



INSTITUTO TECNOLOGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

INGENIERIA ELECTRICA

REPORTE DE RESIDENCIA

**ACTUALIZACION DEL LIBRO DE OPERACION DE LINEAS DE
SUBTRANSMISION.**

ASESOR

ING. ANGEL GABRIEL BUSTILLOS NUCAMENDI

REVISORES

M. EN C. OSVALDO BRINDIS VELAZQUEZ

ALUMNO

IVAN MARROQUIN LOPEZ

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS, 01 DE JULIO 2016.



Contenido	Página
1. Introducción.....	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Estado del Arte.....	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	5
1.5 Metodología. Diagrama a bloques hardware y software	6
a). Diagrama a bloques hardware.....	6
b). Diagrama a bloques software.	7
2. Fundamento teórico	8
2.1 Líneas de transmisión	8
SISTEMAS DE SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION.....	9
2.2 Fallas en los sistemas de transmisión de energía eléctrica	11
2.3 Programa registrador de falla.....	15
2.4 Flujo de corriente	19
2.5 Cuadro de alarmas.....	22
2.6 Operador.....	23
3. Desarrollo	24
3.1 conocimiento de líneas de subtransmision de zona Tuxtla	24
3.2 Conocimiento de subestaciones alimentadas en zona Tuxtla.....	27
3.3 programas para licencias de líneas semanales en vivo o muerto.....	31
3.4 Actualización de la información de las líneas de subtransmisión.....	36
3.5 Aporte de solución a principales fallas de líneas de subtransmisión.....	36
Propuesta de solución a los aislamientos rotos y corroídos en la línea.	38
4. Resultados y Conclusiones.....	41
Conclusión.....	44
Referencias Bibliográficas.....	45
Anexos	46



1. Introducción

1.1 Antecedentes

Los problemas de la operación de líneas están presentes cuando se trata de un disparo en la línea o desfaseamiento de la misma, una secuencia de maniobras para poder trabajar en la línea viva o muerta, de igual manera para la ubicación de las líneas y el flujo de cada una de ellas, se pretende tener seguridad para cada trabajador de líneas de Subtransmisión y poder saber cómo operarlas en caso de contingencia o emergencia de un disparo por anomalías en la línea.

El problema se presenta cuando no se cuenta con un libro de operación de líneas de Subtransmisión o bien pueda ser con la actualización de este mismo libro, en que no se tiene un procedimiento a seguir con cada línea y la secuencia de maniobras que se tienen que realizar ya sea en línea viva o muerta, y lo más importante que se arriesga la vida de los trabajadores por no tener en cuenta cada una de las protecciones que deban utilizarse.

El tener un libro de operación de líneas de Subtransmisión actualizado permite el mejor manejo de cada línea y sus maniobras que pueden realizarse con ellas, el número de estructuras que cada línea tiene y su kilometraje en extensión y ubicación de cada una, su tipo de estructuras y descripción de cada línea y las subestaciones de cada una de las líneas.

1.2 Estado del Arte

1.- Briceño, J.H. Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 1996. Cuantificación de los parámetros eléctricos de líneas de transmisión aéreas de potencia y los fenómenos electro-magnéticos asociados; Uso de los parámetros eléctricos de las líneas de transmisión aéreas de potencia para modelar el sistema.

2.- IEEE UCSA. La energía generada, ya sea hidroeléctrica o térmicamente, se transporta en grandes bloques a través de las Líneas de Transmisión, el nivel de voltajes de transmisión son generalmente considerados 110 kV y superiores. Voltajes Inferiores como 66 kV y 33 kV generalmente se consideran voltajes de subtransmisión, pero que se utiliza sobre largas líneas con cargas ligeras. Voltajes menos de 33 kV son generalmente utilizados para distribución.

3.- José Luis Bernal Agustín. Su libro es: trabajos y maniobras en alta tensión, Esta obra tiene como objetivo principal mostrar las técnicas y los medios que deben emplearse, con el fin de realizar trabajos en instalaciones eléctricas de forma segura para evitar cualquier posible causa de accidente. Se ha elaborado

para que resulte adecuado tanto para trabajadores que no poseen grandes conocimientos sobre temas eléctricos como para estudiantes o titulados técnicos.

4.- John J. Grainger, Análisis de sistema de potencia. Universidad estatal de carolina del norte. Su libro en la primera edición expone temas como el flujo de potencia, la estabilidad de los sistemas de potencia, y las líneas de transmisión. Así mismo la estimación de estado de sistema de potencia e incorpora los últimos avances en este campo, y el análisis de control del sistema revisa los factores económicos de pérdidas de líneas y factores de penalización.

5.- Luis A. Siegert C. 1989. Libro de Alta Tensión y Sistemas de Transmisión. Dada la importancia que tiene la transmisión de energía para Latinoamérica, se enfatiza el comportamiento reactivo de las líneas de transmisión, su operación y la coordinación del aislamiento, lo que determina la inversión económica. Generación y distribución de la energía eléctrica, sistemas de potencia, pararrayos; líneas de transmisión; máquinas sincrónicas; cortocircuito eléctrico, y otros temas.

6.- Comisión federal de electricidad (CFE). 2016, Actualización de libro de operaciones de líneas de subtransmisión, dada la importancia de las líneas y la seguridad de las que la operan se hace la actualización del libro de operación de líneas incluyendo en él las nuevas modificaciones de cada línea y su manera de operarla por cada liniero sin poner en riesgo su vida y el trabajo que a diario realizan en ellas, y las estructuras especificadas y con sus respectivos nombres.

1.3 Justificación

La aportación del proyecto es, la actualización de libro de operación de líneas de subtransmisión (LST). Y así tener un mejor conocimiento de cada línea que se maneja y su forma de operación, su ubicación geográfica de cada una y los cambios sufridos con el paso de los años, verificación de cada uno de los circuitos y su estado en el que se encuentra cada línea, tener conocimiento de la operación y así evitar manejarlas con desconfianza y sin conocimiento previo de cada una.

Es importante contar con el libro de operación actualizado ya que nos permite prever falla y saber que línea es la que más anomalías presenta a lo largo del año, y de esta manera dar mayor mantenimiento preventivo a la línea y poder evitar un desfaseamiento o salida de la misma o bien sea en un caso crítico, una falla franca de línea lo cual deja pérdidas económicas sumadas en miles de pesos, con el libro se verifica cada línea, su operación y mantenimiento que requiere cada una.

Es prioridad incluir los tipos de torres que se utilizan en cada una de las líneas, esto para tener conocimientos del tipo de torres que cada línea predomina, las nuevas torres que existen en caso de emergencia o contingencia de la naturaleza, como combatir los disparos más recurrentes e innovar alternativas para evitar estos mismos, el tiempo de restablecimiento que tiene la línea en caso de fallo alguno, dependiendo el fallo por el que se propicia nuestro disparo en la línea.



También se aporta al libro, la actualización en cuestión de kilometraje que abarca cada línea, hay líneas que se han hecho más extensas o torres que se han movido de su lugar, por motivo de construcciones nuevas o ya sea para evitar accidentes también por razones de personas que no dejan darle el patrullaje adecuado a cada línea, se incluye la alimentación de cada línea a la subestación y maniobras a realizar en caso de que la línea deja de operar y alimentar a la subestación.

La utilización de un libro de operación brinda lo que es impacto social debido a que permite seguir indicaciones de maniobra u operación que ayudan a solucionar el problema y resguardar de la seguridad de cada trabajador, y de esta manera evitar sufrir accidentes ocasionados por no utilizar los equipos adecuados para realizar las maniobras en cada línea, ya sea energizada o desenergizada, y de igual manera evitarlos en lugares poblados a terceras personas por un descuido de trabajador o por no contar con el libro de operación de líneas.

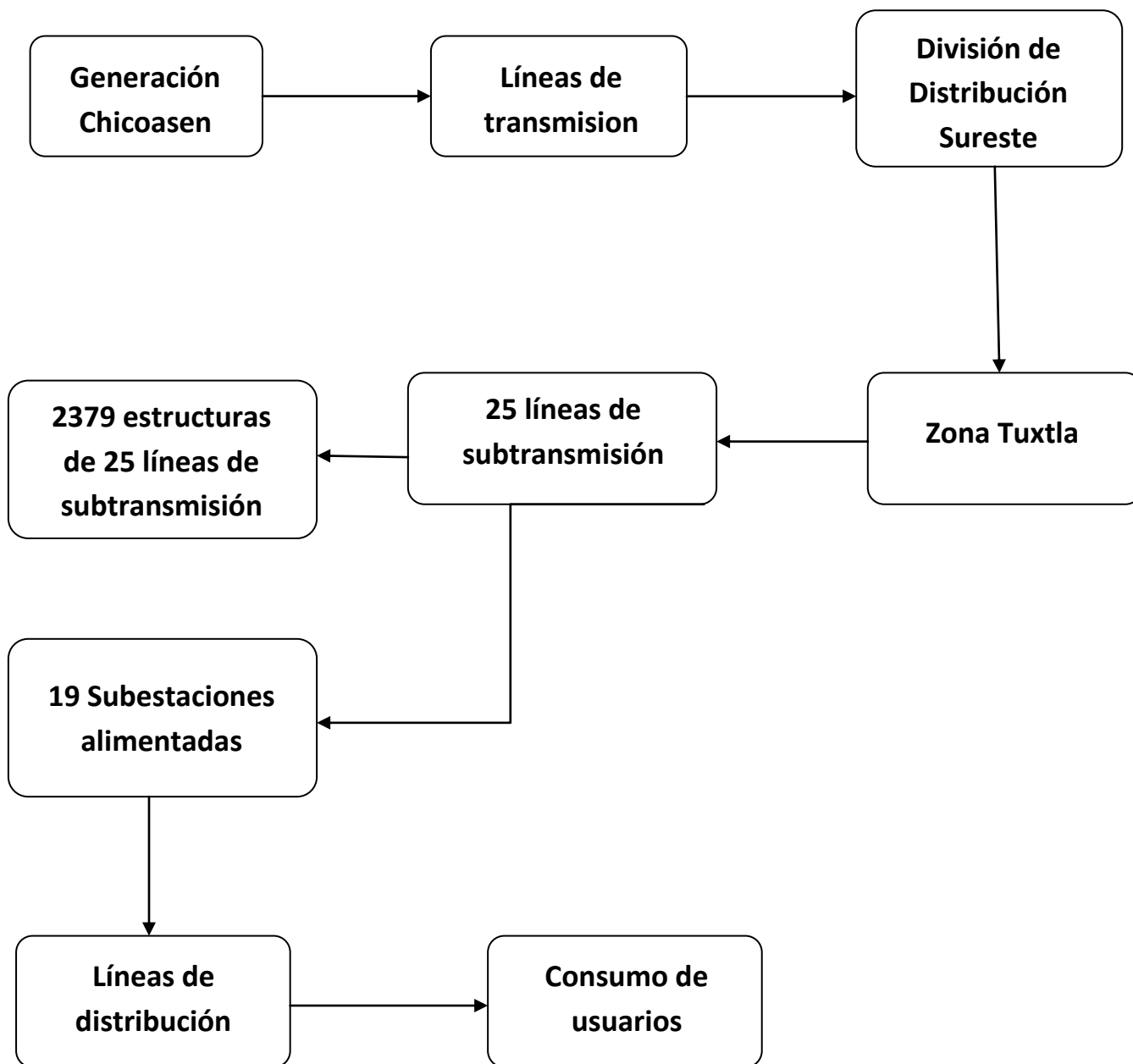
De manera ambiental también se dictamina los tipos de materiales que deben utilizarse para evitar cualquier tipo de daño a la naturaleza directamente, su tipo de aislamiento, tipo de torre y altura dependerá de lugar por donde la línea atraviese, también el tipo de conductor a utilizar para no sufrir una sobrecarga de energía y esto provoque una ruptura de línea o caída de la misma provocando accidentes, también brinda protección a zonas de reservas ecológicas.

1.4 Objetivos

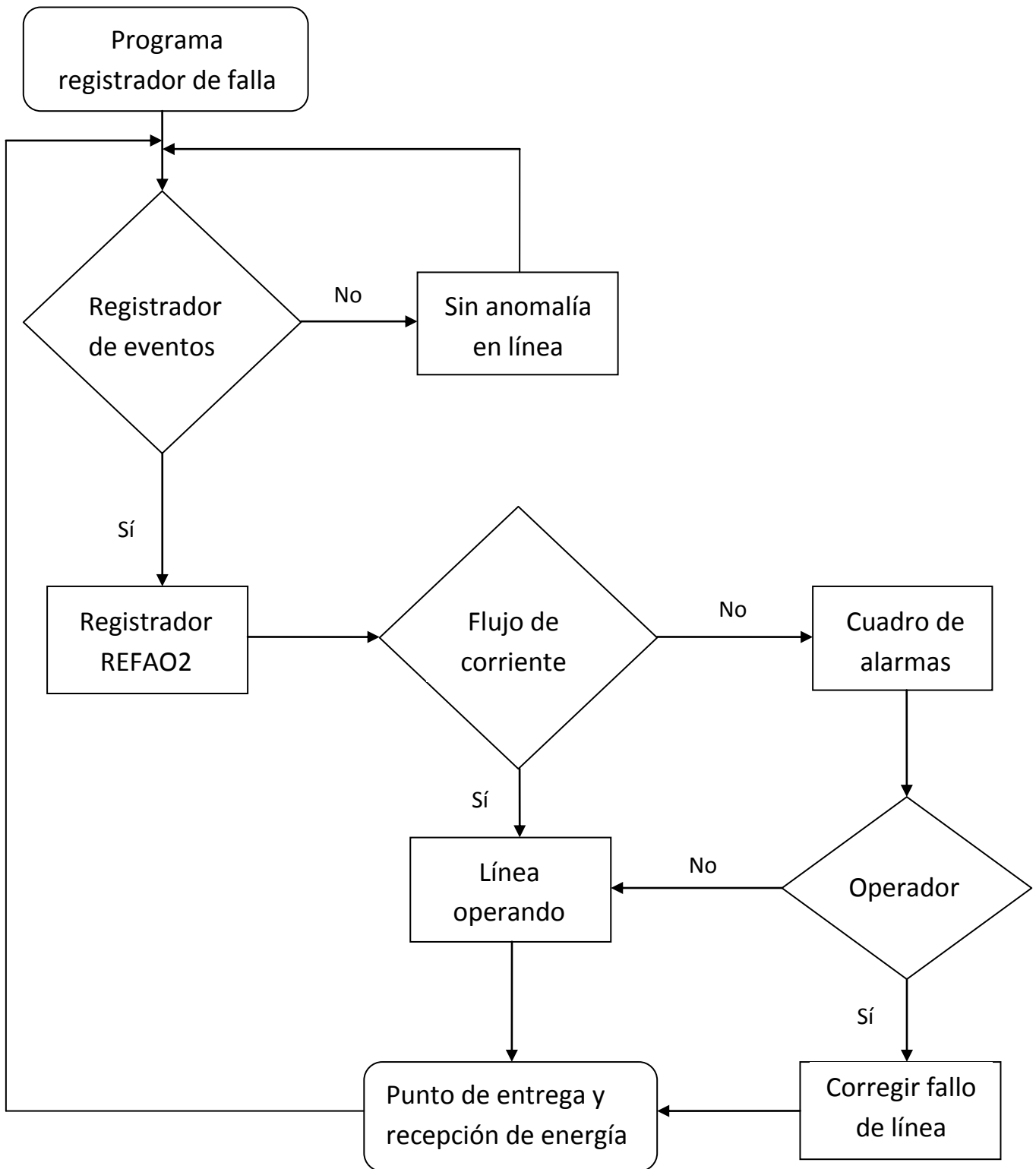
Diseñar e implementar el libro de operación de líneas de subtransmisión en lo referente a conocimientos y técnicas de maniobra para el mantenimiento correctivo de las subestaciones eléctricas de potencia para su operación segura y eficiente.

1.5 Metodología. Diagrama a bloques hardware y software

a). Diagrama a bloques hardware.



b). Diagrama a bloques software.



2. Fundamento teórico

2.1 Líneas de transmisión

La red de transporte de energía eléctrica es la parte del sistema de suministro eléctrico constituida por los elementos necesarios para llevar hasta los puntos de consumo y a través de grandes distancias la energía eléctrica generada en las centrales eléctricas. Para ello, los niveles de energía eléctrica producidos deben ser transformados, elevándose su nivel de tensión.

Esto se hace considerando que para un determinado nivel de potencia a transmitir, al elevar la tensión se reduce la corriente que circulará, reduciéndose las pérdidas por Efecto Joule. Con este fin se emplazan subestaciones elevadoras en las cuales dicha transformación se efectúa empleando transformadores, o bien autotransformadores. De esta manera, una red de transmisión emplea usualmente voltajes del orden de 220 kV y superiores, denominados alta tensión, de 400 o de 500 kV.

Parte de la red de transporte de energía eléctrica son las llamadas líneas de transporte. Una línea de transporte de energía eléctrica o línea de alta tensión es básicamente el medio físico mediante el cual se realiza la transmisión de la energía eléctrica a grandes distancias. Está constituida tanto por el elemento conductor, usualmente cables de acero, cobre o aluminio, como por sus elementos de soporte, las torres de alta tensión. [1]

Estructuras de transmisión.

Generalmente se dice que los conductores "tienen vida propia" debido a que están sujetos a tracciones causadas por la combinación de agentes como el viento, la temperatura del conductor, la temperatura del viento, etc. Existen una gran variedad de torres de transmisión como son conocidas, entre ellas las más importantes y más usadas son las torres de amarre, la cual debe ser mucho más fuerte para soportar las grandes tracciones generadas por los elementos antes mencionados.

Usadas generalmente cuando es necesario dar un giro con un ángulo determinado para cruzar carreteras, evitar obstáculos, así como también cuando es necesario elevar la línea para subir un cerro o pasar por debajo/encima de una línea existente. Existen también las llamadas torres de suspensión, las cuales no deben soportar peso alguno más que el del propio conductor.

Este tipo de torres son usadas para llevar al conductor de un sitio a otro, tomando en cuenta que sea una línea recta, que no se encuentren cruces de líneas u

obstáculos. La capacidad de la línea de transmisión afecta al tamaño de estas estructuras principales. Por ejemplo, la estructura de la torre varía directamente según el voltaje requerido y la capacidad de la línea.

Las torres pueden ser postes simples de madera para las líneas de transmisión pequeñas hasta 46 kilovoltios (kV). Se emplean estructuras de postes de madera en forma de H, para las líneas de 69 a 231 kV. Se utilizan estructuras de acero independientes, de circuito simple, para las líneas de 161 kV o más. Es posible tener líneas de transmisión de hasta 1.000 kV.

Al estar estas formadas por estructuras hechas de perfiles de acero, como medio de sustentación del conductor se emplean aisladores de disco o aisladores poliméricos y herrajes para soportarlos. En líneas generales el proceso desde la producción hasta el consumo por el usuario final es el siguiente: La energía generada, ya sea hidroeléctrica o térmicamente, se transporta en grandes bloques a través de las Líneas de Transmisión.

Las cuales se interconectan por medio de subestaciones ubicadas tanto en los centros de generación, como en los sitios donde se hace la reducción que permite distribuir la energía a los consumidores finales. El transporte de grandes bloques de energía corresponde al negocio de Transmisión el cual se hace a altos niveles de voltaje.

Antes de llegar al usuario final, la energía eléctrica se transforma a niveles de voltaje medios y a través de redes, nuevas subestaciones y nuevos transformadores, se lleva hasta los puntos de consumo. Este transporte de bloques menores de energía con destino al usuario final se denomina Distribución.

La actividad de comercialización se encarga de comprar energía a los generadores, pagar el servicio de transporte a Transmisores y Distribuidores y venderla al usuario final. La Transmisión eléctrica generalmente se transmiten mediante los sistemas de corriente alterna, pero también se pueden utilizar los sistemas de corriente continua pero las más convenientes son mediante la corriente alterna [2], [3].

SISTEMAS DE SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION.

Hoy en día, el nivel de voltajes de transmisión son generalmente considerados 110 kV y superiores. Voltajes Inferiores como 66 kV y 33 kV generalmente se consideran voltajes de subtransmisión, pero que son ocasionalmente se utiliza sobre largas líneas con cargas ligeras. Voltajes menos de 33 kV son generalmente utilizados para distribución.

Voltajes por encima de 230 kV son considerados extra alta tensión y requieren diferentes diseños en comparación con los equipos utilizados en Voltajes más bajos. Líneas de transmisión aérea son de alambre no aislado, por lo que el diseño de estas líneas requiere mínimo autorizaciones a observarse para mantener la seguridad. Una línea de sobrecarga eléctrica es una línea de transmisión de energía eléctrica suspendida por Torres o polos.

Dado que la mayoría del aislamiento se proporciona por vía aérea, líneas eléctricas son generalmente el método de costo más bajo de la transmisión de grandes cantidades de energía eléctrica. Torres para Soporte de las líneas están hechas de acero (laminado), madera (ya sea celosía estructuras o tubulares polos), hormigón, aluminio y plástico reforzado ocasionalmente.

El cable desnudo de conductores en la línea generalmente están hechos de aluminio (llanura o reforzado con acero o materiales compuestos a veces), aunque algunos cables de cobre se utilizan en media tensión conexiones de distribución y de bajo voltaje para instalaciones del cliente [1].

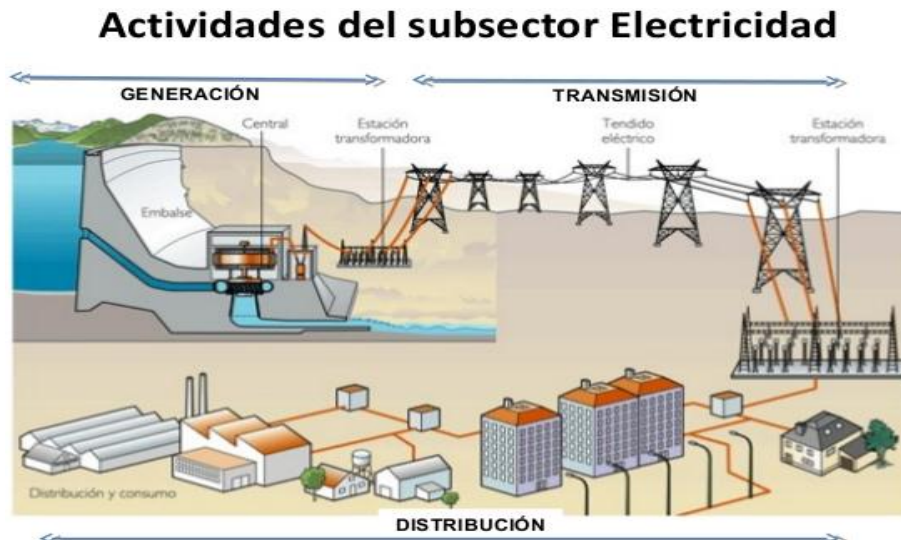


Fig. 2.1 CICLO COMPLETO DE LA GENERACION ELECTRICA

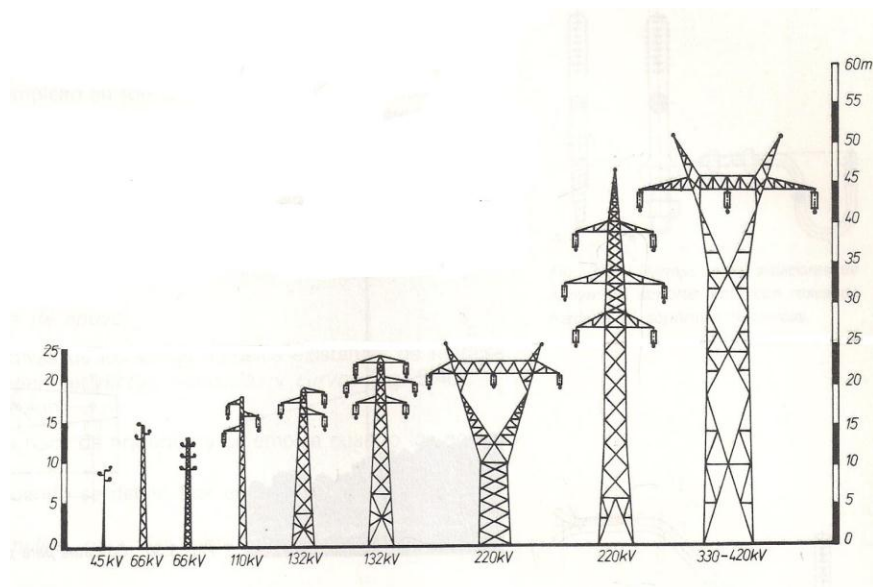


Fig. 2.1.1 Estructuras de suspensión de líneas de Subtransmisión

2.2 Fallas en los sistemas de transmisión de energía eléctrica

La falla es la anomalía que causa la disminución del aislamiento entre conductores de fases o entre conductores de tierra es decir que rompe la distancia una fase con otra o bien sea se rompe la distancia entre conductor y tierra, por debajo de los valores normales de la impedancia de carga. También en las cuales se pone en peligro la integridad de la instalación, de los bienes materiales y la vida de las personas.

Los Sistemas eléctricos de Transmisión están sometidos a diversos fenómenos (contingencias) que producen distintos tipos de fallas (perturbaciones) eléctricas. Entre los fenómenos físicos causantes de una falla eléctrica, podemos mencionar: viento, incendio de campo, la caída de una torre, Maniobras, Descargas atmosféricas, etc. Estos fenómenos pueden originar diversos tipos de fallas como por ejemplo: falla monofásica, falla bifásica, falla trifásica, sobretensión etc.

Las fallas que se producen en un Sistema de Transmisión de Energía Eléctrica (STEE). Se despejan (aislan) mediante la actuación de sistemas automáticos (Protecciones), los cuales producen la salida de servicio de uno o más segmentos del STEE comprometidos por la falla. La consecuencia directa de esta acción cuyo objetivo es proteger al equipamiento de las solicitaciones generadas por la falla, produce como efecto colateral, la reducción de la capacidad de transmisión del STEE.

Lo que significa una afectación directa a los restantes miembros del Mercado Eléctrico, los Generadores y los Consumidores. Ante una falla, la Empresa de Transporte de Energía Eléctrica debe hacerse cargo de la reposición de las partes afectadas y de los costos de las penalidades que le impone el Ente Regulador, quien fija un marco que regula la relación entre los diferentes agentes del Mercado.

Estas multas se calculan en función del segmento afectado (un transformador, una línea, una barra, etc.) y del tiempo de permanencia fuera de servicio. Este último componente de la penalización es tan importante que si por ejemplo, la recuperación del STEE se produce antes de los 10 minutos de producida la falla, la Empresa de transporte resulta exenta del pago de la multa.

En general puede aceptarse que la reducción del tiempo de afectación de las fallas beneficia a todos los agentes del Mercado Eléctrico. Es por ese motivo que las Empresas de Transporte de energía, vuelcan recursos en adquirir tecnología, adiestramiento y estudios, a fin de lograr resultados concretos en este tema. El análisis de fallas es una tarea esencial del especialista en Protecciones.

Luego de ocurrida la falla el especialista accede a la información capturada por el Registrador Cronológico de Eventos (RCE), que es almacenada en una base de datos. Con esta información el especialista realiza el diagnóstico de donde se produjo la falla y cuál es su causa. En el transcurso de una falla, se generan eventos de diversa índole, no todos ellos relacionados con el fenómeno a estudiar, por esto el especialista debe identificar el comienzo de la falla y filtrar la información que es relevante para el análisis.

Como tarea complementaria al diagnóstico, los especialistas monitorean ante cada falla, la actuación de las protecciones con el objeto de detectar cualquier indicio de defecto que pueda ocasionar en el futuro, problemas graves como por ejemplo: la salida incorrecta de algún segmento del sistema, la actuación retardada de la protección (esto pone en riesgo al equipamiento de la estación), la actuación incorrecta de algún módulo de la protección etc.

Las fallas, según su naturaleza y gravedad, se clasifican en:

Sobrecarga. Se produce cuando la magnitud del voltaje o corriente supera el valor previsto como normal para la instalación (llamado valor nominal) Las sobrecargas de corriente más comunes se originan en el exceso de consumos en la instalación eléctrica. Debido a esta situación de mayor demanda, se produce un calentamiento excesivo de los conductores eléctricos, lo que puede conducir a la

destrucción de su aislamiento, provocando incluso su inflamación, con el consiguiente riesgo para las personas y la propiedad.

Cortocircuito. Es la falla de mayor gravedad para una instalación eléctrica. En el cortocircuito el nivel de corriente alcanza valores tan altos, que los conductores eléctricos se funden en los puntos de falla, produciendo calor, chispas e incluso flamas generando un alto riesgo de incendio. Los cortocircuitos se originan por la unión fortuita de dos líneas eléctricas que han perdido su aislamiento, entre las cuales existe una diferencia de potencial (fase y neutro).

Fallas de aislamiento. Las fallas de aislamiento no siempre dan origen a cortocircuito. En muchos casos una falla de aislamiento en algún equipo eléctrico provoca que la carcasa metálica de dicho equipo se energice, con el consiguiente peligro para la vida de las personas al sufrir una descarga eléctrica. El origen de las fallas de aislamiento está en el envejecimiento del mismo, los cortes de algún conductor, uniones mal aisladas, mala ejecución de las reparaciones, etc.

La instalación eléctrica se debe diseñar para que en situaciones de mal funcionamiento, ante una perturbación, sea capaz de soportar esta anomalía pasajera y volver a operar correctamente, sin arriesgar la integridad de las personas, los bienes o la propia instalación. Sin embargo, ya que es posible que ocurran anomalías más extremas, es decir fallas.

Es necesario incorporar medidas que protejan a las personas y a los bienes frente a los cortocircuitos y sobrecargas, dotando a las instalaciones de un sistema de protecciones destinadas a minimizar los efectos de las fallas, de tal manera que al presentarse alguna, la instalación dañada pueda ser aislada para su posterior reparación.

Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos. Cualquier instalación eléctrica debe estar provista de protecciones, cuyo objetivo es reducir al máximo los efectos producidos por un cortocircuito o una sobrecarga. Para que esto sea posible, las protecciones deben ser dimensionadas adecuadamente según las características del circuito. Las protecciones más comunes que existen son:

- Fusibles
- Disyuntores magneto-térmicos.

Los fusibles están compuestos por un hilo conductor de bajo punto de fusión, el que se sustenta entre dos cuerpos conductores, en el interior de un envase cerámico o de vidrio, que le da su forma característica al fusible. Este hilo

conductor permite el paso de corriente por el circuito mientras los valores de ésta se mantengan entre los límites aceptables.

Si estos límites son excedidos, el hilo se funde, despejando la falla y protegiendo así la instalación de los efectos negativos de este exceso. La sección que debe tener un hilo fusible para fundirse a una determinada corriente, se puede establecer recordando la Ley de Joule. Los disyuntores magneto-térmicos, conocidos comúnmente como interruptores automáticos, son dispositivos de protección que se caracterizan fundamentalmente por:

- Desconectar o conectar un circuito eléctrico en condiciones normales de operación.
- Desconectar un circuito eléctrico en condiciones de falla, ya sea frente a una sobrecarga o frente a un cortocircuito.
- Es posible que se utilice nuevamente después de una falla, a diferencia del fusible, que sólo sirve una vez.
- El disyuntor magneto-térmico es un interruptor que desconecta el circuito, cuyo accionamiento frente a una falla se debe a dos tipos de elementos:

Elemento térmico: Este dispositivo de la protección está formado por un bimetálico, mismo que se dilata con el calor que produce el exceso de corriente, haciendo actuar el mecanismo de apertura del interruptor, que desconecta el circuito. Todos los materiales, cuando aumenta la temperatura, aumentan su longitud. Así, por ejemplo, en verano las líneas eléctricas aéreas describen una curva mayor que en invierno, producto de la mayor temperatura.

El bimetálico es una pieza formada por dos trozos de distinto metal, los que se dilatan en forma diferente. Al estar unidos, como uno de los metales se alarga en menor proporción que el otro, la pieza se curva. La curvatura que se origina en el bimetálico es regulada para que sea proporcional a la corriente que circula a través del circuito.

Elemento magnético: Esta parte de la protección está formada por una bobina, es decir, un conductor enrollado con gran cantidad de vueltas alrededor del núcleo magnético, que al ser recorrido por una corriente eléctrica genera una acción magnética. Esta bobina está conectada en serie con el circuito que se va a proteger. Cuando la corriente alcanza un valor muy grande (dos o más veces la corriente nominal del protector).

El magnetismo generado atrae un contacto móvil que activa la desconexión del interruptor. Esto ocurre en un lapso de tiempo prácticamente instantáneo, como se

aprecia en la gráfica que muestra la curva de operación del elemento magnético. Por su gran rapidez de disparo (desconexión), la protección magnética se utiliza para despejar las fallas producidas por cortocircuito [4], [5].

2.3 Programa registrador de falla

Los registradores de falla son equipos que almacenan información de perturbaciones que afectan las redes eléctricas, con señales analógicas (corriente, voltajes) y señales digitales (salidas de disparo, señales lógicas de protecciones estáticas) que nos permiten analizar el comportamiento de la red eléctrica durante el disturbio o falla.

El Sistema de Registración de Fallas Eléctricas (SRAFE) permite adquirir, supervisar y registrar perturbaciones en los sistemas eléctricos de potencia. SRAFE es un sistema flexible diseñado para ser usado para análisis de la operación del equipamiento de protección, fallas en líneas eléctricas, comportamiento de generadores, etc.

El equipo además envía información, en tiempo real, de tensiones, corrientes y valores calculados (P, Q, S, etc.) a una o varias PC's de supervisión. El sistema completo consta de dos componentes y son los siguientes: SRAFE LS – Local Station: Interfaz gráfica de registración y analizador de señales. El software SRAFE Local Station consta de un módulo que permanentemente adquiere los canales analógicos y digitales, almacenando en memoria circular los valores de las muestras de cada canal.

En caso de producirse un evento o tigger, los valores de pre-falla, post-falla y falla extendida son transferidos desde la placa a la PC y almacenados en un registro con formato COMTRADE para su posterior evaluación. Por pantalla se visualizan en forma permanente el estado del equipo y los valores RMS en tiempo realce cada una de las variables adquiridas y calculadas.

También se puede consultar el estado general del equipamiento, fecha y hora, contador de fallas registradas, etc. Se provee una alarma audible y un contacto libre de potencial para señalar estados de alarma. El estado de los triggers se señala con colores indicando si están armados, desarmados o activados. Cada evento o modificación de parámetros es registrada en un Log, que consta de día, hora y descripción del evento.

Los tiempos de registro de los eventos se pueden configurar dentro de un lapso de varios segundos como pre-falla, post-falla y falla extendida. La falla extendida registrará el tiempo adicional ajustado si se produce un trigger dentro del tiempo de post-falla. Desde cualquier PC autorizada en la red se podrá establecer una comunicación con los registradores, visualizar valores en tiempo real (tensiones, corrientes y valores calculados P, Q, S, etc.), descargar registros, ajustes, etc.

Módulos de Adquisición Analógicos:

- Módulos rackeables de 19" de 2 U.
- 32 canales analógicos cada uno (32 Tensión – 32 Corriente – 16/16 Tensión/Corriente).
- Canales de tensión analógicos, 115/v3 V.
- Canales de corriente analógicos 1 A – 5 A.
- Adaptadores de corriente de precisión con principio de medición de flujo cero.
- Circuitos de protección.
- Aislación galvánica.
- Filtrado anti-aliasing de 5to orden con frecuencia de corte programable por software, respuesta en frecuencia: 5 Hz and 0.8 x Cutoff Freq.: - 1.2 db. ; -3db a 1.2 Hz.
- Sample & Hold para muestreo simultáneo en todos los canales.
- Hasta 512 canales analógicos.

Módulo de entrada digitales:

- Módulos rackeables de 19" con 32 canales digitales opto aislados cada uno.
- Hasta 1024 canales digitales.
- 2 terminales por canal.
- 3 contactos configurables.
- Opcional: Valores de tensión de entrada por pedido, Ej.: 125 V DC.

Sincronización Horaria:

Módulo de GPS externo con receptor para la sincronización horaria precisa.

Unidad Central SRAFE

- Gabinete Industrial rackeable.
- Disco duro o unidad de disco de estado sólido.
- Monitor LCD SVGA.
- Adaptador de red 10/100/1000 Mbps.
- Teclado giratorio



- Microsoft Windows 7.
- Lecto grabadora de CD /DVD-RW. Posibilita Back-Up a CD/ DVD.
- Procesador de adquisición inteligente – Microstar Laboratories DAP.
- Tiempo de muestreo, hasta 12.000 muestras por segundo por canal
- 14 bits de resolución en canales analógicos.

Triggers

- Triggers de Límite, (definibles por alto o bajo valor) en todos los canales analógicos de entrada.
- Triggers de derivada, (definibles en valores positivos y negativos) en todos los canales analógicos de entrada.
- Trigger por teclado.
- Triggers digitales, sobre cualquier canal digital ..
- Anulación temporaria de triggers.
- 3 relés de alarma.

Registros

- Registros de alta velocidad con tiempos definibles de pre-falla post-falla y de falla extendida.
- Registros de baja velocidad con tiempos definibles de pre-falla post-falla
- Registro Histórico, (Trend Recording) con tiempo de muestreo definible, ej. 1 por seg

Log

- Archivo Log (SEO) diario de generación automática.
- Eventos del Log configurables.
- Protección con password.

Herramientas de Análisis:

Los Archivos IEEE COMTRADE generados pueden ser analizados con el software de análisis WAVEWIN, que permite mediciones de valores instantáneos, RMS, ángulos de fase, armónicos, mediciones de tiempos y delta tiempos en μ s o en ciclos, zoom en tiempo o amplitud, canales virtuales etc. Los registros pueden ser impresos a todo color en impresoras convencionales.

Las rutinas de análisis de falla proveen la posibilidad de navegar muestra a muestra, escalado de amplitudes, escalado en el tiempo. Selector de archivos a cargar. Selección de canales a visualizar. Impresión de registros.

SRAFE MS - Master Station: Cliente receptor de datos en tiempo real, administrador de archivos y control remoto. El software Master Station se instala en cualquier PC remota conectada a la red en la que uno o varios SRAFE se encuentren conectados. Básicamente el software Master Station permite ver el estado de todos los registradores, sus variables adquiridas y recuperar automáticamente los archivos generados.

Se podrá visualizar en línea los valores adquiridos por los registradores SRAFE como ser: tensiones, corrientes, frecuencia, potencias activas, reactivas y aparentes. Se podrá monitorear el estado de los registradores SRAFE y recuperar automáticamente los archivos de datos generados de acuerdo a una estrategia de recolección con agenda configurable.

Se podrán transferir los archivos de configuración de los registradores manteniéndose actualizadas las configuraciones de los mismos en la base de datos del Master Station. Desde el Master Station es posible lanzar la aplicación que permite tomar el control remoto de los SRAFE, capturando monitor, teclado y mouse. El mismo está protegido con clave de seguridad [6].

Registrador REFAO2

Es un registrador de fallas para 16 señales analógicas y 32 digitales, manejo por computadora, localizador de fallas [6].



Fig. 2.3 Registrador de falla

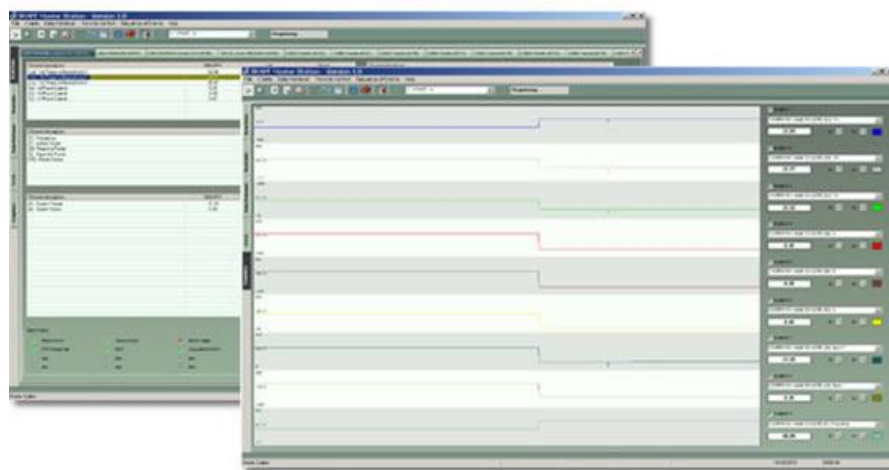


Fig. 2.3.1 Programa Registrador de falla

2.4 Flujo de corriente

Para que exista una corriente eléctrica es necesario que las cargas eléctricas estén sometidas a un campo eléctrico, de tal manera que éste origine la fuerza necesaria para que las cargas adquieran un movimiento definido. La carga fluye cuando hay una diferencia de potencial entre los extremos de un conductor. Cuando en los extremos de un conductor de electricidad están a potenciales eléctricos distintos, se inicia un flujo de carga que va del extremo de mayor potencial al de menor potencial.

La corriente eléctrica es el flujo de carga eléctrica. En un conductor sólido son los electrones los que transportan la carga por el circuito. Esto se debe a que los electrones pueden moverse libremente por toda la red atómica. En los fluidos, el flujo de carga eléctrica puede deberse tanto a los electrones como a iones positivos y negativos. Hay que advertir que la carga total de un cable que transporta una corriente es cero.

Una corriente eléctrica se define como el desplazamiento de cargas eléctricas a lo largo de un conductor. Si se une mediante un conductor dos cuerpos cargados, los electrones pasan de un cuerpo a otro, hasta que ambos estén al mismo potencial eléctrico. Se establece por lo tanto una corriente transitoria. Para que la corriente sea permanente entre los dos puntos unidos por un conductor, debe existir una diferencia de potencial permanente, es decir, un campo eléctrico.

Sólo en este caso, los electrones son impulsados por una fuerza debida al campo eléctrico, originándose así la corriente eléctrica. Para ello se necesita un generador eléctrico, que es una máquina que transforma energía mecánica en energía eléctrica y, a la vez un dispositivo que mantiene una diferencia de potencial entre sus polos. El polo negativo del generador es el de menor potencial y el polo positivo el de mayor potencial [7].

Determinación de límites de transmisión en sistemas eléctricos de potencia.

La determinación de límites de transferencia de energía eléctrica es una tarea fundamental para garantizar la seguridad de los sistemas de energía eléctrica. Existen diversas restricciones que limitan el flujo de energía eléctrica a través de líneas de transmisión. Desde el punto de vista físico, la máxima transferencia de energía por un conductor se obtiene mediante la determinación de la relación corriente-temperatura, llamada limite térmico (IEEE Std. 738-2002).

Sin embargo, existen otras restricciones que en muchos casos no permiten la operación de las líneas eléctricas con flujos de potencia cercanos a su límite térmico, tal es el caso de límites de cargabilidad, disturbios severos, bajo voltaje, disturbios pequeños y baja frecuencia. Se aplican metodologías para calcular el límite de transferencia de potencia que garantice una operación segura tanto en condiciones de pre falla como ante contingencias.

Los conductores eléctricos indicados en la determinación de los límites de transferencia son los que utiliza Comisión Federal de Electricidad (1996) (empresa eléctrica de México) en la red eléctrica de transmisión. Para evaluar el comportamiento dinámico de la red eléctrica se realizan simulaciones utilizando modelos y herramientas de análisis tanto lineal (Powertech Labs Ing., 2007a) como no lineal (Powertech Labs Ing., 2007b) de sistemas eléctricos de potencia.

Límite térmico: El límite térmico de un conductor para líneas aéreas es la corriente máxima permitida, considerando una temperatura máxima a través del conductor para condiciones ambientales establecidas. El cálculo del límite térmico para líneas aéreas se obtiene mediante métodos de balance de calor. Para determinarlo en conductores aéreos desnudos es necesario considerar en el análisis el efecto de la temperatura ambiente, la velocidad y dirección del viento, la emisión solar y la altura sobre el nivel del mar.

En la actualidad, existen métodos tanto estáticos como dinámicos para determinar el límite térmico, la diferencia es que en el caso de los dinámicos algunas de las variables utilizadas en el cálculo se obtienen mediante mediciones en tiempo real (tensión, flecha, temperatura, corriente en el conductor) que se envían para ser procesadas en un centro de control.

Límite por cargabilidad: La cargabilidad de una línea de transmisión indica la capacidad de potencia que puede fluir por la línea bajo condiciones de operación aceptables. La cargabilidad de la línea está en función del calibre y la longitud de la línea, para conocer su comportamiento se consideran condiciones óptimas de voltaje en ambos extremos de la misma, es decir, un voltaje de 1 p.u. tanto en el nodo de envío como en el de recepción.

La cargabilidad de una línea puede valorarse a partir de la relación del flujo de potencia real contra potencia reactiva (P-Q) a través de la línea eléctrica. Esta curva característica (P-Q) varía tanto por el flujo de potencia como por la longitud de la línea. La curva característica potencia real-potencia reactiva de una línea eléctrica indica que al incrementar su flujo de potencia real, aumenta la potencia reactiva que esta consume, lo que se manifiesta como pérdida de potencia en la reactancia inductiva en serie de la línea.

Límite por estabilidad ante oscilaciones interárea: El problema de oscilaciones de potencia de tipo interárea, se puede presentar al debilitar los enlaces de transmisión entre distintas regiones geográficas. Los enlaces débiles se caracterizan por tener niveles elevados de transferencia de potencia o altas impedancias. Respecto a la impedancia equivalente, esta se puede reducir aumentando el número de circuitos del enlace.

Por lo que, una relación de amortiguamiento aceptable se puede obtener disminuyendo el flujo de potencia o reduciendo la impedancia equivalente del enlace de transmisión asociado al modo de oscilación interárea. Para reducir el flujo por el enlace se puede desconectar carga del lado de recepción o desconectar la generación del lado de envío, buscando resolver el déficit de suministro desde otras fuentes [8].

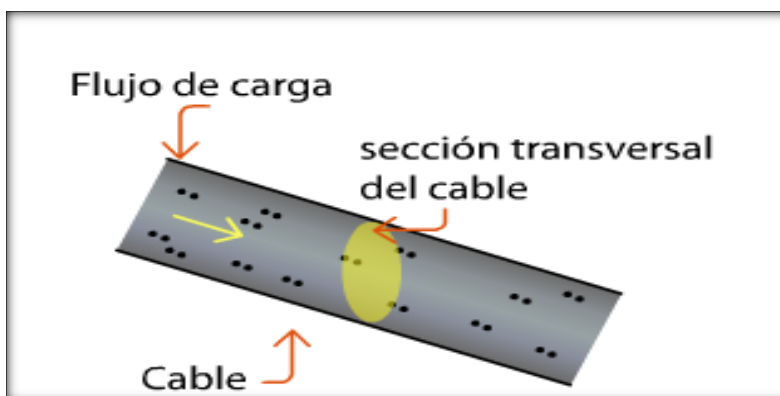


Fig. 2.4 flujo de carga eléctrica en un cable

2.5 Cuadro de alarmas

Son equipos que nos dan información local en una subestación o planta en forma luminosa y sonora de alarmas que operan para conocer el comportamiento de los equipos. Así por ejemplo se tienen alarmas de baja presión de aire de interruptor que deben operar antes de que el interruptor se bloquee y el alarma Buchholz que operan antes del disparo.

Estas alarmas en forma local por cuadros de alarma son útiles para casos de subestaciones atendidas. En el caso de subestaciones telecontroladas, las alarmas remotas son el otro modo de conocer la operación de equipos por control supervisorio.

El Registrador de Eventos y Cuadro de Alarmas REDSAD permite detectar cambios de estado (ON/OFF) en los voltajes que alimentan sus 24/48 entradas con resolución de hasta 4 milisegundos. Cuando en una entrada se presenta el estado asociado con una alarma (puede ser ON/OFF), se genera una señal de alerta audible y luminosa, mientras que el equipo registra en su memoria NO VOLÁTIL el número del punto, la fecha, la hora, el segundo y el milisegundo.

El Software del RADSAD SCADA va incluido en cualquier equipo, incluye reportes, mímicos, eventos, y todo para poder controlar el Redsad, Kronos, UCB. Ideal para supervisar cualquier entrada digital desde 12 hasta 250 V, desde indicación de interruptores, hasta detectores de presencia y fuego [8], [3].

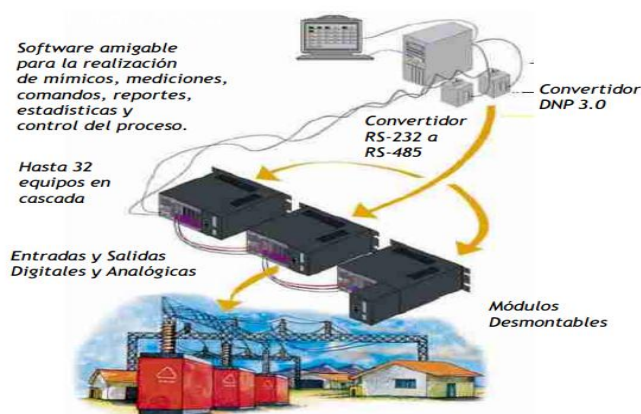


Fig. 2.5 Software Scada Radsad incluido en cualquier equipo, Con voltaje de CA, resolución máxima: 15 milisegundos.

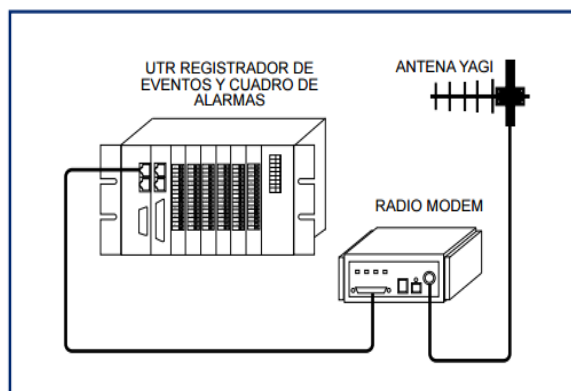


Fig. 2.5.1 equipo registrador de eventos y cuadro de alarmas.

2.6 Operador

Es el trabajador cuya función principal es la de operar el equipo o sistema a su cargo y vigilar eficaz y constantemente su funcionamiento. Sujeto que se encarga de concretar las comunicaciones que no son automáticas de una central eléctrica, o al experto que controla dispositivos técnicos. Técnico encargado de manejar y hacer que funcionen ciertos aparatos.

Responsable de mantener el sistema de transmisión en los rangos normales de operación, de dirigir las maniobras necesarias tanto para llevar las instalaciones a las condiciones solicitadas en un permiso de trabajo (PT) ó una solicitud de intervención en el sistema eléctrico (SODI) como para aislar las zonas afectadas por fallas en el sistema de transmisión y subtransmisión de la empresa, y de dirigir las acciones necesarias para la recuperación del suministro [8].

Responsabilidad sobre la Operación del Sistema Eléctrico: La operación del sistema eléctrico consiste en el manejo de los equipos que estén en servicio o disponibles para ser energizados, de tal modo que permitan el flujo permanente y óptimo de la energía eléctrica hacia los puntos de consumo o venta, de acuerdo con las normas de calidad y seguridad exigidas por la Ley General de Servicios Eléctricos y sus normas y reglamentos complementarios.

Punto de entrega y recepción de energía: En la red eléctrica a nivel nacional, se lleva a cabo desde el punto de medición de energía eléctrica el balance de energía, en el que se conocen las cifras de energía entregada por generación, la energía recibida por transmisión y la energía que transmisión entrega a distribución, es esto lo que se conoce como puntos de entrega y recepción de energía [4].

3. Desarrollo

El libro de operaciones de líneas de subtransmisión se dirige a todo el personal o trabajador de la empresa de comisión federal de electricidad (CFE), para la operación segura de cada línea de subtransmisión y de igual manera resguardar la seguridad e integridad física de cada uno de ellos, para evitar accidentes humanos o pérdidas económicas debido a no tener conocimiento del funcionamiento de cada línea y las maniobras que se realizan en cada una.

La información de cada una de las maniobras es de suma importancia debido que hay un manejo específico en cada una de las líneas energizada o desenergizada, se debe seguir una secuencia para poder trabajar en cada una de estas, y poder seguir cada protocolo de seguridad para el trabajador y para la línea, y en caso más estricto la seguridad y confiabilidad de cada usuario de suministro eléctrico.

Libro de operación de líneas de subtransmisión del que aquí se hace referencia, tiene la finalidad de abordar información sobre cada línea de subtransmisión de zona Tuxtla entre ellas la ubicación de cada línea y la subestación de llegada y salida de cada línea, la capacidad de ampacidad de cada una, los sistemas de swicheo con la que cuenta cada una, la manera en que operan y su extensión territorial de estas.

Tomando en cuenta que cada línea cuenta con distintas estructuras debidamente especificadas, para mayor atención en las más críticas y en estructuras que se presentan mayormente las anomalías más recurrentes o disparos ya sea por ubicación de esta misma o provocadas por fauna o flora alguna, se cuenta con el kilometraje correspondiente a cada línea y su número de estructura con las que cuenta.

3.1 conocimiento de líneas de subtransmisión de zona Tuxtla

Este conocimiento se adquiere de manera práctica, se hace la visita e inspección a cada una de las 25 líneas de zona Tuxtla, se toma datos de cada una de las líneas recorridas para verificación si de 10 años atrás a la actualidad ha sufrido algún tipo de cambio ya sea en conductor, estructuras o bien accesorios eléctricos como pueden ser: sombreros chinos, apartarrayos, sistemas de tierra, aisladores, amortiguadores, hilo de guarda, etc.

El recorrido de cada línea se puede llevar a cabo de manera terrestre o aérea, la verificación terrestre se hace en líneas dentro de la ciudad que se pueden observar de manera correcta y detectar de esta manera anomalías en la línea o también en la torre, se toman datos de manera precisa para asentar estos datos al

libro de operación y detectar que cambios ha sufrido cada línea, los cambios dependerán de las anomalías y mantenimiento que se le realice.

La inspección aérea de las líneas se lleva a cabo en helicóptero esto para recorrer las líneas más alejadas de la ciudad y por las cuales se transmite la energía eléctrica de un pueblo a otro, esta inspección se lleva a cabo 7 días cada 2 meses esto para detectar anomalías en la línea de una manera precisa en donde de manera terrestre es complicado llegar. Cabe hacer mención que el conocimiento de las líneas es de manera terrestre o aérea, dependiendo la zona de ubicación.

Las inspecciones aéreas son una manera no confiable de detectar algún tipo de cambio en la línea esto debido a que el helicóptero se desplaza a una velocidad constante sin dar la oportunidad de tomar una lectura adecuada de los cambios en esta, pero de manera de inspección esta es efectiva por que se detecta con mayor rapidez una anomalía en línea o torre debido a que se sobrevuela la línea y desde arriba es más fácil observar una anomalía.

En la figura 3.2 se hace inspección aérea a la línea 73450, la línea tiene una extensión de Arriaga Cintalapa (ARR-CIT). En esta línea se observa que las estructuras predominantes son la cara de gato así se le llama a este tipo de estructura en la figura se puede observar la forma que tiene la estructura, en esta inspección se detectan anomalías, como la que se muestra en la última imagen que es poda crítica y debe tenderse de inmediato.

Los árboles se alcanza a ver que están muy pegados a la línea y es peor aún los árboles están secos lo que permite que al romper la distancia este no oponga resistencia y la anomalía se pueda convertir hasta en salida de línea o falla franca. Esto se reporta como crítico y los linieros de cuadrilla tienen que hacer un brecheo y poda de árboles de emergencia antes que la línea presente un disparo.

Para realizar la inspección aérea primero se hace el plan de vuelo para darle inspección a un mínimo de 3 líneas en un día la inspección de una línea dura aproximadamente 1 hora, en la estancia de la prestación de los servicios a CFE. Se me permitió la visita a 10 líneas de subtransmisión, para realizar el patrullaje e inspección aérea de cada línea para detectar las anomalías que hay en la misma.

En la figura 3.1 se muestra el plan de vuelo de la línea y la ruta que se sigue trazada con ayuda del ingeniero a cargo de la oficina de líneas y el capitán del helicóptero, el ingeniero de CFE. Solicita las líneas a inspeccionar y dependerá de la decisión del capitán si la ruta solicitada es la que se traza o hay cambios debido al tiempo y visibilidad nula.

La ruta trazada en este mapa se puede observar en color rojo y líneas punteadas su salida del helicóptero de Tuxtla Gutiérrez específicamente del almacén de comisión federal de electricidad, con su destino al inicio de la línea 73450 que es de Arriaga a Cintalapa, en la imagen se muestra claramente su primer ruta trazada del helicóptero es Arriaga, de aquí se empieza la inspección de la línea siguiendo la ruta de la línea hasta llegar a la segunda ruta trazada que es Cintalapa.

La tercera ruta del helicóptero es de Cintalapa a Ocozocoautla, esta ruta es trazada para hacer la inspección aérea de la línea 73840 que es de Cintalapa a Ocozocoautla (CIT-OCZ). Como ultima ruta del helicóptero es la línea de Ocozocoautla a Tuxtla uno, (OCZ-TGU), haciendo de igual manera la inspección aérea de la línea, al término de la inspección aérea de las tres líneas, el capitán tiene que informar al ingeniero a cargo de la inspección para pedir autorización para aterrizar o seguir con la inspección de las líneas de la zona Tuxtla.

Dependerá directamente de la decisión que tome el ingeniero, si toma la decisión de continuar informar al capitán y línea que quiere tomar, el capitán valora el clima y tiempo para seguir sobrevolando las líneas y combustible disponible para realizar el vuelo, tomando estos puntos antes mencionados en cuenta el capitán tiene decisión final sobre el vuelo, el aterrizaje del helicóptero se lleva a cabo en la misma zona del almacén de la comisión federal de electricidad zona Tuxtla.

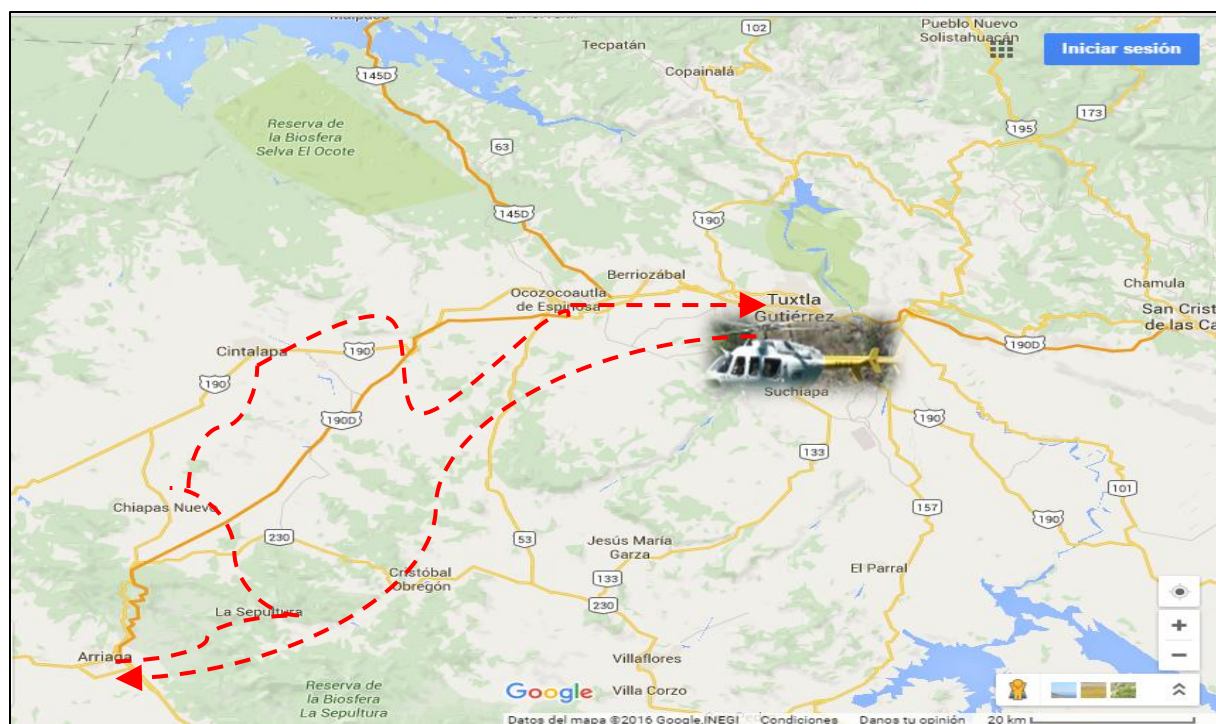


Fig. 3.1 mapa de vuelo de helicóptero para inspección a líneas de Arriaga a Tuxtla



Fig. 3.2 Líneas de subtransmisión 73450 (CIT- ARR). Inspección aérea.

3.2 Conocimiento de subestaciones alimentadas en zona Tuxtla

El conocimiento de las subestaciones alimentadas por cada línea se lleva a cabo de manera aérea debido al tiempo de visita y la lejanía que cada subestación tiene de la ciudad, con ayuda del helicóptero se sobrevuela las 20 subestaciones que se tienen en la zona Tuxtla para verificación de los sistemas con los que cuenta y verificación si cuenta con equipos nuevos, o ausencia de algún equipo que sea inservible para la subestación.

La verificación de cada subestación se hace con una cámara termográfica para detectar puntos calientes si es que lo hay. Se realizan los 3 tipos de mantenimientos a las subestaciones (predictivo, preventivo y correctivo), esto para llevar acabo un buen funcionamiento para las redes de distribución y no tener

interrupciones con los usuarios de CFE. Se realiza valoración de equipos de subestación cada 6 meses para verificar su manera de funcionamiento y eficiencia.

La eficiencia de cada línea dependerá del mantenimiento que se le realice a esta misma, de igual manera sucede con las subestaciones todo dependerá del programa de mantenimiento que se realice esta tendrá su eficiencia para poder alimentar la red de distribución, también dependerá de la sustitución que se haga a equipos que no estén en su mayor eficiencia debido a que ya dio su vida útil o bien sea por que tiene falla, el cambio de estos equipos proporciona mayor confiabilidad para trabajador y usuario a la vez.

En la figura 3.3 se hace la verificación de manera aérea de la subestación Tuxtla sur (TXS), y Tuxtla uno (TGU), En las que se sobrevuela estas mismas para detectar si esta ópera normalmente o tiene alguna anomalía, se hace el vuelo sobre la subestación y se utiliza la cámara termografica para detectar puntos calientes, es parte del mantenimiento que se le da a la subestación y verificación de equipos y su eficiencia para evitar fallas dentro de la subestación por no patrullarla y proporcionarles el mantenimiento adecuado a cada una.



Fig. 3.3 patrullaje a subestación TXS. Y TGU. Respectivamente de manera aérea.

En la figura 3.4 se observa las instalaciones de la planta hidroeléctrica generadora chicoasen, aquí es donde las 25 líneas de zona Tuxtla se energizan, se hace supervisión aérea a la subestación elevadora que alimenta a las líneas de zona Tuxtla y se detecta si hay puntos calientes con ayuda de la cámara termografica, es de este punto donde empieza el patrullaje de las líneas verificando que no tengan anomalías desde el inicio de su transporte ala más cercana subestación.

Aquí se muestra la imagen el sobrevuelo que se hace con la ayuda del personal de CFE. Esto para la verificación del correcto funcionamiento de la planta hidroeléctrica y detectar anomalías en la subestación elevadora que pueda provocar una falla en la línea por ausencia de energía, con la ayuda del experto se verifica con la cámara termografica puntos calientes para descartar cualquier posible fallo, el experto determina si es necesaria una revisión exhaustiva a la subestación.



Fig. 3.4 presa hidroeléctrica de chicoasen, donde se alimentan las líneas de zona Tuxtla.

En la figura 3.4 acompañado de los expertos y encargo de la oficina de líneas se hace la inspección aérea de la líneas de subtransmisión de la zona Tuxtla, esto para detectar anomalías en las torres que de manera terrestre no se pueden observar, el helicóptero que se muestra en la figura es el utilizado para el patrullaje aérea de la líneas de subtransmisión, propiedad de la comisión federal de electricidad y para el uso exclusivo de patrullaje y emergencia o contingencia.

La inspección aérea se hace con ayuda de los expertos de CFE. Ya que ellos son los que verifican las anomalías que una torre puede tener, al tiempo que mi trabajo es tomar nota de las torres y los cambios que se noten de las líneas, y especificación si el guarda se encuentra en buen estado y si cuenta con fibra óptica la línea, para obtener con ayuda del ingeniero a cargo de la oficina de líneas una secuencia de maniobras conforme a la norma de CFE. Y la seguridad del trabajador.



fig. 3.4 inspección aérea con los expertos en líneas y helicóptero de CFE.

3.3 programas para licencias de líneas semanales en vivo o muerto.

El programa semanal de licencias para que los linieros trabajen en línea muerta o viva se realiza con el visto bueno del ingeniero a cargo de la oficina de líneas para una previa autorización, los programas que se manejan son licencias a la zotse y locales, para maniobras seguras y sin interferencias, el programa de libranza se pide a la zotse por medio de licencia relieve, y en vivo por medio de licencia local GIL, para seguridad del trabajador y para que el operador en turno tenga conocimientos de los trabajos que se realizan.

Licencia de maniobras en vivo.

La licencia de maniobra en vivo como anteriormente ya se especificó se tramita a la zotse y una licencia local, esto para realizar maniobras de inspección mayor o patrullaje a la línea. En caso de que la línea ya tenga inspección anterior y cuente con anomalías se realiza retiro de nidos cambio de aislamientos, cambio de herrajes corroídos, desrame, sustitución de sistema de tierra, dependiendo la anomalía que tenga en esa se trabaja.

Con la ayuda del personal capacitado se verifica las maniobras que se hacen en vivo para rectificación que lo que el libro marca este en el orden correcto, para no provocar un accidente o poner en riesgo la seguridad de un trabajador, la secuencia de maniobra tiene que ser revisada por el ingeniero a cargo de la oficina de líneas para su aprobación y cumplimiento de los pasos de cada maniobra.

La licencia en vivo se tramita para cualquier día de la semana de lunes a domingo, esto se tiene que realizar una semana antes ala zotse y 12 horas antes la local (GIL), es de suma importancia ratificar con el operador de líneas local el trabajo en vivo el día que se realiza para que este esté enterado, y evitar descargas o sobrecargas de corrientes en la línea a laborar, para evitar poner en riesgo al liniero de CFE. O trabajador contratista que realiza maniobras en la línea.

Licencia de maniobra en muerto.

En concordancia con el experto de la oficina de líneas se concluye que la licencia para maniobra en muerto (libranza) se tramita en caso de emergencia o contingencia para reparación de la línea o torre en un estado crítico, cabe mencionar que para las libranzas hay un programa anual el cual contiene un programa de libranzas semanal para las línea, y este se tiene que respetar ya que están tramitadas y por lo consiguiente autorizadas, solo en caso de contingencia estas libranzas las cancela el operador o el ingeniero a cargo de líneas.



En la libranza los trabajos a realizar se determinan con ayuda del experto de líneas y son cambios de aislamiento, retiro de nidos, cambio de herraje corroído, sustitución de tierras, esto dependerá de que es más crítico en la línea, la libranza se tramita de igual manera a la zotse esto en el programa anual que se realiza en el sistema, para tramitar la licencia local se requiere de realizarla 24 horas antes de la maniobra, para que el operador de zona tuxtla (local) la autorice y se realice el trabajo en la línea.

La maniobra en muerto se realiza solo de lunes a viernes (días avilés de calendario de CFE.) y horario de trabajo que es en el rango de 8:00 a 15:00 debido a que es cuando el operador desenergiza la línea, de esta manera el liniero de CFE puede trabajar de manera segura y rápida, cabe mencionar que se tiene que ratificar un día antes de la libranza al operador local para evitar cualquier tipo de accidentes provocado por descuidos o incomunicación.

Utilidad de las secuencia de maniobras en líneas.

Se hace verificación con los expertos de CFE de las maniobras que se realizan en cada una de las 25 líneas este descrita de manera correcta ya que de este dependerá la seguridad del trabajador y usuarios, incluso la seguridad de la línea para que no exista perdida, y tener previo conocimiento de las maniobras a realizar en cada línea, porque cada línea tiene maniobras distintas, debido a la ampacidad de línea, conductor, extensión, entre otros factores que actúan en esta.

El libro describe cada secuencia de maniobra de manera que las personas que lo lea pueda comprender el proceso a seguir, para seguridad de cada usuario y trabajador que labore en la línea, se hace verificación que cada maniobra en la línea sea viva o muerta este descrito su proceso a seguir y este proceso sea correcta y de manera entendible para la persona que lo estudie. Cada proceso de maniobra en línea es distinto para las 25 líneas mencionadas.

Secuencia de maniobra para libranza de línea.

La secuencia de maniobra para libranza se verifica con ayuda de personal indicado de CFE según la línea especificada, y cada punto que este adecuadamente especificado en cuanto a cuchillas e interruptores de la línea, se realiza la reunión de inicio de maniobra esto con motivo de trabajar seguro y con las reglas de seguridad especificadas para evitar accidentes, se hace solicitud al operador en turno tramite de registro para la licencia en muerto de la línea, en la fig. 3.5 se muestra el trabajo que se hace en la línea 73970 por personal de CFE.

Personal de subestaciones y operador bloquean recierre interruptor, y abren cuchillas para desenergizar la línea, el personal de subestaciones debe hacer verificación de ausencia de potencial en la subestación, el personal de líneas tiene que instalar equipo puesta a tierra en el lugar de trabajo como último paso el operador tiene que autorizar el número de licencia y autoriza el trabajo en línea muerta e informa el horario en que se puede trabajar en dicha línea.



FIG.3.5 Maniobras en línea muerta (libranza) por linieros de CFE.

Maniobra de restablecimiento de la línea.

Esta maniobra se realiza al termino del trabajo en la libranza de línea, se retira el equipo de puesta a tierra en el lugar de trabajo, el liniero encargado de cuadrilla pide al operador la devolución de la licencia, el personal de subestaciones cierran cuchillas y el operador cierra interruptor para energizar la línea, una vez energizada la línea el operador informa que la línea esta energizada, y este mismo devuelve la licencia a encargado de linieros y da el horario de termino de trabajo en línea.

Secuencia de maniobra para trabajo en vivo

La secuencia de maniobra en vivo se realiza con el experto en líneas y dependiendo la línea en la que se vaya a trabajar, se realiza la reunión de seguridad, una vez terminada esta se solicita al operador en turno el trámite de registro de la licencia para trabajar en la línea viva, y este mismo tiene que bloquear el recierre del interruptor en la subestación e informar que esta acción ya fue realizada, autoriza el numero de licencia e informa horario en que se trabaja en la línea.

Se hace verificación de que cada punto que se especifica este adecuadamente referenciado a las maniobras que deben realizarse en la línea, la maniobra de restablecimiento de la línea se lleva a cabo con la devolución de la licencia que el operador realiza, se normalizan los recierres de interruptores que este mismo autoriza y da el horario de término de la maniobra en vivo y término de trabajo, en la figura 3.6 se muestra maniobra en vivo en la línea 73970 realizada por personal trabajador de CFE.



FIG 3.6 Maniobras en línea viva realizados por linieros de CFE.

Datos UTM.

En el libro de operaciones también se hace referencias a los diferentes tipos de estructura que cada línea maneja, las estructuras se clasifican con ayuda de personal trabajador de CFE. El tipo de cada estructura se maneja dependiendo de la extensión de la línea el terreno por el que atraviesa la misma, y factores como la altura del terreno, las condiciones en que el suelo se encuentre, la zona si poblada o despoblada ya sea por fauna flora o de igual manera por personas a quien les pueda afectar el paso de las líneas.

El tipo de estructura depende directamente de la seguridad que le ofrece a la línea, esto porque existen dos tipos de estructuras que son las de suspensión y las de remate. Las de suspensión son las que más se encuentran a lo largo de una línea debido a que esta solo funciona como un soporte a la línea para que no exista una caída pronunciada del conductor, y la de remate es para tensar la línea para poderla hacer girar a otra dirección sin afectar el conductor.

Las estructuras de cada línea se enumeran de forma ascendente, determinado así por la empresa CFE, hay ocasiones que las torres se enumeran en secuencia aunque pasen por una subestación y al salir ya sea otra línea ya dependerá del lector si quiere seguir la secuencia de la numeración o empezar la numeración para que no exista confusión alguna, ya que cuando se hace inspección mayor a la línea o patrullaje de la misma, solo se anota número de línea la estructura y la anomalía que se observa.

Con los datos que se mencionan anteriormente se le tiene que dar un mantenimiento a la línea de inmediato en el número de estructura que se especifica. Se realiza la actualización de la distancia que existe entre cada torres este estudio se realiza debido a que en ocasiones estructuras se mueven de lugar debido a problemas con personal de terrenos o por falla continua por contaminación u otros problemas que puedan surgir por el paso de la línea.

La distancia entre cada torre está dada de uno en uno (de la torre 1 a la torre 2 y de la 3 a la 4), así sucesivamente hasta llegar a la última torre sobre la línea, de esta manera también se tiene la distancia acumulada en total esto quiere decir los metros en total de la línea desde la subestación de inicio hasta la subestación de llegada.

Esta distancia acumulada es importante porque cuando existe una falla en línea ya sea falla franca o transitoria, el operador la detecta y explica en datos en cuanto a metros de la subestación de salida a la de llegada y se tiene que verificar los metros acumulados que este nos arroja para poder relacionarlo en la tabla de las estructuras y así tener la seguridad en que numero de estructura sufre la anomalía la línea y de manera más sencilla detectarla.

En los datos que el libro de operación maneja de cada línea se encuentra la localización geográfica de cada torre en la línea correspondiente, estos datos regularmente no cambian a lo largo del tiempo porque las líneas se mantienen en la misma ubicación, se da a conocer la altura de cada torre de la línea, este no sufre cambios mientras no exista colapso de torre o retiro de la misma, cada torre tiene una altura específica esto para el resguardo de la línea de subtransmision.

Los diagramas de swicheo de cada línea están especificados al final de cada línea este diagrama se le hace revisión minuciosa para verificar si no ha sufrido alteración el diagrama de seccionamiento, se revisa minuciosamente cada parte del libro para la operación de la línea de manera segura y el libro nos arroje los datos correctos de cada línea y las maniobras que se requieren en cada una, para no poner en riesgo la vida de un trabajador como prioridad y de igual forma las instalaciones de CFE.

3.4 Actualización de la información de las líneas de subtransmisión

El libro de operación de líneas de subtransmisión tiene una serie de actualizaciones de datos, se realiza con verificación del ingeniero experto en línea, debido a que con el tiempo transcurrido no contiene los datos correctos de cada línea y las maniobras que en esta se deben realizar. Se propone con ayuda de personal de la comisión federal de electricidad, especificar cada tipo de torre y total de torres que cada línea maneja, y el total de cada tipo de torre para tener conocimiento del tipo de estructuras que hay en cada línea y su número total de cada clase.

En conjunto con el experto de líneas se realiza la modificación en el diagrama de potencia de LST. Zona Tuxtla debido a que este no había sido actualizado. Las líneas de la zona Tuxtla tienen un determinado número total que puede llegar a tener al año en cuanto a disparos, esto significa disparos transitorios o salidas de línea debido a anomalías que hay en la línea, por este motivo las líneas se tienen que patrullar constantemente y identificar que anomalía es la que más se presenta en la línea revisada.

Se realiza patrullaje de líneas con expertos trabajador liniero, esto a la que más anomalías presentan de manera más constante, el patrullaje se hace de manera terrestre o bien pueda ser de manera aérea para una mejor visibilidad y detectar lo que de manera terrestre no se puede observar debido a la altura que existe del suelo a la torre, las anomalías que son más recurrentes en las torres son a causa por nidos de aves carroñeras, aislamiento roto, ramas y quema de pastizales por el paso de la línea, también por brecha hay anomalías en la línea.

Todo esto antes mencionado puede provocar disparos en la línea y es lo que se trata de evitar en conjunto con el jefe de líneas, para que no exista una salida de línea o falla franca en caso crítico y se deje de proveer el flujo eléctrico en la línea. Ya que estas fallas y salidas de línea afectan directamente a los usuarios de energía eléctrica por que esta se ve interrumpida por lapsos cortos o caso críticos lapsos largos, y esto significa pérdida económica para la CFE.

3.5 Aporte de solución a principales fallas de líneas de subtransmisión.

Las anomalías más presentes en las líneas son los nidos como principal problema en líneas y disparos por este mismo, otro de los problemas de las líneas son los aisladores rotos, sucios o en mal estado que de la misma manera provocan disparos transitorios, otro de los problemas críticos en las líneas es la poda de árboles altos que choquen con la líneas, ya que debido a esto se rompe la distancia entre línea y tierra y puede hasta quemar el árbol y provocar una falla franca en la línea.



La falla que se da por nidos críticos es porque la aves carroñeras o aves de tamaño mediano tejen su nido en un aislador o en parte de una fase de la línea los nidos no siempre son pequeños y tampoco siempre son circulares, esto dependerá del ave que lo construya, los nidos que son críticos son los colgantes estos nidos se han estudiado y se ha llegado a la conclusión de que son contruidos por aves carroñeras.

Estos nidos son críticos porque si el ave los construye en una fase de la línea o peor si lo construye en un aislador este nido o un solo hilo colgante del mismo tiende a romper distancia entre línea y línea o línea y tierra y hace que esta se dispare y el flujo de corriente sea interrumpido por el operador en turno, y una falla de este tipo no se puede evitar con patrullajes en la línea ya que esta se patrulla diariamente y en cuestión de un día el ave construye un nido.

Propuesta de solución al problema de nidos

Se ha ideado colocar algunas botellas a lo largo de la línea y estructura simulando estas botellas espantapájaros y de igual forma estas botellas giren con los vientos para espantarles, pero los resultados no han sido favorables, debido a esto se ha investigado con ayuda de personal de CFE. Posibles productos que puedan utilizarse ya sea casero o artificial, que están a la venta en tiendas. Actualmente se fabrica un tipo de fermentado.

Sé investiga que la fermentación a cualquier tipo de ave no le gusta su olor, esta fermentación consta de verter leche y 48 chiles y hacer la revoltura correcta para que este quede disuelto y darle un periodo de tiempo en un patio donde el sol le llegue lo más que se pueda, una vez que pasa determinado tiempo verificar si la fermentación es fuerte y si lo es a experimentar vertiendo esta fermentación en la línea y torre donde son constantes los nidos y ver si esto da resultado para combatir este problema de las aves.

para realizar el repelente casero, se investiga con ayuda del ingeniero experto en líneas, para la verificación de las cosas que a un ave le molesta y no soporta, y entre una de las principales esta que no le gusta el olor a fermentación debido a que es muy fuerte para ellos, y eso lo convierte en un repelente contra aves, la aportación está en proceso para comprobar resultados.

Se investiga otro repelente contra aves, el cual es un gel que es comercial, este gel está en proceso de pedido por qué se quiere verificar que efectividad tiene como repelente de aves, este se se tiene que verter directamente en la estructura y tiene una sustancia que a las aves no les gusta. Lo primordial es encontrar un

repelente contra aves para evitar tener falla por nidos o hilos que pueden dejar sobre la línea colgados y este mismo rompa la distancia ya mencionada.

En la fig. 3.8 podemos ver el repelente en gel que se usara contra las aves, este gel es recomendado por la empresa o comercio vendedor para este tipo de problemas que se tiene con las aves, se aplica sobre la torre o aislador una porción considerable que cobra la parte que se quiere cubrir de las aves, el efecto del repelente permanece de 4 a 5 meses en el área aplicada esto para evitar que las aves vuelvan a irrumpir esa área provocando fallo alguno en la línea.



Fig. 3.8 gel transparente repelente contra aves, producto comercial

Propuesta de solución a los aislamientos rotos y corroídos en la línea.

Otro de los problemas que una línea tiene muy recurrente es los aislamientos rotos, contaminados o en mal estado, este tipo de anomalía provoca fallas transitorias en la línea pero que si no se atiende puede llegar a tener consecuencia el aislamiento como flameo o ruptura total de la cadena y esto provocar una caída de la línea afectando a usuarios y personas si el lugar donde suceden las acciones está habitado, provocando lo siguiente un accidente mortal.

La manera en que esta falla puede evitarse o la forma más efectiva de verificación de aislamientos en torres es de manera aérea ya que es la manera en que se puede observar más de cerca el aislamiento y cadena de cada torre, de manera terrestre la altura de las torres en ocasiones son enemigo de la visibilidad del ojo humano y no se reporta provocando esto consecuencias mayores debido a que el patrullaje de la línea no es el adecuado.

La supervisión o patrullaje efectivo para detectar esta anomalía es de manera aérea, cuando se hace la inspección aérea es lo que más se hace la verificación al igual que los nidos, esto para notificar a las cuadrillas correspondientes y realicen el retiro de nidos y el cambio de aislamiento en la línea para evitar un disparo en la línea por falla de las antes ya mencionadas.

En la figura 3.9 se hace referencia a la inspección aérea que se realiza como mínimo 7 días cada dos meses para que el funcionamiento de la línea sea óptimo y sin fallas esta inspección es efectiva porque por esta se detectan los aislamientos rotos, sucios, contaminados y mal estado, la propuesta del mejor funcionamiento de la línea es que la inspección aérea se realice 5 días cada mes.

Pero también en mente se tiene otra propuesta esto con ayuda del ingeniero a cargo de líneas, y es la siguiente, utilizar un dron volátil con cámaras de alta resolución para realizar las inspecciones a los aislamientos de cada estructura, esto evitaría gastos grandes a la empresa porque un helicóptero genera gastos en los aspectos de combustible y arreglos técnicos del helicóptero, por este motivo se propone utilizar este dron para poder realizar las inspecciones aéreas sin necesidad de un helicóptero.

Los beneficios de este dron deja muchas ganancias económicas en lo referente a utilizar el helicóptero para inspección, el dron se idealiza en conjunto con los expertos de línea en ser inalámbrico y controlarlo a distancias considerables para que el operador de este dron solo se encuentre en un punto y este mismo sin necesidad de estar cerca pueda controlar los movimientos del dron de manera remota y práctica.

El dron incluye cámaras de la más alta definición 2 en la parte delantera y 3 en una parte lateral derecha y 3 en la parte lateral izquierda para una mejor visibilidad de la torre y detectar si esta tiene anomalías presentes, los gastos a reducir en la empresa serían considerablemente altos, y la seguridad del personal experto en líneas sería menor porque el dron se maniobra desde la parte de tierra detectando de este punto cada una de las anomalías de la torre más cercanas a la ciudad.

En la figura 3.10 se muestra como se idealiza construir un dron en conjunto con los expertos de la oficina de líneas, para la inspección aérea de cada línea, esto beneficia de manera inminente al ingeniero encargado de la oficina de líneas porque con el dron ya no se necesita solicitar de manera continua el helicóptero para inspecciones aéreas, solo para emergencias de alguna línea y el dron no pueda actuar en esta.



Fig. 3.9 inspección aérea efectiva para detectar aislamientos rotos o en mal estado.



Fig. 3.10 dron propuesto a la empresa de la CFE para inspección aérea de líneas.

Propuesta de solución a los desrames de árboles o brecha crítica.

Hay otra falla que se da por que no se hace desrame de árboles bajo la línea o bien pueda ser de igual forma brecha, no se debe dejar crecer los arboles tan altos bajo la línea debe de estar a mínimo 3 metros de separación entre línea y árbol o monte, esta falla de línea se puede evitar haciendo el patrullaje de cada línea en su tiempo estipulado y al contrario de de la falla por aislamiento, el patrullaje efectivo para estas anomalías es por medio terrestre ya que aéreo no se aprecia de la mejor manera.

Al tener un árbol crítico o brecha crítica esto quiere decir que casi está a la distancia de línea y tierra establecida por la norma, se tiene que dar aviso al ingeniero encargado de la oficina de líneas y el decida que se realiza en esa línea, las fallas por árboles y ramas son pocas pero si no se le da el patrullaje adecuado

al las líneas esto puede provocar una falla hasta ruptura de la línea si el árbol es muy grande.

Esta anomalía se evita haciendo el desrame adecuado del árbol que está bajo la línea para que este no rompa la distancia establecida, la brecha siempre debe estar limpia por donde pasa la línea de esto se encarga una empresa particular al igual que el desrame, pero si el caso ya es crítico y CFE no paga a compañía brechero los trabajadores linieros tienen que realizar la actividad para evitar un fallo en la línea o interrupción del flujo de energía.

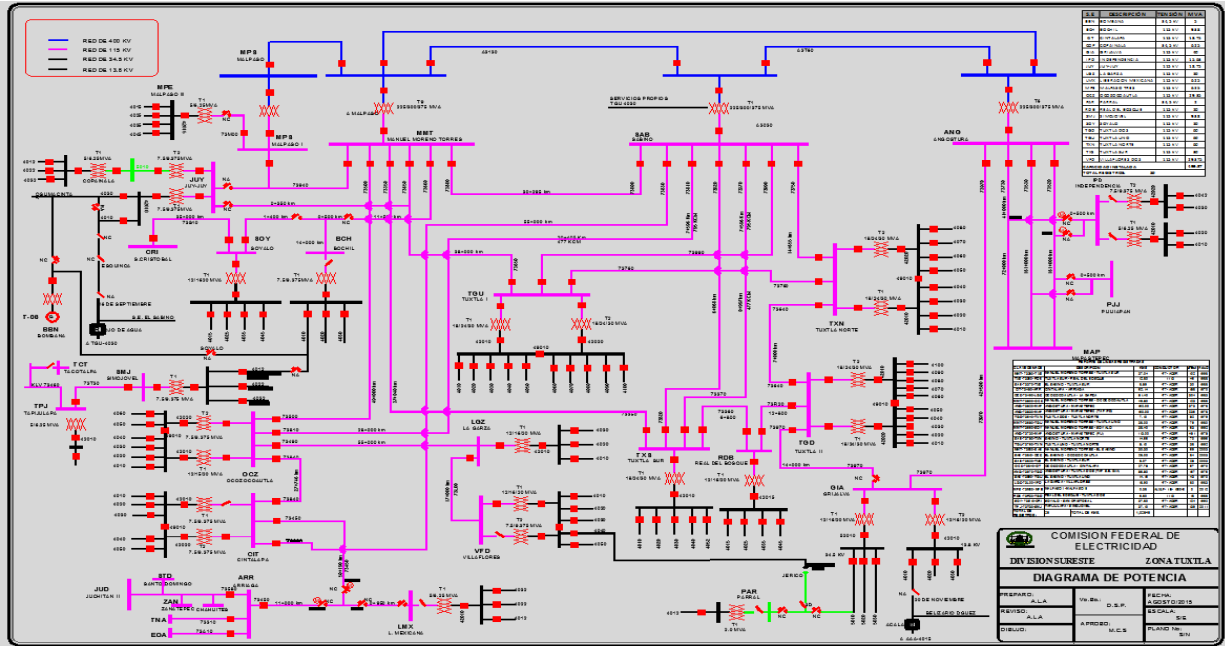
Realizando el patrullaje terrestre sobre la línea esta anomalía se puede evitar, de igual forma el dron que se propone anteriormente sería de gran utilidad para detectar esta anomalía ya que de manera aérea y con la cámara de alta resolución colocada en el dron nos permite verificar cada brecha y altitud de los árboles por donde la línea pasa, esto anterior propuesto con ayuda del experto en líneas.

4. Resultados y Conclusiones

Los resultados de lo hecho en la estancia en la empresa de la comisión federal de electricidad son favorables tanto para el prestador de servicio como para la empresa, ya que se dio seguimiento a lo que se trabaja día a día en el área de líneas de subtransmisión, esto actualizando las maniobras de mantenimiento para cada línea, sus cuidados, sus anomalías, y el equipo de seguridad que cada liniero tiene que usar para resguardar la vida de cada uno y de igual forma resguardar los intereses de la empresa.

Con el aporte de cada experto en su línea se actualizó las maniobras que se realizan en cada línea para mayor seguridad de cada liniero y cualquier persona contratista que trabaje en cada una de las 25 líneas, también con la actualización de maniobras se realizó una explicación más entendible para cada personal que requiera de este libro de maniobras para saber cómo realizar los trabajos en vivo o muerto en la línea, y evitar realizar trabajos sin previo conocimiento de que secuencia seguir.

Se realizó la actualización del diagrama unifilar de potencia, esto con aporte de los expertos en las líneas y personal de campo que tiene el conocimiento de los cambios que ha sufrido el sistema de potencia de subtransmisión, para poderlo plasmar en el diagrama unifilar que se muestra en la figura 4.1 donde se muestra la distribución de cada línea de subtransmisión y como pueden funcionar en caso de emergencia o libranza que se realice. O en su defecto líneas que no se pueden librar de manera frecuente porque es el único ramal que alimenta la subestación



.Fig.4.1 diagrama de potencia actualizado con las 25 líneas de zona Tuxtla

El diagrama de potencia se encuentra en la sección de anexo F, el cual especifica que es el resultado de la actualización del libro de operaciones de líneas de subtransmisión, en el libro se puede encontrar este diagrama de potencia se puede verificar de una mejor manera en la página 134 del libro de operaciones de líneas, este diagrama de potencia contiene el funcionamiento completo de las líneas de la zona Tuxtla.

Se actualiza la longitud que abarca cada línea y su tipo de estructura que cada línea tiene en este momento, las maniobras de restablecimiento de la línea ya sea de trabajo en vivo o muerto, también se actualizo con ayuda del experto en líneas, la modificación de los diagramas de swicheo de cada línea para tener el conocimiento de donde se lleva a cabo la interrupción de corriente de una línea cuando se trabaja en línea muerta (libranza) y el liniero tome cuidados adecuados hasta que lugar puede trabajar.

Se actualizo la información sobre subestaciones, transformadores y diagramas que se muestran para hacer referencia al funcionamiento de los sistemas de fallas y su funcionamiento que tienen en cada línea, esto se hace referencia en el libro de líneas de subtransmisión actualizado contando con 464 paginas todas estas incluyendo la información actualizada de cada línea para el uso de personal ya sea de la empresa o contratista, que sostenga una obra con la CFE.



La actualización del libro de operaciones de líneas de subtransmisión incluye la información más reciente de cada área, esta información recaudada de fuentes expertos en el área de líneas y trabajador liniero, para mayor seguridad al realizar los cambios en el libro. Este libro lo podemos encontrar en la parte de anexos incluido en un disco CD, para una mejor lectura y comprensión de cada actualización que ha sufrido debido a cambios a lo largo de años en las líneas.

Los resultados de la propuesta de solución a las anomalías más frecuentes en la línea como nidos, aislamientos rotos o en mal estado, y desrames de árboles debajo de la línea, están en proceso debido a que para realizar estas mejoras se necesita de una justificación de gastos, para poder utilizar cada uno de los materiales a usar para verificar si esta propuesta da resultados, a largo o corto plazo o si definitivamente no funciona.

El mantenimiento de las 25 líneas de la zona Tuxtla se realiza con la ayuda del libro de operaciones de líneas, pero este con la información actual, para una seguridad del personal de líneas y resguardar los intereses de la empresa para que no existan pérdidas económicas por el mal manejo de las maniobras en la línea, la secuencia del libro de líneas actualizado esta revisada por el experto de la oficina de líneas y personal de campo (linieros) que conocen la función de su línea y sus fallas por anomalías en distintos eventos que afectan a la misma.

Conclusión

Actualmente los linieros de cuadrilla han sufrido una serie de accidentes no de gran magnitud, pero que se pueden evitar con ayuda libro actualizado de líneas de subtransmisión ya que con la información que en este apartado se maneja es para cada persona, de manera entendible, que la personal nuevo se CFE. O personal ajeno a la empresa puedan realizar las maniobras de cada línea de manera segura y sin exponer la línea a una falla, por error o descuidos del personal liniero.

El libro actualizado de maniobras de líneas de subtransmisión es de gran ayuda para cuando realizas un trabajo en esta, la secuencia de la línea sea viva o muerta siempre estará la información más reciente para que se trabaje de buena manera y evitar los disparos en cada línea, se obtuvo conocimiento de las líneas y sus principales anomalías registradas y posibles propuestas de solución para cada anomalía.

El libro de líneas de subtransmisión actualizado permite tener un mejor entendimiento de cada maniobra y se actualizo de manera que la persona que lo lea pueda entender cada una de las maniobras a realizar, esto quiere decir que sea entendible no solo para el personal de líneas, sino también para toda persona ajena a la empresa que lo lea pueda llevar a cabo la secuencia que en el libro se maneja, para mayor eficiencia en su maniobras y seguridad en la misma.

El libro de operación de líneas de subtransmisión cuenta con el visto bueno del jefe a cargo de la oficina de líneas de subtransmisión, mismo que se implementa a la brevedad posible para el uso constante del personal liniero de la comisión federal de electricidad o de personal contratista que trabaje en las líneas y requiera del conocimiento de las maniobras en las líneas, para mejores resultados y una efectividad aceptable en la línea.

El libro de operación de líneas de subtransmisión se encuentra de manera completa en el anexo F, este anexo nos proporciona directamente el resultado más importante que se obtiene en la estancia en la empresa de la comisión federal de electricidad, que es el libro de operación de líneas de subtransmisión actualizado para el uso del personal de la CFE, o personal de trabajo ajena a la empresa.



Referencias Bibliográficas

- [1] J. Robert Eaton. Sistemas de transmisión de energía eléctrica. 2008.
- [2] Siegert C., Luis A. catedrático de ingeniería eléctrica. Alta tensión y sistemas de transmisión. 1988.
- [3] John J. Grainger profesor de ingeniería eléctrica y computación. Análisis de sistema de potencia. 1985.
- [4] Juan Antonio Calvo Sáez. Seguridad en los trabajos y maniobras para las instalaciones eléctricas de alta y baja tensión. 2006.
- [5] William D. Stevenson, JR. Análisis de sistemas eléctricos de potencia. 1985.
- [6] Enrique Harper. Los conceptos básicos de la generación, transmisión, transformación y distribución de la energía eléctrica. 2014.
- [7] Christie Walter Brokering. Los sistemas eléctricos de potencia. 2008.
- [8] Rodolfo Dufo López. Trabajos y maniobras en alta tensión. 2012.

Anexo A:

En la fig. 5.1 se puede observar los disparos de las 6 líneas que más fallan obteniendo de esta manera un diagnóstico de las líneas que suelen tener más fallos a lo largo del año, y de esta manera enfocarse a darle mantenimiento a lo largo del año particularmente a estas mencionadas, se puede observar la estadística que hay a lo largo del tiempo y verificar si los disparos han disminuido o se han aumentado, en base a esta estadística el experto en líneas tiene que actuar en cada línea para evitar los disparos.

HISTORIAL DE EVENTOS POR LINEA DE SUBTRANSMISION (DISPAROS) (SIAD).

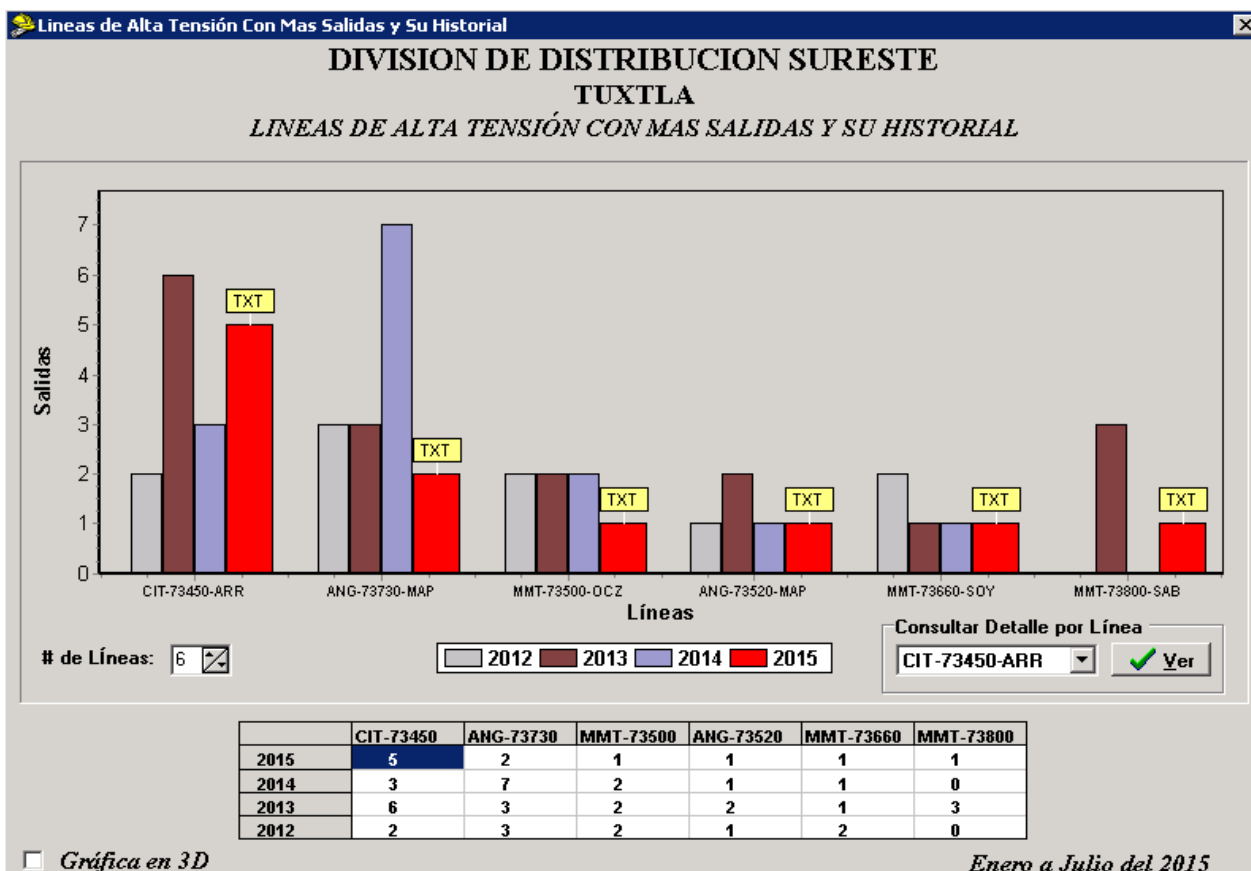


Fig. 5.1 grafica de disparos de línea por falla.

En la fig. 5.2 Se observa la gráfica de salidas de línea pero esta grafica esta referenciada desde el año 2011 hasta 2014 en el cual se registra mayores fallos con 10 líneas con disparo, comparando con la gráfica anterior (fig. 5.1) donde las líneas que se disparan por fallas son 6, se muestra con esta graficas la comparación de lo que ha sucedido en diferencia de 1 año y la utilidad de libro de operación de LST. Para aplicarlo y evitar los disparos de líneas de subtransmisión

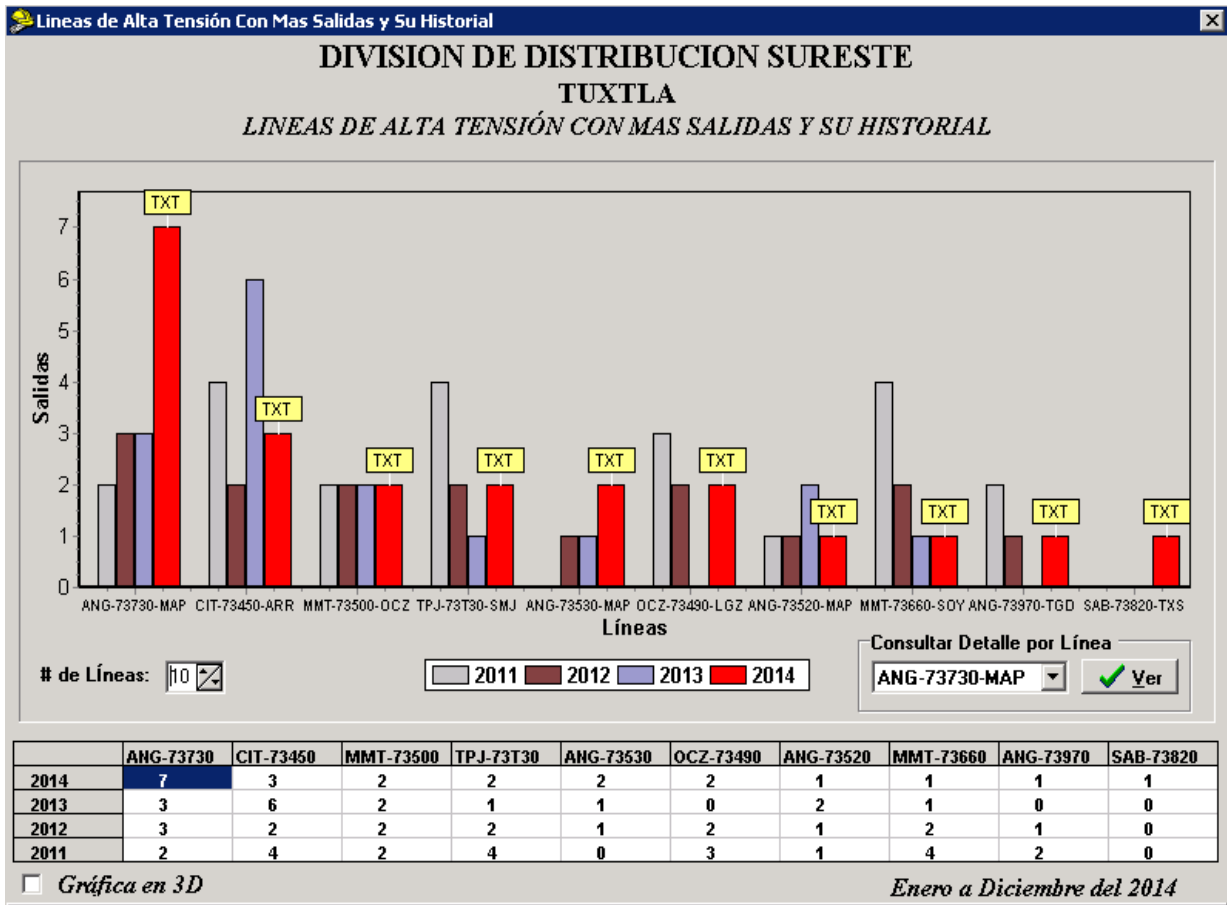


Fig. 5.2 Grafica de disparos de líneas por falla



Anexo B:

En la fig. 5.3 Se muestra la tabla y los datos que deben de subirse al sistema de SIAD para la salida de una línea esto para llevar un índice de disparos como la tabla anterior que se mostró y de esta manera también tener el conocimiento de la línea que tiene falla y que hacer en caso de la falla que está presente esto se explica anteriormente en este mismo documento en fallas en los sistemas de transmisión de energía eléctrica, donde se explica cada falla y su posible causa.

DIVISION DE DISTRIBUCION SURESTE				COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD					SIAD		
TUXTLA				REPORTE DE DETALLE DE SALIDAS DE LINEAS DE SUBTRANSMISION					FECHA: 2015.07.30		
PERIODO: ENERO DE 2015 A JULIO DE 2015									HORA: 12:16 p.m		
									PAG: 1		
									REP: 4-8-2A		
CLAVE DE LINEA	SUBSTAC. EXTREMAS	CONTI. NÚMERO	FECHA FALLA	HORA DE DESPARO		HORA DE CIERRE		TIEMPO FUERA	CVE FALLA	OBSERVACIONES	ZONA
				HRS	MIN	HRS	MIN	HRS			
73730	ANG-MAP	N	03.ene.15	2	44	2	44	000.00	VVA61	PROTECCIONES OPERADAS DE LA LST ANG-73730-MAP LADO MAPASTIERRE, LADO ZONA 1, FASE B, DISTANCIA 78.8 KM, SE LOCALIZA CADENA FLAMEADA POR CONTAMINACION DE ESCRIBIMIENTO SE REALIZA EL CAMBIO QUEDANDO AL 100 %	TXT
73450	QIT-ARR	N	06.mar.15	11	9	11	9	000.00	WVCO	DCCT 73450 ARR QIT OBRERA SEL 311CZ1 FCQA 59.39 KM F 844 AMP ARR SEL 311CZ1 FCQA 13.33 KM, SE LOCALIZA RAMA QUE VOLÓ POR FUERTES VIENTOS PROVOCADO POR FENOMENOS DE 41 QUE AFECTÓ LADO QIT LAFIARRA, REGANDO EN FRENTE DE CUBETA Y RUBIENDE LA F	TXT
73450	QIT-ARR	N	10.abr.15	10	0	10	44	000.44	WVCO	DESAPRODE LA LST DERIVADO DE VOLTIO QUE ROMPO DISTANCIA DE SEGURIDAD CON FASE C, ENTRE EST 16-17, LA LINEA PERMANECIÓ CON FASES B Y C EN OPERACION SIN PERJUDICAR EN VIVO, CON PROCESO SE NORMALIZA AL TENER COMUNICACION PERSONAL EN COOR ZONA OCSURESTE	TXT
73450	QIT-ARR	N	24.abr.15	7	54	7	54	000.00	VVA62	PROT QIT FRENZ1, 1444 AMP A 6.99 KM ARRAGA Z1 FCN, A 62.53 KM SE LOCALIZA CADENA FLAMEADA POR CONTAMINACION DE ENQ, SE RETIRA ENQ Y SE CAMBIA CADENA FLAMEADA, ASI TAMBIEN SE INSTALA MALLA PARA REDUCIR Y EVITAR SE REPERTE LA CAUSA.	TXT
73730	ANG-MAP	N	12.jun.15	23	57	23	57	000.00	WVCO	PROTECCIONES RELEV SEL 121F Z-1 FEN A 25.19 KM MAP RELEV UD80 Z-1, FEN, A 62.7 KM, ASLAMIENTO EN FASE C FLAMEADO POR DESCARGAS ADICIONALES Y LLUVIAS POR TORRENTA TROPICAL CARLOS, SE CAMBIO AISLAMIENTO Y SE INSTALA APARTARRAYOS	TXT
73800	MMT-SAB	N	16.jun.15	16	57	16	57	000.00	WVCO	LADO MMT OBRERA 79 21 FASE B A TIERRA, ZONA 1 A 14.73 KM FALLA EST. 40 FEN, DESCARGA ADICIONAL Y LLUVIAS, POR LUR CARLOS Y ONDA TROPICAL, SE CAMBIA AISLAMIENTO Y SE INSTALAN APARTARRAYOS Y MEJORA SISTEMA DE TIERRAS	TXT
73660	MMT-SOY	N	17.jun.15	16	23	16	23	000.00	WVCO	PROTECCIONES MMT SEL 311CFCN Z-1 A 2.25 KM MDT OBRERA 79 SOY SEL 311L A 14.38 KM FEN 721 AMP FALLA CADENAS FLAMEADAS EST 5 Y 6 DESC. ADICIONALES POR TROPICAL CARLOS Y QIT 5, SE CAMBIA AISLAMIENTO, SE MEJORA TIERRAS Y SE INSTALA APARTARRAYOS ALBA CLASE I	TXT

DIVISION DE DISTRIBUCION SURESTE				COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD					SIAD		
TUXTLA				REPORTE DE DETALLE DE SALIDAS DE LINEAS DE SUBTRANSMISION					FECHA: 2015.07.30		
PERIODO: ENERO DE 2015 A JULIO DE 2015									HORA: 12:16 p.m		
									PAG: 2		
									REP: 4-8-2A		
CLAVE DE LINEA	SUBSTAC. EXTREMAS	CONTI. NÚMERO	FECHA FALLA	HORA DE DESPARO		HORA DE CIERRE		TIEMPO FUERA	CVE FALLA	OBSERVACIONES	ZONA
				HRS	MIN	HRS	MIN	HRS			
73450	QIT-ARR	N	29.jun.15	17	13	17	13	000.00	WVCO	QIT PROT. OBRERA SEL 311CZ1 Z-1 A 45.38 KM LADO ARR PROT. OBRERA SEL 311CZ1 Z-1 A 24.44 KM CADENA FLAMEADA POR DESCARGAS ADICIONALES Y LLUVIAS (TORRENTA ELÉCTRICA) EST. 100, SE REALIZÓ CAMBIO	TXT
73520	ANG-MAP	N	03.jul.15	20	19	20	19	000.00	WVCO	ANG-73520-MAP OBRERA UN SEL 311CFCN Z-1, A 13.96 KM MAP SEL 351 FCN A 102.59 KM Y ANG-73520-MAP ANGL SEL 311C FCN Z-1, A 14.34 KM ONDA TROPICAL 11 Y 12 PROVOCA TORRADO Y FUERTES VIENTOS	TXT
73360	MMT-TXS	N	06.jul.15	19	5	19	5	000.00	WVCO	PROT LST 73360 MMT OBRERA UN SEL 311 CFASEB C A TIERRA Z-1 A 21.88, LADO TKS SEL 311C FCN Z-1 A 15.62 KM EST. 59	TXT
73450	QIT-ARR	N	06.jul.15	9	23	9	23	000.00	VVA62	OBRERA 79, QIT OBRERA SEL 311CFCN Z1 Z-1 FCN, A 6.96 KM ARRAGA OBRERA SEL 351 PROT. 67 FCN A 62.47 KM EN ESTRUCTURA 18	TXT
73500	MMT-OCZ	N	21.jul.15	6	40	12	52	006.12	VVA64	LADO MMT OBRERA SEL 311 FCN A 40.10 KM LADO OCZ OBRERA SEL 311, FCN, A 2.77 KM, CON 2865 A, DEFALLA, SE CAMBIA CADENA DAMADA EN LA EST. 115, QUEDANDO AL 100%	TXT

W-A0	0	W-A62	2	W-B02	0	W-C1	0	W-E5	0	W-0	0
W-A1	0	W-A63	0	W-B03	0	W-C2	0	W-E6	0	W-1	0
W-A2	0	W-A64	1	W-B04	0	W-C3	1	W-E7	0	W-2	0
W-A3	0	W-A65	0	W-B05	0	W-E1	0	W-E8	0	W-3	0
W-A4	0	W-A66	0	W-B06	0	W-E2	0			W-4	0
W-A5	0	W-A67	0	W-B07	0	W-E3	0	Total	12	W-5	0
W-A61	1	W-B01	0	W-C0	7	W-E4	0			W-6	0

Fig. 5.3 tabla para llenado en el sistema en caso de disparo en la línea.

Anexo C:

En la siguiente figura 5.4 se observa la simbología de cada accesorio o equipamiento eléctrico que una torre puede llegar a tener, en el libro de líneas se hace referencia a cada línea y de la línea en concreto se busca cada una de las torres y en la tabla de cada estructura especifica cada uno de los accesorios eléctricos que una torre tiene en este momento.









SIMBOLOGIA	
	APARTARAYO EXISTENTE
	APARTARAYO NO EXISTENTE
	AMORTIGUADOR EXISTENTE
	AMORTIGUADOR NO EXISTENTE
	HILO DE GUARDA NO EXISTENTE
	HILO DE GUARDA EXISTENTE
	SISTEMA DE TIERRA EXISTENTE
	SISTEMA DE TIERRA NO EXISTENTE

Fig. 5.4 simbología de accesorios y equipamiento eléctrico de cada estructura.

ANEXO D:

En la fig. 5.5 Se da a conocer cada cuadrilla, el área y ubicación donde están residen, los nombres de los integrantes de cada cuadrilla, su R.P.E de trabajo y la categoría de cada integrante de la cuadrilla que en particular son linieros, se observa que en total son 7 cuadrillas que residen en la zona Tuxtla y realizan las labores de mantenimiento de las 25 líneas de la zona Tuxtla que se han descrito anteriormente en el texto y se describen en el libro en el anexo F.

DATOS DE LAS CUADRILLAS DE LINEAS DE SUBTRANSMISION DE LA ZONA TUXTLA

UBICACIÓN	R.P.E.	NOMBRE TITULAR	CATEGORIA ACTUAL	CATEGORIA PROPUESTA	No. CUADRILLA	MOVIL	VEHICULO	TIPO	TELEFONOS	ANTIGÜEDAD C.F.E.	TIPO DE SANGRE	
AREA CINTALAPA	OCOZOCOAUTLA	9AMNA	JORGE CARLOS VIDAL COUTIÑO	LINIERO ENC. L.V.	S/MOVIMIENTO	MD2-8	XM 603	94165	PICK UP 4 X 4	961 57 9 44 07	21/05/1984	B+
		QU604	MANUEL DE LA CRUZ ZOMA	LINIERO L.V.	S/MOVIMIENTO				PICK-UP SENCILLA	961 17 4 54 56	03/08/1988	O+
	CINTALAPA	9FPKU	CINUET LLAVEN CALDERON	LINIERO ENC. L.V.	S/MOVIMIENTO	MD2-7	XM 68	20000226	PICK-UP SENCILLA			
		9FLGX	JORGE LUIS JONAPA CAMACHO	LINIERO L.V.	S/MOVIMIENTO							
		9AMPG	CARLOS REY RUIZ GUZMAN	LINIERO ENC. L.V.	LINIERO ENC. L.V.							61 8 41 04
AREA VILLAFLORES	VILLAFLORES	QY559	EDUARDO LOPEZ SANCHEZ	LINIERO L.V.	LINIERO L.V.	MD2-5	XM 87	60386	PICK-UP SENCILLA			
		BENITO JUAREZ	9A9HB	JULIO C. MARTINEZ ZUÑIGA	LINIERO ENC. L.V.	LINIERO ENC. L.V.	MD2-6	XM 803	78898	PICK UP 4 X 4	961 18 95 188	13/01/1985
	9ANOR		BELISARIO JUAREZ DIAZ	LINIERO L.V.	LINIERO L.V.							
	9A9UL		ALFREDO DE LA CRUZ COUTIÑO	LINIERO L.V.	LINIERO ENC. L.V.	MD2-7	XM 804	20000230	3 TONELADAS			O+
	9DY7W		JOSE ALBERTO JUAREZ LOPEZ	LINIERO ENC. L.V.	LINIERO L.V.					961 19 7 96 80	29/08/2003	O+
	AREA BOCHIL	SOYALO	9B4TJ	JORGE RUIZ GUZMAN	LINIERO L.V.	LINIERO ENC. L.V.	MD2-4	XM 903	79399	3 TONELADAS	961 19 4 75 74	13/04/1994
9DY54			FELIPE M. MARTINEZ HDEZ	LINIERO L.V.	S/MOVIMIENTO							961 15 2 41 45
SIMOJOVEL		9DY3X	IGNACIO VAZQUEZ CRUZ	LINIERO ENC. L.V.	LINIERO ENC. L.V.	MD2-3	XM 960	20000235	PICK UP 4 X 4			
	9M9C8	JOSE I. DE LOS SANTOS MORALES	LINIERO L.V.	LINIERO L.V.								

CUADRILLA 115-3 INDICATIVO RADIO:XM-171

ROBERTO DE LA CRUZ CABRERA	9DY5L	LIN ENCARGADO LV
JOSE LOPEZ DIAZ	9DM09	LINIERO LV
ANICETO SANCHEZ HERNANDEZ	9DW05	LINIERO LV
VICENTE SOLIS SOLIS	9FMHE	AYUDANTE LIN LV
JAIME TORRRES HERNANDEZ	K395R	AYUDANTE LIN LV
VEHICULOS	5.-ECONOMICO: 80650, MARCA:FORD, TIPO:PICK UP 4X4, MODELO: 2006, PLACAS: CY 94 697	
	6.-ECONOMICO: 79560, MARCA: DODGE, TIPO CAMION 3 TONELADAS, MODELO: 2006, PLACAS: CY 94 673	

Fig. 5.5 tabla de cuadrillas de líneas de subtransmisión de la zona Tuxtla.

Anexo E:

En la siguiente fig. 5.5 se realizó el diagrama unifilar de la DE LA LST. 73760 TGU-TXN, sus sistema de conexiones y de swicheo, las subestaciones de llegada o alas que tiene asignada alimentar, este diagrama es referente a la línea ya mencionada, pero se elaboró diagrama unifilar para cada línea de la zona Tuxtla esto con la ayuda de un experto en el trayecto de las líneas. Este anexo se encuentra de manera completa en la pág. 382 del libro de operación de líneas de subtransmisión.

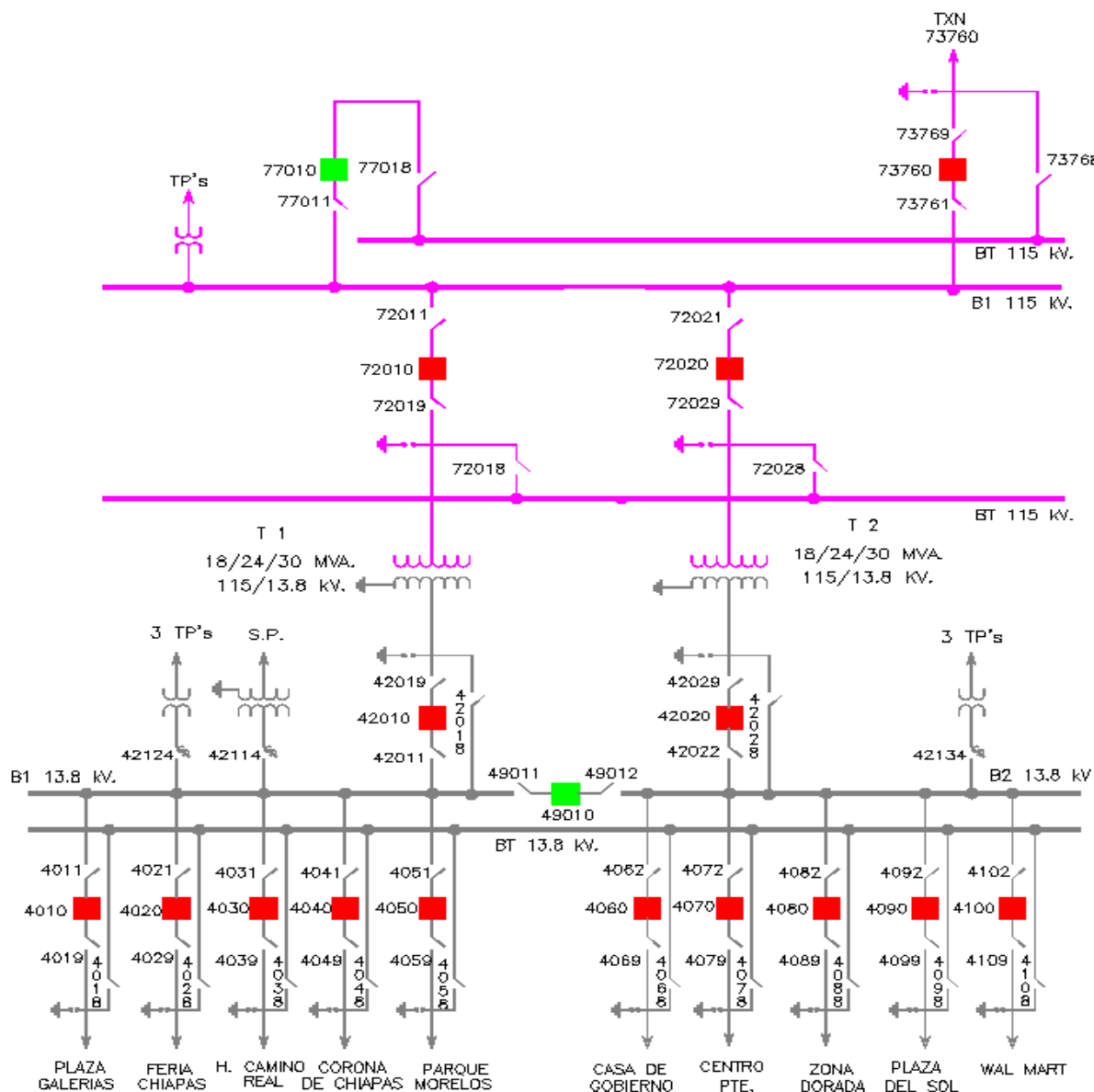


Fig. 5.5 Diagrama unifilar de la línea de subtransmisión 73760 TGU-TXN.



Anexo F:

En este anexo se hace referencia al libro completo de operaciones de líneas de subtransmisión, que aparece en el siguiente hipervínculo, mismo que cuenta con un número total de hojas de 487 páginas, donde se muestra el contenido de las maniobras de cada línea de la zona Tuxtla, legible y entendible para el personal trabajador de la empresa y persona ajena a esta si se requiere, para el mejor manejo de las líneas de subtransmisión.

- [**LIBRO DE OPERACIÓN DE LÍNEAS DE SUBTRANSMISIÓN ZONA TUXTLA.pdf**](#)