

4
20j

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AL SISTEMA
AEREO Y SUBTERRANEO DE LA
CIUDAD DE MEXICO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N

JESUS R. AGUILAR ARECHIGA

GUILLERMO GARCIA VIVEROS

MEXICO, D. F.

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

I N D I C E

INTRODUCCION

CAPITULO I

1. PARA QUE SIRVE UN MANTENIMIENTO A UN SISTEMA DE DISTRIBUCION.
2. FALLAS COMUNES.
3. MANTENIMIENTO POR ESTADISTICAS.
4. MANTENIMIENTO POR REPORTES INMEDIATOS DIRECTOS.
5. MANTENIMIENTO POR SUPERVISION EN EL TERRENO.
6. SEGUIMIENTO PARA LA ATENCION DE UNA FALLA EN EL SISTEMA.

CAPITULO II

TIPOS DE MANTENIMIENTO.

1. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO ELECTRICO.
2. TIPOS DE MANTENIMIENTO.
3. PLANEACION DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO.

CAPITULO III

MANTENIMIENTO ESPECIFICO A UN SISTEMA DE DISTRIBUCION.

1. LINEA AEREA.
2. SISTEMA POR CABLE SUBTERRANEO.
3. SUGERENCIAS SOBRE PUESTAS A TIERRA.

CAPITULO IV

RUTA CRITICA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

CAPITULO V

APLICACION DE LA RUTA CRITICA A UN ALIMENTADOR AEREO Y A UN ALIMENTADOR SUBTERRANEO.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES.

1. NUMERO DE ALIMENTADORES AEREO Y SUBTERRANEOS EN LA CIUDAD DE MEXICO.
2. CONSTITUCION EN SUS DEPARTAMENTOS C.S. Y L.A. DE C.L.F.C.S.A.
3. SUGERENCIAS PARA UN MEJOR SISTEMA DE MANTENIMIENTO.
4. METODOS MODERNOS.
5. EQUIPO Y MATERIALES DE RESPALDO PARA UN MANTENIMIENTO ADECUADO.
6. CAPACITACION.

INTRODUCCION.

Conforme pasa el tiempo, se va demostrando que en cualquier industria el mantenimiento es algo imprescindible. Y al través de los años, la experiencia ha demostrado su utilidad.

Para resaltar su importancia podemos mencionar un ejemplo muy significativo, como es, el mantenimiento del cuerpo humano, puesto que es algo que todos conocemos.

Si al cuerpo humano no se le aplica un mantenimiento adecuado, lo más seguro es que éste se vaya deteriorando más rápido, perdiendo capacidad en sus piezas o partes hasta que lleguen a fallar; es decir, si una persona no lleva adecuadamente su alimentación, su higiene, sus horas de descanso, etc., y además esto va acompañado de un comportamiento desordenado, es seguro que tenga varios padecimientos y una vida menos duradera que una persona que ha sido más ordenada o que ha dado un mantenimiento adecuado a su cuerpo, por decirlo de esta manera.

Con este ejemplo podemos notar, con justa razón, la importancia que tiene un mantenimiento.

De esta forma podemos apreciar las ventajas del mantenimiento, no en su forma general sino en sus diferentes tipos, dándonos esto como resultado un servicio continuo que nos trae diferentes beneficios y que se aprecian en plazos largos, medianos y cortos.

CAPITULO I

1. PARA QUE SIRVE UN MANTENIMIENTO A UN SISTEMA DE DISTRIBUCION.

El fin perseguido por el mantenimiento, es conservar en buen estado las líneas de distribución, tanto aéreas como subterráneas, tomando en cuenta todos los componentes que la forman, y así contar con un servicio continuo, garantizando una mayor vida útil de los equipos y materiales de las redes eléctricas.

La tendencia moderna de organizar el trabajo de mantenimiento, es consecuencia de varias cosas. Entre ellas podemos mencionar:

- 1- Las interrupciones de la producción de energía.
- 2- Los gastos de servicios auxiliares.
- 3- La especialización en el trabajo de mantenimiento.
- 4- El planeamiento correcto de las actividades.
- 5- La creciente mecanización y modernización de los sistemas eléctricos.
- 6- Otros.

Los objetivos del mantenimiento, deben de encuadrar dentro de los objetivos generales de la empresa. En principio su finalidad es:

- 1- Maximizar la disponibilidad de equipo para producción.
- 2- Preservar las instalaciones minimizando el deterioro y los paros.

3- Conseguir los dos objetivos anteriores a un costo mínimo.

Para la consecuencia de estos objetivos, los deberes, responsabilidades y resultados esperados, deben ser descritos con todo detalle; es decir, deben establecerse especificaciones de puesto o definiciones de labores, para que la gente sepa bien lo que se espera de ella. Las actividades deben delinearse con toda precisión.

Una lista básica de actividades comprende los siguientes puntos:

- a). Planear y programar todas las actividades de mantenimiento.
- b). Conservar y reparar toda la maquinaria, incluyendo equipos de movimiento de materiales e instalaciones, asegurando siempre un buen estado de funcionamiento.
- c). Instalar, mover y retirar equipo para facilitar el mantenimiento.
- d). Fijar especificaciones para la compra de nueva maquinaria.
- e). Proporcionar aseo a todo el equipo.
- f). Especificar y aplicar lubricantes adecuados (mantenimiento menor).
- g). Proporcionar estadísticas de costos, tiempos, vida útiles, etc.
- h). Llevar un adecuado inventario de piezas de repuesto y

material de mantenimiento.

- i). Solicitar herramientas, piezas especiales, etc., que ayuden a llevar con éxito la función.
- j). Seleccionar y capacitar al personal para llevar a cabo las diferentes tareas.
- k). Cuidar el cumplimiento de normas de seguridad en las áreas a trabajar, controlando el funcionamiento de los equipos y de los dispositivos de seguridad.

La administración del mantenimiento, necesita contar con medios claros y precisos para solicitar, autorizar y ejecutar trabajos; computar tiempos, materiales y costos, saber que acciones tomar para reducir el costo del mantenimiento, etc., poder comparar lo planeado con lo real.

Para ésto, se deben llevar controles directos, que consisten en una serie de documentos.

Los trabajos de mantenimiento deben clasificarse según el tipo de actividad, es decir:

- a). Mantenimiento correctivo.
- b). Mantenimiento preventivo.
- c). Mantenimiento predictivo.

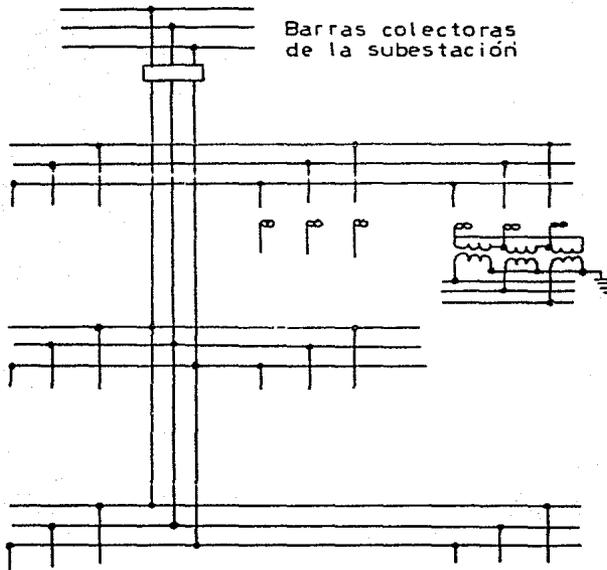
Para realizar el mantenimiento debemos tomar en cuenta la topología de los sistemas, éstos pueden clasificarse en tres tipos: radial, anillo y red.

En un sistema radial, las cargas tienen una sola alimenta-

ción, de manera que una avería en la alimentación, produce una interrupción del suministro. Ver. Fig. 1.

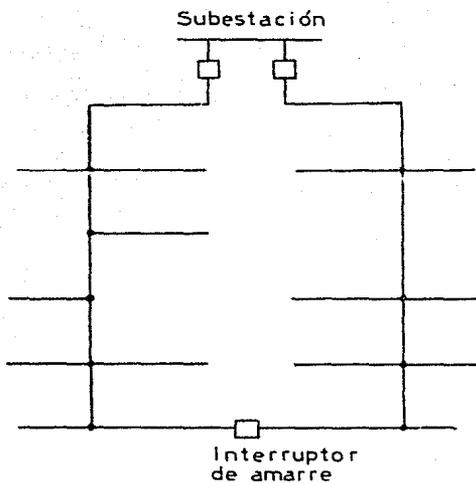
Con un sistema en anillo, se tiene una doble alimentación y puede interrumpirse una de ellas sin causar una interrupción del suministro. Ver. Fig. 2.

Con una red, se aumenta el número de interconexiones y con secuentemente la seguridad del servicio. Ver. Fig. 3.



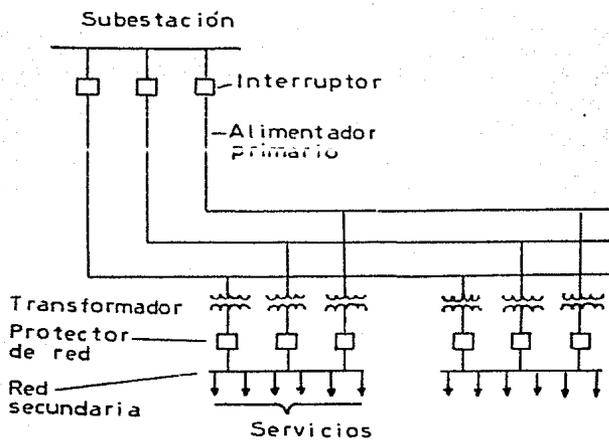
Sistema de distribución radial con alimentadores trifásicos de tres hilos. (Diagrama trifilar).

Fig. 1



Conexión de dos alimentadores primarios para formar un anillo. (Diagrama unifilar).

Fig. 2



Red automática secundaria para cargas conectadas.
(Diagrama unifilar).

Fig. 3

2. FALLAS COMUNES.

Uno de los equipos más importantes de un Sistema de Distribución, sino el más, es el transformador, no solamente por su costo, sino por su importancia en cuanto a la continuidad en el servicio eléctrico a los consumidores.

La tasa de fallas de este equipo en el país, en general es muy alto, fluctuando entre 2.1 y 12.5 %.

En la zona metropolitana servida por la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, la tasa de fallas encontrada a la fecha es de alrededor de 2.9 % (1984), que indudablemente también sobrepasa los valores obtenidos por otras empresas de servicio de energía eléctrica en otros países, en donde se conocen tasas no mayores al 0.5 ó 1 % máximo.

Las fallas de los transformadores pueden deberse a un gran número de causas, desde un diseño defectuoso o no adecuado al Sistema de Distribución, a donde se instalará el equipo, hasta una protección o mantenimientos incorrectos por parte de las empresas que los operan.

Con objeto de conocer con más detalle la causa de fallas y su origen, C.L. Y F. e I.I.E., realizaron una inspección más detenida en una muestra de 102 unidades falladas en marzo, abril y mayo de 1984, dividiéndolas en dos grandes grupos: en garantía, las cuales sólo se revisaron superficialmente, y fuera de garantía, que corresponden a 75 transformadores.

De la información obtenida, estos últimos se agruparon por causas o características semejantes que proporcionaron o fueron determinantes en la falla. A continuación en forma tabular, se muestran los primeros resultados de estas inspecciones:

Transformadores fallados	102	100 %
<u>con</u> garantía	27	26.5 %
sin garantía	75	73.5 %

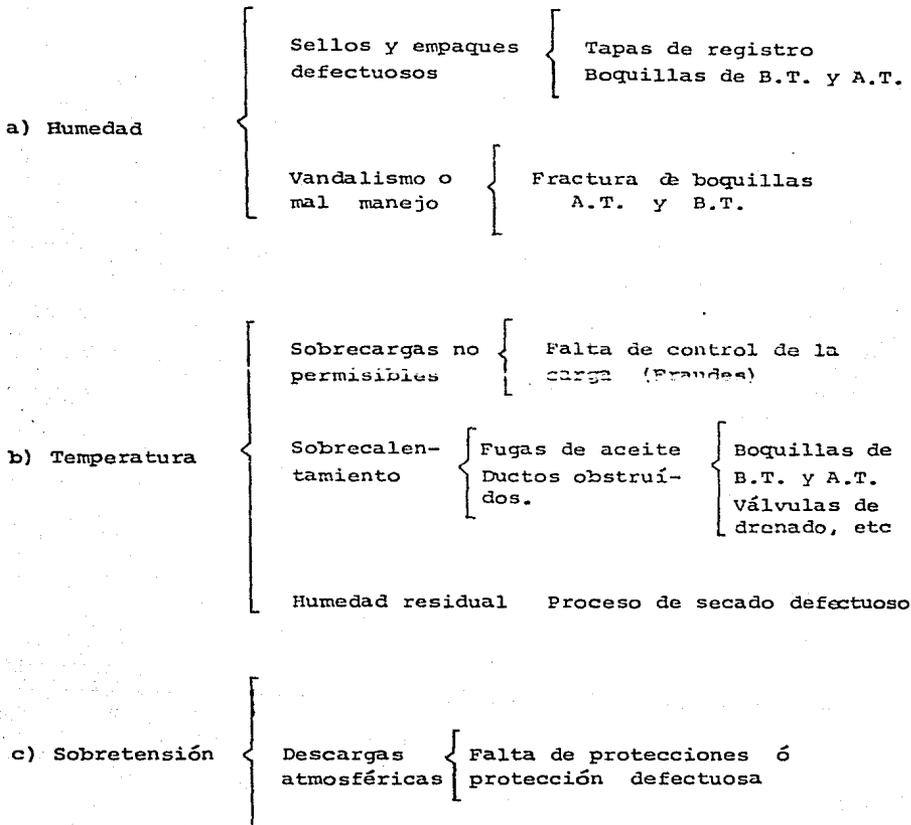
CAUSA	CANTIDAD	%
Sobrecarga	7	9.33
Sobrecalentamiento	24	32.00
Arqueos en boquillas	30	40.00
Humedad	17	22.66
Envejecimiento normal	6	8.00
Aislamientos fracturados	1	1.33
Corto circuito sec.	7	9.33

NOTA: Al totalizar la columna 3, la cantidad no cierra al 100% debido a que en algunos casos, los transformadores presentan más de una causa u origen de falla.

Como una conclusión al estudio de esta muestra, podemos aseverar que las causas de falla se pueden clasificar por:

- a). Humedad
- b). Temperatura
- c). Sobretensión

Estas las podemos resumir :



Fallas frecuentes en redes aéreas y en redes subterráneas

AVERIAS EN LAS REDES DE DISTRIBUCION AEREAS.

Las averías más frecuentes en las líneas aéreas, son ocasionadas por la rotura de aisladores y por el contacto entre conductores directamente, o por medio de objetos extraños, efectos climatológicos y sismos.

Cuando se rompe un aislador, la corriente de la línea se deriva a tierra, provocando al poco tiempo la abertura del interruptor de protección de la subestación.

Ocurre a veces que el aislador presenta una grieta o fisura por donde la corriente se deriva a tierra. En otros casos, el efecto tiene por origen una perforación en la garganta del aislador, que es donde se apoya el conductor.

Otra avería que se presenta con frecuencia, es la originada por contacto de los hilos, por efecto del viento o porque un cuerpo extraño toque las fases de la líneas (ramas, papalotes, etc).

Una medición con el galvanómetro indicará si se trata de una tierra o de un circuito corto, o también si a causa de éste se ha provocado un seccionamiento en alguno de los conductores. Ayuda también a estos reconocimientos, la medida de voltaje entre fases y neutro (tierra).

Las estadísticas relativas a las diversas categorías de defectos, muestran que el 74% de las perturbaciones son de carácter permanente y el resto de carácter transitorio; se re-

parten en la forma siguiente: 21% circuito corto, bifásicos y trifásicos, y el 72% monofásico.

Es por este menester que en la desconexión de los interruptores por causa de los circuitos cortos, se realiza con la mayor rapidéz posible, y si esto reviste gran interés para la protección normal de las redes, lo es más necesario cuando se aplica el método automático de recierres.

Hay que tener en cuenta que es necesario que transcurra un cierto tiempo para que se extinga el arco en las líneas aéreas, pues de lo contrario, al efectuarse el recierre se iniciará de nuevo un circuito corto y consecuentemente operará la protección.

Los alimentadores para distribución aérea, tienen los siguientes timpos de operación:

En 6 KV son generalmente 3 y 4 recierres con el siguiente tiempo:

- 1er. recierre - instantáneo
- 2o. recierre - 15 segundos
- 3er. recierre - 15 segundos
- 4o. recierre - se queda fuera del alimentador

En 24 KV son generalmente 3 recierres. Estos varían con la zona que alimentan, esto es, la importancia de los servicios, el tipo de circuito y la zona geográfica por donde corre el alimentador, usualmente son:

- 1er. recierre - instantáneo
- 2o. recierre - 10 a 15 segundos
- 3er. recierre - se queda fuera del alimentador

FALLAS EN LAS REDES DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA.

Las redes de distribución subterránea, pueden sufrir fallas que traen como consecuencia que queden fuera de servicio, ya que no hay recierres.

Por lo tanto, es sumamente importante investigar el motivo o causa que provocó esta falla, lo más rápido posible, con el fin de efectuar los trabajos necesarios para ejecutar la reparación y la correspondiente puesta en servicio del cable.

Las causas más frecuentes que pueden motivar fallas en las instalaciones en cables subterráneos son :

a). Daño mecánico. Como no se han normalizado las zonas de vía, al efectuar excavaciones es muy común que alguna otra compañía al realizar sus excavaciones dañe los cables, con la causa inmediata posterior de producir fallas.

b). Corrosión química. La presencia de determinados compuestos químicos como ácidos o alcalinos. En la Ciudad de México, debido al alto nivel de contaminación que existe y sobre todo con sustancias altamente peligrosas, como -- azufre, plomo, etc., y que cuando llueve el agua se mezcla con alguno de estos elementos formando compuestos altamente corrosivos.

c). Corrosión electrolítica. La presencia de instalaciones de corriente eléctrica directa, tranvías, trolebuses, propicia en muchas ocasiones, que dicha corriente deje sus conductores para fluir libremente por las cubiertas

de plomo (corriente de fuga).

d). Cristalización. El continuo movimiento del cable dentro del ducto debido a las dilataciones y contracciones de éste a consecuencia de su régimen de carga, terminan por orientar las moléculas del forro de plomo, agrietándose en longitudes considerables.

e). Rozamientos o rayaduras. La falta de cuidado en el tendido, la suciedad en los ductos o la falta de precaución en lugares donde existen objetos filosos, dan por resultado incisiones o cortaduras en las cubiertas de plomo. Estos defectos también se presentan en cables desnudos.

f). Asentamientos del subsuelo. Esto es muy frecuente sobre todo en la zona centro de la Ciudad de México, debido al terreno fangoso donde está localizado.

g). Tierrazos. Los fenómenos transitorios debidos a cortos circuitos, fallas a tierra, aperturas bruscas de interruptores, etc., producen corrientes residuales que fluyen por las cubiertas de plomo, elevándose en ocasiones el potencial de una cubierta respecto a la otra, de ahí que en lugares donde una cubierta con potencial toca o pasa cerca de otra o de una estructura que propicie una diferencia de potencial adecuada a la descarga, ésta se produce formando el vulgarmente llamado tierrazo, que perfora las cubiertas de plomo.

- h). Introducción de agua o humedad.
- i). Sobrecarga. Un cable que trabaja todo el tiempo con una corriente circulante mayor que la nominal, llega a requemar su aislamiento, perdiendo por tanto sus caudidades dieléctricas.
- j). Falsas maniobras. Debidas en la operación, pueden dar lugar o producir circuitos cortos y sobrevoltajes.
- k). Eliminación del aceite en la posición vertical.
- l). Vejez. Con el tiempo, el resecamiento de los aisladores en un cable, da lugar a la formación del fenómeno de ionización, que aumenta sus pérdidas y por consiguiente trae fallas.
- m). Defecto de fabricación. Al colocar los aislamientos.
- n). Mordedura de roedores. La rata no come plomo, pero le gusta afilar los dientes en él, de ahí que resultan a veces incisiones considerables.
- o). Incendios. En siniestros exteriores se eleva tanto la temperatura que algunas veces llega a fundirse el plomo del cable y por supuesto sus aislamientos.

Ahora bien, es importante mencionar que los puntos más vulnerables de cualquier instalación subterránea, son las uniones, derivaciones, terminales, pozos de visita, lugares salitrosos, obras públicas, en construcción, aglomeración de cables, etc.

De los análisis de tipo de falla, éstas podrían ser clasificadas en tres grupos:

1. Falla a tierra
2. Circuito corto
3. Rozadura

3. MANTENIMIENTO POR ESTADÍSTICAS.

Este tipo de mantenimiento, es en atención a disturbios que se registran y clasifican para su tratamiento estadístico, el cual es resumido en un informe diario y mensual de disturbios. Este tipo de informe clasifica las fallas por alimentador, las causas de la falla, los materiales que fueron afectados y a su vez también el tiempo de interrupción del servicio.

Considerando ahora que este tipo de información se lleva en un cuaderno, éste a su vez contendrá la siguiente información, que en forma precisa mostrará que se ha presentado la falla, siendo los siguientes puntos:

- a). Fecha de disturbio y falla
- b). Nombre del alimentador en disturbio
- c). Clave del alimentador
- d). Material, equipo y accesorios afectados
- e). Tipo de falla y desperfectos ocasionados
- f). Causa de la falla
- g). Tiempo de la falla y duración de la reparación
- h). Material empleado en la reparación

Como se podrá observar, este tipo de mantenimiento nos da bastante información, ya que si se toma en cuenta que este tipo de información se presenta cada mes, al final de año se podrá realizar un programa a seguir, para que el siguiente año,

se dé un mantenimiento (que en este caso sería preventivo), o bien, llevar a cabo la inspección para evitar que se vuelvan a presentar fallas con mayor continuidad en la línea, por ejemplo, debido a factores climatológicos, objetos extraños sobre la línea, etc.

La información por estadísticas, es de gran utilidad cuando se divide en zonas (colonias por ejemplo), debido a que nos muestra en forma precisa, en que mes es cuando hay mayor continuidad de fallas en la línea, y por lo cual si se da un mantenimiento preventivo, se logrará con esto, que el servicio tenga mayor continuidad y consecuentemente una disminución en forma considerable de pérdidas, tanto en equipo eléctrico, como pérdidas económicas a la compañía distribuidora de energía. Al referirse a zonas es por lo que respecta a que habrá lugares en los cuales será necesario darles un mantenimiento más intensivo que a otros, debido al lugar de referencia, como sería a las líneas que pasan cerca de árboles, líneas expuestas a demasiada contaminación, etc.

Es por lo tanto, que un mantenimiento por estadísticas es de gran utilidad, para mejorar un buen servicio.

Es de vital importancia para el personal que labora en este trabajo, tener el criterio para la identificación de fallas, y a la vez unificar criterios para dicha identificación.

4. MANTENIMIENTO POR REPORTES INMEDIATOS DIRECTOS.

Por principio, se entiende por mantenimiento, al conjunto de actividades tales como: revisión, inspección, reposición y remplazos encaminados a mantener la red en niveles óptimos de operación.

El mantenimiento por reportes inmediatos directos, son las labores necesarias para restablecer el funcionamiento del sistema eléctrico averiado, una vez que se ha notificado o reportado a la oficina correspondiente del sector eléctrico, ya sea C.L.F.C. o a C.F.E., de una falla producida en la línea. Este tipo de reporte, se realiza por personas ajenas a estas compañías, siendo que esto trae como consecuencia, que una vez que se comprueba o verifica la existencia de la falla, se evita que el desperfecto eléctrico se propague más y pueda por lo tanto, aumentar el costo de pérdidas, en lo que se refiere a equipo eléctrico y a su vez, también en la venta de KW/hr., en el supuesto caso de que las protecciones fallaran, ya que si por ejemplo, la falla se presentase cerca de alguna fábrica y ésta resultara perjudicada, el costo de pérdidas, se incrementaría en forma considerable.

Es por eso, que un mantenimiento por reportes inmediatos directos, es de vital importancia y por lo cual llevándolo a cabo en forma inmediata, se logra obtener una mayor continuidad en el servicio, siendo este uno de los puntos que se per-

siguen al suministrar energía, esto se conoce en C.L.F.C., como atención de quejas del usuario.

Un tipo de reporte o queja del usuario que consideramos importante, es el que se refiere a las averías que sufre algún poste, debido a daños causados a estos por vehículos. Siendo que se da el caso de que quedan los postes afectados, aunque no exista o se presente la interrupción de energía. Un reporte de esta forma es muy importante porque se puede dar un mantenimiento antes de que se presente la falla, y así evitar también accidentes a transéuntes y sobre todo que este tipo de avería traiga como consecuencia un desperfecto mayor.

Es conveniente mencionar que hay cuadrillas de quejas las 24 horas del día, durante los 365 días del año, en el sistema que atende la C.L.F.C.

5. MANTENIMIENTO POR SUPERVISION EN EL TERRENO.

Inspección periódica. En los alimentadores deberá efectuarse una inspección cuya frecuencia depende del terreno y de la importancia del alimentador. Los supervisores o vigilantes del alimentador deberán hacer el recorrido a pie, a caballo o en automóvil, según las condiciones del terreno, los derechos o gasots, la distancia a recorrer y el tipo de instalación aérea o subterránea. Se debe considerar que en automóvil no se puede realizar una buena inspección, en general, aunque la línea siga el camino de la circulación vehicular, es preferible efectuar la vigilancia o inspección a pie, si bien en zonas muy apartadas de la ciudad, se prefiere generalmente realizarla a caballo. Los binoculares se consideran indispensables para el supervisor o vigilante.

Los seccionadores o interruptores sobre postes deberán ser inspeccionados una vez al mes, como mínimo, y tomar las lecturas de sus operaciones, para asegurarse de su buen estado de funcionamiento. Los supervisores deberán tomar nota y dar cuenta de los desperfectos de tierra, efectos climatológicos, árboles o ramas que amenacen la línea, objetos extraños sobre la línea, etc. Algunas compañías exigen que cada zona de sus líneas tengan un programa de revisión constante.

En la compañía se celebrarán semanalmente juntas de supervisores, en la cual se discuten sus problemas. La responsabilidad de interrupciones debidas a insuficiencias de la inspec-

ción se atribuye principalmente al supervisor correspondiente, Varias compañías importantes han encontrado ventajoso el uso de cuadrillas para podar árboles y retirar objetos que presenten un peligro. Esto facilita la atención al problema de los árboles y permite reducir el personal especializado de los equipos de supervisión. Los principales objetivos a obtener en la supervisión del alimentador en el terreno son: condiciones del conductor, aisladores, postes, registros en caso de un cable subterráneo, apartarrayos, y en general las condiciones de trabajo en que se encuentra este alimentador. Además se deberá sacar una lista detallada de acuerdo con el plano de los lugares con daños y los trabajos necesarios para corregir desperfectos que se encuentren, esto permitirá también tomar datos como se ha modificado el alimentador, debido a cambios de rutas por construcción de nuevas calles, nuevos servicios, etc., como resultado se mantendrá actualizada la red evitándose así con esta supervisión el peligro de accidentes graves por regresos de líneas conectadas en anillo, o algún regreso por el lado de B.T, de un transformador y que ésta energice la zona que quedó sin potencial en A.T. (regresos por secundarios de B.T.).

Ahora bien, cuando se presenta una falla, la reparación tendrá que efectuarse tan pronto como se adquiera su necesidad. Generalmente resulta más económico, un alto grado de mantenimiento que un mantenimiento mediocre, consiguiéndose

en el primero, un incremento de la vida útil del material; aún cuando aparentemente no haya necesidad de reparaciones de útil importancia al efectuar la inspección en el terreno y a su vez reparar el equipo, a fin de prevenir disturbios y asegurar un buen servicio.

6. SEGUIMIENTO PARA LA ATENCION DE UNA FALLA EN EL SISTEMA.

El procedimiento que se sigue, cuando se presenta una falla en la línea es como se muestra en la Fig. 4.

Haciendo una breve explicación de la Fig. 4, tenemos lo siguiente: Cuando se presenta una falla en la línea (independientemente del tipo de falla), puede suceder que esta falla cause problemas en forma directa al usuario, si esto llega a suceder, se notifica al departamento de quejas, donde el departamento la selecciona y la manda atender con la cuadrilla respectiva, una vez seleccionada se reporta nuevamente al departamento de quejas, en el cual se notifica si está la línea puesta ya en servicio o aún no; es decir, que debe existir una intercomunicación entre ambos. El paso siguiente consiste en identificar el lugar de la falla para proceder a repararla. Si ya fué reparada se notifica al departamento de quejas de lo realizado; si sucede lo contrario y la falla persiste, se le comunica a Operación Ciudad el cual manda atender con una cuadrilla. Cuando la falla no puede ser resuelta por la cuadrilla antes mencionada, se da aviso al departamento de L.A. o C.S., para lo cual se realizará un programa de trabajo de reparación, seguido de su ejecución y así terminar con este trabajo.

Si la falla en la línea no causa problema al usuario - - (porque operan las protecciones), se reporta trabajo terminado

y de ahí a Operación Ciudad, y así sucesivamente como se mencionó anteriormente. Ahora bien, cuando hay falla en la línea y ocasiona falla en la S.E., si esto sucede, se reporta con Operación Ciudad y de ahí se manda atender avisando a la cuadrilla y dando razón de lo que pasa al departamento de L.A. o C.S., después se programa el trabajo, se ejecuta y se da por terminado. En el caso de que no exista falla en la S.E., se avisa a Operación Ciudad y al departamento de L.A. o C.S. y dándose por terminado el trabajo.

FIG. 4. SEGUIMIENTO PARA LA ATENCION DE UNA FALLA

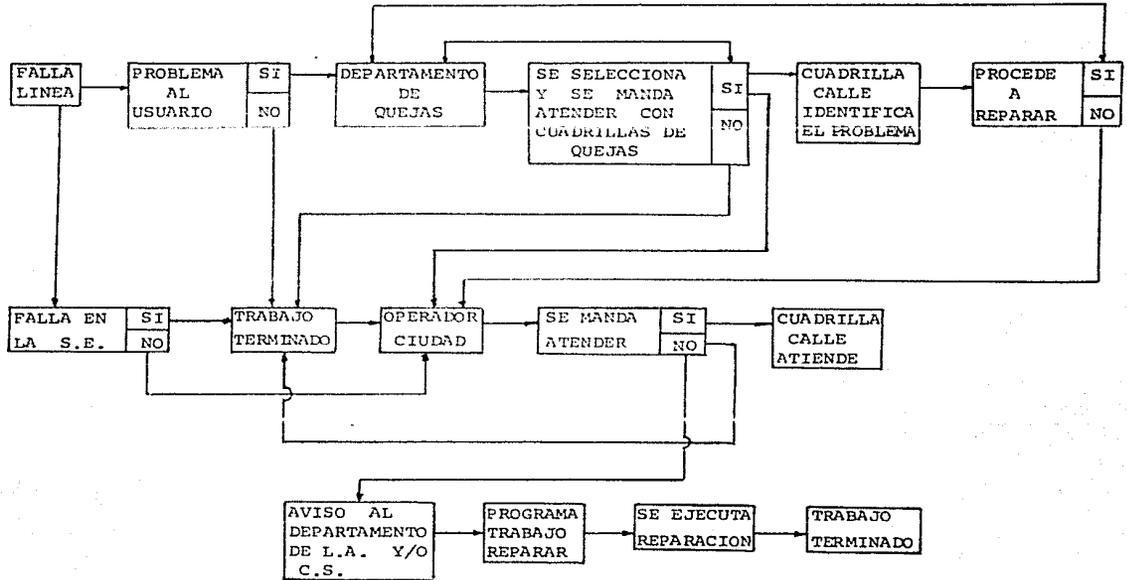
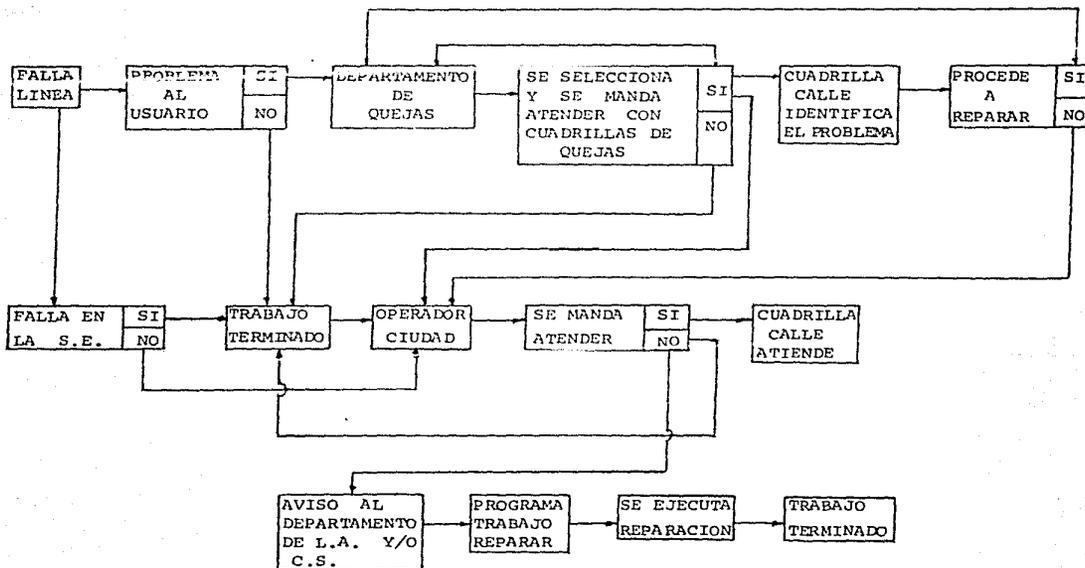


FIG. 4. SEGUIMIENTO PARA LA ATENCION DE UNA FALLA



CAPITULO II

TIPOS DE MANTENIMIENTO.

1. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO ELECTRICO.

La tecnología actual permite tener un equipo confiable y de larga duración. Desafortunadamente cuando el equipo se pone en servicio, comienza un proceso de deterioración. Si el proceso continúa sin ser considerado, a la larga habrá interrupciones en el suministro de la energía eléctrica. Estas interrupciones como no está programadas, son costosas y causan pérdidas en la producción, reducción en las utilidades, daño a las propiedades, reparaciones más costosas al equipo dañado y son además un peligro para la seguridad del personal.

La carencia de un mantenimiento afecta la confiabilidad de los equipos. Estudios efectuados en 1980 por la IEEE, han encontrado que el mantenimiento inadecuado es una causa significativa de las fallas en equipo eléctrico en plantas industriales. Alrededor del 16.4% de todas las fallas, fueron -- atribuídas a un mantenimiento inadecuado. Ver Tabla 1. Datos tomados también de la IEEE en septiembre de 1981, muestra que de 10,000 casos de falla estudiados en un sistema de control y protección de una compañía eléctrica de Estados Unidos, 25 % de ellos, pudieron ser evitados totalmente por un --

programa de mantenimiento eléctrico preventivo (MEP) y pruebas. Del otro 75 % una porción del 10 % corresponde a fallas en equipos durante su operación y que no era posible saber con anterioridad que fallarían, sino hasta ese momento. El 65 % restante, pudo haberse detectado a través del diagnóstico de pruebas e inspección.

TABLA 1.

LEVANTAMIENTO REALIZADO DE FALLAS DE EQUIPO ELECTRICO
COMITE DE CONFIABILIDAD DEL IEEE EN PLANTAS INDUSTRIALES

TRANSFORMADORES	INTERRUPTORES	ARRANCADORES DE MOTORES	MOTORES	GENERADORES	CUCHILLAS DESCONECTADORAS	TABLERO CON BARRAS AISLADAS	TABLERO CON BARRAS DESNUDAS	BUS DUCTO	LINEA AEREA	CABLE DE FUERZA	EMPALMES	TERMINALES DE CABLE	TITULO O CATEGORIA
N°	N°	N°	N°	N°	N°	N°	N°	N°	N°	N°	N°	N°	RESPONSABILIDAD DE LA FALLA ATRIBUIDA A:
39	23	18	15	19	29	5	9	26	0	16	0	0	1. Fabricante Componente defectuoso
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2. Transporte al sitio, mal manejo
2	4	51	9	0	6	45	4	16	2	8	0	18	3. Ingeniería de Aplicación. Aplicación impropia
3	3	0	1	3	4	10	17	5	9	14	50	30	4. Instalación inadecuada y pruebas antes de puesta en servicio
11	23	8	17	19	13	35	22	16	30	10	18	22	5. Mantenimiento inadecuado
9	6	3	4	3	40	0	0	0	2	3	0	0	6. Procedimientos inadecuados de operación.
2	5	0	0	0	1	0	22	5	5	4	5	0	7. Causa externa al equipo. Personal
4	1	0	1	6	0	0	17	0	21	0	2	8	8. Causa externa. Otros
30	46	19	53	48	8	5	9	32	31	38	25	14	9. Otras causas

2. TIPOS DE MANTENIMIENTO.

a). Mantenimiento correctivo. Es el que se efectúa cuando las fallas han ocurrido. Las actividades que se desarrollan en este tipo de mantenimiento son: reparación y reemplazo.

La reconstrucción es el mantenimiento de rehabilitación total de las propiedades físicas al término de su vida útil. Este mantenimiento se debe justificar técnica y económicamente, lo cual es frecuente en aquellos casos que es difícil la adquisición del reemplazo.

b). Mantenimiento preventivo. Detección de posibles fallas y su corrección antes del tiempo en que se habría presentado, o bien se encuentren en su fase inicial. En el mantenimiento preventivo las actividades son desarrolladas en el momento oportuno con base a un programa establecido.

Dentro de este tipo de mantenimiento se pueden incluir algunos tipos considerados en otras clasificaciones, tales como:

b₁). Mantenimiento rutinario. Es la actividad de servicio dentro del mantenimiento. También puede considerarse como la parte del mantenimiento preventivo dentro de un sistema correctivo.

b₂). Mantenimiento predictivo. Es en el cual, mediante la inspección, estadísticas y análisis de ingeniería, se establecen previamente el tiempo y condiciones en que se presentarían las fallas. Es un concepto teórico.

De acuerdo con la I.E.E.E., el mantenimiento eléctrico preventivo es un sistema de actividades planeadas, tales como inspección, pruebas, limpieza, secado, vigilancia o monitoreo, ajustes, modificaciones correctivas y reparaciones menores, de equipo eléctrico, para minimizar o anticipar futuros problemas de operación o fallas en el equipo.

Los procedimientos del mantenimiento eléctrico preventivo deben desarrollarse para completar cuatro funciones básicas, esto es mantener los equipos:

- . Limpios
- . Secos
- . Contactos apretados
- . Reducir la fricción.

Un programa de mantenimiento eléctrico preventivo ciertamente no eliminará todas las fallas, pero minimizará su ocurrencia. Alguno de los elementos clave en establecer un programa son:

Biblioteca de servicio del equipo. Consiste en manuales, diagramas esquemáticos, lista de partes y reportes de falla. Un complemento es contar con un diagrama unifilar actualizado.

Esta información debe tener en esencia los circuitos de distribución primarios, los tableros, las cuchillas, etc.

Documentación de fallas. Cada falla debe ser completamente investigada y la causa determinada y documentada.

Seguridad. Siempre trabajar en parejas y no solo.

Procedimientos operacionales. Detallar los pasos apropiados para librar los circuitos y el equipo, también contar con materiales y precauciones seguras, son requerimientos básicos. Incluidos en estos procedimientos:

- . Lista de personal autorizado para operar interruptores y toda clase de equipo eléctrico de la S.E.

- . Lista de verificación para operaciones de switcheo.

- . Equipo de seguridad. Tales como guantes, de alta tensión, mangas o chaquetas protectoras de arco, cascos, etc.

- . Cartelones de aviso y el uso de procedimientos de cerradura.

- . Otros.

Sistema de expedientes de los equipos.

Inventario de materiales y refacciones.

Adecuada ingeniería. Requieren siempre las instalaciones estar bajo la supervisión de un perito responsable.

Equipo de prueba. Meggers, garrochas, multimetros, etc.

Para complementar lo anterior, Ver Tabla 2 y 3.

TABLA 2 .

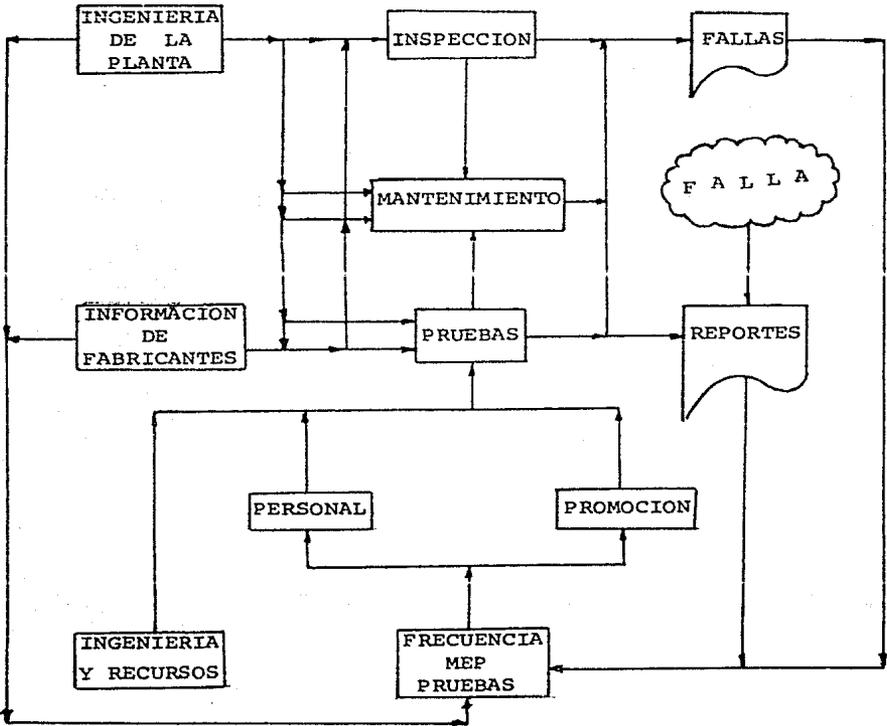
LEVANTAMIENTO REALIZADO

FUENTE: COMITE DE CONFIABILIDAD DEL IESE

TRANSFORMADORES	INTERRUPTORES	ARMARIOS	MOTORES	GENERADORES	CUCHILLAS	TABLEROS BARRAS AISLADAS	TABLEROS BARRAS DESNUDAS	BUS DUCTO	LINES AREA	CABLE DE FUERZA	EMPALMES	TIERNALES DE CABLE	TITULO O CATEGORIA
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	TIEMPO TRANSCURRIDO DES- DE EL ULTIMO MANTENIMIEN- TO AL OCURRIR LA FALLA (MESES)
34	18	67	22	58	8	10	35	25	1	11	18	12	1. Menos de 12 meses
38	60	17	57	42	5	35	30	45	8	13	20	12	2. De 12 a 24 meses
22	5	16	19	0	21	55	13	10	81	10	2	36	3. Más de 24 meses
5	16	0	2	0	66	0	22	20	9	66	60	40	4. No hubo mantenimiento preventivo
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	PARTE DAÑADA EN LA FALLA
68	0	5	50	7	0	0	0	15	0	5	0	0	1. Aislamiento Devanado
13	2	0	0	0	1	5	8	10	1	0	0	12	2. Aislamiento Rushing
3	19	10	3	0	13	90	71	65	6	84	91	75	3. Aislamiento. Otras
0	1	0	29	2	0	0	0	0	0	3	0	0	4. Mecánica. Cojinete
0	11	16	3	7	9	0	0	0	0	0	0	0	5. Mecánica. Otras partes móviles
3	6	13	3	10	8	5	0	0	3	1	0	0	6. Otras eléctricas. Dispositivos Auxiliares
1	28	2	0	1	1	0	0	0	3	1	0	0	7. Otras eléctricas. Dispositivos de Protección
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8. Cambiador sin carga
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9. Cambiador bajo carga
1	6	2	1	4	30	0	0	0	4	1	0	4	10. Mecánicas. Otras
3	26	52	11	69	38	0	21	10	84	6	9	10	11. Otras

TABLA 3 .

FLUJOGRAMA DE MANTENIMIENTO ELECTRICO PREVENTIVO (MEP) .



INGENIERIA
Y RECURSOS

IMPLEMENTACION

REPORTES
Y RECORDS

3. PLANEACION DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO

La planeación permite analizar las actividades que van a estar sujetas a una cédula, la cantidad y calidad de mano de obra necesaria, los materiales y refacciones por emplearse, el equipo y tiempo necesarios para el trabajo que se pretende desarrollar.

La programación del trabajo de mantenimiento tiene como finalidad:

- . Establecer fechas de inicio y terminación de un trabajo.
- . Definir la secuencia que van a seguir las actividades por realizarse.
- . Conocer la intervención de mano de obra.
- . Establecer el suministro a tiempo de los materiales.

El mantenimiento es una parte crítica y altamente reductible, en el buen desempeño y desarrollo de las actividades de cualquier empresa, por eso se debe llevar un buen control del mismo para obtener los mejores beneficios.

El programa de mantenimiento debe responsabilizarse, de conservar las instalaciones en buenas condiciones de operación, en forma eficiente y de tal manera que se pretende un mínimo de interferencias con los servicios. Debe tender además a asegurar que las situaciones de emergencia se minimicen.

La actividad de mantenimiento ocasionará costos, pero éstos resultarán menores comparados con los beneficios que reductúa al llevar un buen control sobre los trabajos desarrollados y los materiales requeridos en el desarrollo de la actividad.

Lo anterior se observa en las Tablas 4 y 5.

TABLA 4 .

ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO

T R A B A J O

1. ANALISIS

1.1 Detección de la falla

- Inspección
- Estadística
- Operación
- Experiencia

1.2 Planeación

- Enumerar actividades
- Ordenar actividades
- Herramientas
- Equipo

1.3 Estimación de mano de obra

- Especialidad (número de obreros)
- Tiempo
 - . Análisis de ingeniería (estimación)
 - . Experiencia
 - . Estadística
 - . Estándard
 - . Medición directa
 - . Análisis de tiempos y movimientos

1.4 Estimación de materiales

- Inventarios
- Compras

2. CLASIFICACION (ORDENES DE TRABAJO)

2.1 Carga de trabajo

- Normal
 - . Correspondencia biunívoca con un grupo de trabajo
- Cruzada (participación de varios grupos de trabajo)
 - . Menor
 - . Permanente (mantenimiento rutinario)
 - . Tiempo muerto

2.2 Avance

- Abierto
- En espera
 - . Mano de obra
 - . Materiales
 - . Paro
- Rezagadas
- Por entregar

3. PROGRAMACION

3.1 Prioridad

3.2 Disponibilidad de :

- Mano de obra
- Equipo
- Materiales

TABLA 5 .

ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO

MANO DE OBRA

1. REGISTRO DE TIEMPO
 - Por trabajador
 - Por trabajo (actividad)
 - Por bien físico (equipo, instalación, edificio).
2. AJUSTES
 - Interior
 - Redistribución del personal
 - Autorización de tiempo extra
 - Contratación temporal
 - Contratación por obra
 - Aumento de personal
 - Reducción de personal
 - Externa

ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO

MATERIALES Y EQUIPO

1. EXISTENCIA
 - Equipo
 - Herramientas
 - Materiales de consumo
 - Refacciones
 - Reutilización
2. PERIODICIDAD DE USO
3. PROVEEDORES
4. SUBSTITUCION Y/O EQUIVALENCIAS
5. JERARQUIZACION
6. INVENTARIO
 - Existencia media
 - Punto de reposición
 - Tamaño de lote
 - Reserva

Ahora mostraremos algunas de las formas para reportes del mantenimiento que llevan a cabo Líneas Aéreas, Cables Subterráneos y Operación Ciudad. Con el fin de saber más o menos lo que se hace en cada una de ellas.

OPERACION CIUDAD

REDISTRIBUCION DE CARGAS ENTRE ALIMENTADORES

SECTOR _____

INCISO	MOVIMIENTOS O MANIOBRAS
ALIMENTADOR QUE SE DESCARGA	
ALIMENTADOR QUE ABSORBE LA CARGA	
% DE CARGA REDISTRIBUIDA	
FECHA	

OPERADOR .

DEPARTAMENTO DE OPERACION DE REDES
DE DISTRIBUCION

LICENCIAS

HOJA _____

FECHA _____

SECTOR _____

N O M B R E	ALIMENTADOR D E E Q U I P O	SUBESTACION	CLAVE ALIMENTADOR	HORARIO AUTORIZADO		CONCEDIDA A	HORARIO EN LICENCIAS		TIEMPO FUERA	%	MATERIAL	FALLA	CAUSA	TRABAJO COORDENADAS	EJECUTADO, Y NOTAS
				DE	A		ENTRADA	DE VUELTA							

ABREVIATURAS:
 C PROGRAMADA CON INTERRUPCION
 I PROGRAMADA SIN INTERRUPCION
 E DE EMERGENCIA
 O LINEA EN OBSERVACION

OPERADOR _____

OPERACION DE REDES DE DISTRIBUCION
EXTRACTO DEL RELATORIO

ALIMENTADORES SOBRECARGADOS

HOJA N°.

FECHA:

SUBESTACION	ALIMENTADORES	CARGA	H O R A S		O B S E R V A C I O N E S
		AMPERES	DE	A	

OP. NORTE

OP. ORIENTE

OP. C.B. NORTE

OP. CENTRO

OP. SUR

OP. PONIENTE

OP. C.B. SUR

OPERACION CIUDAD

ALIMENTADOR	SUBESTACION	CLASIFICACION	CARGA MAXIMA	AJUSTE PROT.
DATOS DE EQUIPO				
INTERRUPTOR				
T. C.				
REACTORES				
REG. VOLTAJE				
VOLTAJE				
AJUSTE COMP. RESIST			REACT.	
REGIMEN CONTROL A MANO				
CABLE ALIM. SALIDA		CON MUFA TERMINAL POSTE.		
SECCION LINEA AEREA SALIDA				
OBSERVACIONES				

DATOS DEL ALIMENTADOR DURANTE SU CONSTRUCCION.

(1a. Parte)

DEPARTAMENTO	ENTREGADO		OPERADOR		NOTAS
	NOMBRE	FECHA	NOMBRE	FECHA	
LINEAS FORANEOS CABLES MEMO D.C.					
CONSTRUCCION S.E.'s.					

(2a. Parte)

DEPARTAMENTO	OPERADOR QUE AVISA		RECIBI AVISO		NOTAS
	NOMBRE	FECHA	NOMBRE	FECHA	
MANTENIMIENTO RECORDATORIO					
LABORATORIO RECORDATORIO					
Op. S.E.'s RECORDATORIO					

INFORME DE EQUIPO DE MEDICION DAÑADO

No. _____

INFORME DEL DEPTO. OPERACION CIUDAD
 OPERACION SISTEMA

BT 6KV 20KV

EQUIPO

Negociación: _____
 Nombre: _____
 Dirección: _____

Directo: _____
 Año: 19____
 Mes: _____
 Día: _____
 Hora: _____

Alimentador: _____ R. E.: _____
 Parámetros en el servicio: SI No. _____
 K = TC _____ / 5A.; TP _____ / _____ V.
 Medidores: KVAhR No. _____
 KWh No. _____
 Dem. Máx. No. _____ Lectura roja _____

Observaciones: _____

Fecha _____ JEFE DEL DEPARTAMENTO _____

INFORME DEL DEPTO. DE CONEXIONES Y MEDIDORES

Fecha original de instalación: Año 19____ Mes: _____ Duración: años _____ Meses _____

DEFECTO

Transfs.	Fabricante	Tipo	DEFECTO ENCONTRADO
Corriente			
"			
"			
Potencial			
"			
"			

Otro defecto encontrado: _____
 Causa probable del daño: _____
 Observaciones: _____

REPUESTO

K = _____ Reconectado: _____
 Transf. Corriente: _____ / 5A. Fabricante: _____ Tipo: _____ Año: 19____
 Potencial: _____ / V. " " " " Mes: " " "
 Medidores: KVAhR No. _____ " " " " Día: _____
 KWh No. _____ " " " " Hora: _____
 Dem. Máx. No. _____ O. T. No. _____

Fecha _____ SUPT. GRAL. DE CONEXIONES Y MEDIDORES _____

Orig. Supte. Gral. Conexiones y Medidores.
 cc. " " " " " " y para reportada a Director Técnico.
 cc. Jefe de Cuentas Especiales.
 cc. Jefe Departamento de Inspección.
 cc. Jefe Operadores de Sistema.

COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO S.A.
CABLES SUBTERRANEOS
INSTRUCTIVO PARA LA REVISION GENERAL DE S.E. Y BOVEDAS EN EL SISTEMA

" SECCION OPERACION "

REG. FRACCIONAMIENTO Y UNIDAD HABITACIONAL Y SERVICIOS DE _____ K.V.
 DIRECCION _____ S.E. No. _____
 BOVEDA SUBESTACION TIPO _____ PLANO No. _____
 CON AVISO AL OPERADOR DE CABLES SR. _____ HR. _____

REVISION EXTERIOR

ANOTE LA NOMENCLATURA EN ALTA TENSION _____
 INDIQUE EN QUE CONDICIONES SE ENCUENTRA LA PINTURA DE LA NOMENCLATURA BUENA MALA
 REVISAR EN QUE CONDICIONES SE ENCUENTRAN LAS PUERTAS, REJILLAS, TAPAS, ESCALERA (CANDADO, BISAGRAS, VENTILAS, MARCOS, TRAVESAJOS ETC _____

ASEO (INDICAR SI ES NECESARIO DESHERRAR, RETIRAR ESCOMBRO ETC) _____

REVISION INTERIOR

NOMENCLATURA INTERIOR _____
 TRANSFORMACION _____
 CABLES DE ALTA TENSION _____
 CABLES DE BAJA TENSION _____
 INDIQUE EN QUE CONDICIONES SE ENCUENTRA LA PINTURA DE LA NOMENCLATURA BUENA MALA
 INSTALACION ELECTRICA EXISTE SI NO CORRECTA INDIRECTA
 SISTEMA DE TIERRA (INDIQUE SI ES CORRECTO) SI NO
 ASEO (INDICAR SI ES NECESARIO) SI NO

DATOS DEL EQUIPO

MARCA _____ CAPACIDAD _____ No. DE SERIE _____
 TIPO DE TRANSFORMADOR _____ ESTACION _____ PARTE _____ DISEÑO _____ DISEÑO _____ OTROS _____
 RELACION DE VOLTAJE PRIMARIO _____ SECUNDARIO _____
 TAP DE DERIVACIONES TIPO INTERIOR _____ EXTERIOR _____ No. DE TAP _____

TIPO DE DISTRIBUCION DE BAJA TENSION

CUBIERTO ABIERTO BLINDADO FASES SEPARADAS
 CAJA DE SVIAS INDIQUE OTRO TIPO _____
 INDIQUE CONDICIONES DEL EQUIPO Y ACCESORIOS (FUNDAS, FUSIBLES, ABRAZADERAS _____

PRUEBAS

BC	CAL.	FASE A AMP.	FASE B AMP.	FASE C AMP.
TOTAL				

	CAL.	A	B	C
CARGA EN MONOFASICOS				
TOTAL				
VOLTS	ENTRE FASES			
	FASE-NEUTRO			

REVISO SR. _____ FECHA _____

COMPañA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO S.A. (2)
CABLES SUBTERRANEOS

INSTRUCTIVO PARA REVISION A CAJAS CS-4-500 (X) Y BUS CS-3,4,400 (A)
" SECCION OPERACION "

SISTEMA, FRACCIONAMIENTO O UNIDAD HABITACIONAL _____ DE _____ K.V.
 DIRECCION _____ ESO. _____ CAJA No. _____
 X A OPERACION DEFINITIVA PLANO No. _____
 CON AVISO AL OPERADOR DE CABLES SR. _____ HR. _____

EFFECTUAR LO SIGUIENTE

ANTES DE DESTAPAR LA CAJA, LOS OPERARIOS DEBERAN SACARSE DE LAS BOLSAS DE LA CAMISOLA LOS OBJETOS METALICOS.

REVISION EXTERIOR.

TIPO DE TAPA P-84 P-35 CONCRETO P-84-R
 CONDICIONES DE LA TAPA BUENA MALA
 CONDICIONES DEL MARCO A NIVEL DESNIVELADO
 ASAS CORRECTAS FALTAN 1 2
 PROFUNDIDAD DE LAS CAJAS NORMAL BAJA ALTA
 ASEO GENERAL SE DESAGUO SE ASEO

NOTA: REVISE SI ESTA ATERRIZADA CORRECTAMENTE LA CAJA, COMPRUEBE QUE NO ESTE ENERGIZADA ESTA, SI LO ESTA SUSPENDA EL TRABAJO, Y REPORTE.

REVISION INTERIOR
REVISION DE LA TAPA.

PINTURA EXTERIOR E INTERIOR DE LA TAPA BUENA SE PINTO
 NOMENCLATURA DE LA TAPA BUENA SE PINTO SE CAMBIO
 NOMENCLATURA DE OPERACION DEFINITIVA BUENA SE PINTO SE CAMBIO

REVISION DE LA CAJA

PINTURA EN MUFAS BUENA SE PINTO SE CAMBIARON
 PINTURA ROJA (ORIENTACION NORTE) BUENA SE PINTO
 PINTURA AMARILLA (REGRESO 23000) BUENA SE PINTO NO TIENE NO EXISTE
 SEPARADORES BUENOS SE CAMBIARON FALTAN
 TAPA DE TORNILLO DE TIERRA BUENA SE PINTO SE CAMBIO
 CONECTORES CENTRALES (CORONA) BUENA SE ENCINTO SE LIJO
 CONECTORES LATERALES (CLEMAS) BUENOS SE CAMBIARON
 CONECTORES DE UNION (CONTACTO) BUENOS SE CAMBIARON
 PINTURA FONDO CARCAZA (PINTURA ANTICORROSION NEGRA) BUENA SE PINTO
 FUNDAS Y ABRAZADERAS BUENOS SE CAMBIARON CUANTAS
 PROBAR REGRESO VIA NORTE _____ VIA SUR _____ VIA OTE. _____ VIA PTE. _____
 CHECAR FASEO CORRECTO _____ 6000 VIA _____ 23000 VIA _____

OBSERVACIONES _____

CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.

CABLES SUBTERRANEOS SECTOR _____

Mantenimiento de cajas de 4 vías tipo Pedestal (2) P-4-400

PLANO: _____

Z Nº: _____

Fracc. d. Unidad Habitacional: _____

Dirección: _____

Ubicación: _____

OPERACION

Normal Provisional

EXTERIOR

Pintura de la tapa: Buena _____ Se pintó _____
Nomenclatura en la tapa: Buena _____ Se pintó _____ No tenía _____
Tornillos de la tapa: Buenos _____ Se engrasaron _____ Se cambiaron _____
Cuerdas: Buenas _____ Se engrasaron _____ Se machuelearon _____ Programar arreglo _____
Pintura interior de la tapa: Buena _____ Se pintó _____
Tornillos que aprietan la base de la caja: Buenos _____ Oxidados _____ Se engrasaron _____ Programar cambio _____

INTERIOR

Separadores: Buenos _____ Se repusieron _____ Se remocharon _____
Contactos fijos: Buenos _____ Se lijaron _____ Se ajustaron _____ Se apretaron _____
Contactos móviles: Buenos _____ Se lijaron _____
Cartuchos portafusibles: Buenos _____ Se lijaron _____ Se cambiaron _____
Fusibles del RT: Buenos _____ Se repusieron fundidos _____ Se cambiarán quemados _____
Monofásicos del RT: Correctos _____ Se apretaron _____ Se cambió tornillo _____
Monofásicos de BC's: Correctos _____ Se apretaron _____ Se cambió tornillo _____
Barra de tierra: Se apretó _____ Se cambió tornillo(s) _____
PROBAR REGRESO DE BC's ABIERTOS.
Nomenclatura de BC's: Correcta _____ Se pintó a los BC's _____ Se colocaron placas de hule a BC's _____
Nomenclatura de monofásicos de RT: Correcta _____ Se pintó _____ Se colocaron placas de hule _____
Nomenclatura de las vías (Norte, Sur, Oriente y Poniente): Correcta _____ Se pintó _____
COMPROBAR CON EL PLANO QUE LOS MONOFASICOS SALGAN POR LA VIA CORRESPONDIENTE: Correcto _____ Se modifica _____
OBSERVACIONES _____

Nombre del jefe de la cuadrilla _____ Fecha _____

COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO S.A.
CABLES SUBTERRANEOS

①

PRUEBA DE NITROGENO A PRESION DE 5Lb/Pulg², MUESTREO DE ACEITE Y REVISION GENERAL EN BOVEDAS Y SUBESTACIONES

SISTEMA _____ DE _____ KV.
 ALIMENTADOR _____ NOMENCLATURA _____
 BOVEDA SUBESTACION TIPO _____

DIRECCION _____
 CON AVISO AL OPERADOR DE CABLES SR. _____ HR _____

TRANSFORMADOR

MARCA _____ TIPO _____
 CAPACIDAD _____ KVA SERIE _____
 PRUEBA CON NITROGENO BUENA MALA
 NIVEL DE ACEITE CORRECTO BAJO
 SE MUESTREO ACEITE SI NO
 RIGIDEZ DIELECTRICA KV _____
 DEFECTOS _____

CAMARA DE ALTA TENSION

PRUEBA CON NITROGENO BUENA MALA
 NIVEL DE ACEITE CORRECTO BAJO
 SE MUESTREO ACEITE SI NO
 RIGIDEZ DIELECTRICA KV _____
 DEFECTOS _____

CAMARA DE BAJA TENSION

PRUEBA CON NITROGENO BUENA MALA
 DEFECTOS _____

DESCONECTOR

PRUEBA CON NITROGENO BUENA MALA
 NIVEL DE ACEITE CORRECTO BAJO
 SE MUESTREO ACEITE SI NO
 RIGIDEZ DIELECTRICA KV _____
 DEFECTOS _____

CAJA DE 6 VIAS B.T. CS - 6 - 800

PRUEBA CON NITROGENO BUENA MALA
 PRUEBA CON NITROGENO BUENA MALA
 PRUEBA CON NITROGENO BUENA MALA
 DEFECTOS _____

PROTECTOR

MARCA _____ TIPO _____
 CAPACIDAD _____ AMP. SERIE _____
 PRUEBA CON NITROGENO BUENA MALA
 DEFECTOS _____

TIPO DE BUS DE BAJA TENSION

CUBIERTO 6 VIAS 8 VIAS ABIERTO BLINDADO FASES SEPARADAS
 ANOTE LOS DEFECTOS ENCONTRADOS _____

INDIQUE EN FORMA CLARA Y DETALLADA ALGUN OTRO DEFECTO: Falta de tierras, nomenclatura, rejilla, fapas, escalera, candado, filtraciones, acomodo de cables etc. _____

REVISO SR. _____ FECHA _____

COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO S.A.
CABLES SUBTERRANEOS_____

PRUEBA MENSUAL Y REVISION GENERAL DE LOS INTERRUPTORES
DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA

"SECCION TALLER"

NOMBRE DEL SERVICIO_____

DIRECCION_____

CON AVISO AL OPERADOR DE CABLES SR._____ HR._____

REVISAR Y LLENAR LO SIGUIENTE :

INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA 23 K.V. 5 K.V. S.T.

NOMENCLATURA _____
PREFERENTE _____ EMERGENTE _____ SERVICIO _____

DATOS DEL EQUIPO : MARCA _____ TIPO _____ No. SERIE _____

ACEITE (LTS.) _____ CAPACIDAD _____

D A T O S D E L A R E V I S I O N

a).- CONDICIONES GENERALES DE LA S.E. (Puertas, Candados, Instalacion Electrico,
, Aseo General, etc.) _____

b).- PINTURA EXTERIOR DEL GABINETE _____

c).- CONDICIONES GENERALES DEL EQUIPO (Señalización, Nivel de Aceite, Iluminación
Interior, Fugas de Aceite, etc.) _____

d).- Existen Fusibles de Repuesto para el Control _____ Cuantos _____ Capacidad _____

e).- Se Muestreo el Aceite _____ K.V. de Ruptura _____

f).- LECTURA ANTERIOR _____ LECTURA ANTERIOR _____
PREFERENTE _____ EMERGENTE _____

PRUEBA DE TRANSFERENCIA CORRECTA INCORRECTA

LECTURA ACTUAL _____ LECTURA ACTUAL _____
PREFERENTE _____ EMERGENTE _____

OBSERVACIONES _____

REVISO SR. _____ FECHA _____

COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO S.A.
CABLES SUBTERRANEOS
INSTRUCTIVO PARA PRUEBA CON NITROGENO A PRESION DE 5 Lb./Pulg.²
PARA PORTAFUSIBLES
"SECCION TALLER"

SISTEMA _____

S.E. _____ ALIMENTADOR _____

DIRECCION _____

LOCALIZADOS EN BOVEDA POZO DE VISITA

CON AVISO AL OPERADOR DE CABLES SR. _____ HR. _____

LADO _____ RC _____ RC _____ MARCA _____ SERIE _____	LADO _____ RC _____ RC _____ MARCA _____ SERIE _____
--	--

		D A T O S D E L A R E V I S I O N					
		FASE A	FASE B	FASE C	FASE A	FASE B	FASE C
NIVEL DE ACEITE	CORRECTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CORRECTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	BAJO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BAJO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SE MUESTRO ACEITE	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PRUEBA CON NITROGENO	CORRECTA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CORRECTA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	MALA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MALA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SE RELLENO DE ACEITE	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES NECESARIO HACER LIMPIEZA Y REVISION INT.	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ES NECESARIO RASPARLO EXTERIORMENTE	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RGIDEZ DIELECTRICA EN KW		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RGIDEZ DIELECTRICA EN KW	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

INDIQUE EN FORMA CLARA Y DETALLADA ALGUN OTRO DEFECTO: nomenclatura, rejillas, tapas, escalera, falta de fierros, candado, filtraciones, reposadera, acomodo de cables etc.

REVISO SR. _____ FECHA _____

COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO S.A.
CABLES SUBTERRANEOS
INSTRUCTIVO PARA PRUEBA CON NITROGENO A PRESION DE 5 Lb./Pulg.²
Y REVISION GENERAL DE INTERRUPTORES Y CAJAS DE A.T.
"SECCION TALLER"

SISTEMA _____ DE _____ K.V.

SE. _____ ALIMENTADOR _____

DIRECCION _____

CON AVISO AL OPERADOR DE CABLES SR. _____ HR. _____

INTERRUPTOR CAJA NO. _____ MARCA _____

TIPO _____ No. DE SERIE _____ AMPERES _____

NOMENCLATURA CABLE _____ CABLE _____ CABLE _____ CABLE _____
(VISTO DE FRENTE EL INTERRUPTOR O CAJA) IZQUIERDO CENTRO DERECHO IZQUIERDO CENTRO DERECHO

NIVEL DE ACEITE: CORRECTO RE PLENADO SI CANTIDAD REQUERIDA
 INCORRECTO CON ACEITE NO APROXIMADAMENTE _____ LT.

PRUEBA CON NITROGENO: BUENA MALA FUGAS LOCALIZADAS, EN DONDE _____

SE MUESTRO ACEITE: SI NO KV DE RUPTURA _____ TRANSPARENCIA _____

DATOS COMPLEMENTARIOS

I - EN EL TANQUE:

a. ESTA CONECTADO A TIERRA EL TANQUE?	_____	_____
b. ES NECESARIO RASPARLO Y REPINTARLO EXTERIORMENTE?	_____	_____
c. ESTAN INDICADOS LOS NUMEROS DE LOS CABLES SOBRE EL TANQUE?	_____	_____
d. TIENE VALVULA PARA MUESTRO DE ACEITE?	_____	_____
e. ESTAN COMPLETOS LOS TORNILLOS DE LA TAPA?	_____	_____
f. ESTAN EN BUEN ESTADO DICHS TORNILLOS?	_____	_____
g. CUANTOS TORNILLOS TIENE LA TAPA? DE QUE MEDIDA?	_____	_____
h. HAY ALGUNA PURA VISIBLE DE ACEITE?	_____	_____
i. ESTAN COMPLETOS LOS PASADORES DE LAS PALANCAS?	_____	_____
j. ESTAN BIEN ASEGURADAS LAS PALANCAS DEL INTERRUPTOR?	_____	_____
k. DUEDO PUESTO EL TAPON MACHO DESPUES DE OBTENER LA MUESTRA?	_____	_____
l. TIENE SOPORTES ESTE EQUIPO?	_____	_____
m. TIENE NUMERO LA CAJA? CUAL ES?	_____	_____
n. INDIQUE EN FORMA CLARA Y DETALLADA ALGUN OTRO DEFECTO:	_____	_____

II - EN LAS MUFAS:

a. PRESENTAN BRISTAS LAS SOLDADURAS DE LOS CABLES? CUALES?	_____	_____
b. ESTAN NUMERADOS CON PLACAS LOS CABLES?	_____	_____
c. ESTAN CONECTADOS A TIERRA O AL PLOMO LOS CABLES?	_____	_____
d. TIENEN FUGAS DE ACEITE LOS CABLES? CUALES?	_____	_____

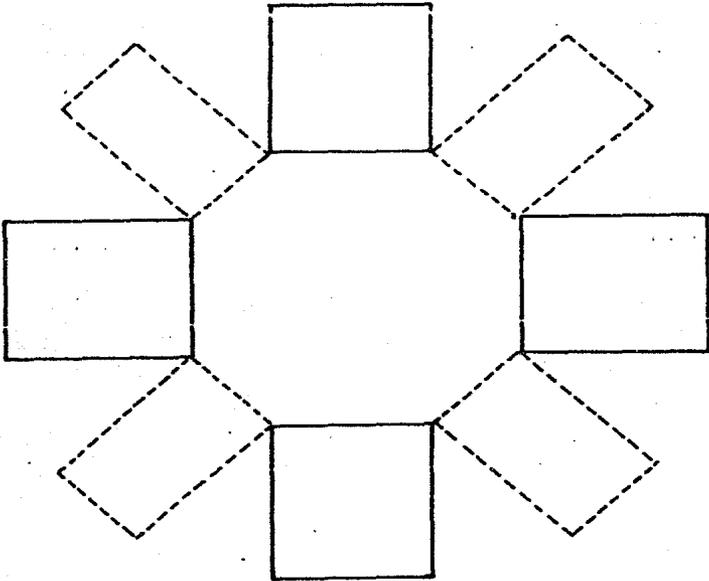
III - EN EL POZO DE VISITA:

a. TIENE ESCALERA EL POZO?	_____	_____
b. TIENE ALGUN DEFECTO LA ESCALERA? CUAL?	_____	_____
c. ESTA COMPLETA Y EN BUEN ESTADO LA TAPA DEL POZO?	_____	_____
d. INDIQUE EN FORMA CLARA Y DETALLADA ALGUN OTRO DEFECTO VISIBLE (EJEMPLO FILTRACIONES, FALTA DE REPOSADERAS, FALTA DE MENDULAS Y PORCELANAS ETC.).	_____	_____

REVISO SR. _____ FECHA _____

LEVANTAMIENTO DE UN POZO DE VISITA

- 1.. POZO NUMERO _____
- 2.. TIPO DE POZO _____
- 3.. DIRECCION _____
- 4.. ALIMENTADORES _____
- 5.. RED _____
- 6.. S. E. _____

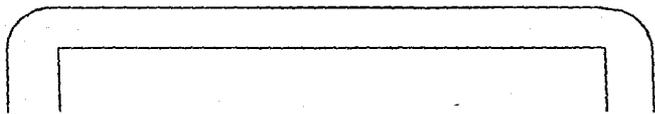
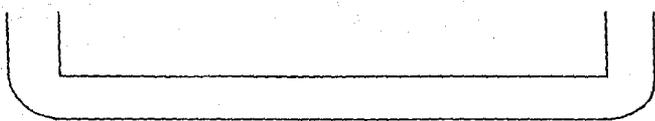
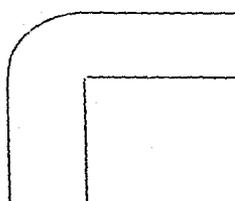
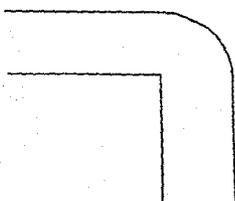
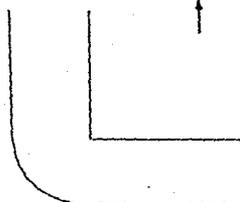


FECHA _____

TRABAJO EJECUTADO POR: _____

LOCALIZACION DE PEZOS Y BOV.

CIA. DE LUZ Y FUERZA
CABLES SIBT. BOLIVAR
MANTENIMIENTO PREV.

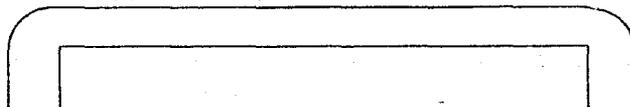


HECHO POR: _____
FECHA: _____

SUPERVISU: _____
FECHA: _____

LOCALIZACION DE POZOS Y BUV.

CIA. DE LUZ Y FUERZA
CABLES SIST. BOLIVAR
MANTENIMIENTO PREV.



HECHO POR: _____
FECHA: _____

SUPERVISADO: _____
FECHA: _____

CAPITULO III

MANTENIMIENTO ESPECIFICO A UN SISTEMA DE DISTRIBUCION

1. LINEA AEREA.

Para realizar este tipo de mantenimiento, se deben observar los siguientes puntos:

- 1- Plano unifilar de la línea, mostrando lugares donde se puede librar la línea, cuchillas y colocación de las tierras de protección.
- 2- Seguimiento del alimentador.
- 3- Localización de la falla o zona(s) de falla.
- 4- Lista de trabajo a ejecutar.
- 5- Lista de materiales.
- 6- Anotar zona(s) de falla(s) en el plano.

Como se observa, estos puntos muestran los pasos a seguir para que este tipo de mantenimiento resulte lo más eficiente posible.

Cuando se lleva a cabo este mantenimiento, es importante mostrar en una hoja de trabajo los factores que intervienen, a continuación se propone la siguiente, y con un ejemplo de un poste roto al cual se le tiene que dar mantenimiento.

TRABAJO DE MANTENIMIENTO			
PUNTO	TIPO DE FALLA	CANTIDAD Y TIPO DE MATERIALES	NOTAS
1	Poste roto de la base	1 POSTE DE CONCRETO CR-12 1 CRUCETA 63 3 AISLADORES 3 ALFILERES 634 1 BASTIDOR 84 1 DADO 65 2 ABRAZADERAS U-5 2 ABRAZADERAS BB-6 3 KG. ALAMBRE ALD No. 4	Poste de concreto chocado con línea de A.T., B.T. y A.P. Dirección : José Morán y Parque Lira, Col. Garza. NUM. QUEJA 27000

Ahora con lo que respecta a líneas aéreas, los puntos importantes a revisar, son :

- . Condición de la línea A.T., B.T., ajumbrado público, teléfonos, etc.
- . Condiciones de la postería.
- . Condiciones de los aisladores y alfileres.
- . Condición de los apartarayos.
- . Condición de los conectores (mecánicos o de compresión).
- . Fusibles de la capacidad adecuada.
- . Conexión a tierra.
- . Limpieza de la línea (objetos sobre la línea).
- . Línea cerca de construcciones y/o fallas.
- . Postes en el arroyo o en zonas de posibles choques, o golpes por vehículos.

2. SISTEMA POR CABLE SUBTERRANEO.

Un análisis efectuado en los sistemas de distribución actuales, muestran que el uso de detectores de falla automáticos, situados a intervalos regulares a todo lo largo de los mismos, brinda la solución más económica para la localización y detección de fallas.

Dichos detectores deben tener las siguientes características:

- a). Capacidad para detectar fallas transmisorias antes que los fusibles de más alta velocidad.
- b). Proporcionar lectura definida.
- c). Detectar sobrecargas y restablecer el servicio cuando pase la anomalía.
- d). Proporcionar un registro de fallas después de que la línea haya sido desenergizada.
- e). Resistente a la corrosión.

En la práctica los indicadores de falla de redes de distribución subterráneo, como el utilizado en áreas residenciales, anillo con operación radial, abierto en su centro y previsto de un medio de seccionalización. Fig. 5.

Observando el diagrama. Si la falla se ha presentado entre T4 y T5, y que el switch 2 de T7 está normalmente abierto.

Si no se tuvieran indicadores de falla, se haría lo siguiente:

- 1). Inspección visual de cada transformador.

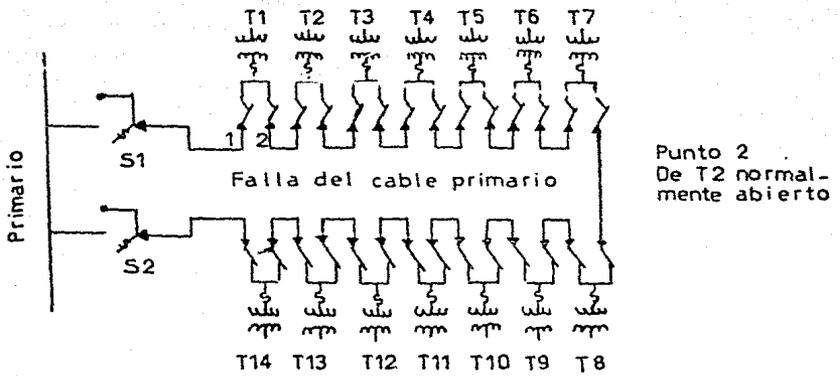
- 2). Verificar que en ningún tramo del cable haya daño mecánico.
- 3). Seccionar en tres etapas con operación de switcheo.
- 4). Seccionar el sistema por medio de aperturas y recierres o por bisección, partiendo del swl de T4.
- 5). Verificación de la falla antes de cualquier seccionalización.
- 6). Posible aumento a siete etapas de seccionalización.
- 7). Localización de tramo de falla.
- 8). Localización de falla.

Suponiendo que en cada transformador o punto de switcheo tuviéramos un indicador de fallas, las operaciones a efectuar serían:

- 1- Inspeccionar indicadores de falla.
- 2- Establecer la localización del tramo de falla.
- 3- Localización de la falla.

Contemplando la segunda opción, tiene una ventaja principal que incluye inversiones financieras relativamente reducidas sobre el equipo, puesto que solamente son necesarios indicadores de falla para equiparar a las cuadrillas.

Se debe tener cuidado de que exista una coordinación entre el indicador de falla, con los fusibles o dispositivos de operación.



Sistema de distribución típico.

Fig. 5

3. SUGERENCIAS SOBRE PUESTAS A TIERRA.

Los postes con estructura metálica de las líneas de alta tensión, deberán estar en buena comunicación con tierra.

En las líneas con postes de madera, no es obligatoria la conexión a tierra de herrajes y armaduras.

La conexión a tierra se hará mediante conductores de hierro galvanizado de 100 mm^2 de sección transversal como mínimo. Estos conductores conectados por medio de piezas de empalme a electrodos metálicos colocados verticalmente y enterrados 0.8 m. alcanzándose, donde sea posible, la zona húmeda permanente del terreno. No deben utilizarse electrodos sumergidos libremente en el agua; es decir, sin estar perfectamente enterrados.

Cuando las condiciones naturales del terreno no sean favorables para lograr una baja resistencia en la toma de tierra, se hará un tratamiento químico del terreno.

Por la importancia que ofrece desde el punto de vista seguridad, toda instalación de toma de tierra deberá ser comprobada en el momento de su instalación y revisada cada seis años en la época en que el terreno esté más seco.

Se llevará un control sobre los resultados de la primera medición y las sucesivas, así como las modificaciones que se hayan efectuado.

La resistencia de paso a tierra de los electrodos, obteni

das por medición directa, no será en ningún caso superior a 20 y en baja tensión de 10 a 15 Ω .

Tres elementos que forman las tomas de tierra son:

- a). Resistencia propia del terreno.
- b). Resistencia de paso de la toma al terreno.
- c). Resistencia a la propagación de la corriente.

Esta última resistencia es la más importante, ya que no se ha establecido una conformidad sobre el comportamiento del terreno en la propagación de las ondas de choque. Se ha llegado a pesar de todo, a una conclusión: de que existen tierras inductivas y tierras capacitivas. Las primeras tienen una resistencia menor con corrientes de baja frecuencia y en las segundas, la resistencia adherente disminuye cuando aumenta la frecuencia, por eso son apropiadas para la descarga de rayos.

Para determinar si un terreno tiene carácter capacitivo o inductivo, hay que efectuar la medición de su valor por medio de corrientes con frecuencia distinta.

Respecto a la conductibilidad de las tierras, las mejores son las capas porosas situadas en otras capas de agua. Por el contrario, las aguas corrientes subterráneas, dan lugar a resistencias elevadas porque lavan el terreno.

Cuando se efectúa el estudio de una línea, conviene reconocer el terreno para apreciar si las tomas de tierra tendrán un valor aceptable. Los terrenos de piedra son los peores como toma de tierra, porque no absorben agua y su resistencia es

de 70 K Ω /m. Los mejores son los formados por arcillas y morgas, cuya resistencia oscila entre 14 y 50 Ω /m.

El conductor que une el electrodo con el apoyo, debe ser lo más corto posible y de trazado recto para evitar la inducción.

CAPITULO IV

RUTA CRITICA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Practicamente cualquier empresa en la que pueda laborar un ingeniero, se enfrenta con el problema de planear, organizar y controlar proyectos a gran escala y que, generalmente, se realizan una sola vez. El éxito del proyecto depende de muchos factores, uno de los cuales es la información que se puede obtener de las actividades que lo componen. Esta información permite responder a algunas preguntas como son:

- a). ¿Cuándo se terminará el proyecto?
- b). ¿Cuáles son las actividades que más influyen en la terminación del proyecto?
- c). ¿Cuándo se puede comenzar lo más temprano posible, y terminar, también lo más temprano posible, las actividades del proyecto?
- d). ¿Cuál es el último tiempo en el que se pueden comenzar y terminar las actividades, sin que se retrase el proyecto?
- e). ¿Cuánto tiempo se puede retrasar una actividad sin retrasar todo el proyecto?

Estas preguntas se pueden responder utilizando el método de la ruta crítica.

El método permite determinar si una actividad del proyecto es crítica; es decir, si una demora en su comienzo causará una demora en la fecha de terminación del proyecto. Si la activi-

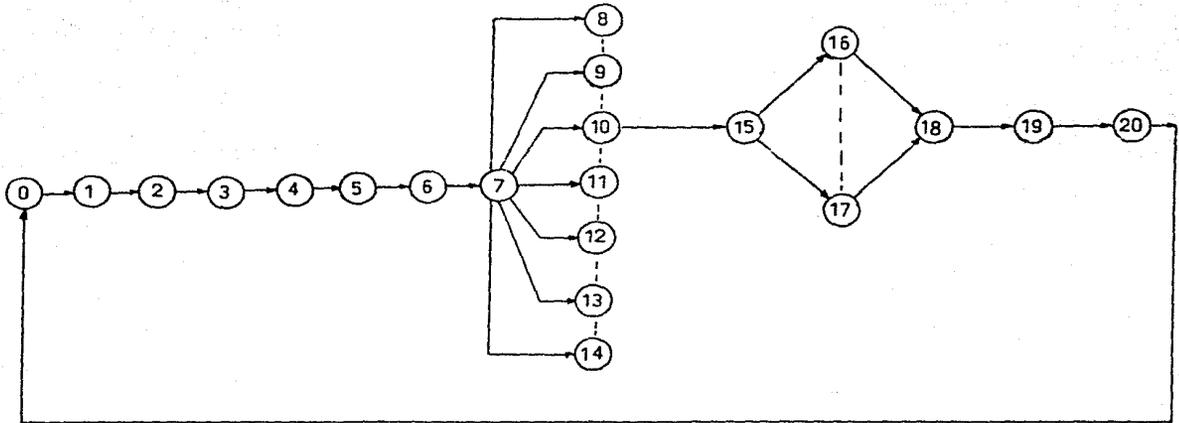
dad no es crítica, tendrá un tiempo de holgura, es decir, se puede demorar.

La ruta crítica es una cadena de actividades críticas que conecta al nodo inicial con el nodo final, en la red que representa el proyecto.

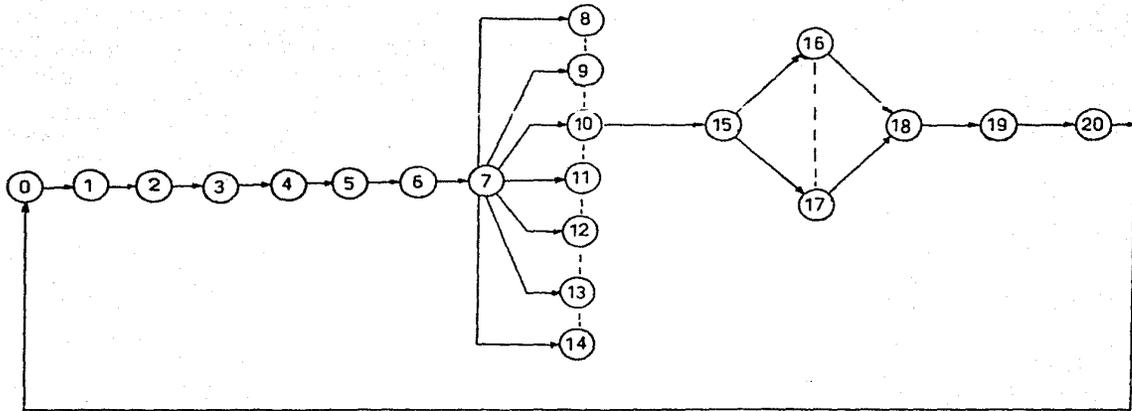
RUTA CRITICA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	SECUENCIA
INICIO		1
1	Estudio a la zona a dar mantenimiento	2
2	Selección del alimentador a dar mantenimiento	3
3	Estudio del comportamiento del alimentador y detección de zonas de falla	4
4	Elaboración de croquis de zona o zonas a visar	5
5	Seleccionar personal para la revisión en el terreno	6
6	Revisión en el terreno y toma de datos de falla que se encuentren	7
7	Estudio de datos del terreno en el gabinete	8,9,10,11 12,13,14
8	Selección zona o zonas susceptibles de mantenimiento	10
9	Cantidad de trabajo a ejecutar	10
10	Tipo de trabajo a ejecutar (licencia o con línea viva)	15

11	Lista de materiales a usar	10
12	Lista de personal	10
13	Lista de herramientas y vehículos	10
14	Solicitud de permisos al departamento de operación redes y distribución y aviso a clientes	10
15	Plan de trabajo(s) a ejecutar con el personal (capacitación)	16, 17
16	Ejecución de trabajos en el terreno sin licencia	18
17	Ejecución de trabajos en el terreno con licencia	18
18	Devolución del trabajo con o sin licencia a operaciones redes de distribución	19
19	Imprevistos	20
20	Supervisión del ingeniero (de todo el trabajo)	FINAL



RUTA CRITICA DE UN MANTENIMIENTO A UN SISTEMA DE DISTRIBUCION.



RUTA CRITICA DE UN MANTENIMIENTO A UN SISTEMA DE DISTRIBUCION.

Se mostró la aplicación de la lista de actividades, la construcción de secuencias, la construcción de la red de actividades y la numeración de los nodos de la red, el mantenimiento de un sistema de distribución. Pero falta mencionar, la determinación de la duración de las actividades, el cálculo del tiempo de comienzo más próximo, el cálculo del tiempo de terminación más lejano, el cálculo de la holgura total y libre, y calcular la ruta crítica, esto no se hará debido a que no es el objetivo específico de este capítulo, además de que sería complicado tanto como un procedimiento largo.

En este método general, se ve que al aplicar los tiempos y las holguras, variará según se trate de un alimentador largo, corto, de alta densidad de carga, industrial aéreo o subterráneo, etc., como se muestra este método general, engloba como punto crítico la planeación que deberá hacerse del mantenimiento en la sección de estudios, donde se clasifican los factores antes anotados; una buena planeación del trabajo dará excelentes resultados en el campo con un mínimo de tiempo, indispensable porque al darle mantenimiento a un alimentador, se tendrá básicamente que hacerlo con línea muerta (desenergizada).

CAPITULO V

APLICACION DE LA RUTA CRITICA A UN ALIMENTADOR AEREO Y A UN ALIMENTADOR SUBTERRANEO.

Estudiemos las dos listas de actividades siguientes:

Lista de actividades a un alimentador aéreo.

0. Inicio.
1. Estudio a la zona a dar mantenimiento.
2. Selección del alimentador a dar mantenimiento.
3. Estudio del comportamiento del alimentador y detección de zonas de falla.
4. Elaboración de croquis de zona o zonas a revisar.
5. Seleccionar personal para la revisión del terreno.
6. Revisión de datos en el terreno.

Transportarse a zona de revisión. Recorrer alimentador buscando defectos tales como ramas y objetos sobre línea, aisladores rotos, condición de los conductores y postes, apartarayos, transformadores, porta fusibles, conectores, etc.

7. Estudio de datos del terreno en el gabinete.
8. Selección zona o zonas susceptibles de mantenimiento.
9. Cantidad de trabajo a ejecutar.
10. Tipo de trabajo a ejecutar (licencia o con línea viva).

11. Lista de materiales a usar.
12. Lista de personal.
13. Lista de herramientas y vehículos.
14. Solicitud de permisos al departamento de operación redes de distribución y aviso a clientes.
15. Plan de trabajo(s) a ejecutar con el personal (capacitación).
16. Ejecución de trabajo(s) en el terreno sin licencia.
17. Tomar licencia, probar línea, aterrizar y proteger zona de licencia.
18. Repartir personal, zona de trabajo.
19. Proceder a trabajar en el mantenimiento.
20. Supervisión del ingeniero.
21. Final.

Lista de actividades de un alimentador subterráneo.

0. Inicio.
1. Estudio a la zona a dar mantenimiento.
2. Selección del alimentador a dar mantenimiento.
3. Estudio del comportamiento del alimentador y detección de zonas de falla.
4. Elaboración de croquis de zona o zonas a revisar.
5. Seleccionar personal para la revisión en el terreno.
6. Revisión de datos en el terreno, que son:
 - 6a). Revisión pozo
 - 6b). Condiciones ambientales
 - 6c). Limpieza e iluminación
 - 6d). Revisión ocular del equipo eléctrico
 - 6e). Programar de acuerdo al inciso 6d) anterior.
 - 6f). Licencias para revisar equipo con aparatos de prueba.
 - 6g). Lista equipo a reparar
 - 6h). Lista materiales y equipos a usar.
7. Estudio de datos del terreno en el gabinete
8. Selección zona o zonas susceptibles de mantenimiento
9. Cantidad de trabajo a ejecutar
10. Tipo de trabajo a ejecutar (licencia o con línea viva).
11. Lista de materiales a usar.
12. Lista de personal
13. Lista de herramientas y vehículos

14. Solicitud de permisos al departamento de operaciones redes de distribución y aviso a clientes.
15. Plan de trabajo(s) a ejecutar con el personal (capacitación).
16. Ejecución de trabajo(s) en el terreno sin licencia
17. Tomar licencia, probar línea, aterrizar y proteger zona de licencia.
18. Repartir personal, zona de trabajo.
19. Proceder a trabajar en el mantenimiento
20. Supervisión del ingeniero
21. Final.

Podemos observar que la lista de actividades tanto para lí
nea aérea como para cable subterráneo, son iguales. Pero la di
ferencia se encuentra en la actividad 6, la cual nos hace notar
lo diferente del trabajo; es decir, un trabajo es para línea
aérea y el otro para cable subterráneo. De aquí podemos partir
para la ruta crítica correspondiente, sin olvidar que la impor-
tancia de la ruta crítica es la planeación del mantenimiento.

De donde partimos a obtener una organización y control del
mantenimiento, mostrando esto como objetivo principal de este
capítulo.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES.

1. NUMERO DE ALIMENTADORES AEREOS Y SUBTERRANEOS EN LA CIUDAD DE MEXICO.

Dentro de las características del sistema de distribución, el total de instalaciones de distribución en operación hasta agosto de 1985, y agrupados por nivel de voltaje son los siguientes:

Sistema aéreo.

308 Alimentadores de 23 KV, 6,693.42 Km.

182 Alimentadores de 6 KV, 3,587.09 Km.

26,309 Transformadores tipo poste, 2,356.09 MVA.

Estas instalaciones conforman la red estructurada e interconectada de 23 KV.

Sistema subterráneo.

85 Alimentadores de 23 KV

47 Alimentadores de 6 KV

3662 Transformadores, 1,064 MVA

Estas instalaciones alimentan 6 redes automáticas en B.T. y 1 red radial.

Total usuarios en alta tensión 5,962

Total usuarios en baja tensión 2'871,496.

No se consideran servios en A.T., que dan aproximadamente 5,000 MVA.

2. CONSTITUCION EN SUS DEPARTAMENTOS C.S. Y L.A. DE
C.L.F.C.S.A.

La Ciudad de México, está controlada en :

7 sectores (de acuerdo a operación redes de distribución).

Redes Aéreas.

Norte: Atienden Líneas Aéreas Norte, Líneas Aéreas Pantitlán.

Sur : Atienden Líneas Aéreas Sur y foráneos.

Oriente: Líneas Aéreas Pantitlán, foráneas.

Centro: Líneas Aéreas Norte, Líneas Aéreas Pantitlán y
Líneas Aéreas Sur.

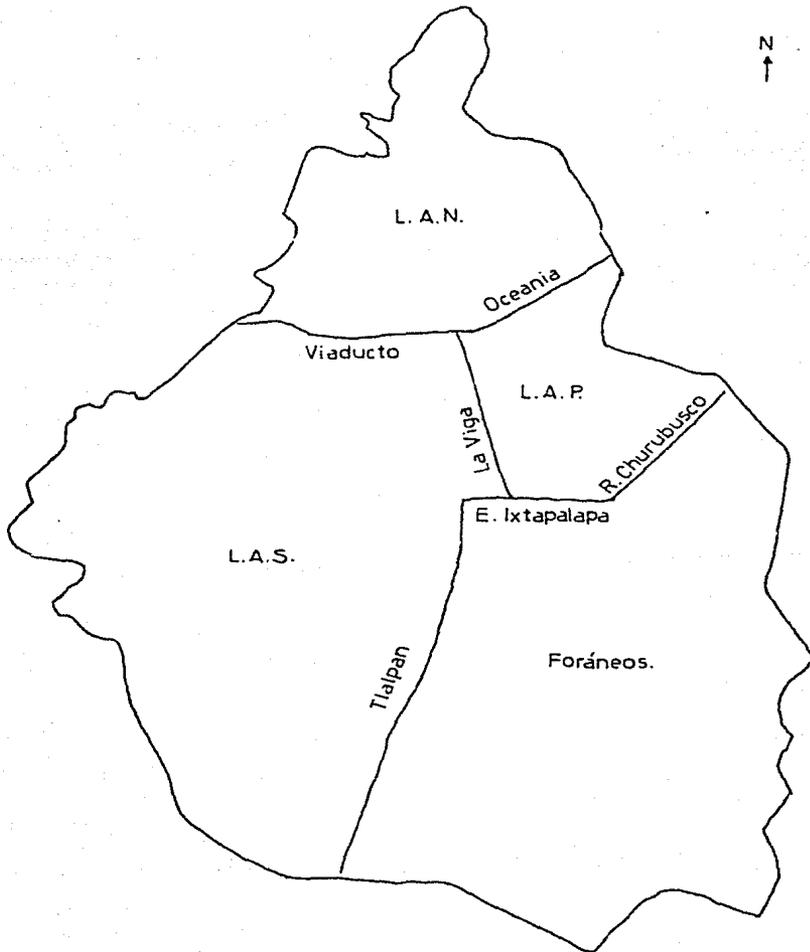
Poniente: Líneas Aéreas Sur, foráneos y Líneas Aéreas Norte.

Para cables Subterráneos.

Norte: Cables Norte y Cables Bolívar

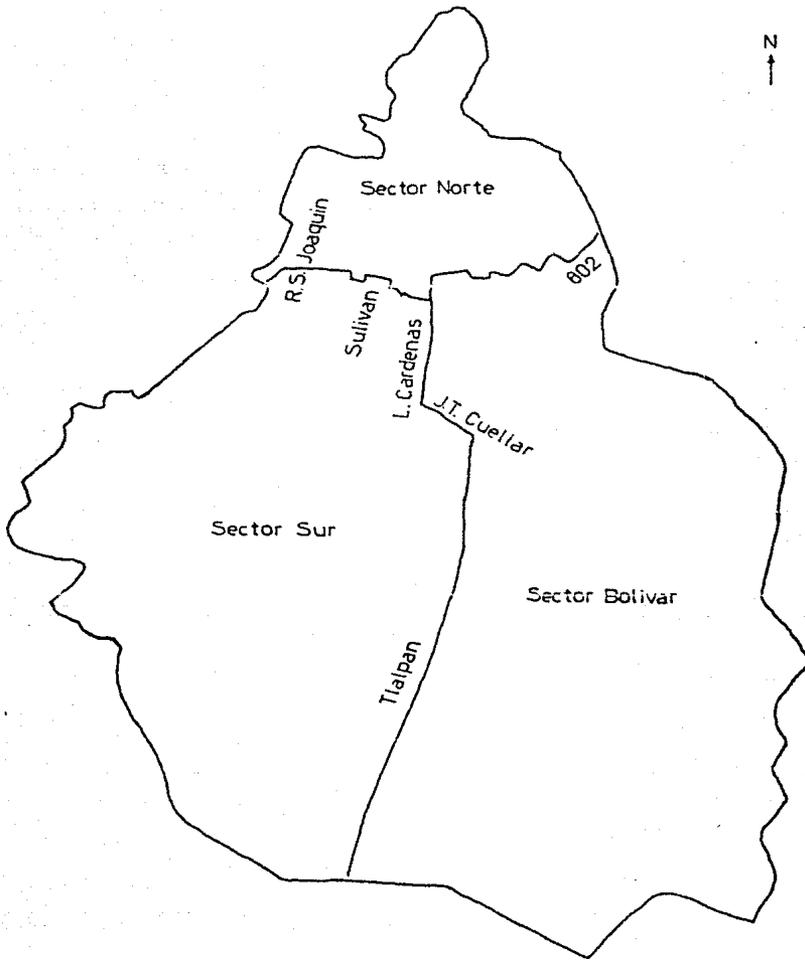
Sur : . Cables Sur.

AREA DE INFLUENCIA DEL DEPARTAMENTO DE LINEAS AEREAS.



DISTRITO FEDERAL.

AREA DE INFLUENCIA DEL DEPARTAMENTO DE CABLES SUBTERRANEOS.



DISTRITO FEDERAL

3. SUGERENCIAS PARA UN MEJOR SISTEMA DE MANTENIMIENTO.

El mantenimiento de cualquier planta industrial, es uno de los principales problemas técnicos y administrativos de la misma. Se trata, en efecto, de aplicar los recursos económicos y humanos justamente necesarios para combatir el natural desgaste que cualquier equipo en operación va sufriendo.

Tarde o temprano la industria cae en la cuenta de que además de tener los recursos necesarios para dar el mantenimiento que podríamos llamar de emergencia, es necesario organizar otros recursos que se anticipen en alguna forma a las fallas del equipo. Estos recursos deben ser de tal magnitud que prevengan, al mínimo costo, los paros de emergencia del equipo.

Existen excelentes estudios que muestran que la frecuencia con que debe darse un mantenimiento preventivo, tiene un valor óptimo de acuerdo con las probabilidades estadísticas de falla de un equipo y el costo de esas fallas. La determinación exacta de esta frecuencia, aunque posible, requiere tal acumulación de datos que en ocasiones resulta difícil de obtener, especialmente en equipos cuyo tiempo de operación respecto del tiempo total disponible, puede ser variable. Estas y otras dificultades hacen que la determinación de esa frecuencia, sea un problema más bien empírico que teórico.

La mayor parte de las empresas se inician con una organización de mantenimiento suficiente para reparar las fallas de

su equipo según se vayan presentando. Cuando este equipo comienza a operar más allá de cierto porcentaje del tiempo total disponible del mismo, esas fallas tienden a constituirse en un verdadero problema, pues el tiempo en repararlas, es tiempo perdido de operación del equipo.

De una manera intuitiva el personal de mantenimiento tiende a operar anticipándose a esas fallas, revisando los equipos durante el porcentaje sobrante de su tiempo total de operación.

En este momento se ha iniciado un programa de mantenimiento preventivo.

Este mantenimiento preventivo, se inicia generalmente preparando un inventario de todos los equipos con los que se cuenta, y una lista para cada uno de ellos de las partes que deben revisarse y en qué tiempo debe hacerse. A continuación se revisan estos equipos en la totalidad de sus partes, en aquellos tiempos libres de su tiempo total de operación.

Un sistema de mantenimiento preventivo debe contener como primer parte, el contenido de los datos técnicos del equipo y sus principales partes, como segundo contenido las partes que deben recibir mantenimiento, cómo y con qué frecuencia, y el tercero es un formulario para llevar un registro del mantenimiento.

Las maniobras de una instalación de conexiones de cierta importancia, se realizará de acuerdo con un programa escrito. Antes de ejecutar una maniobra, debe cerciorarse el responsa-

ble de la conexión del estado de servicio de la instalación. Después de efectuar trabajos en la instalación o en la red, no se reconectará el servicio sin orden por escrito o instrucción verbal del responsable del mantenimiento.

Actuación del personal en las fallas. Las maniobras precipitadas en caso de falla, aumentan el peligro de accidentes y comprometen la seguridad del servicio. Para corregir una falla, debe estar seguro el responsable del servicio, de la causa y extensión de la misma, del estado de las conexiones y de la instalación antes de proceder a ejecutar los trabajos. Es indispensable un solo responsable para la reparación de la(s) falla(s).

Toda su instalación eléctrica, deberá revisarse por la casa o compañía instaladora, por lo menos una vez al año, para resguardar su seguridad de funcionamiento y atender a su conservación.

En fin se deberá en caso necesario, considerar sugerencias y estudios, etc., para realizar lo mejor posible el mantenimiento, y tomando muy en cuenta la seguridad del personal, recordemos que se están manejando altos y bajos voltajes que pueden causar quemaduras grandes, y en algunos casos lesiones permanentes y hasta pueden llegar a accidentes mortales.

Tomando en cuenta un trabajo rítmico, grupos de trabajo, orden y limpieza, un inventario mínimo, comunicación, entrena-

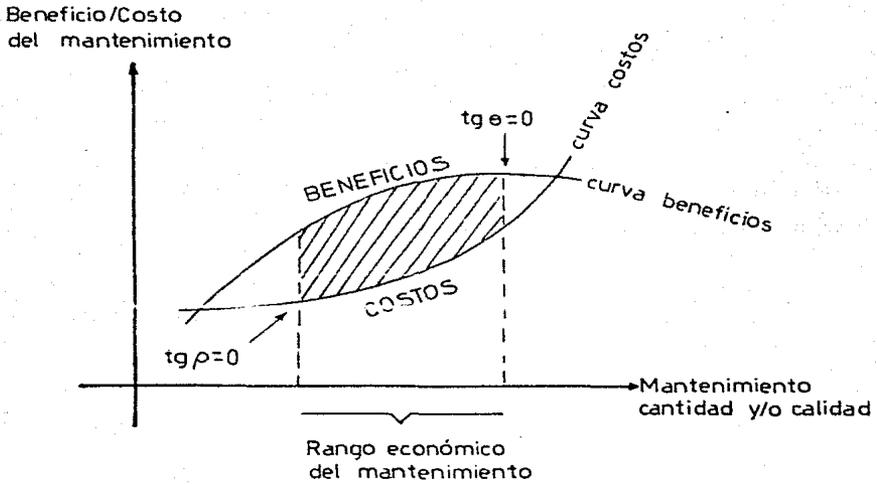
miento en la práctica y una supervisión visual.

ASPECTO ECONOMICO DEL MANTENIMIENTO.

El fin que se persigue al realizar un buen mantenimiento, es el de lograr la máxima vida económica del equipo o sistema al cual se le está suministrando.

Este tipo de enfoque, desde el punto de vista económico, implica que es necesario, ya que trae como consecuencia que se tenga mayor eficiencia, fiabilidad, disponibilidad, seguridad, funcionabilidad, operabilidad y apariencia .

Ahora bien, tomando en consideración, que todo beneficio tiene un costo, y que a su vez un mantenimiento adecuado y bien planeado, mejora por lo tanto la calidad del servicio, se podrá mencionar entonces, que existe una forma en la cual se muestre lo dicho anteriormente, siendo ésta la que se muestra a continuación.



curva costos $tg \rho = 0$ mínimo
 curva beneficios $tg \theta = 0$ máximo

CURVA BENEFICIOS COSTOS DE LA CALIDAD Y DEL MANTENIMIENTO

Como podemos observar, este trazo de curvas nos muestra que la cantidad y/o calidad de mantenimiento que hay que dar, es aquella en que la diferencia entre beneficios y costos sea la máxima. Se debe tener en cuenta que en la práctica es considerable trabajar un poco más arriba, esto es con el fin de tener un rango, que será útil en el caso de que se presenten complicaciones de crisis.

Esto a su vez no es muy fácil de determinar, ya que se deben de cuantificar los beneficios que se obtienen del mantenimiento, como también los problemas o pérdidas por la no realización del mantenimiento; conceptos difícilmente cuantificables, como se puede mencionar: seguridad, fiabilidad, disponibilidad, confianza, prestigio, etc.

Para que el trabajo de mantenimiento sea eficaz, es necesario la realización de control, planeación de trabajo, y distribución correcta de la fuerza humana, lográndose con esto que se reduzcan los costos y tiempo de paro de los equipos de trabajo.

La curva se obtiene tomando los incisos de la a). a la k).
del Capítulo I, punto 1.

4. METODOS MODERNOS. SISTEMA DE TRABAJO POR COMPUTADORA.

Es un hecho que el factor principal para obtener un desarrollo industrial de un país como el nuestro, es la energía eléctrica. Ante la necesidad de distribuir y entregar el servicio de energía eléctrica, al explosivo número de consumidores que existen en nuestros días y que va aumentando rápidamente, obliga a buscar nuevas técnicas y métodos que logren satisfacer dichas demandas.

Por lo tanto, debido a las múltiples aplicaciones de la energía eléctrica, surge la necesidad de una alta continuidad en la entrega del servicio. Por tal razón es importante la conservación de los alimentadores de energía eléctrica que constituyen las redes de distribución.

A manera de ejemplo tenemos el diseño de un sistema de información, que proporcione los elementos necesarios en el desarrollo de un programa de mantenimiento de alimentadores aéreos y subterráneos de energía eléctrica, pertenecientes a la División Centro de la C.F.E., obteniendo con esto disminución de interrupciones y aumento en la continuidad del servicio.

El sistema de información se desarrolla con los siguientes subsistemas:

1. Fallas. Su objetivo es determinar las causas de falla que afectan el comportamiento de los alimentadores, así como la localización de la falla.

2. Prioridades. Su objetivo es proporcionar un índice ordenado de preferencias, el cual manifiesta una congruente secuencia numérica para ejecutar el mantenimiento de cada uno de los alimentadores.

Los problemas inherentes a un sistema de suministro, son el deterioro del equipo, se controla con un adecuado programa de mantenimiento.

La metodología del mantenimiento se plantea para evitar:

1. El mantenimiento tradicional, como son las revisiones oculares sobre el desplazamiento de los alimentadores. Al no determinar la causa de los trabajos relativos al mantenimiento.
2. El sistema tradicional descrito en el inciso anterior, puede fallar al no considerar un índice ordenado de prioridades de las características propias de los alimentadores.
3. Un flujo innecesario de información, al no tener el programa de mantenimiento de alimentadores descentralizados, por los sectores ya establecidos.
4. Tener un simple orden dado por computadora y un conocimiento práctico, al leer los listados de los actuales programas de mantenimiento, ya que los formatos de salida deben ayudar a los departamentos ejecutores, a cumplir dicho programa de mantenimiento al diseñarse como una herramienta en forma gráfica y lógica.

Se puede estimar que el sistema de información con un equipo terminal de pantalla de video en el departamento de operación de redes, logra convertirse en una herramienta capaz de dirigir el mantenimiento de emergencia, cuando un alimentador se encuentra sujeto a disturbios, ya que el operador está en condiciones de tomar una decisión, al observar el comportamiento del alimentador y así dirigir los trabajos de normalización, en forma más acertada y oportuna.

El procesamiento de la información se lleva a cabo utilizando las computadoras.

Los programas son:

1. Programa de fallas.
2. Programa de prioridades.

La primera parte de estos programas, es la creación y actualización del registro. Por el uso y acceso que se tiene a las cintas magnéticas, se creó un registro secuencial, el cual consiste en un conjunto de datos, que en forma consecutiva llevan o conducen, la información de entrada y salida.

Estos registros ofrecen facilidades para imprimir y leer tarjetas, pero normalmente tiene que ser leído o escrito todo el registro. El diagrama del registro se indica en la Figura 6, el cual consiste de varias partes, una de ellas "A", que contiene datos fijos de las características propias de cada alimentador y las partes "B" y "C", que se integran con la

parte variable "E", creada con datos diarios del reporte de disturbios de los alimentadores. En resumen, se tienen los siguientes registros:

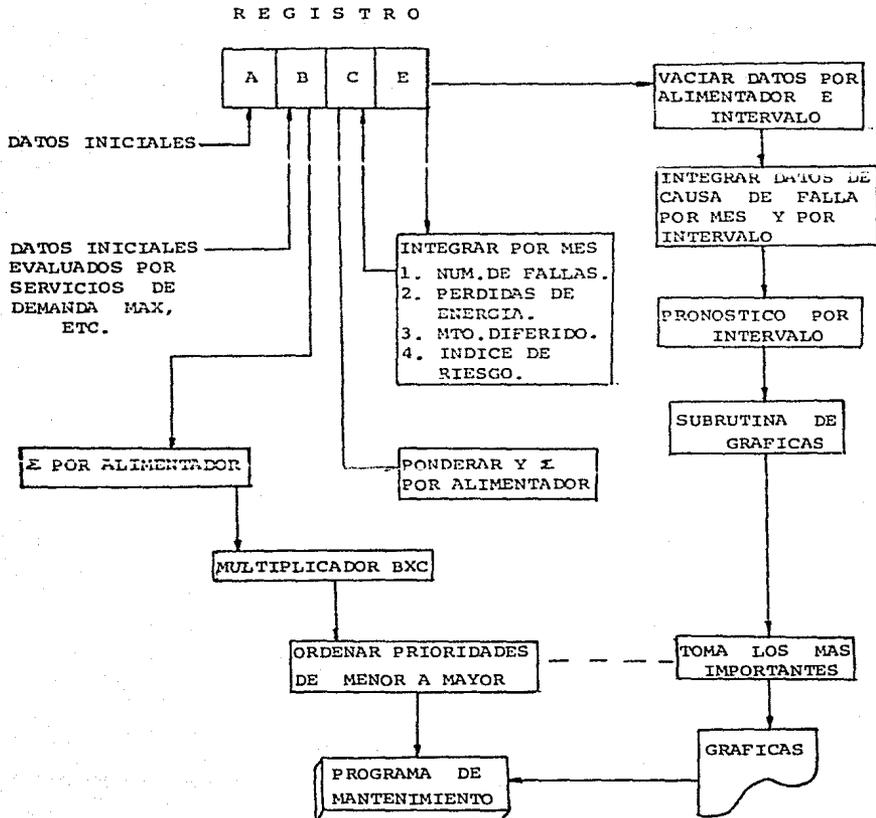
Registro A : Datos fijos por características de cada alimen
tador.

Registro B : Datos actualizados mensualmente por servicios,
pérdidas, etc.

Registro C : Datos de factores de trabajo calculados en el
programa de fallas.

Registro E : Datos diarios del relatorio-disturbios.

FIG. 6 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL BANCO DE DATOS Y PROGRAMA DE COMPUTO Y PROGRAMA DE COMPUTO



En sí, el problema del programa de fallas es cargar o almacenar las causas de falla sobre cada intervalo, de acuerdo a la fecha que sucedió la interrupción. Estas deberán de registrarse y almacenarse de acuerdo a su localización, y a su fecha de interrupción, dentro del intervalo del alimentador segmentado.

Ya teniendo integrada la información por meses e intervalos, se efectúa el pronóstico mensualmente.

Al observar el comportamiento del alimentador por intervalos, se concluye que no se tiene la suficiente información y que ninguno conserva alguna tendencia constante o cíclica con determinadas variaciones, para aplicarle algún tipo de pronóstico.

Entonces, para determinar un pronóstico que ayude principalmente a los departamentos ejecutores para su planeación de recursos, es importante determinar uno, el cual sea basado en un índice de fallas, con la información más reciente, ya que; por ejemplo, el alimentador de la S.E. Contreras CRS-21, sí falló por vientos y objetos extraños, en enero y febrero, seguro que también fallará en marzo, y así hasta que termine la temporada de vientos; pero en julio no va a fallar por estas razones, va a empezar a fallar por lluvia, rayos, ramas, etc., por tal razón es necesario trabajar el pronóstico con índices recientes, para tal efecto, se tomarán los últimos tres meses para pronosticar el cuarto con una curva de regresión, con variaciones irregulares.

Para la evaluación del programa de prioridades se sigue el mismo lineamiento, marcado por la misma metodología.

5. EQUIPO Y MATERIALES DE RESPALDO PARA UN MANTENIMIENTO ADECUADO.

Si al estar realizando un mantenimiento no se cuenta con alguna herramienta o algún material, esto nos obligará a detener el mantenimiento general o parcial, y como consecuencia de esta pérdida de tiempo, incremento en los costos, etc., y por lo cual el equipo y materiales son de gran importancia para un buen mantenimiento. Esto nos obliga a dar antes de salir a dar un trabajo, una revisión de materiales y equipos con los que están en la lista donde se seleccionaron, teniendo la precaución de que sean los adecuados para el trabajo. Ahora tampoco hay que realizar los trabajos in el material y equipos adecuados porque esto, puede ocasionar accidentes o tener un trabajo mal realizado como resultado.

APARIENCIA VS. CALIDAD :

El retrato mental que generalmente uno se forma de la descripción de una herramienta de alta calidad, es la que por lo general también se forman algunos constructores de herramientas y operarios especializados, o sea, que la marca de calidad es la precisión y el acabado; sin embargo, con las herramientas para líneas, la precisión y el acabado son de importancia secundaria.

INSPECCION DE HERRAMIENTAS.

Revise cada herramienta regularmente para comprobar si ha

sido sometida a algún esfuerzo excesivo. Esta clase de daños se manifiesta por partes dobladas o rajadas, remaches y tornillos doblados, señales de que los casquillos han sido removidos de sus posiciones originales y por partes o miembros de madera claramente dañados. También revise las partes metálicas de las herramientas, para verificar que no haya exceso de uso u otro daño visible.

PRECAUCION.

Nunca debe usarse ni permitirse que se use una herramienta que esté claramente dañada; por lo que, en casi todos los casos, es más seguro y económico comprar una nueva herramienta.

6. CAPACITACION.

Capacitar consiste en una actividad planeada y basada en necesidades reales de una empresa y orientada hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y aptitudes del colaborador (o trabajador).

Para que el objetivo general de una empresa se logre con plenitud, es necesaria la capacitación que colabora aportando a la empresa un personal debidamente adiestrado, capacitado y desarrollado, ya que de esa manera, tanto el personal como la empresa, desempeñarán mucho mejor sus funciones. Por lo que la capacitación, pasará a ser una función educativa de la empresa, por lo cual se satisfacen necesidades presentes y se preven necesidades futuras con respecto a la preparación y ha bilidades de los colaboradores.

Formación de manuales de entrenamiento.

Siendo el manual la guía o procedimiento a seguir para todo curso, el instructor encuentra en él una ayuda básica, pues constituye su manual en el trabajo a desarrollar, de ahí la im portancia que existe al señalar el contenido mismo:

- a). Introducción. Parte en donde se localiza la razón por la cual la organización realiza dicho manual.
- b). Recomendaciones al instructor. Cómo debe entender el instructor las partes que integran el manual (nombre,

etapas, temas y anexos correspondientes, señalamiento de las hojas, etc.), además de mencionarle cuales son los propósitos y características del curso, la forma de manejar el manual, al grupo y manera de efectuar el entrenamiento.

- c). Objetivos. Cada parte del temario se divide en un número de unidades de trabajo, mismas que deben expresar un objetivo a alcanzar. Igualmente debe señalarse el objetivo general del curso. Las metas deben expresarse en formas de la conducta que adquiera el estudiante después de realizar el aprendizaje.
- d). Programas. Deberán contener el tema a desarrollar, duración de los mismos, y prácticas por realizar.
- e). Hojas-guías para el instructor. Son ayudas para recordar todos y cada uno de los pasos a desarrollar, al impartir el tema: objetivos del tema, materiales para el adiestramiento, etc.
- f). Estándares. Son los criterios o medidas que permiten decidir si la persona aprendió efectivamente algo.

La C.L.F.C., cuenta con escuelas y cursos de capacitación. Dentro de la escuela de capacitación, se puede mencionar que ahí enseñan a los trabajadores a conocer las herramientas, su buen uso y cuidados, la ropa de protección, trabajos con línea viva y muerta, cambios de postes, aisladores, pruebas a las

mismas, a utilizar aparatos de medición, en fin todo lo relacionado con los trabajos de mantenimiento.

La C.L.F.C., toma en cuenta la capacitación y el adiestramiento, ya que la Ley Federal del Trabajo lo especifica muy claramente en todos los aspectos en su Artículo 153, y sus incisos del a) al x).

B I B L I O G R A F I A

MANUAL TECNICO DE CABLES DE ENERGIA.

Condumex. Julio 1984. McGraw Hill.

ESTACIONES TRANSFORMADORAS Y DE DISTRIBUCION

Zopeti. Ed. Gustavo Gilly.

MANTENIMIENTO A INSTALACIONES

Ing. Jesús Avila E. Div. Educación Continua F.I. UNAM 1985

TEMAS SELECTOS DE MANTENIMIENTO

Ing. Jesús Avila E. Div. Educación Continua F.I. UNAM 1984

MEMORIA IEEE SECCION MEXICO.

Séptima Reunión de Trabajo sobre Sistemas de Distribución y
Transmisión Subterránea en México. Noviembre 1985

REDES ELECTRICAS I y II.

Jacinto Viqueira L. Representaciones y Servicios de Inge-
nería S.A. 1982.