	102,000.00
1	Cuchillas desconectadoras	328,750.00
12m	Tubo de cobre de 32 mm Ø	61,992.00
13m	Tubo de cobre de 13 mm Ø	12,649.00
3m	Tubo conduit 76 mm de Ø	82,800.00
1	Estructura de fierro	75,000.00
1	Pertiga de 2 secciones	35,400.00
8	Varillas coperwell	60,000.00
100m	Cable de cobre desnudo cal 4/0	322,900.00
100m	Cable antillama 90 cal 2 AWG	249,150.00
300m	Cable antillama 90 cal 3/0 AWG	1,026,000.00
T O T A L		\$13,917,625.00

Cantidad	Material acometida	Total
18	Aisladores de suspensión	108,000.00
3	Cortacircuitos fusibles	295,500.00
3	Apartarrays	79,875.00
1	Poste de concreto	70,000.00
1	Retenida de ancla	25,125.00
2	Varillas coperwell	15,000.00
3	Crucetas	50,625.00
6m	Tubo conduit 76 mm de Ø	165,600.00
3	Aisladores de alfiler	32,625.00
100m	Cable de cobre desnudo 4/0	322,900.00
T O T A L		\$1,165,250.00

Cantidad	Material para cargas	Total
900m	Cable antillana 90 cal 500 mcm	\$ 5,471,074.00
1200m	" " " " 350 mcm	6,595,112.00
1400m	" " " " 3/0 AWG	4,788,000.00
900m	" " " " 3 AWG	2,242,350.00
1000m	" " " " 4 AWG	865,000.00
600m	" " " " 8 AWG	220,800.00
300m	" " " " 12 AWG	29,400.00
3	Fusibles de 400 A	798,000.00
3	" " 200 A	472,200.00
3	" " 150 A	450,200.00
33	" " 125 A	4,818,000.00
6	" " 100 A	286,800.00
3	" " 50 A	115,800.00
3	" " 40 A	103,500.00
1	Arrancador serie G	453,200.00
2	Arrancador serie F	676,500.00
5	" " E	880,000.00
1	" " C	124,575.00
T O T A L		<u>\$29,393,511.00</u>

Total a invertir: 44'976,386.00

NOTA: Este presupuesto no incluye la instalación interna del hotel.

Coordinación de Protecciones.

Una vez realizados los cálculos para la instalación pasaremos a mostrar el resultado físico de la investigación, resumidos en los planos # 1 y # 2 que a continuación se presentan, y luego mostraremos las curvas de coordinación aplicadas a los motores del diagrama unifilar (plano # 1).

Plano # 1

Subestación, Acometida, diagrama unifilar.

Plano # 2

Sistema de tierra, diagrama unifilar en p.ú. localización, anclaje.

Coordinación de Protecciones # 1

Motor 40 H.P. 60 Hz 440 V.

Coordinación de Protecciones # 2

Motor 50 H.P. 60 Hz 440 V.

Coordinación de Protecciones # 3

Motor 60 H.P. 60 Hz 440 V.

Coordinación de Protecciones # 4.

Motor 10 H.P. 60 Hz 440 V.

Coordinación de Protecciones # 5

Motor 50 H.P. 60 Hz 220 V.

Coordinación de Protecciones # 6

Motor 40 H.P. 60 Hz 220 V.

Coordinación de Protecciones # 7

Motor 100 H.P. 60 Hz 220 V.

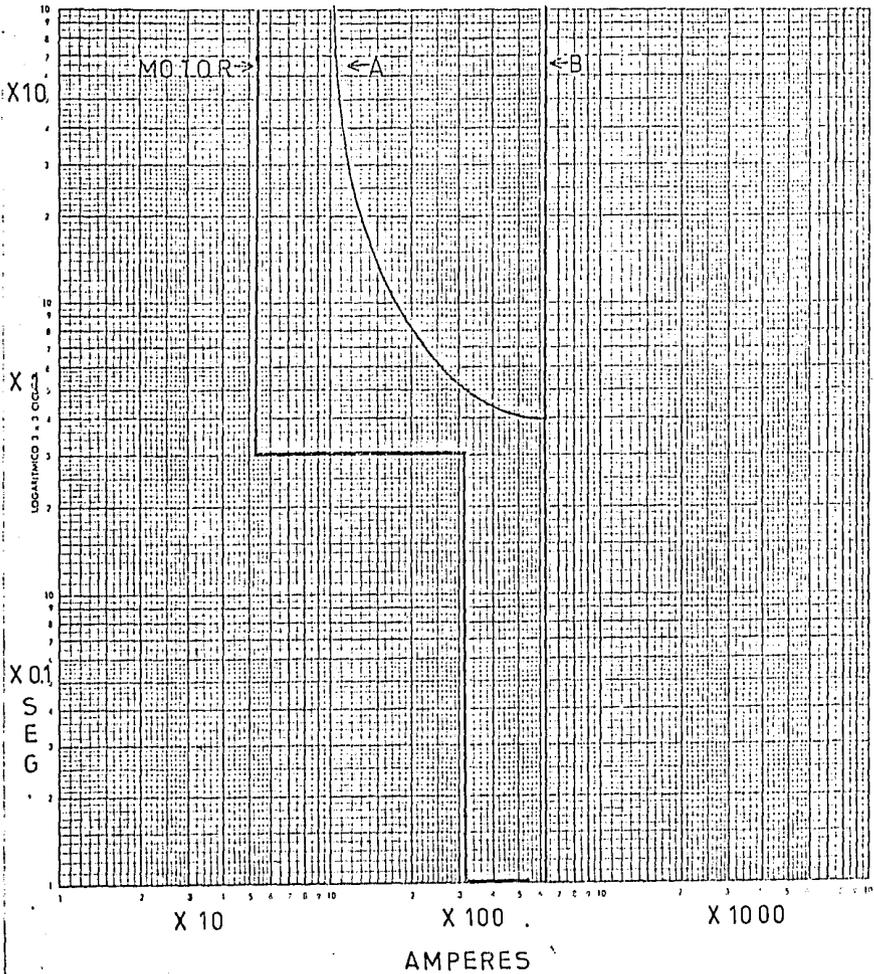
Coordinación de Protecciones # 8

Transformadores y Acometida.

MOTOR 40 H.P 60Hz 3Ø 440V

A PROTECTOR DE MOTOR MCP IEM (AJUSTE 625)

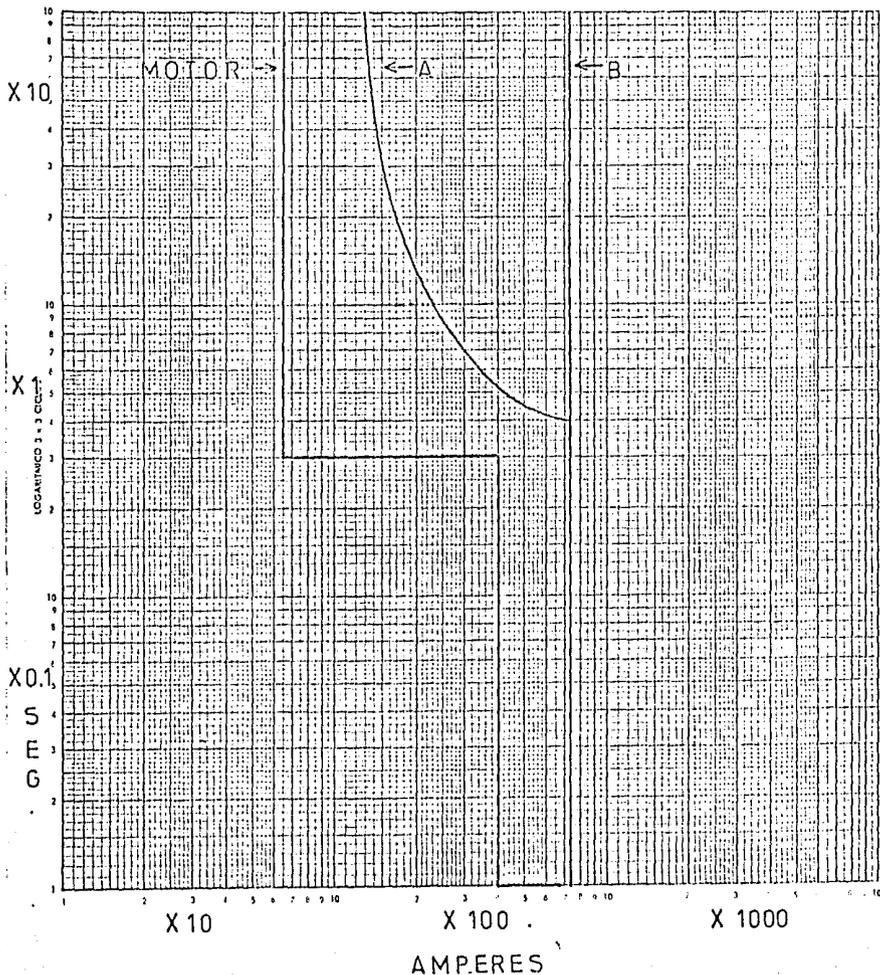
B CURVA ELEMENTO TERMICO DISPARO 100A.



MOTOR 50 HP 60Hz: 3 Ø 440 V

A PROTECTOR DE MOTOR MCP IEM (AJUSTE 725)

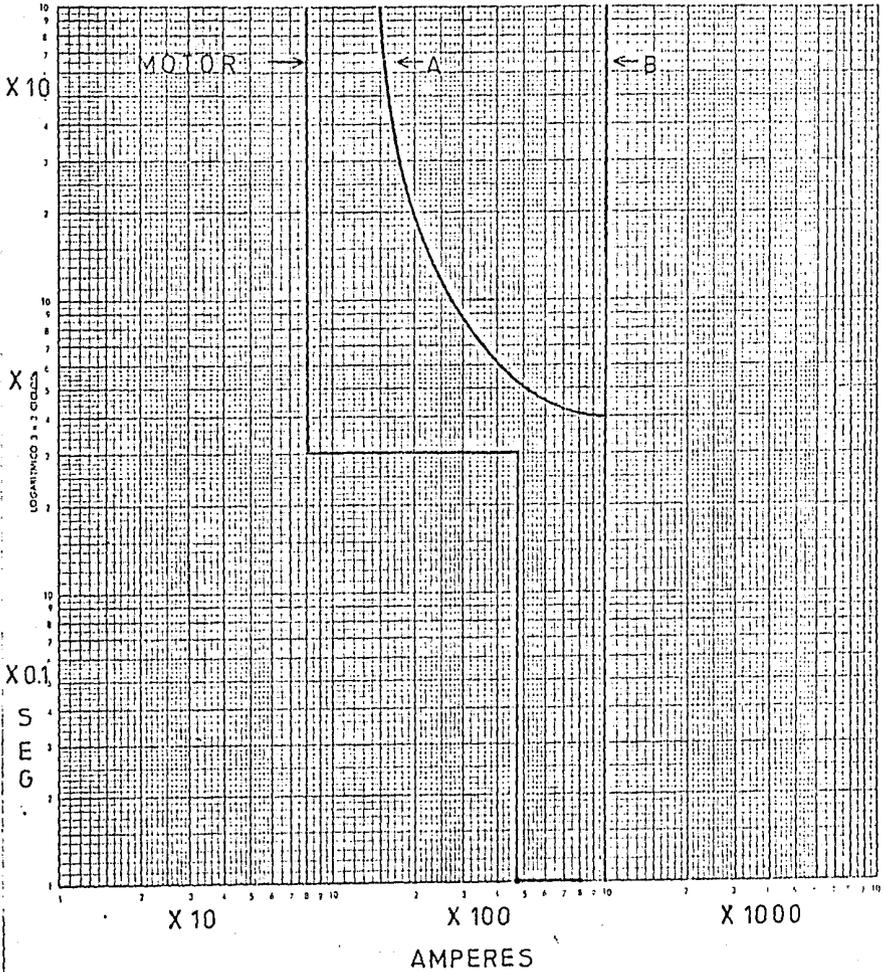
B CURVA ELEMENTO TERMICO DISPARO 130 A.



MOTOR 60HP 60Hz 3Ø 440V

A PROTECTOR DE MOTOR MCP IEM AJUSTE (1000)

B CURVA ELEMENTO TERMICO DISPARO 150 A.

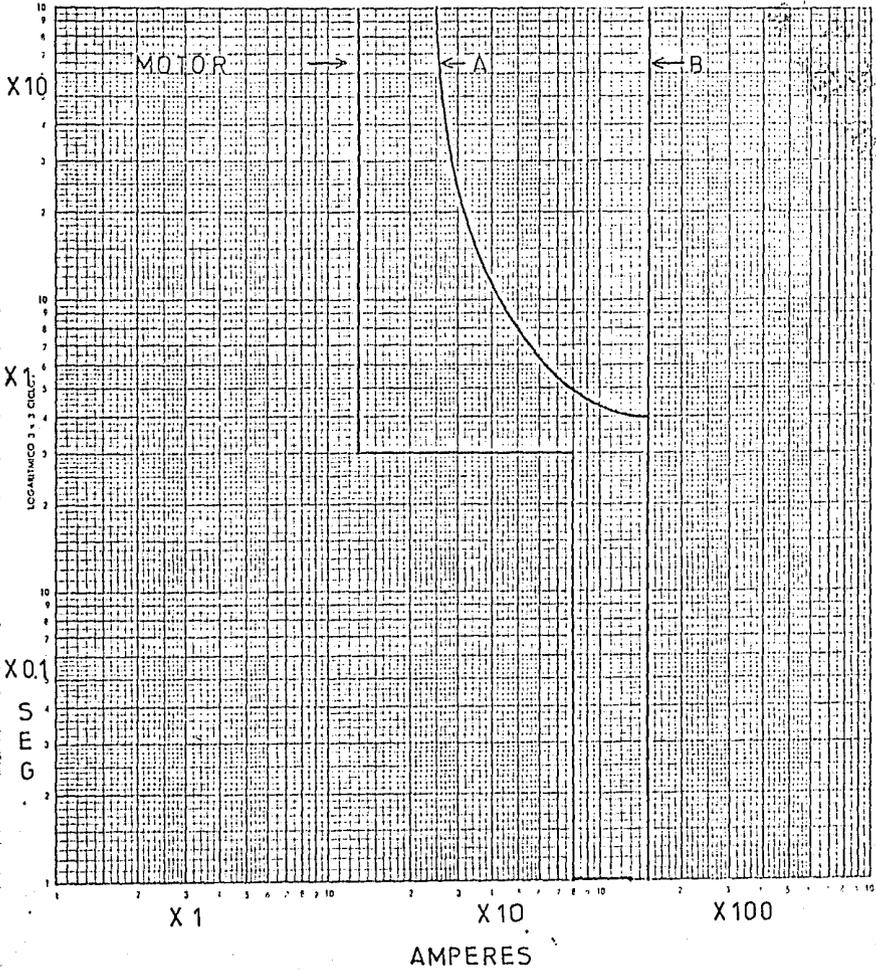


MOTOR 10HP 60Hz 3 Ø 440V

A PROTECTOR DE MOTOR MCP IEM (AJUSTE 150)

B CURVA ELEMENTO TERMICO DISPARO 25 A.

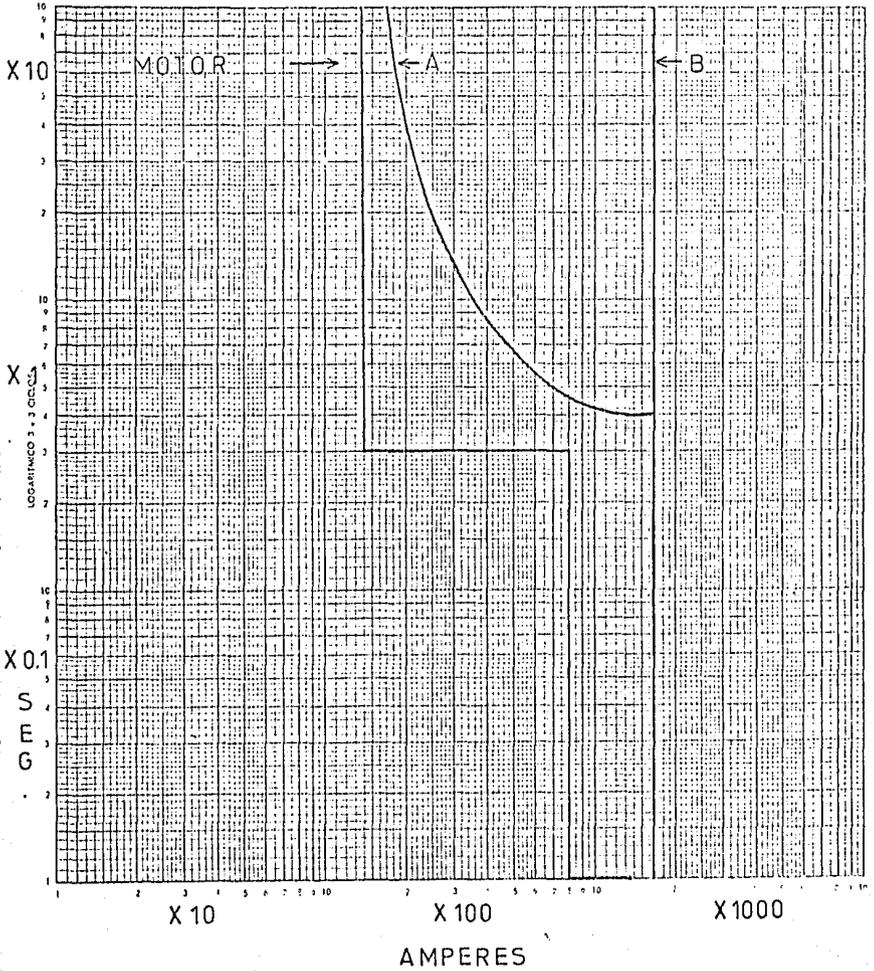
COPIA
1980



MOTOR 50 HP 60Hz 3Ø 220V

A PROTECTOR DE MOTOR MCP IEM (AJUSTE 1670)

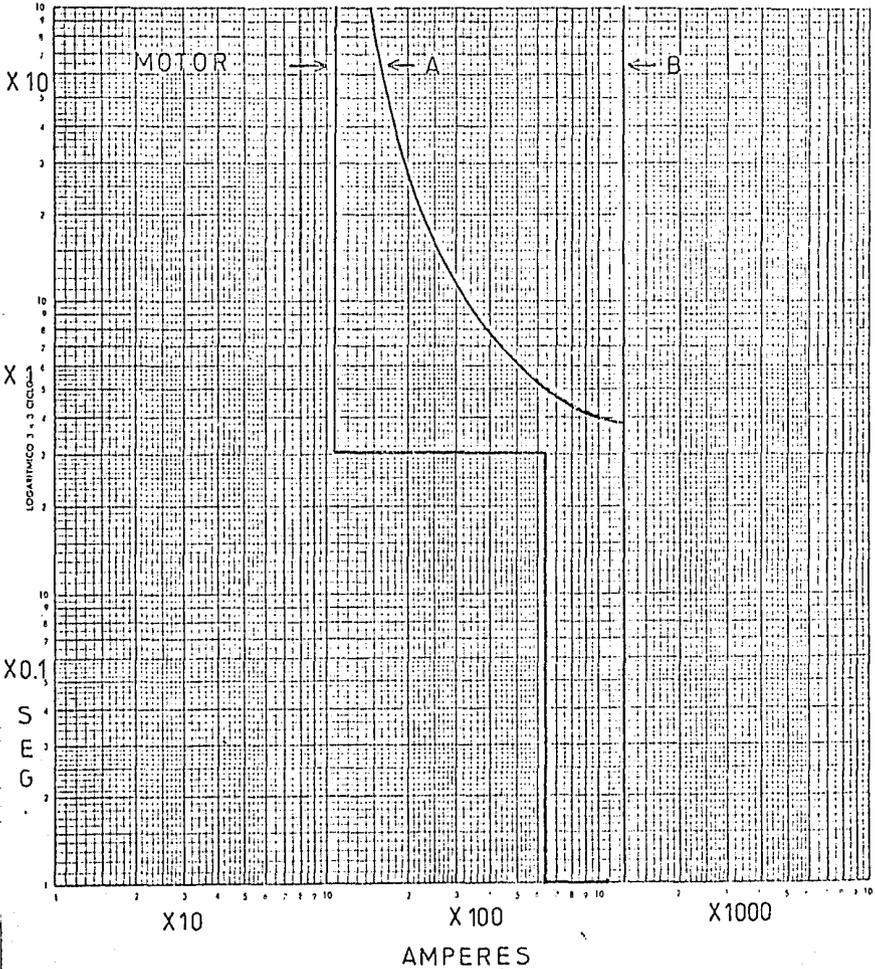
B CURVA ELEMENTO TERMICO DISPARO 170 A.



MOTOR 40HP 60Hz 3 Ø 220V

A PROTECTOR DE MOTOR MCP IEM (AJUSTE 1250)

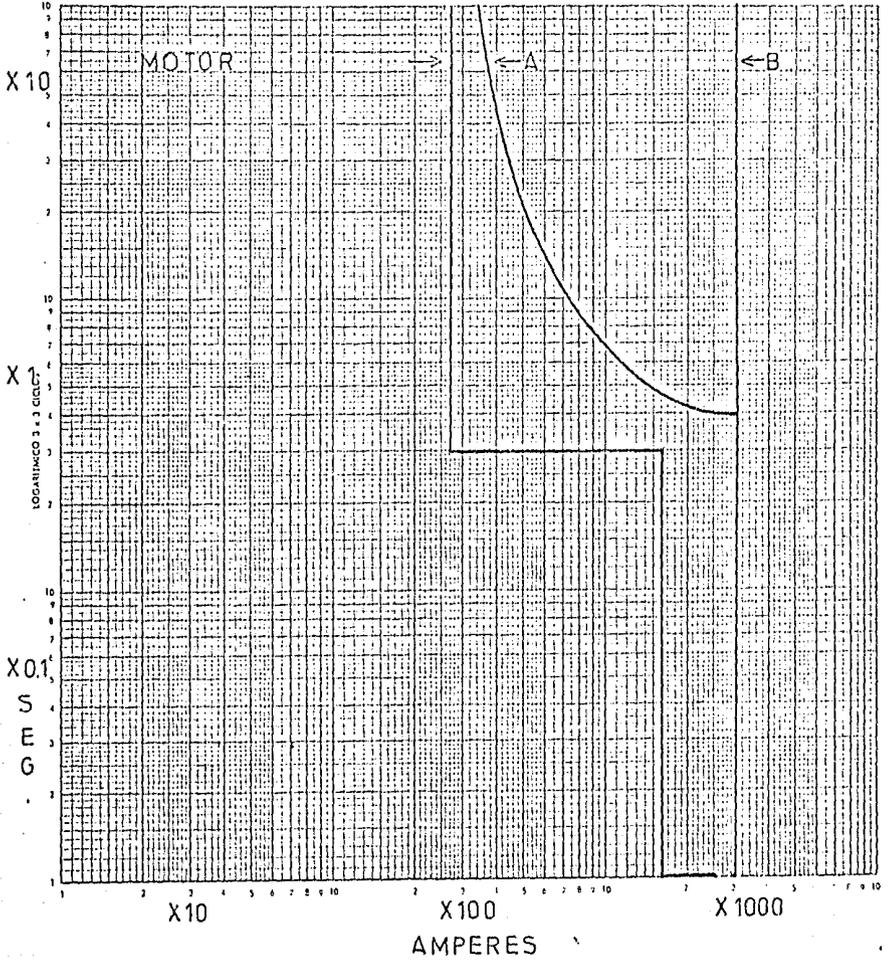
B CURVA ELEMENTO TERMICO DISPARO 135A.



MOTOR 100HP 60 HZ 3 Ø 220V

A PROTECTOR DE MCP (EM (AJUSTE 3000))

B CURVA ELEMENTO TERMICO DISPARO 350

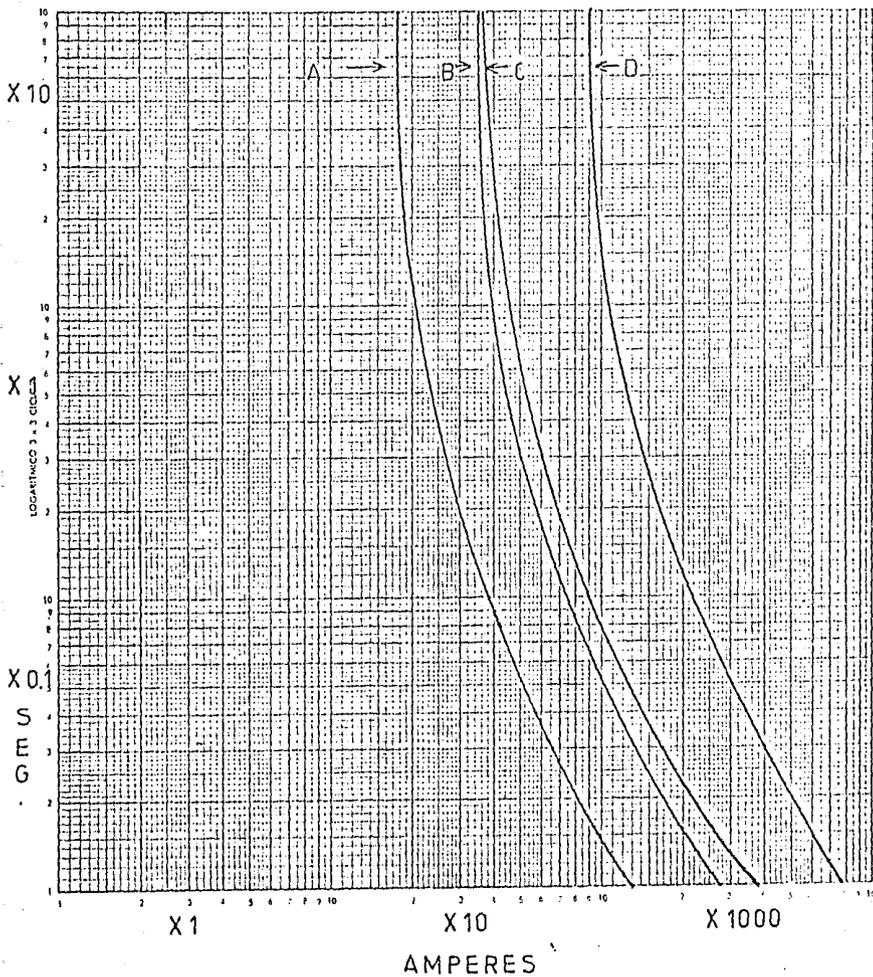


A CURVA T1 300 KVA

B CURVA T2 500KVA

C CURVA T3 500 KVA

D CURVA ACOMETIDA



C O N C L U S I O N E S

La totalidad de este trabajo se resume en dos partes: Investigación y cálculo. Sobre la primera parte (investigación) se divide en dos temas: El cable submarino y el estudio de cargas. Primeramente trataremos las investigaciones realizadas sobre el cable.

El cable submarino es el resultado de un estudio -- realizado por la compañía CONDUMEX con los productos mencionados en el capítulo 1 para dar protección a este noveno sistema de transmisión, el primer cable instalado en México se realizó en Mazatlán para iluminar de noche las islas que están frente a sus playas y fue instalado por la compañía Conductores Monterrey, el cual consistía de un cable subterráneo, con la última capa de protecciones que instala CONDUMEX a sus cables, es por esto que los valores que se tratan en los cálculos de esta tesis son muy aproximados a los de un cable subterráneo de la misma capacidad, fue de este proyecto que la empresa realizó un estudio dando como resultado este cable que presentamos como solución para la alimentación del hotel.

Dado que C.F.E. solicita un sistema trifásico de -- respaldo, los costos del cable se elevan considerablemente, y como no existe otra opción de alimentar el hotel -- tendrá un factor importante para determinar la realización de este proyecto. Para este caso se propuso a la compañía utilizar un sistema trifásico con una sola protección, es decir, dando protección a las tres fases, pero -- su respuesta fue negativa, ya que en primer lugar no habían experimentado con este método y sería casi imposible su instalación debido a su poca maniobrabilidad, además -- que la compañía continúa haciendo estudios con el cable --

que ha instalado (estos estudios constan de revisión de sistemas instalados para comprobar su funcionalidad, deterioro, envejecimiento prematuro de las protecciones, cables, etc., estos estudios se realizan principalmente en el cable instalado para la segunda ampliación del complejo turístico de Cancún).

Como se mencionó anteriormente, este puede ser impedimento para realizar el proyecto, ya que la respuesta la tendrían los inversionistas en caso de poder absorber por una sola vez esta inversión, ya que los problemas que se presenten a futuro serán problema de C.F.E.

El segundo tema a tratar es la elección del equipo más óptimo para lograr dar un buen servicio a los huéspedes del hotel. Primeramente se consultó a los especialistas (distribuidores) de cada rama para que nos recomendara su equipo a instalar más adecuado a las necesidades del hotel. El problema que se nos presentó fue con el distribuidor de equipos para tratamiento de aguas industriales, el cual se negó a dar información sobre el sistema más óptimo para dar servicio de agua al hotel, por lo que se recurrió al Departamento Químico de la Planta Termoelectrónica José Aceves Pozos en la ciudad de Mazatlán para que realizaran los estudios químicos pertinentes y así aplicar como solución al problema el equipo descrito en el capítulo 2.

Al hacer el estudio económico del costo del litro de agua producido por la desaladora resulta sumamente caro, por lo aunado al costo del cable resulta incosteable realizar este proyecto, lo único factible sería experimentar con un sistema de tubería de la costa a la isla (utilizando el mismo principio del cable submarino en cuanto a protecciones) para disminuir los costos y hacer más considerable la inversión.

Respecto a los cálculos, estos se realizaron conforme a los requisitos que exige SE.CO.F.I., ya que los primeros cálculos fueron rechazados, ya que éstos deberían haberse realizado por el método "por unidad" para poder aprobar la memoria técnica. Para que SE.CO.F.I. autorice el último capítulo como memoria técnica faltaría incluir los planos de la descripción de los centros de carga (tipo, marca, características, etc.), los cuales se omitieron por la razón de que la tesis está basada en el cable submarino y su aplicación a la subestación, por lo que se consideró que los planos presentados son lo suficiente para ilustrar el resultado del estudio aplicado al hotel.

Al final de este estudio se presenta un estudio económico de los materiales a utilizar en el proyecto, pero como se mencionó con anterioridad, los inversionistas tendrían la última palabra sobre la realización del proyecto, ya que si se tuviera la posibilidad de alimentar al hotel por medio de cable aéreo como el Hotel de Barra de Navidad de la U.A.G. en el que existen dos posibilidades de alimentarlo se podría considerar el método de dotar de agua al hotel, pero en este caso los costos que resultaron muy elevados hacen prohibitiva la inversión, esto sin considerar los costos de transporte de material para la construcción, así como maquinaria, material, etc., por lo que para finalizar considero que este proyecto cumple con los requisitos que se plantearon al principio de esta tesis y a menos que se diseñe un sistema para dotar de agua al hotel el proyecto es incosteable, no sólo en los gastos de construcción, sino también en cuestión de mantenimiento con el equipo propuesto en esta tesis.

BIBLIOGRAFIA

- Administer, Joseph A. Circuitos Eléctricos.
México, D.F.: Editorial South-Western Publishing, 1978.
- Gingrich, Harold W. Máquinas Eléctricas Transformadores y Motores. Madrid España.: Editorial Yrentica/Hall, 1980.
- Stevenson, William D. Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia. México, D.F.: McGraw Hill, 1975.
- Siskind, Charles S. Electrical Machines.
Tokyo, Japon.: McGraw Hill, 1983.
- Mataix, Claudio. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas
Madrid, España.: Editorial Harla, 1970.
- Giles Ronald V. Mecánica de Fluidos e Hidráulica
México, D.F.: McGraw Hill, 1970.
- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Seminario sobre coordinación de protecciones. México, D.F. 1985.
- Conductores Monterrey. Manual del Electricista.
- Enriquez Harper, Gilberto. Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales. México, D.F.: Editorial Limusa, 1982.
- Holophane. Catálogos de Iluminación.
- Condumex. Memorias de los ciclos de conferencias sobre instalaciones eléctricas de baja tensión. México, D.F. 1985.