



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

INGENIERÍA ELÉCTRICA



“RESIDENCIA PROFESIONAL”

Nombre del proyecto:

“DISEÑO Y DESARROLLO DE SISTEMA EN AMBIENTE
LABVIEW, PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO
ELECTRICO DE LA SUBESTACIÓN EL SABINO”

ALUMNO:

Morales Trujillo Marco Antonio

ASESOR INTERNO:

M. en C. Karlos Velázquez Moreno

ASESOR EXTERNO:

Ing. Héctor Manuel Laguna Galdámez

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas 18 de Diciembre de 2014

INDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMÁTICA ACTUAL

1.1 INTRODUCCIÓN.....	8
1.2 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SUBESTACIONES.....	9
1.2.1 CLASIFICACIÓN POR SU FUNCIÓN.....	9
1.2.2 CLASIFICACIÓN POR SU CONSTRUCCIÓN.....	10
1.3 NOMENCLATURA Y SIMBOLGÍA.....	10
1.3.1 SIMBOLOGÍA DE EQUIPO ELÉCTRICO.....	10
1.3.2 NOMENCLATURA.....	11
1.4 IDENTIFICACIONES DE LA SUBESTACIÓN.....	12
1.5 IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO.....	12
1.5.1 TENSIÓN DE OPERACIÓN.....	13
1.5.2 TIPO DE EQUIPO.....	13
1.5.3 NÚMERO ASIGNADO.....	14
1.5.4 TIPO DE DISPOSITIVO.....	14
1.6 DIAGRAMA UNIFILAR Y TRIFILAR.....	15
1.7 COMPONENTES DE UNA SUBESTACION.....	15
1.7.1 TRANSFORMADORES.....	15
1.7.1.1 PARTE ACTIVA.....	16
1.7.1.2 PARTE PASIVA.....	17
1.7.1.3 ACCESORIOS.....	17
1.7.2 OPERACIÓN DEL TRANSFORMADOR.....	18
1.8 REACTORES DE POTENCIA.....	19
1.9 CAPACITORES SERIE PARALELO.....	19
1.10 COMPENSADORES ESTÁTICOS DE VAR´S (CEV).....	20
1.11 INTERRUPTORES DE POTENCIA.....	20

1.12 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL INDUCTIVO.....	20
1.13 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL CAPACITIVO.....	20
1.14 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.....	21
1.15 APARTARRAYOS.....	21
1.16 CUCHILLAS DESCONECTADORAS.....	21
1.17 BARRAS Y CABLES.....	22
1.18 SERVICIOS PROPIOS DE C.A. Y C.D.....	22
1.19 SISTEMAS DE TIERRA Y BLINDAJE.....	22
1.20 AISLAMIENTO.....	23
1.21 SISTEMA CONTRA INCENDIO.....	23
1.22 SEÑALAMIENTOS AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD E HIGIENE.....	23
1.23 ESTRUCTURAS DE SOPORTE.....	23
1.24 ALUMBRADO EXTERIOR, INTERIOR Y DE EMERGENCIA.....	23
1.25 TRAMPAS DE ONDA.....	24
1.26 TIPOS DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS ELÉCTRICOS.....	24
1.27 IMPORTANCIA DE MANTENIMIENTO A EQUIPOS PARA PREVENIR FALLAS.....	25
1.28 TRANSFORMADORES DE POTENCIA.....	25
1.29 INTERRUPTORES DE POTENCIA.....	26
1.29.1 INTERRUPTOR DE POTENCIA DE 400 KV MARCA ALSTOM TIPO FXT16 CON MANDO DE RESORTE FK3-4.....	26
1.29.1.1 POLO DISYUNTOR.....	26
1.29.1.2 CARTER SUPERIOR.....	28
1.29.1.3 CARTER DEL MECANISMO.....	29
1.29.1.4 MECANISMO DE MANIOBRA.....	30
1.30 INTERRUPTOR DE POTENCIA DE 115 KV MARCA ALSTOM TIPO GL-312 F1, CON MECANISMO DE RESORTE.....	33
1.30.1 ACCIONAMIENTO POR ENERGÍA DE MUELLES.....	34
1.30.2 CARGA DEL ACUMULADOR DE ENERGÍA DE CONEXIÓN.....	35

1.30.3 CONEXIÓN.....	35
1.30.3.1 NUEVA CARGA DEL ACUMULADOR.....	36
1.30.3.2 DESCONEXIÓN.....	36
1.31 INTERRUPTOR DE POTENCIA DE 34.5 KV	
MARCA ALSTOM TIPO EMX 36-BLV.....	36
1.31.1 DESCRIPCIÓN.....	37
1.31.1.1 VERIFICACIÓN DE LA SECUENCIA DE OPERACIÓN.....	37
1.31.2 OPERACIÓN.....	37
1.31.2.1 CIERRE DEL INTERRUPTOR.....	37
1.31.2.2 APERTURA DEL INTERRUPTOR.....	38
1.32 CUCHILLAS DESCONECTADORAS.....	39
1.32.1 CUCHILLAS DE 400 KV, MARCA ALSTOM TIPO S3CD.....	39
1.32.2 CIERRE DE CUCHILLAS DE 400 KV.....	40
1.32.3 APERTURA DE CUCHILLAS DE 400 KV.....	40
1.32.4 CARACTERISTICAS DE LAS CUCHILLAS.....	41
1.32.4.1 OPERACIÓN DEL CIERRE DE CUCHILLAS.....	42
1.32.5 CUCHILLAS DE OPERACIÓN EN GRUPO DE	
115 KV MARCA: ALSTOM, MODELO: H/M 123-1, TIPO:	
CUCHILLA DESCONECTADORA DE APERTURA VERTICAL.....	43
1.32.6 CUCHILLAS DE TIERRA	
(Operación de cuchillas para aterrizar).....	44
1.32.7 CUCHILLAS TIPO PANTÓGRAFO DE 115 KV	
MARCA ALSTOM, MODELO Z/AM 123.....	45
1.32.7.1 DESCRIPCIÓN.....	45
1.32.7.2 CONSTRUCCIÓN.....	46
1.32.7.3 OPERACIÓN DE LA CUCHILLA.....	47
1.32.7.4 OPERACIÓN MANUAL.....	48
1.32.8 DESCRIPCIÓN DEL GABINETE DE CONTROL.....	49
1.32.8.1 CONSTRUCCIÓN.....	49
1.32.9 OPERACIÓN DE LA CUCHILLA MODO MANUAL.....	49
1.33 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL CAPACITIVOS.....	50
1.34 APARTARRAYOS MARCA OHIO BRASS CLASE ESTACION	
CON ENVOLVENTE DE PORCELANA TIPO VN.....	53
1.34.1 DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN.....	53
1.35 ALIMENTAR LOS SERVICIOS PROPIOS:	
DEVANADO TERCIARIO DEL SAB-T1.....	55

CAPITULO II

ASPECTOS QUE DEBEN DE TOMARSE EN CUENTA PARA UN BUEN MANTENIMIENTO.

2.1 INTRODUCCION.....	56
2.2 PROPORCIONAR A LAS CUADRILLAS INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS.....	57
2.3 MANTENIMIENTOS PARA LOS EQUIPOS QUE OPEREN POR PARTE ELÉCTRICA Y MECÁNICA.....	57
2.3.1 MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.....	57
2.3.2 MANTENIMIENTO MECÁNICO.....	58
2.4 VERIFICAR E INSPECCIONAR EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	59
2.5 CARACTERÍSTICAS DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.....	59
2.6 ASPECTOS DE HIGIENE Y SEGURIDAD.....	60
2.6.1 ROPA Y EQUIPO DE PROTECCIÓN DEL PERSONAL.....	61
2.6.1.1 CASCOS COMO MEDIDA DE SEGURIDAD.....	62
2.6.1.2 PROTECCIÓN DE LOS PIES Y PIERNAS.....	62
2.6.1.3 PROTECCIÓN DE MANOS Y BRAZOS.....	63
2.6.1.4 LENTES O GOGGLES DE PROTECCIÓN.....	63

CAPITULO III

MANTENIMIENTOS A EQUIPOS DE SUBESTACIONES UTILIZANDO LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS NECESARIAS.

3.1 INTRODUCCION.....	66
3.2 ¿QUE ES EL MANTENIMIENTO?	67
3.2.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO.....	67
3.3 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.....	68

3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	69
3.4.1 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	69
3.4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	70
3.4.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	71
3.5 PLANEACION TOTAL PARA UN PRECISO MANTENIMIENTO.....	72
3.6 MEDICION PARA UN BUEN MANTENIMIENTO.....	73
3.7 PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.....	74
3.8 PRUEBAS AL EQUIPO ELECTRICO DE LA SUBESTACION.....	74
3.8.1 PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MEGGER).....	75
3.8.2 PRUEBA DE ALTO POTENCIAL (HI-POT).....	76
3.8.3 PRUEBA DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DEL TRANSFORMADOR (TTR).....	78
3.8.4 PRUEBA DE RESISTENCIA ÓHMICA.....	78
3.8.5 PRUEBA DE RESISTENCIA DE TIERRA.....	79
3.8.6 PRUEBA DE RESISTENCIA DE CONTACTOS.....	79
3.8.7 PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE.....	79

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL SISTEMA DE MANTENIMEINTO CON BASE AL PROGRAMA LABVIEW.

4.1 INTRODUCCION.....	80
4.2 ¿QUE ES Y PARA QUÉ SIRVE LABVIEW?	81
4.3 INICIALIZACIÓN DE LABVIEW.....	83
4.4 ABRIENDO PLATAFORMA O PARTE FRONTAL DE LABVIEW.....	84
4.5 COMPONENTE A UTILIZAR PARA SEÑALIZACIÓN DEL EQUIPO.....	85
4.6 ESTRUCTURA DE DIAGRAMA A BLOQUES.....	87
4.7 ESTRUCTURA DEL PANEL FRONTAL COMPLETO.....	90
4.8 DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACION EN PLATAFORMA.....	91
4.9 ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA FINALIZADA.....	92



CAPITULO V

CONCLUSIONES.

CONCLUSIONES..... 94

BIBLIOGRAFÍA..... 97

ANEXOS..... 98

CAPÍTULO I

PROBLEMÁTICA ACTUAL

1.1 INTRODUCCIÓN.

El mantenimiento del equipo eléctrico que conforman las subestaciones de potencia, es una de las partes fundamentales que aseguran el funcionamiento correcto del sistema, garantizando su correcta operación y mejorando la calidad y confiabilidad del suministro de energía eléctrica.

El contenido del siguiente trabajo se basará en cómo se encuentra normalmente la subestación “El Sabino”, de acuerdo a sus características de sus equipos, esta es una subestacion tipo intemperie, de la cual se especificaran los problemas que pueden surgir, por medio de fallas a causa de un mal mantenimiento. Antes de conocer en sí, lo que esta subestación brinda en cuanto a su funcionamiento, hay que saber y conocer todos los conceptos que intervengan.

La falta de mantenimiento en los equipos pueden causar problemas, la contaminación ambiental es la más severa ya que en ellos se ve claramente la contaminación vegetal, este es un problema grave para los aisladores ya que su función no sería la misma, existen otras causas que pueden provocar daños a largo plazo de tiempo. Sobre esto tratara el contenido del trabajo.

El fin del mantenimiento es hacer operativamente confiables a los equipos, para lograrlo, es necesario que se realice con anticipación y eficiencia requerida para cada equipo. Este objetivo podrá cumplirse si se planifican, y se cumplen plenamente las actividades que a cada equipo le corresponda.

Las subestaciones eléctricas son una parte fundamental de la red interconectada nacional, ya que reciben la energía generada por centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, geotermoeléctricas, nucleares, eólicas, etc. En rangos de tensiones que varían entre 6, 600 y 22, 000 V, se elevan en subestaciones elevadoras a alta y extra-alta tensión para evitar pérdidas en conductores que varía de 66, 000 V a 400, 000 V, y por medio de líneas de transmisión se transporta la energía hasta llegar a los centros de consumo donde nuevamente con subestaciones reductoras se baja la tensión para entregar a las zonas de distribución que se encargan de comercializar la energía. Bajando a tensiones comerciales de 127/220 V. para los usuarios finales.

Dentro de las subestaciones se conocen en sí, solo dos tipos de mantenimientos, los cuales son llamados por mantenimiento *menor* y mantenimiento *mayor*, ya que para el personal de trabajo a los equipos principales se les da el mantenimiento de rutina con fechas establecidas, estas son conocidas como mantenimiento *menor* y

cuando el equipo empieza a presentar fallas continuamente, es ahí, donde se fijan las fechas para darle un mantenimiento *mayor*, ya que si no se da ese mantenimiento, la empresa y la subestacion corren el peligro de dejar de suministrar la energía eléctrica a través de sus redes a las que se encuentren conectadas.

De los mantenimientos mencionados con anterioridad, se dejó en claro que solo dos se conocen por parte de la empresa, cuando en realidad en materias de mantenimiento se conocen tres tipos de mantenimientos que se deben seguir y establecer como regla para los equipos que se encuentren en función, de los tres tipos de mantenimientos a continuación se tendrá una definición para lograr su posible entendimiento.

1.2 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SUBESTACIONES.

Las subestaciones son las componentes de los sistemas de potencia en donde se modifican los parámetros de tensión y corriente, sirven además de punto de interconexión para facilitar la transmisión y distribución de la energía eléctrica y pueden clasificarse de acuerdo a su función, forma de operar y por el arreglo de los buses.

1.2.1 CLASIFICACIÓN POR SU FUNCIÓN.

- Elevadoras

En este tipo de Subestaciones se modifican los parámetros principales en la generación de la energía eléctrica por medio de los transformadores de potencia, elevando el voltaje y reduciendo la corriente para que la potencia pueda ser transportada a grandes distancias con el mínimo de pérdidas. Son las subestaciones que generalmente se encuentran en las Centrales Eléctricas.

- Reductoras

En este tipo de Subestaciones se modifican los parámetros de transmisión de la energía eléctrica por medio de transformadores de potencia, reduciendo el voltaje y aumentando la corriente para que la potencia pueda ser distribuida a distancias medias a través de líneas de transmisión, subtransmisión y circuitos de distribución, los cuales operan a bajos voltajes para su comercialización.

- De maniobra

En este tipo de Subestaciones no se modifican los parámetros en la transmisión de la energía eléctrica, únicamente son nodos de entrada y salida sin elementos

de transformación, y son utilizadas como interconexión de líneas, derivaciones, conexión y desconexión de compensación reactiva y capacitiva, entre otras.

1.2.2 CLASIFICACIÓN POR SU CONSTRUCCIÓN.

- Tipo intemperie

Son las construidas para operar expuestas a las condiciones atmosféricas (lluvia, nieve, viento y contaminación ambiental) y ocupan grandes extensiones de terreno.

- Tipo interior

Son Subestaciones que se encuentran con protección de obra civil, similares en su forma a las de tipo intemperie, con el fin de protegerlas de los fenómenos ambientales como: la contaminación salina, industrial y agrícola, así como de los vientos fuertes y descargas atmosféricas. También existen, las Subestaciones compactas blindadas aisladas con gas Hexafloruro de Azufre (SF₆), las cuales proporcionan grandes ventaja, ya que además de poder ser diseñadas para operar a la intemperie, estas pueden estar protegidas del medio ambiente con cierta infraestructura civil, reduciendo los costos de mantenimiento; y se aplican generalmente en:

- ✓ Zonas urbanas y con poca disponibilidad de espacio.
- ✓ Zonas con alto costo de terreno.
- ✓ Zonas de alta contaminación y ambiente corrosivo.
- ✓ Zonas con restricciones ecológicas.
- ✓ Instalaciones subterráneas.

1.3 NOMENCLATURA Y SIMBOLGÍA.

1.3.1 SIMBOLOGÍA DE EQUIPO ELÉCTRICO.

Para la operación correcta y segura de las subestaciones, la nomenclatura para identificar voltajes, estaciones y equipos, será uniforme en toda la República Mexicana. Deberá además, facilitar la representación gráfica por los medios técnicos o tecnológicos disponibles en la operación.

La entidad encargada de normar la nomenclatura obligatoria de las Subestaciones y Líneas de Transmisión es el Centro Nacional de Control de Energía CENACE.

Las áreas de control se pondrán identificar por los números siguientes:

- ❖ AREA CENTRAL
- ❖ AREA ORIENTAL

- ❖ AREA OCCIDENTAL
- ❖ AREA NORTE
- ❖ AREA NOROESTE
- ❖ AREA NORESTE
- ❖ AREA BAJA CALIFORNIA
- ❖ AREA PENINSULAR

Cada uno de los dispositivos de que consta una subestación de potencia se representa por medio de un símbolo simplificado como se muestra.

Simbología de equipo eléctrico

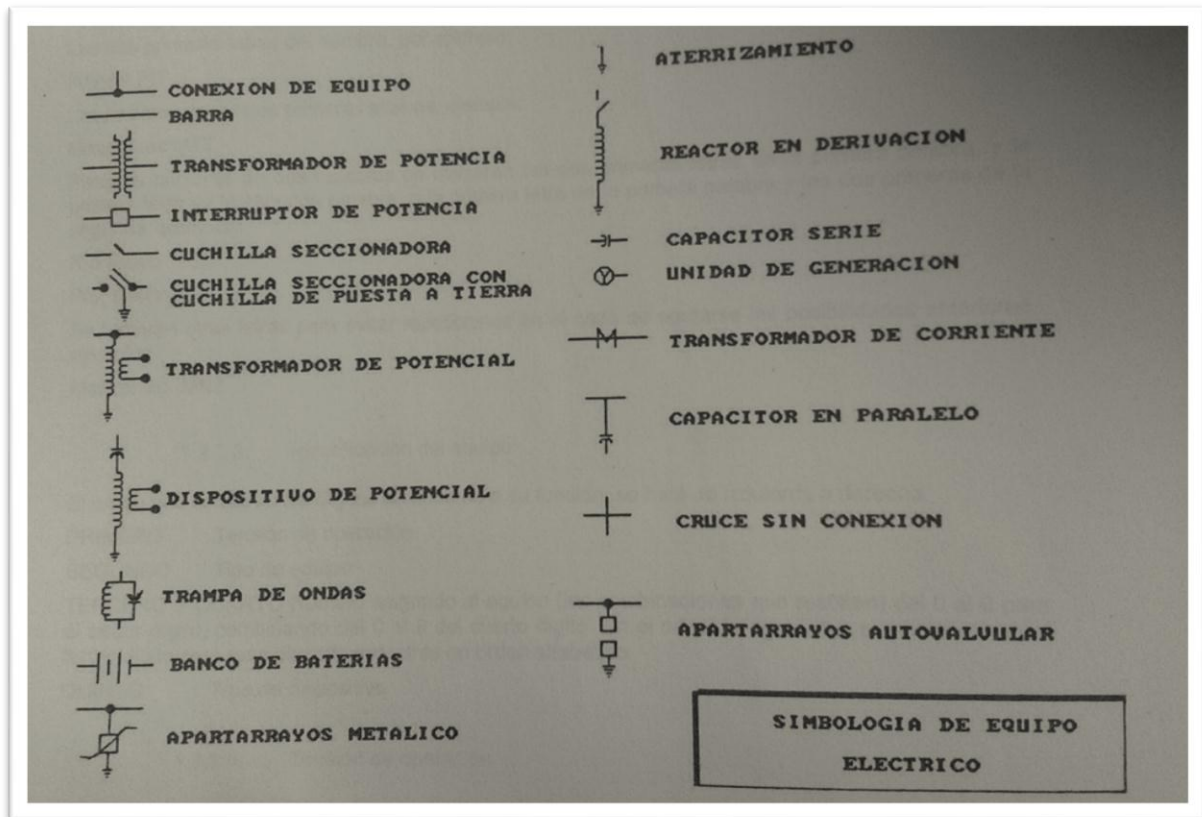


Fig. 1.1 SIMBOLOGÍA DE LOS EQUIPOS DE UNA SUBESTACIÓN.

1.3.2 NOMENCLATURA.

Voltaje por colores

Las tensiones operación (voltajes) se identifican por la siguiente tabla de colores.

TENSIONES	COLORES
400 KV	Azul
230 KV	Amarillo
De 161 hasta 138 KV	Verde
De 115 hasta 60 KV	Morado magenta
De 44 hasta 13.2 KV	Blanco
Menor de 13.2 KV	Naranja

Tabla 1.1 IDENTIFICACIÓN DE VOLTAJE POR COLORES.

Este código de colores se aplicara en tableros mímicos, dibujos, unifilares y monitoreo de computadora.

1.4 IDENTIFICACIONES DE LA SUBESTACIÓN.

La nomenclatura de las subestaciones de definirá con las siguientes normas:

La abreviatura del nombre de la instalación más conocido, por ejemplo;

Querétaro QRO

Las tres primeras letras del nombre, por ejemplo:

Pitirera PIT

Las iniciales de las tres primeras silabas, ejemplo:

Mazatepec MZT

Para los nombres de dos palabras se utilizarán las dos primeras de la primera palabra, y la primera letra de la segunda, o la primera letra de la primera palabra y las dos primeras de la segunda; ejemplo:

Rio Bravo RIB

Pto. Escondido PES

Se tomarán otras letras para evitar repeticiones en el caso de agotarse las posibilidades anteriores, ejemplo:

Manzanillo MNZ

1.5 IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO.

El orden que ocuparán los dígitos de acuerdo a su función, se hará de izquierda a derecha.

PRIMERO Tensión de operación

SEGUNDO Tipo de operación

TERCERO Y CUARTO Número asignado del equipo (las combinaciones que resulten) del 0 al 9 para el tercer dígito, combinado del 0 al 9 del cuarto dígito. En el caso de agotar las combinaciones, el tercer dígito será reemplazado por letras en orden alfabético.

QUINTO Tipo de dispositivo

1.5.1 TENSIÓN DE OPERACIÓN.

Tensión de operación. Está definido por el primer carácter alfanumérico de acuerdo a lo siguiente:

TENSION EN KV		NUMERO
DESDE	HASTA	ASIGNADO
0.00	2.40	1
2.41	4.16	2
4.17	6.99	3
7.00	16.50	4
16.60	44.00	5
44.10	70.00	6
70.10	115.00	7
115.00	161.00	8
161.10	230.00	9
230.10	499.00	A
500.10	700.00	B

Tabla 1.2 TENSIONES DE OPERACIÓN POR SU PRIMER CARACTER.

1.5.2 TIPO DE EQUIPO.

Está definido por el segundo carácter numérico de acuerdo a lo siguiente:

No.	EQUIPO
1	Grupo generador – transformador (unidades generadas)
2	Transformador o autotransformador
3	Líneas de transmisión o alimentadores
4	Reactores

5	Capacitores (serie o paralelo)
6	Equipo especial
7	Esquema de interruptor de transferencia o comodín
8	Esquema de interruptor y medio
9	Esquema de interruptor de amarre de barras
0	Esquema de interruptor lado barra número 2

Tabla 1.3 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS POR SU SEGUNDO CARACTER.

1.5.3 NÚMERO ASIGNADO.

Número asignado al equipo. El tercero y cuarto dígito definen el número económico del equipo de que se trate y su combinación permite tener al 00 al z9.

1.5.4 TIPO DE DISPOSITIVO.

Para identificarlo se usa el quinto dígito numérico que especifica el tipo de dispositivo de que se trata.

No.	DISPOSITIVO
0	Interruptor
1	Cuchillas a barra uno
2	Cuchillas a barra dos
3	Cuchillas adicionales
4	Cuchillas fusibles
5	Interruptor en gabinete blindado (extracción)
6	Cuchilla de enlace entre alimentadores y/o barras
7	Cuchillas de puesta a tierra
8	Cuchillas de transferencias
9	Cuchillas de lado equipo (líneas, transformador, generador, reactor-capacitor)

Tabla 1.4 IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO POR EL QUINTO CARÁCTER.

Las barras se identifican en la forma siguiente:

B1	Tensión en KV
B2	Tensión en KV
BT	Tensión en KV

Por ejemplo:

B1	115 KV que significa barra uno de 115 kV
B2	115 KV que significa barra dos de 115 kV
BT	115 KV que significa barra de transferencia de 115 Kv

Para identificar a los equipos se utiliza la siguiente nomenclatura:

U	Unidad.
T	Transformador (todo equipo de transformación).
AT	Autotransformador.
R	Reactor.
C	Capacitor.
CEV	Compensador Estático de VAR'S (potencia reactiva).

1.6 DIAGRAMA UNIFILAR Y TRIFILAR.

El diagrama unifilar, es aquel que muestra en forma sencilla mediante una sola línea, las conexiones entre dispositivos, componentes o partes de un circuito eléctrico o de un sistema de circuitos y estos se representan mediante símbolos y el diagrama trifilar nos muestra un arreglo a más detalle de la disposición eléctrica de componentes con referencia del arreglo físico en las tres fases del sistema, incluyendo los arreglos de conexiones de generadores, bancos de transformación, transformadores de corriente, etc.

1.7 COMPONENTES DE UNA SUBESTACION.

1.7.1 TRANSFORMADORES.

El Sistema Eléctrico Nacional está integrado principalmente por las centrales generadoras, las líneas de transmisión y las Subestaciones de Potencia, desempeñando éstas últimas una función muy importante ya que son los nodos de entrada y salida de los paquetes de energía para su envío a grandes distancias, regulación o distribución, o como punto de interconexión de los Productores Externos. Una subestación eléctrica es una instalación empleada para la transformación del voltaje de la energía eléctrica.

Las Subestaciones de Potencia están constituidas básicamente, aunque no necesariamente con todos los elementos, por:

Los transformadores son dispositivos basados en el fenómeno de la inducción electromagnética y están constituidos, en su forma más simple, por dos bobinas devanadas sobre un núcleo cerrado de hierro al silicio. Las bobinas o devanados se denominan “*primario y secundario*” según correspondan a la tensión alta o baja, respectivamente. También existen transformadores con más devanados, en este caso puede existir un devanado “terciario”, de menor tensión que el secundario.

Se denomina transformador a una máquina electromagnética que permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal, esto es, sin pérdidas, es igual a la que se obtiene de salida. Las máquinas reales representan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño y tamaño.

Si suponemos un equipo ideal y consideramos, simplificando, la potencia como el producto del voltaje o tensión por la intensidad, ésta debe permanecer constante (ya que la potencia a la entrada tiene que ser igual a la potencia a la salida).

La razón técnica para realizar esta operación es la conveniencia de realizar el transporte de energía eléctrica a larga distancia a voltajes elevados para reducir las pérdidas resistivas ($P = I^2R$), que depende de la intensidad de corriente.

El transformador es un dispositivo primario que, de acuerdo con su relación modifica los parámetros eléctricos, (tensión y corriente) operando como elevadores o reductores.

Se pueden considerar formado por tres partes principales:

- Parte activa
- Parte pasiva
- Accesorios

1.7.1.1 PARTE ACTIVA.

Está formada por un conjunto de elementos separados del tanque principal y que agrupa los siguientes elementos:

1. *Núcleo*. Este constituye el circuito magnético, que está fabricado en láminas de acero al silicio. El núcleo puede ir unido a la tapa y levantarse con ella, o puede ir unido a la pared del tanque, lo cual produce mayor resistencia durante las maniobras mecánicas del transporte.

2. *Bobinas*. Estas constituyen el circuito eléctrico, se fabrican utilizando alambre o solero de cobre o de aluminio. Los conductores se forran de material aislante, que puede tener diferentes características, de acuerdo con la tensión del servicio de la bobina, la temperatura y el medio en que va a estar sumergida.

Los devanados deben tener conductos de enfriamiento radiales y axiales que permitan fluir el aceite y eliminar el calor generado en su interior. Además, deben tener apoyos y sujeciones suficientes para soportar los esfuerzos mecánicos debidos a su propio peso, y sobre todo los de tipo electromecánico que se producen durante cortocircuitos.

1.7.1.2 PARTE PASIVA.

Consiste en el tanque donde se aloja la parte activa; se utiliza en los transformadores cuya parte activa va sumergida en líquidos.

El tanque debe ser hermético, soportar el vacío absoluto sin presentar deformación permanente, proteger eléctrica y mecánicamente el transformador, ofrecen puntos de apoyo para el transporte y la carga del mismo, soportar los enfriadores, bombas de aceite, ventiladores y los accesorios especiales.

La base del tanque debe ser lo suficientemente reforzada para soportar las maniobras de levantamiento durante la carga o descarga del mismo.

El tanque y los radiadores de un transformador deben tener un área suficiente para disipar las pérdidas de energía desarrolladas dentro del transformador.

A medida que la potencia de diseño de un transformador se hace crecer, el tanque y los radiadores, por si solos, no alcanzan a disipar el calor generado, por lo que en diseños de unidades de alta potencia se hace necesario adicionar enfriadores, a través de los cuales se hace circular aceite forzado por bombas, y se sopla aire sobre los enfriadores, por medio de ventiladores. A este tipo de eliminación térmica se le llama enfriamiento forzado.

1.7.1.3 ACCESORIOS.

Los accesorios de un transformador son un conjunto de partes y dispositivos que auxilian en la operación y facilitan en labores de mantenimiento.

1. *Tanque conservador*. Es un tanque extra colocado sobre el tanque principal del transformador, cuya función es absorber la expansión del aceite debido a los cambios de temperatura, provocados por los incrementos de la carga.

El tanque se mantiene lleno de aceite aproximadamente hasta la mitad. En caso de una elevación de temperatura, el nivel de aceite se eleva comprimiendo el gas contenido en la mitad superior si el tanque es sellado, o expulsando el gas hacia la atmósfera si el tanque tiene respiración.

2. *Boquillas*. Son los aisladores terminales de las bobinas de alta y baja tensión que se utilizan para atravesar el tanque o la tapa del transformador.

3. *Tablero*. Es un gabinete dentro del cual se encuentran los controles y protecciones de los motores de las bombas de aceite, de los ventiladores, del cambiador de derivaciones bajo carga, etc.

4. *Válvulas*. Conjunto de dispositivos que se utilizan para el llenado, vaciado, mantenimiento y muestreo del aceite del transformador.

5. *Conectores a tierra*. Son unas piezas de cobre soldadas al tanque, donde se conecta el transformador a la red de tierra.

6. *Placa de características*. Esta placa se instala en un lugar visible del transformador y en ella se graban los datos más importantes como son potencia, tensión, por ciento de impedancia, número de serie, diagrama vectorial y de conexiones, número de fases, frecuencia, elevación de temperatura, altura de operación sobre el nivel del mar, tipo de enfriamiento, por ciento de variación de tensión en los diferentes pasos del cambiador de derivaciones, peso y años de fabricación.

1.7.2 OPERACIÓN DEL TRANSFORMADOR.

a. *Potencia*, la potencia del transformador está determinada por la magnitud de la carga que se alimentará y la perspectiva de aumentos futuros de consumos.

b. *Cantidad*, cuantos transformadores se requieren.

c. *Taps*. Cantidad y valores de las derivaciones en el primario y secundario para disponer de una mayor flexibilidad para optimizarlos niveles de la tensión secundaria.

d. *Tensión del Primario y Secundario*, corresponden a la tensión primaria existente y la necesidad de tensión secundaria.

e. *Aspectos constructivos.* La disponibilidad de taps, La instalación (intemperie, bajo techo), Protecciones (incorporadas): temperatura, presión, Refrigeración: Ventilación forzada; Circulación del aceite forzada, Componentes de montaje, cambiador de taps bajo carga.

f. *Mantenimiento del Transformador,* además de chequear periódicamente las condiciones generales del transformador y de su funcionamiento, se debe analizar el estado del aceite, limpieza de aisladores. En general estos elementos requieren de poco mantenimiento.

1.8 REACTORES DE POTENCIA.

El reactor, absorbe los reactivos regulando el voltaje, además de compensar las líneas de transmisión que por su longitud generan reactivos capacitivos.

Estos se construyen tanto en unidades monofásicas como en unidades trifásicos; su apariencia física es muy parecida a la de los transformadores de potencia, su capacidad a la de los transformadores de potencia, su capacidad se determina en MVAR's. (Megavolts-Amperes reactivos)

Básicamente consisten en una bobina arrollada sobre un núcleo de acero, pudiendo ser este núcleo seccionado o sólido. La aplicación de los reactores monofásicos son la de actuar como reactancia de puesta a tierra del neutro. Consiste en aumentar la impedancia en el neutro de un transformador o de una reactancia en paralelo (en líneas de Transmisión) durante las fallas monofásicas a tierra, la reactancia limita la intensidad de falla en el neutro, mejorando la restauración del servicio en la línea eléctrica, mediante un esquema de disparo y cierre monopolar.

Se tiene la especificación CFE-Y1000-03 para reactores de potencia

1.9 CAPACITORES SERIE PARALELO.

Los bancos de capacitores están compuestos por un arreglo de unidades capacitivas de tal manera que se obtenga la reactancia requerida. Se entienda por unidad capacitiva al conjunto de elementos capacitores conectados y contenidos dentro de un mismo recipiente del cual salen al exterior las terminales de la capacitancia equivalente de la unidad, es la mínima parte que puede ser intercambiable.

De acuerdo a los requerimientos del sistema estos bancos de capacitores se conectan en serie a las líneas de transmisión o en paralelo a las barras de Subestación.

1.10 COMPENSADORES ESTÁTICOS DE VAR´S (CEV).

Los CEV´s son equipos conformados por reactancias inductivas y capacitivas y electrónica de potencia, destinados a eficientar la transmisión de energía mediante la compensación de reactivos en forma dinámica de acuerdo a las condiciones instantáneas del sistema. Mejorando en forma eficiente el perfil de voltaje manteniéndolo dentro de los límites de variación establecidos lo más cercano a su valor nominal (un nivel de tensión casi plano).

1.11 INTERRUPTORES DE POTENCIA.

Los interruptores de potencia son dispositivos electromecánicos de conexión y desconexión, que conducen permanentemente e interrumpen corrientes en condiciones normales de operación, y que también realizan estas funciones en condiciones anormales o de falla. Dispositivos destinados a abrir o cerrar circuitos en condiciones normales de carga, o en condiciones anormales que se presentan en el caso de fallas o conexión y desconexión de algunos elementos de la red.

1.12 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL INDUCTIVO.

Es un dispositivo primario que modifica o reduce el potencial para reflejar las condiciones primarias en magnitud y ángulo del circuito de potencia al que está conectado para llevarlo a los esquemas de protección, sincronización y señalización.

Es un transformador convencional que tiene arrollamientos primarios y secundarios. El arrollamiento primario está conectado al circuito de potencia ya sea entre fases o fase y tierra.

Se tiene la Norma de Referencia NFR-026 CFE-2004 para Transformadores de Potencial Inductivo.

1.13 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL CAPACITIVO.

Su función es similar a los transformadores de potencial, solo que estos cuentan con una parte inductiva y otra capacitiva donde se puede además conectar el acoplamiento Oplat para los canales de comunicación a través de las líneas de transmisión.

Se tiene la Especificación CFE-VE000-38 para Transformadores de Potencial Capacitivo.

1.14 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

Es un dispositivo primario que modifica o reduce la corriente para reflejar las condiciones primarias y llevarlas a los esquemas de protección y medición.

Existen tipos de Boquillas y Bushing y los de tipo pedestal. Los transformadores tipo boquilla construidos dentro de las boquillas de los transformadores de potencia o de los interruptores de potencia de GVA y Tanque muerto; tienen un núcleo anular con arrollamientos secundarios que puede tener varias derivaciones. El arrollamiento secundario está completamente distribuido teniendo una reactancia de dispersión secundaria baja.

Los transformadores de corriente tipo pedestal están construidos dentro de un receptáculo aislante de porcelana o de resina epóxica, y tienen un núcleo toroidal. Su secundario tiene alta reactancia de dispersión, con lo que la caída de tensión disminuye más rápidamente con la disminución de la corriente secundaria, que lo que disminuye la tensión secundaria de excitación con la reducción en la cantidad permitida de la corriente de excitación para el error de relación especificado.

Se tiene la Norma de Referencia NFR-027 CFE-2004 para Transformadores de Corriente.

1.15 APARTARRAYOS.

Son aparatos automáticos entre fase y tierra, destinados a proteger las instalaciones contra las sobre sobretensiones de origen o producidas por maniobras. Deben ser instalados en la proximidad de los equipos a proteger. Cuando operan conducen a tierra las ondas de tensión.

La función del apartarrayo no es eliminar las ondas de sobre tensión, sino limitar su magnitud a valores que no sean perjudiciales al aislamiento del equipo.

Actualmente su construcción se basa en resistencias óxidos metálicos de características no lineales conectadas en serie y/o paralelo, sin explosores integrados. Mismas que mantienen una corriente de fuga permanente y que con ello operar más rápido.

Se tiene la Norma de Referencia NRF-003 CFE-2000 para apartarrayos.

1.16 CUCHILLAS DESCONECTORAS.

Son dispositivos utilizados para abrir o cerrar un circuito cuando no está conduciendo corriente, y destinados específicamente para aislar, de la red con potencial, una máquina, un conjunto de equipos o una sección de una línea, para los fines de mantenimiento o reparación.

Existen tipo Pantógrafo, Semipantografo, Doble de Apertura Lateral, Doble de Apertura Vertical, Apertura Lateral, Apertura en V o central. También estén las llamadas de puesta a tierra cuya función es aterrizar la línea cuando está abierta para efectuar algún trabajo de mantenimiento en muerto.

Se tiene la Especificación CFE-V4200-12 para Cuchillas Desconectadoras.

1.17 BARRAS Y CABLES.

Las barras son los elementos físicos en donde se interconectan las líneas de transmisión, generadoras, transformadores de potencia y todos los elementos de la RED de generación, transmisión y distribución. Las barras pueden ser huecas o sólidas. En alta tensión se acostumbra utilizar barras (Cables Conductores) del mismo material que el conductor de las líneas de transmisión, pudiendo ser cada fase de uno a tres conductores. Sus dimensiones están en función de la energía que se espera circule por ellas.

1.18 SERVICIOS PROPIOS DE C.A. Y C.D.

Dentro de las subestaciones hay equipos auxiliares que requiere para su funcionamiento de Corriente Alterna o Directa tal es el caso de motores, ventiladores, sistemas de iluminación, sistemas de refrigeración, cargadores de baterías, señalización de estado, control para cierre de apertura de interruptores, etc.

La alimentación de estos equipos, en el caso de Corriente alterna es provista por varias fuentes tales como:

- Circuitos de distribución
- Planta diesel
- Terciario de los Transformadores de Potencia

Se tiene la Especificación CFE-VY500-16 para servicios propios.

1.19 SISTEMAS DE TIERRA Y BLINDAJE.

Las instalaciones eléctricas de alta tensión requiere de un sistema de red de tierra adecuada que lleve la corriente en condiciones normales y de falla a valores de potencial que no excedan límites adversos, para que asegurar que el personal en el área de la red de tierra no este expuesta a una descarga eléctrica peligrosa y no afecte la continuidad del servicio eléctrico, por lo anterior se requiere que el sistema de red de tierra instalada cumpla con tal propósito.

El sistema de red de tierras equivale a que en las instalaciones exista un solo punto de conexión con referencia y a su vez tenga la propiedad de disipar las sobretensiones sobre una extensión de terreno haciéndola menos peligrosa.

Para proteger el equipo de las instalaciones, debe existir un blindaje aéreo con hilos de guarda y bayonetas para proteger de las sobretensiones atmosféricas disipando estas a través de la red de tierras estando debidamente interconectadas.

Es un diseño especial de electrodos interconectados formando una red subterránea a la cual se conectan todas las referencias a tierra (Neutros de conexiones estrella, estructura de soporte, partes aterrizadas de todo el equipo primario, cerca perimetral, apartarrayos, entre otros).

Se tiene la Norma de Referencia NRF-011 CFE-2004 para Sistemas de Red de Tierras.

1.20 AISLAMIENTO.

En una subestación de potencia el aislamiento es fundamental, ya que se encontrará en todo el equipo primario en sus diferentes tipos (vidrio, porcelana, papel, etc.), incluyendo los aisladores que soportan los buses y cables (tipo de suspensión o pedestal).

1.21 SISTEMA CONTRA INCENDIO.

La subestación debe contar con un sistema contra incendio principalmente en el área de transformadores. Así mismo, es conveniente contar con extintores de fuego, en el área operativa y de tableros.

1.22 SEÑALAMIENTOS AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD E HIGIENE.

Indican las áreas de alto voltaje y recuerdan las normas de seguridad a seguir.

1.23 ESTRUCTURAS DE SOPORTE.

Son por lo regular estructuras metálicas que soportan a los buses y cables formando arreglos especiales de acuerdo al tipo de subestación.

1.24 ALUMBRADO EXTERIOR, INTERIOR Y DE EMERGENCIA.

La subestación debe contar con un alumbrado eficiente en el área de equipo eléctrico primario así como un alumbrado de emergencia.

1.25 TRAMPAS DE ONDA.

Es un reactor con núcleo de aire en serie con la línea de transmisión y antes del transformador de potencial capacitivo y su función es filtrar las señales de comunicación en ciertas frecuencias recibidas a través de la línea de transmisión.

1.26 TIPOS DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS ELÉCTRICOS.

- a) Mantenimiento predictivo. Las pruebas eléctricas y químicas en los equipos nos permiten conocer su degradación, además de ayudar a decidir si el equipo esta en condiciones de continuar en operación. En función del equipo de que se trate se definirán las pruebas a realizar.

Aunque los resultados de las pruebas no son contundentes, es decir, el hecho de que su valor sea aceptable no garantiza que no va a fallar, si podemos garantizar que si su valor es inaceptable, las probabilidades de que falle son muy altas.

- b) Mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo, representa un buen número de inspecciones rutinarias complementadas por algunas pruebas y actividades menores, lo que en conjunto constituirán el historial del equipo, el cual adecuadamente analizado servirá para determinar actividades que puedan corregir fallas incipientes con reparaciones menores, que al final de cuentas evitarán problemas y reparaciones mayores. Este tipo de mantenimiento exige técnicas de revisión más avanzadas para determinar con mejor certeza las condiciones del equipo.

Con el análisis y control de las inspecciones y pruebas periódicas, así como del historial sobre el mantenimiento correctivo que haya sido necesario realizar, se logrará efectuar una adecuada planeación de los trabajos oportuna y estrictamente necesarios para mantener el equipo en óptimas condiciones.

Existen casos de fallas incipientes del equipo eléctrico que con un adecuado mantenimiento preventivo que corregirán a tiempo provocando grandes ahorros al evitar que se requiera sustituir el equipo antes que se termine su vida útil esperada. El mantenimiento preventivo representa aproximadamente el 80 % de las actividades del personal de subestaciones.

- c) Mantenimiento correctivo. Este tipo de mantenimiento no es el deseado, puesto que es realizado al ocurrir una falla del equipo, pudiendo ser los

daños ocurridos de gravedad tal que provocarán que el equipo este fuera de servicio por mucho tiempo, efectuando los trabajos sobre criterio de emergencia. Sin embargo este tipo de mantenimiento no puede eliminarse de forma total.

1.27 IMPORTANCIA DE MANTENIMIENTO A EQUIPOS PARA PREVENIR FALLAS.

Como se mencionó anteriormente los mantenimientos son de suma importancia realizarlos en los equipos con el que opere una subestacion, esto más que nada es para prevenir un fallo que pare por un determinado tiempo a la subestación, esto sería la causa y la consecuencia sería los problemas que ocasionaría esa falla, que pueden ser como por ejemplo; la pérdida del equipo definitivamente o daños que se puedan reparar, pero de cualquier manera generara un costo económico y lo otra consecuencia más grave, es la del paro de suministro de energía a los usuarios que dependan de estas, eso sería el daño más grave que se tendría por parte de la subestacion o de la empresa que sea dueña de esa subestacion, en este caso sería CFE.

Esa es la importancia de dar un mantenimiento a dicho equipo, para tener un mejor servicio en cualquier equipo eléctrico, el mejor mantenimiento se lograra con la ayuda de registros que ya se tengan, más bien con el historial de mantenimiento que ya se tenga, es decir, reportes del personal de trabajo que se encuentre encargado de dicha subestación, la intención sería dar un mejor mantenimiento mejorar o desarrollando técnicas más factibles.

A continuación se describirán los equipos de potencia con los que cuenta la subestación “El Sabino”

1.28 TRANSFORMADORES DE POTENCIA.

Se tiene únicamente un Banco de Transformadores de potencia con capacidad de 375 MVA marca IEM tipo Acorazado, siendo este equipo el más importante debido a las características, costo y función que realiza en la Subestación.

Este banco de transformación cuenta con 3 transformadores monofásicos de potencia en aceite, los cuales están equipados con tanque de expansión con bolsa de Nitrillo tipo Cops, están diseñados para soportar condiciones de corto circuito de acuerdo a las Normas ANSI C.57.12.00-1993, el tanque principal del transformador y radiadores están diseñados para resistir vacío completo.

La función principal del SAB-T1 es reducir el voltaje de 400 KV, a 115 KV y 34.5 KV, utilizados de la siguiente manera, el devanado secundario de 115 KV para

alimentar a las líneas que salen hacia las Subestaciones: Cintalapa, Chicoasén, Tuxtla Norte, Tuxtla Sur, Ocozocoautla y Tuxtla Uno. El devanado terciario de 34.5 KV, para la alimentación de servicios propios.

Este banco de transformación también cuenta con un transformador de las mismas características utilizado como reserva, en caso de que se requiera librar alguno de los tres principales, ya sea por falla, mantenimiento, o requerimientos de Operación Sistema.



Fig. 1.2 BANCO DE TRANSFORMADORES.

1.29 INTERRUPTORES DE POTENCIA.

1.29.1 INTERRUPTOR DE POTENCIA DE 400 KV MARCA ALSTOM TIPO FXT16 CON MANDO DE RESORTE FK3-4.

Se tienen un total de seis Interruptores de este tipo instalados en la Subestación. En el Manual del fabricante se maneja como Disyuntor.

1.29.1.1 POLO DISYUNTOR.

El polo disyuntor se compones de tres partes principales:

- ❖ Las cámaras de corte (1)
- ❖ La columna-soporte (2)
- ❖ El cárter del mecanismo (3)

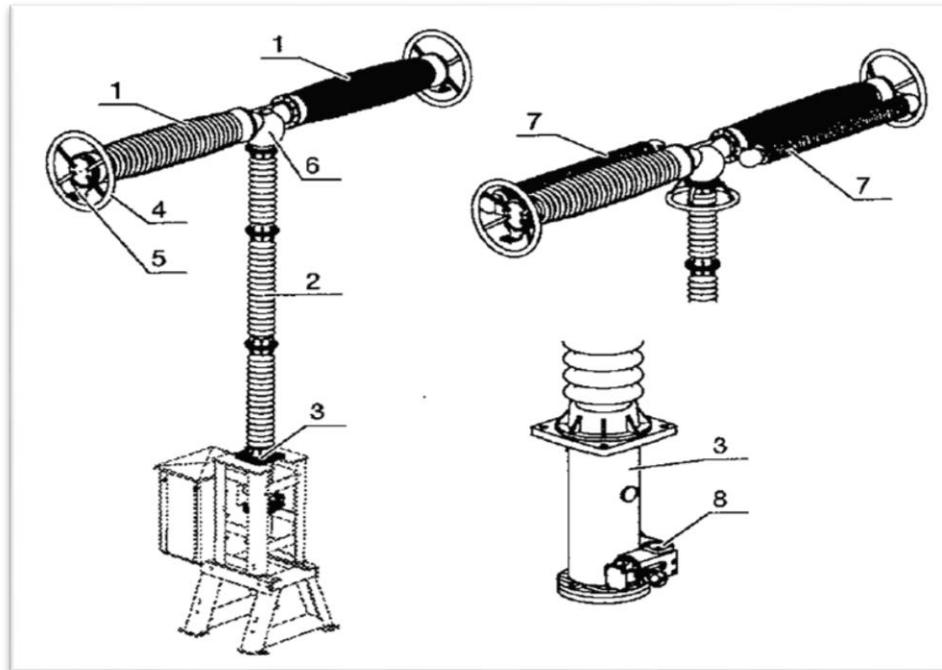


Fig. 1.3 PARTES DEL POLO DISYUNTOR.

Cámaras de corte. El polo comprende dos cámaras de corte (1), bajo revestimiento cerámico, equipas en su extremo con un anillo pararrayos (4) y una toma de corriente (5). Las cámaras de cortes están dispuestas horizontalmente y fijadas, en su base, sobre un cárter común (6). Este cárter encierra el mecanismo de transferencia de movimiento del órgano de maniobra a los contactos móviles de las dos cámaras. También estas cámaras de corte pueden estar equipadas con condensadores (7).

Columna-soporte. Constituida por dos, tres o cuatro aisladores en cerámica, la columna-soporte asegura el aislamiento a la masa del disyuntor y encierra la biela de maniobra aislante unida a los contactos móviles de las cámaras de corte.

Cárter de mecanismo. Un cárter (3), situado en la base de la columna, encierra el dispositivo biela-manivela de maniobra del contacto móvil así como el resorte de abertura. El dispositivo de llenado y de supervisión del gas SF₆ (8) también está situado en el cárter.

Las características de la cámara de corte son:

- Medio extintor. El medio extintor es el gas SF₆ a presión o excepcionalmente, una mezcla de gas SF₆ y CF₄ bajo presión.
- Principio de corte. La cámara de corte es de tipo de soplado térmico por energía de arco con efecto autoneumático auxiliar y dispositivo de asistencia de abertura.

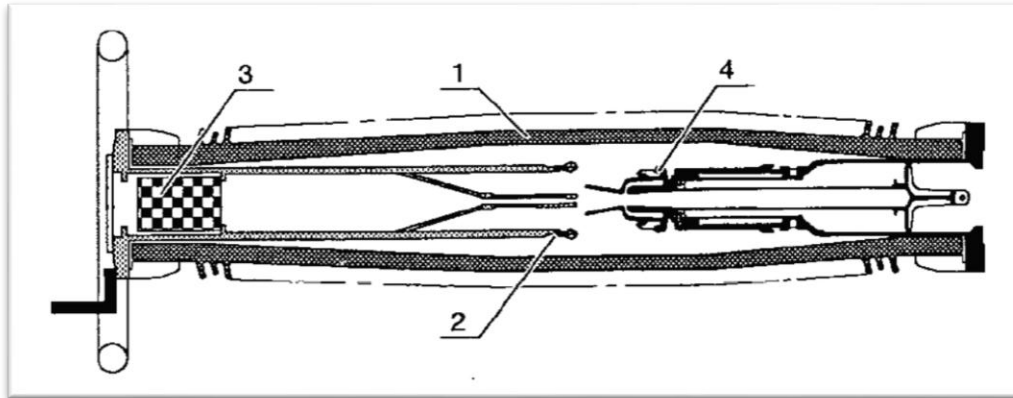


Fig. 1.4 PARTES DE LA CÁMARA DE CORTE.

Esta cámara de corte ha sido diseñada con la precaución de aumentar la resistencia mecánica y eléctrica de la parte activa y de aprovechar las ventajas del desgaste reducido de los contactos sometidos al arco en el SF₆. La parte activa está encerrada en un revestimiento de cámara estanca, que asegura el aislamiento entre la entrada y salida del disyuntor.

Ref.	Elemento	Información
1	Revestimiento	Según el nivel de contaminación, puede preverse con una línea de fuga larga.
2	Contacto fijo	Soporta el tamiz molecular.
3	Tamiz molecular	Adsorbe los gases residuales del corte.
4	Contacto móvil	Ésta accionado por el mando y comprende del dispositivo de soplado.

Tabla 1.5 PARTES DE LA CÁMARA DE CORTE.

1.29.1.2 CARTER SUPERIOR.

El cárter superior encierra el mecanismo (13) de transformación de movimiento de la biela de maniobra (6) en el contacto móvil (4) de dos cámaras.

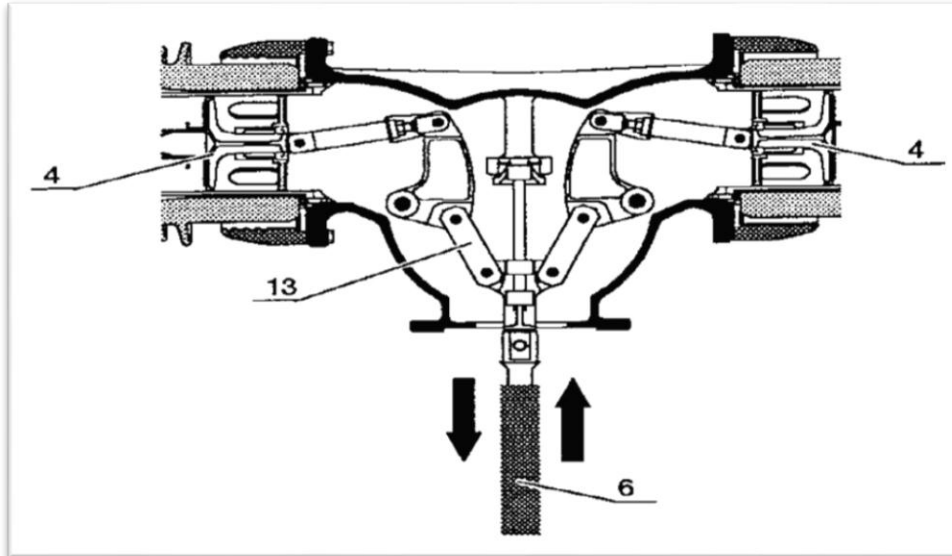


Fig. 1.5 PARTES DEL CARTER SUPERIOR.

El cuadro siguiente da los elementos internos y periféricos del cárter:

Ref.	Elemento	Función
4	Contacto móvil	Es accionado por el mando y comprende el dispositivo de soplado.
6	Biela de maniobra	Transmite el movimiento al contacto móvil de las cámaras de corte.
13	Mecanismo	Transformación de movimiento.

Tabla 1.6 PARTES DEL CARTER SUPERIOR.

1.29.1.3 CARTER DEL MECANISMO.

El cárter del mecanismo sirve de base de fijación de fijación sobre el soporte-polo y encierra el resorte de abertura.

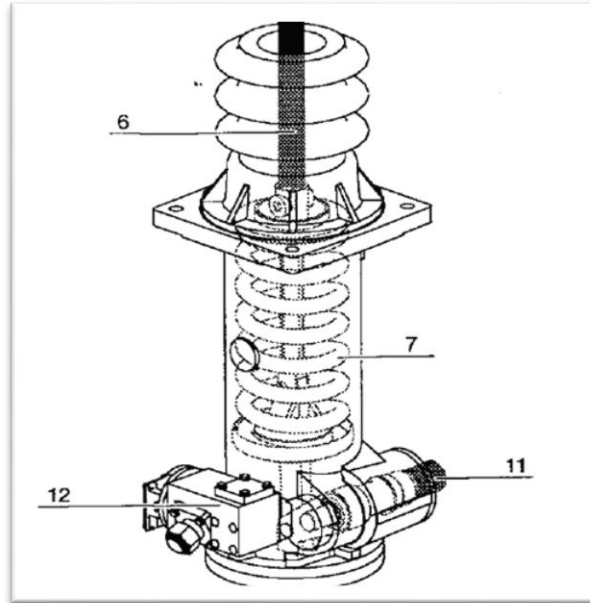


Fig. 1.6 CARTER DEL MECANISMO.

El cuadro siguiente da los elementos internos y periféricos del cárter:

Ref.	Elemento	Información
6	Biela de maniobra	Transmite el movimiento al contacto de las cámaras de corte.
7	Resorte de apertura	Acumulamiento de energía para la apertura del polo.
11	Árbol de maniobra	Transmisión del movimiento órgano de maniobra/polo.
12	Bloque de control SF ₆	Llenado y supervisión del gas SF ₆ .

Tabla 1.7 ELEMENTOS INTERNOS Y PERIFERICOS DE CARTER.

1.29.1.4 MECANISMO DE MANIOBRA.

El mecanismo u órgano de maniobra (11) es un mando de resorte de tipo FK3-4. La puerta del órgano de maniobra está equipada con dos ventanillas. Estas ventanillas permiten visualizar los indicadores ópticos de posición del disyuntor y del estado del resorte de cierre. El mecanismo de maniobra esta fijado sobre el soporte polo (9).

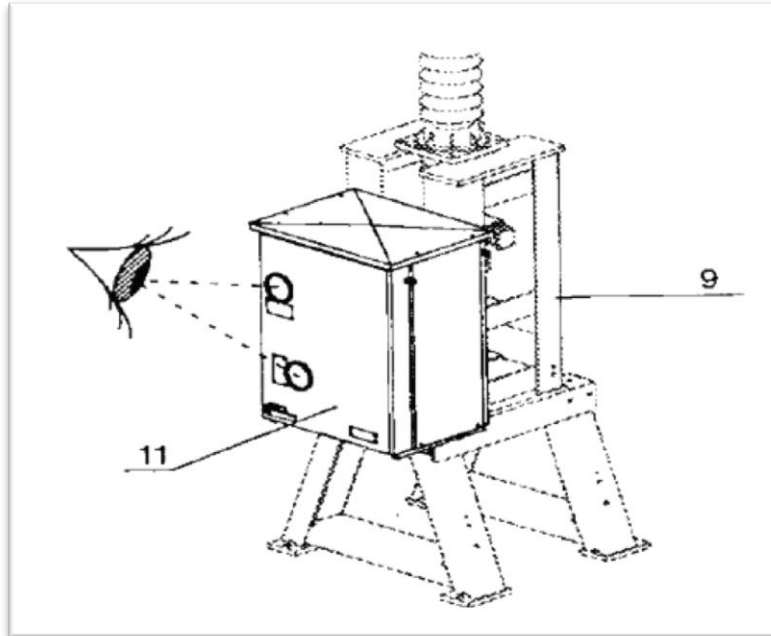


Fig. 1.7 MECANISMO DE MANIOBRA.

Apertura. Por una orden eléctrica o manual de abertura, la energía acumulada por el resorte de abertura (7), situado en el cárter interior del polo, se libera.

La biela de maniobra aislante (8), directamente accionada por el resorte de abertura (7), transmite el movimiento al mecanismo de transferencia (9) del cárter que asegura la separación de los contactos simultáneamente en las dos cámaras.

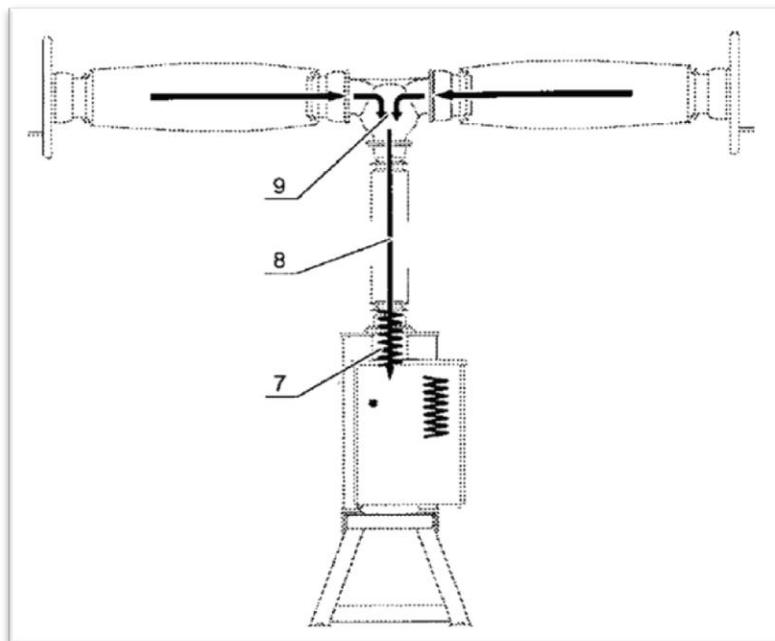


Fig. 1.8 APERTURA DEL RESORTE DEL CARTER.

Cierre. Por una orden eléctrica o manual de cierre, la energía acumulada en el resorte de cierre (15), situado en el órgano de maniobra, se libera. Esta energía se transmite directamente al árbol de maniobra (16) del polo, y asegura el cierre.

La liberación de la energía almacenada en el resorte del cierre (15) provoca el desplazamiento de las partes móviles y, por lo tanto, el cierre de las cámaras de corte, así como el rearme del resorte de abertura (7).

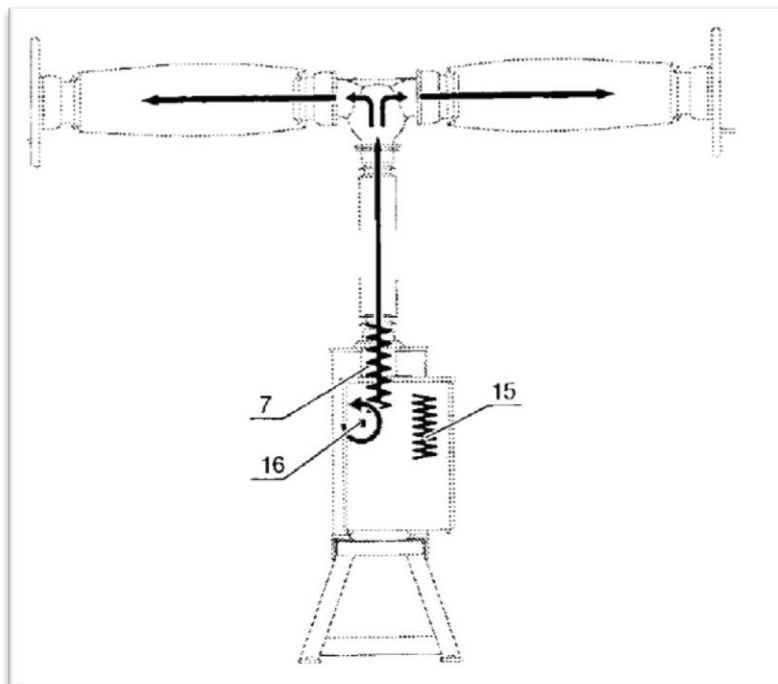


Fig. 1.9 CIERRE DEL RESORTE DEL CARTER.

En la siguiente figura se observa un Interruptor de Potencia marca Alstom tipo FXT16 instalado en la Subestación Sabino.



Fig. 1.10 INTERRUPTOR DE POTENCIA DE LA SUBESTACION “EL SABINO”.

1.30 INTERRUPTOR DE POTENCIA DE 115 KV MARCA ALSTOM TIPO GL-312 F1, CON MECANISMO DE RESORTE.

Se tienen un total de nueve Interruptores de este tipo instalados en la Subestación (siete de línea, uno para el lado de baja tensión del Banco T1, y el otro es el Comodín)

Este Interruptor de potencia de 6 SF consta de los componentes principales: columnas polares, bastidor de base, accionamiento y soportes.

Las columnas polares se componen de un aislador soporte para el aislamiento de la tensión de servicio frente a tierra y de un aislador de cámara, en lo que se encuentra la tensión del servicio frente a tierra y de un aislador de cámara, en que se encuentra la unidad interruptora. Las columnas polares forman con los tubos para el 6 SF un espacio de gas común. Los contactos móviles de la unidad interruptora están unidos con el accionamiento por medio de barras aislantes los árboles de giro y palancas de las columnas polares, así como de las barras de unión en el bastidor de base.

Con la interrupción de la corriente se realiza en el transcurso de pocos milisegundos el paso desde el estado conductor al estado aislante. Durante el movimiento de desconexión se origina un arco eléctrico, el cual se apaga por una corriente de gas dentro de la unidad interruptora. En los interruptores de potencia

de 6 SF de 3a generación con tecnología Double-Motion, se genera automáticamente, dependiendo de la corriente, la presión de apagado necesaria en una cámara de presión por la energía del arco eléctrico. El accionamiento solo proporciona la energía para el movimiento del contacto de conexión y de un pistón auxiliar.

A continuación se observa un interruptor de 115 KV marca Alstom instalado en la Subestación Sabino:



Fig. 1.11 INTERRUPTOR DE POTENCIA DE 115 KV.

1.30.1 ACCIONAMIENTO POR ENERGÍA DE MUELLES.

El accionamiento se compone de una construcción de acero autoportante y protegida contra la corrosión. Las puertas, el suelo y la cara posterior así como las partes laterales desmontables y el techo, son de capa de aluminio.

Para la acumulación de la energía de conexión necesaria se tensan los muelles helicoidales de compresión por medio de un motor eléctrico y de un reductor. Mediante el accionamiento eléctrico de las bobinas de conexión de cierre y de apertura, se desbloquean los trinquetes y por ello se libera la energía de los muelles para la conexión. La energía de los muelles se transmite por medio de la palanca situada en la cara posterior del accionamiento y de la barra de accionamiento, así como de las barras de unión, al as columnas polares.

1.30.2 CARGA DEL ACUMULADOR DE ENERGÍA DE CONEXIÓN.

Después de la aplicación de la tensión de mando, el motor gira inmediatamente y tensa por medio del reductor la rueda de manivela y la cadena el muelle de conexión. Este proceso se finaliza, cuando el botón de manivela con la cadena aplicada ha superado el punto muerto y el rodillo de la rueda de manivela se apoya sobre el trinquete de conexión.

Al final del proceso de carga se alcanza el hueco entre dientes de la rueda de manivela el piñón impulsor. Gracias a esto pueden girar para cargar sin impedimentos y sin trinquete de conexión el reductor y el motor desconectado por medio de la leva de mando y el interruptor de fin de carrera del motor.

1.30.3 CONEXIÓN.

A través del mando eléctrico sobre los electroimanes de conexión o por maniobra del mecanismo manual mecánico se suelta el trinquete de conexión bajo la acción del muelle de conexión a la rueda de manivela se acelera el árbol de conexión.

La leva gira la palanca con rodillo apoyada en dirección cierre el interruptor de potencia se conecta por medio del árbol principal, la palanca de accionamiento y una barra acoplada. Al final del movimiento de conexión después de un giro de 600 se apoya el árbol principal gracias a la leva de forma especial con seguridad y un ligero golpe por medio de un brazo de palanca con rodillo sobre el trinquete de desconexión. Al mismo tiempo la leva abandona la palanca con rodillo el interruptor de potencia está enclavado en la posición final de cierre y se puede desconectar.

- El interruptor auxiliar acoplado con el árbol principal cierra el circuito de la bobina de desconexión e interrumpe el circuito de desconexión. El interruptor de potencia se puede desconectar eléctricamente, se impide una posterior conexión, así como un impulso permanente sobre la bobina de conexión.
- Una palanca mandada por el árbol principal ha bloqueado el trinquete de conexión e impide así también mecánicamente una posterior conexión.
- La indicación de posición de conexión gira con el árbol principal a la posición cierre
- El interruptor de fin de carrera del motor accionado por medio de la leva cierra el circuito del motor.

- El circuito de la bobina de conexión se ha interrumpido por un contacto del interruptor de fin de carrera del motor. De este modo se impide una posterior conexión eléctrica.
- La indicación de posición del muelle se coloca al mismo tiempo en muelle de conexión tensado.

1.30.3.1 NUEVA CARGA DEL ACUMULADOR.

Con el cambio de posición del interruptor de fin de carrera del motor por la leva al final del movimiento se cierra el circuito del motor y se tensa de nuevo automáticamente el muelle de conexión.

1.30.3.2 DESCONEXIÓN.

A través del mando eléctrico sobre los electroimanes de desconexión o por maniobra del mecanismo manual mecánico se suelta el trinquete de desconexión. Bajo la acción de los muelles de desconexión tensados y se acelera el árbol principal y el interruptor de potencia acoplado con el en dirección apertura. Hacia el final del proceso de desconexión, el freno de desconexión se activa y frena las masas en movimiento del interruptor de potencia y del accionamiento hasta el reposo.

Funciones de mando, indicación y enclavamiento al final del movimiento de desconexión

- El interruptor auxiliar acoplado con el árbol principal interrumpe el circuito de la bobina de desconexión y cierra el circuito de desconexión. Así se impide una posterior desconexión eléctrica. Es posible una nueva conexión eléctrica.
- Una palanca manda por el árbol principal libera de nuevo el trinquete de conexión para una siguiente conexión. El interruptor de potencia se puede conectar mecánicamente.
- La indicación de posición de conexión gira con el árbol principal a la posición apertura.

1.31 INTERRUPTOR DE POTENCIA DE 34.5 KV MARCA ALSTOM TIPO EMX-36-BLV.

Este interruptor pertenece a la Bahía de los Servicios propios de la Subestación cuando se utiliza el Devanado terciario del Banco SAB-T1 para tal fin.

1.31.1 DESCRIPCIÓN.

Este Interruptor está diseñados para operar a una tensión máxima del sistema de 15.5 kv hasta 38 Kv.

Su operación es tripolar y cada cámara de vacío se fábrica bajo las más estrictas medidas de limpieza y calidad. Después de su fabricación cada botella permanece en reposo durante un periodo de 3 meses, con el objeto de garantizar que el sello es perfecto y no se perderá el vacío durante la operación en condiciones normales. La pérdida de vacío se presentara únicamente en el caso de que la botella sea golpeada de tal manera que se fracture la porcelana.

El interruptor está constituido por dos gabinetes de lámina rolada en frío, unidos a una estructura de soporte y fijación del interruptor.

El techo del gabinete cuenta con tres tapas laterales las cuales permiten el acceso a las partes de alta tensión del interruptor.

En el gabinete de control se encuentran los controles y dispositivos auxiliares para el cierre y apertura eléctrica del interruptor así como el mecanismo de operación de energía almacenada además de sus controles para el cierre y apertura manual el acceso a esta sección es por la parte frontal del interruptor.

1.31.1.1 VERIFICACIÓN DE LA SECUENCIA DE OPERACIÓN.

Para verificar la secuencia de operación se debe de cargar el resorte manualmente y después realizar la operación de cierre una vez cerrado se deben realizar operaciones de disparo, cierre apertura y se debe revisar que todos los indicadores mecánicos operen correctamente.

1.31.2 OPERACIÓN.

1.31.2.1 CIERRE DEL INTERRUPTOR:

- ❖ Manualmente. Para la operación de cierre del interruptor primero se deberá proceder a la carga del resorte principal para esto se deberá de colocar la palanca con el tornillo allen en la flecha que sobre sale en el interruptor la palanca se debe girar en sentido de las manecillas del reloj hasta que aparezca la indicación de resorte quede totalmente suelta.

La operación de cierre del interruptor se realiza liberando la energía almacenada en el resorte principal (oprimiendo el botón de cierre).

- ❖ Eléctricamente. Para el cierre del interruptor eléctricamente será necesario suministrar la tensión a los bornes de motor, automáticamente arrancará este y procederá a cargar el resorte. Cuando se termina la carga del resorte opera el mecanismo que interrumpe la alimentación de energía del motor. Para dar orden de cierre se requiere oprimir momentáneamente el botón pulsador de cierre el cual se encuentra en el gabinete de control del interruptor (es importante revisar que el conmutador de local remoto se encuentra en local). De esta manera se energiza la bobina de cierre accionando así el trinquete que libera la energía acumulada en el resorte principal y el mecanismo opera cerrado el interruptor, en el frente del interruptor aparece la indicación de cerrado. Al instante de descargarse el resorte principal opera nuevamente el mecanismo que energiza el motor para cargar nuevamente el resorte.

1.31.2.2 APERTURA DEL INTERRUPTOR.

- Manualmente. Al cerrar el interruptor automáticamente se descargan los resortes del mecanismo de disparo. La operación de disparo o apertura consiste oprimir el botón de disparo que libera la energía del resorte y permite la apertura del interruptor. En el frente del mecanismo aparece la indicación de “abierto”
- Eléctricamente. Para emitir la orden de disparo del interruptor será necesario solamente oprimir el botón de disparo (revisar que el conmutador de local remoto se encuentre en local) liberando la energía almacenada en el resorte y aparecerá en el frente del mecanismo la señal de interruptor “abierto” el interruptor puede realizar la secuencia nominal de operación de Apertura- Cierre-Apertura.

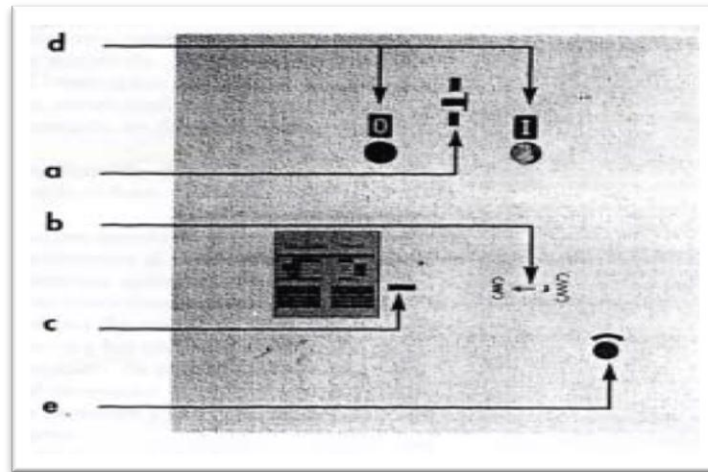


Fig. 1.12 CONTROLADOR PARA CIERRE Y DISPARO DEL INTERRUPTOR.

1.32 CUCHILLAS DESCONECTADORAS.

1.32.1 CUCHILLAS DE 400 KV, MARCA ALSTOM TIPO S3CD.

Se tienen instalados 16 juegos de cuchillas de este tipo, dos estos juegos poseen cuchilla de tierra, las cuales están instaladas en las bahías de las dos líneas de 400 kv.

La Cuchilla desconectadora es un dispositivo mecánico simple, transforma el movimiento de rotación, proveniente del mecanismo, en un movimiento compuesto, uno de rotación del brazo móvil sobre su plano horizontal y otro de rotación del brazo sobre su propio eje.

Con tal rotación solo al término de la maniobra de cierre se tiene el acoplamiento del contacto móvil con el contacto fijo. Junto con el acoplamiento de los contactos se da tan bien la separación, de parte de un dispositivo biestable, del punto muerto.

Resulta así asegurada la estabilidad de la cuchilla en la posición cerrada, aun en el caso en el cual sea desacoplada del propio mecanismo. El brazo móvil puede dejar su posición solo bajo la acción de una rotación sucesiva en sentido inverso del aislador giratorio central.

La parte viva esta compuesta de la parte móvil, formada de un brazo giratorio, que soporta en los dos extremos a los contactos móviles macho y de dos contactos fijos hembra montados sobre los aisladores laterales fijos. La parte móvil del brazo

con los dos contactos móviles macho esta montada sobre el aislador central giratorio.

Las maniobras de **APERTURA** y **CIERRE** se dan en dos fases:

- Rotación del brazo móvil sobre su Plano horizontal.
- Rotación del brazo sobre su propio eje.

La rotación total del aislador central es de casi 1250 , algunos grados sirven para girar el brazo móvil sobre su plano horizontal de la posición de abierto al final de la carrera y los grados restantes para la rotación de casi 500 sobre su propio eje del brazo y contemporáneamente a la superación del punto muerto de parte del dispositivo biestable.

El dispositivo biestable y las levas giran el brazo están encerrados en un cárter de protección.

1.32.2 CIERRE DE CUCHILLAS DE 400 KV.

- Cuchilla en la posición de ABIERTA con los dos contactos macho girado 500.
- Rotación del aislador central y del brazo hasta alcanzar el final carreras.
- Continuación de la rotación del aislador central con rotación del brazo sobre sí mismo de casi 500, introducción de los contactos móviles macho en los contactos fijos hembra y contemporáneamente superación del punto muerto de parte del dispositivo biestable.

1.32.3 APERTURA DE CUCHILLAS DE 400 KV.

- Cuchilla en la posición **CERRADA**
- Rotación del aislador central y superación del punto muerto de parte del dispositivo biestable y rotación simultanea sobre su propio eje del brazo móvil en sentido antihorario de casi 500.
- Rotación de casi 750 sobre un plano horizontal del brazo móvil hasta alcanzar la posición de cuchilla ABIERTA.

Los dos contactos fijos hembra están formados de parejas de cuchillas de cobre, empujadas cada una por un resorte de acero inoxidable, que aseguran en los puntos de contacto una presión adecuada y constante sobre el contacto macho.

El contacto móvil macho esta constituido de pares de placas de cobre separadas entre sí de perfil especial, fijadas rígidamente a las extremidades del brazo móvil fabricado en tubo de aluminio con elevada resistencia mecánica y conductividad eléctrica.

El cierre de los contactos se da con un movimiento rasante y el contacto así fabricado es del tipo de auto limpieza y de auto apriete y garantiza, por lo tanto, un óptimo comportamiento en el caso de esfuerzos debido a las corrientes de corto circuito.

El número de las láminas de cobre de los contactos hembra, las dimensiones de los contactos macho y de los tubos de los brazos móviles depende de las características eléctricas y mecánicas de equipo. Los contactos están plateados en la zona de paso de la corriente.

El equipo tiene la prerrogativa de tener, por el paso de la corriente, solo dos puntos de discontinuidad metálica, en correspondencia con los dos contactos de seccionamiento.

Los dos contactos fijos hembra están además provistos de dos plaquitas de enganche que al paso de las corrientes de corto circuito impiden la expulsión de los dos contactos móviles macho de los contactos fijos hembra. Este tipo de arreglo hace a la cuchilla S3CD apta para instalaciones con elevadas corrientes de corto circuito.

Las terminales de línea son de placa vertical y colocada en las extremidades de los dos contactos fijos hembra.

El bastidor de soporte es de acero galvanizado en caliente, capaz de resistir los máximos esfuerzos mecánicos (hielo, esfuerzos mecánicos sobre las terminales, esfuerzos debidos a corto circuito, etc.).

Forman parte de la base las guías que conducen las flechas de los discos sobre los cuales están atornillados los aisladores giratorios. Las flechas de los discos están montadas sobre cojinetes de bolas auto lubricados.

Los anillos equipotenciales están contruidos en modo de mantener los valores **RIV** en niveles fijados por las normas.

1.32.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS CUCHILLAS.

Las cuchillas de la serie **S3CDT**, además, montan, sobre la parte de los contactos fijos hembra de la cuchilla, los contactos fijos hembra de las cuchillas de tierra para la introducción de los contactos móviles de las cuchillas de tierra que están

montadas sobre el bastidor. En todas las cuchillas con cuchilla de puesta a tierra están previstos los enlaces entre la cuchilla de línea y la de tierra.

Las cuchillas de tierra pueden instalarse en ambos contactos fijos hembra de la cuchilla de línea y puede ser sencilla o doble por lo cual la cuchilla toma la nomenclatura correspondiente SECDT.

Estos equipos son fabricados de conformidad con las normas:

Italianas CEI 17-4
Americanas ANSI C37 de 30 a 37 NEMA SG 06;
Inglesas BS 5253;
Europeas IEC 129.

1.32.4.1 OPERACIÓN DEL CIERRE DE CUCHILLAS.

La operación de cierre de las cuchillas de tierra se da mediante la rotación del mismo brazo sobre el plano vertical, y por un movimiento sucesivo vertical del brazo que permite la penetración de los contactos; la operación de apertura se da en manera inversa.

Dos bielias de comando de las cuchillas de tierra, con un movimiento integrado entre ellas, hacia el final de la carrera de cierre superan un punto muerto y se detienen. En esta posición la cuchilla permanece bloqueada y solo por una señal de apertura dada al mecanismo pueden desbloquear la cuchilla de tierra.

En posición **ABIERTA** el brazo está en posición horizontal, en **CERRADO** está en posición vertical.

El brazo de la cuchilla de tierra tiene el contacto móvil macho.

La flecha de maniobra realiza un movimiento de rotación en su conjunto de casi 130°; los primeros 90° aproximadamente provocan el movimiento del brazo móvil de la Posición horizontal a la vertical, mientras los restantes 40°, generan un desplazamiento vertical del brazo y la consecuente penetración del contacto macho al interior del tulipán.

El doble del movimiento que caracteriza a la cuchilla en objeto le confiere una resistencia mecánica excepcional a los esfuerzos electrodinámicos provocados por las corrientes de corto circuito.

Todos los componentes recorridos por corriente han sido estandarizados y sujetos a pruebas de corto circuito la conexión del brazo móvil al bastidor se da mediante un paquete de laminillas de aluminio, de tal modo que se evitan los chisporroteos y golpeteos debidos por el corto circuito típicos en las conexiones tipo de trenza.

La cuchilla de tierra es constituida por un tubo de aleación de aluminio desmontable en la parte inferior para facilitar su transporte.

El peso de la cuchilla de tierra es contrabalanceado por resortes a espiral que permiten una reducción sustancial del volumen de los mecanismos de accionamiento.

A continuación se observa un juego de cuchillas de 400 kv marca Alstom, Serie **S3CD** en la Subestación Sabino.



Fig. 1.13 CUCHILLAS DESCONECTADORAS DE 400 KV.

1.32.5 CUCHILLAS DE OPERACIÓN EN GRUPO DE 115 KV MARCA: ALSTOM, MODELO: H/M 123-1, TIPO: CUCHILLA DESCONECTADORA DE APERTURA VERTICAL.

Se tienen instaladas 34 Cuchillas de este tipo, teniéndose siete de éstas con Cuchillas de puesta a tierra, las cuales corresponden a las líneas de transmisión.

Estas se encuentran instaladas en las Bahías de las 7 líneas de transmisión que se interconectan a la

Subestación, en las cuchillas de transferencia y en las que conectan al Bus auxiliar o Bus dos.

Para la apertura o cierre de las cuchillas, primeramente se tiene que colocar el conmutador local remoto en posición local y posteriormente realizar la operación requerida por medio de los botones de cierre o apertura según se requiera.



Fig. 1.14 CUCHILLA DESCONECTADORA DE APERTURA VERTICAL.

Para la operación de la cuchilla en forma manual, se realiza por medio de la manivela que se encuentra en el gabinete del mecanismo de accionamiento de la cuchilla colocándola como se muestra en la figura.



Fig. 1.15 OPERACIÓN DE CUCHILLAS DE FORMA MANUAL.

1.32.6 CUCHILLAS DE TIERRA (Operación de cuchillas para aterrizar).

Para la operación de las cuchillas de tierra se debe verificar que no exista potencial en la línea, esta operación únicamente se debe efectuar en forma manual.

Las cuchillas para 115 KV marca ALSTOM cuenta con un maneral para poder realizar el cierre o apertura, en la siguiente figura se muestra la cuchilla de línea y de tierra, las cuales están montadas en el mismo bastidor; el mecanismo para su accionamiento; así como la forma de operación.

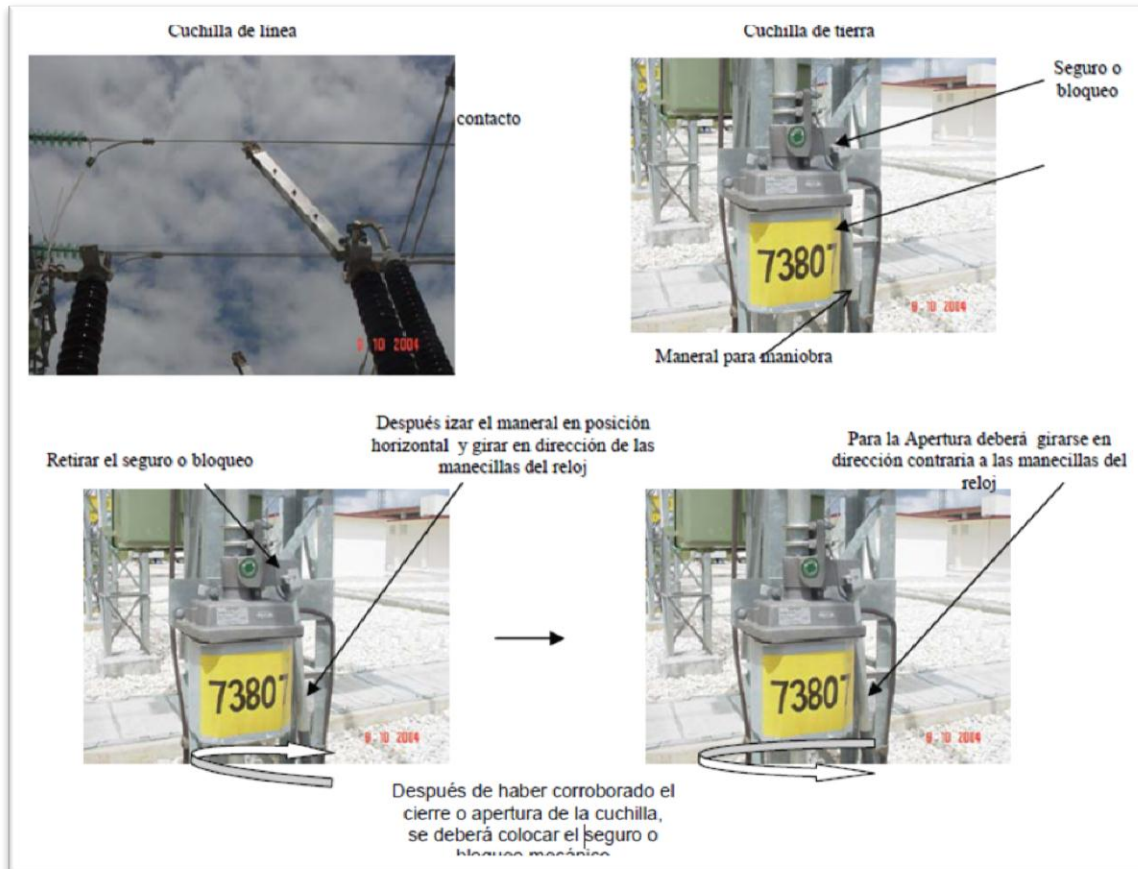


Fig. 1.16 OPERACIÓN DE CUCHILLAS DE TIERRA.

1.32.7 CUCHILLAS TIPO PANTÓGRAFO DE 115 KV MARCA ALSTOM, MODELO Z/AM 123.

Estas Cuchillas están conectadas al Bus No. 1, y se encuentran instaladas en las 9 Bahías de 115 KV, para la apertura o cierre de las cuchillas, primeramente se tiene que colocar el conmutador local-remoto en posición local y posteriormente realizar la operación requerida por medio de los botones de cierre o apertura según se requiera.

1.32.7.1 DESCRIPCIÓN.

La cuchilla tipo pantógrafo ALSTOM cumple con las siguientes normas:

- Especificación CFE V4200 – 12
- IEC publicación 694
- IEC publicación 129

1.32.7.2 CONSTRUCCIÓN.

La tierra esta soportado sobre una columna aislante de porcelana (columna soporte) la cual a su vez está montada sobre una estructura de hierro o de concreto. En esta estructura se encuentra montado el accionamiento motriz y el gabinete de control este último solamente en uno de los tres polos.

Ambos, gabinete y accionamiento.

Las columnas aislantes de porcelana soporte y giratorio se componen de uno o más elementos cuya altura, número y contorno de los faldones, corresponden a las exigencias que debe cumplir el aislamiento a tierra con respecto a la altura en que han de operar.

Cada brazo de la tierra esta armado básicamente con tubos de aluminio, piezas fundidas de aluminio rotulas media, rotulas laterales y brazos anulares, todo forma un conjunto a través del cual circula la corriente nominal, son 2 brazos por cada tijera. La rotulas al igual que los conectores están provistas de contactos anulares para asegurar la circulación eficaz de la corriente.

El contacto a la línea se hace por medio del trapecio, que consiste esencialmente de un tubo de cobre plateado (contracontacto), dos barras de aluminio y de tipo T. por medio de las barras de aluminio el trapecio puede ser montado a diferentes distancias con respecto a la línea, siendo el máximo permisible de 1 metro.

Los tubos de contacto de las tijeras están equipados con perfiles de cobre plateados, los cuales realizan el contacto eléctrico con el contacto del trapecio, cuando el desconector está cerrado.

En el extremo superior de las tijeras se encuentran los llamados cuernos de arqueo que tienen la función de disminuir el efecto corona.

Los conectores, rotulas medidas y engranajes de la tierra son blindados y provistos de lubricación permanente. Por lo tanto el trabajo de mantenimiento y de revisión que requiere el desconectador es muy reducido. Debido al peso pequeño de los elementos, el desconectador puede ser fácilmente transportado y montado.

1.32.7.3 OPERACIÓN DE LA CUCHILLA.

Para escribir el sistema de operación del accionamiento motor lo dividimos en 2 partes:

Parte mecánica:

Dispositivo de señalización (piñón) accionando la rueda dentada cuando se opera el desconectador.

Dicha rueda lleva montados dos pernos excéntricos ubicados dentro de unas ranuras alargadas.

Cuando la tijera esta “cerrada” o “abierta” no importando el caso al accionarla, girara la rueda dentada haciendo que el perno más adelantado, accione la operación del interruptor auxiliar que tómalas posición media; en tanto que el otro perno que sigue hace que los contactos del interruptor auxiliar salten a su posición final, al terminar la operación.

En la posición media del interruptor auxiliar los contactos de carrera larga asignados para alimentar las bobinas de los contactores están cerrados, mientras que los contactos de señalización de apertura y de cierre están abiertos hasta llegar a su posición final. Debido a la rotación del piñón y de la varilla roscada debajo del piñón. La tuerca guía sube o baja según sea el caso “APERTURA” o “CIERRE “. En caso de que el accionamiento no terminara su movimiento en el puntolímite, debido a cualquier falla la tuerca será frenada mediante rondanas cónicas colocadas en forma de platillo antes de llegar al tope. Por causa de este frenado el motor toma una corriente más elevada la cual dispara el elemento de protección del motor (guardamotor o relevador bimetálico ya sea motor de C. A. o C.D. respectivamente).

Parte Eléctrica:

Forman parte del sistema de control los contactos y sus contactos auxiliares, los contactos de carrera larga del interruptor auxiliar contacto apertura y de cierre así como también el micro interruptor de seguridad.

El circuito de fuerza comprende exclusivamente al motor y los contactos principales de los contactores.

El micro interruptor S6 interrumpe la corriente de control, es decir la que alimenta a los contactores cuando se abre la tapa lateral del accionamiento. Lo mismo sucede si se retira por completo la carcasa.

Dispositivo de Señalización:

El dispositivo de señalización en la posición de “CERRADO”. La mirilla en la carcasa del accionamiento motriz muestra la marca de posición “CERRADO”. Con la operación de “APERTURA” la rueda dentada gira junto con los, pernos en el sentido de la flecha. El perno a topa con la leva A del seguidor de control arrastrándolo hasta la posición media del interruptor auxiliar. La marca de posición “CERRADO” del casquillo de señalización desaparece de la mirilla. En el curso de la operación de “ APERTURA “ en el cual sigue girando la rueda dentada el perno b libra la leva B empujando la leva C. los contactos del interruptor auxiliar pasan a su posición final. En la mirilla aparece la marca de posición “ABIERTA”. El contacto de carrera larga 1 – 2 del interruptor auxiliar abre cortando la alimentación a la bobina del contactor K 1 a través del cual recibe la alimentación el motor.

En la operación de “CIERRE” la rueda dentada gira en el sentido opuesto. El perno b empuja al interruptor auxiliar a la posición media a través de la leva B del seguidor. El perno a libra la leva A y topa con la C. los contactos del interruptor auxiliar de estado y en la mirilla aparece la marca de posición cerrado.

1.32.7.4 OPERACIÓN MANUAL.

En caso de una falla en el sistema de alimentación de energía eléctrica es posible operar manualmente la Cuchilla. Para esto se procede como sigue:

Se abre la tapa lateral y se introduce la manivela sobre el eje del motor. Cuando se abre la tapa lateral el circuito de control se interrumpe por el micro interruptor de seguridad. Se gira la manivela hasta que el interruptor auxiliar salta a su respectiva posición.

Precaución.

Cuando la cuchilla este en cualquiera de sus posiciones extremas (totalmente abierta o cerrada) no deberá continuarse la operación con manivela en ese sentido, pues esto dañaría el sistema mecánico.

Es decir, si la cuchilla está en posición abierta, solo deberá ser operado manualmente hacia el cierre y si está cerrada solo deberá ser operado

manualmente hacia la apertura. En caso de que este en posición media puede ser operada manualmente hacia cualquiera de dos direcciones hasta alcanzar su posición extrema

Si no se acata esta instrucción el accionamiento puede ser dañado permanentemente y requerirá reparación mayor en la planta del fabricante.

1.32.8 DESCRIPCIÓN DEL GABINETE DE CONTROL.

El gabinete de control consiste básicamente en una caja de aluminio hermética y calefacción que aloja en su interior los componentes eléctricos de protección y control.

El montaje del gabinete de control a la estructura soporte de hace por medio de 4 espárragos de θ 1/2" que tiene en su parte superior. Se suministra un gabinete de control por cada tres polos.

1.32.8.1 CONSTRUCCIÓN.

Los componentes del gabinete de control son:

- Pulsador rojo para el "CIERRE"
- Pulsador verde para la "APERTURA"
- Selector de operación local-remoto
- Los interruptores termomagnéticos para la conexión a la red y protección.
- Regleta con tablillas para el cableado

1.32.9 OPERACIÓN DE LA CUCHILLA MODO MANUAL.

Con el selector de operación local – remoto se selecciona el modo de operación en el gabinete de control.

Al colocar el selector en local se puede operar el desconectador desde el mismo gabinete de control por medio de los pulsadores de "**CIERRE** y **APERTURA**"

Un pulso en uno de los pulsadores es suficiente para que el desconectador haga su operación completa de "**APERTURA** o **CIERRE**".

Al colocar el selector en remoto, la Cuchilla sólo puede ser operado desde los tableros de la caseta de control de la subestación, también por medio de pulsadores.

Independientemente del modo de operación que se elija, local o remoto, es importante verificar que los interruptores termomagnéticos estén cerrados.

Se Observa la cuchilla tipo Pantógrafo Cerrada y Abierta



Fig. 1.17 CUCHILLAS PANTÓGRAFO DE 115 KV.

1.33 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL CAPACITIVOS.

Los transformadores de potencial capacitivos (TPC's) o Dispositivo de potencial (DP's) son empleados para reducir los valores de tensión (400 y 115 KV) de las instalaciones de alta tensión, a un valor normal y no peligroso (115-69 Volts), indispensable para alimentar a los instrumentos de medición y de protección de los equipos existentes en la Subestación.

La siguiente figura un transformador de potencial capacitivo (TPC o DP), existente en la subestación de 400 KV de la S.E Sabino, se pueden identificar plenamente, observando que están constituidos por tres módulos (divisores capacitivos) debidamente acoplados, y que están conectados a la línea por la parte superior, a través de los dos conductores por fase y por el otro extremo inferior están conectados a tierra.



Fig. 1.18 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL CAPACITIVOS DE 400 KV.

Los transformadores de potencial capacitivos, se conectan a las líneas de alta tensión a través de un capacitor de acoplamiento para suministrar una señal de baja tensión para la operación de instrumentos de medición y relevadores. Físicamente es un ensamble de tres módulos de capacitares (DIVISORES CAPACITIVOS) montados sobre un gabinete, que contiene al transformador de potencial, al reactor de compensación a la cuchilla de puesta a tierra, al calefactor y a los circuitos de protección como los DP's están equipados con accesorios Carrier, se incluyen también en este gabinete, las bobinas de drenaje, los cuernos de arqueo y las cuchillas de puesta a tierra del Carrier.

Las alimentaciones para los diferentes equipos de medición y de protección, se realizan a través de una tablilla de conexiones secundarias. Esta tablilla esta conectada a los devanados secundarios del DP. Para alimentar a una tensión de 115 volts (Bornes S1 – S3 y T1 - T3) y 69 volts (Bornes S2 – S3 y T2 – T3) a los circuitos de medición, protección y sincronización.

Se muestra la disposición de los transformadores de potencial capacitivos, tres DP's (uno por fase), para la línea a la Subestación Sabino, siendo igual esta disposición para las otras líneas. En esta misma línea figura se puede observar las diferentes conexiones de los circuitos secundarios con los equipos de medición, sincronización y protección como es un relevador se indica con una (P), si alimenta a un equipo de medición se indica con una (M) y si alimenta al equipo de sincronización se indica con una (S).

Para una mejor identificación física de los DP's en el campo, se puede observar la figura que los transformadores de potencial al lado de las líneas se ubican abajo de las trampas de onda, entre los apartarrayos y las cuchillas de puesta a tierra.

Como una medida de seguridad, en caso de inspección del gabinete del DP, antes de abrir la puerta CONECTAR A TIERRA la cuchilla del potencial, ya que en el interior del gabinete existe un potencial hasta 5 KV.

Se tienen instalados seis (6) TP's de 400 kv tipo UEZ-400 en la Subestación, 3 piezas en el Bus1 y 3 más en el bus 2, de nivel básico de aislamiento 1425 kv, relación 2100:3500:1, clase de exactitud 0.3W, X, Y, Z.

En el área de 115 kv se tienen cinco piezas instaladas del tipo UXT-123, NBAI 550 kv, relación 600/1000:1, clase de exactitud 0.3W, X, Y, Z; uno en cada Bus y tres más en la bahía 72010.

Los TP's de 400 kv tipo UEZ-400 son del tipo de aislamiento interno a base de papel impregnado en aceite mineral. Consiste de un conjunto de devanados conectados en arreglo cascada y entrelazados por medio de un núcleo que conduce eficientemente los flujos. Un aislador de porcelana contiene dicho arreglo inmerso en el aceite mineral. Una membrana resistente al aceite y al Ozono hace un sello hermético que protege al aceite contra la humedad y el polvo del medio ambiente; además funciona como sistema de compensación del volumen de aceite. Las terminales secundarias están protegidas del exterior mediante una caja de aluminio lo que permite la conexión de tubo conduit de una pulgada. Las partes metálicas como la base de sustentación no es afectado por la corrosión (están fabricados en fierro galvanizado y aluminio) lo que hace innecesaria la protección de dichas superficies por medio de pintura.

Estos equipos cuentan con 2 módulos (inferior y superior), observándose en la siguiente figura.



Fig. 1.19 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 400 Y 115 KV.

1.34 APARTARRAYOS MARCA OHIO BRASS CLASE ESTACION CON ENVOLVENTE DE PORCELANA TIPO VN.

Los apartarrayos Dynavar clase estación, con diseño de varistores de óxidos metálicos proporcionan características de operación mejoradas en comparación con los apartarrayos de carburo de silicio.

Los diseños de óxidos metálicos ofrecen una cantidad de protección superior y mayor duración bajo las condiciones naturales de sobretensión del sistema.

Todos los apartarrayos Dynavar clase estación VL, VLA y VN que aparecen en este catálogo cumplen con la norma C62.11 de ANSI/IEEE.

1.34.1 DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN.

Los apartarrayos Dynavar clase estación pueden instalarse hasta una altitud de 3600 metros SNM.

Resistencia mecánica

La forma de bajo perfil y columna simple de los apartarrayos dynavar minimiza la resistencia al viento. Soportan vientos de hasta 1230 m.p.h. con un amplio factor de seguridad.

El apartarrayos VL/VN más alto de Dynavar también soportan el equivalente a una aceleración horizontal máxima de 0.2 g por terremoto. Conforme disminuye la altura del apartarrayos con las tensiones menores, su resistencia mejora

progresivamente. Dentro del rango de tamaños los requisitos generales para apartarrayos clase estación se exceden.

Resistencia Cantilever

La alta resistencia cantilever de los apartarrayos Dynavar cumple adecuadamente con los requerimientos de servicio con un amplio factor de seguridad para las tormentas y los terremotos.

La fuerza horizontal puede establecerse dividiendo el momento cantilever entre la distancia que hay de la base de montaje al centro de gravedad.

Los valores cantilever de los momentos de la base son:

- Tipo VL.....70,000 libras-pulgada
- Tipo VN.....150,000 libras-pulgada

El momento máximo recomendado de trabajo para la base, bajo cualquier combinación de condiciones de carga, es el 40 % de las cantidades arriba mencionadas. La fuerza lateral en la terminal superior de los apartarrayos VLA no deberá exceder las 100 libras.

Las bases están disponibles con las resistencias cantilever que corresponden a la resistencia del apartarrayos.

En la siguiente figura se observa un grupo de apartarrayos de 400 kv de la bahía A3T60 en la Subestación Sabino.



Fig. 1.20 APARTARRAYOS DE 400 KV DE LA SUBESTACIÓN “EL SABINO”.

1.35 ALIMENTAR LOS SERVICIOS PROPIOS: DEVANADO TERCIARIO DEL SAB-T1.

Se cuenta con un Transformador trifásico tipo estación en aceite, 300 KVA, 34500/220-127 Vca conexión delta-estrella, con su respectivo Interruptor de potencia, Cuchillas desconectoras y TC's, utilizados también para los servicios propios de la Subestación.

Las Cuchillas están cerradas, ya que en caso de que la Red de 13.2 kv quede fuera de servicio y la Planta Diesel no arranque, manualmente se le dará al Interruptor 52010 la orden de Cierre para que los Servicios propios de la

Subestación queden a través del Terciario del SAB-T1.



Fig. 1.21 INTERRUPTOR DEL TERCIARIO DE 34.5 KV.

Todos los equipos que se demostraron con anterioridad, son los principales en una subestación. Estos más que nada el mantenimiento debe de ser continuo para prevenir fallos que generen problemas graves. El problema para dar un mantenimiento es la parte de pedir una licencia, ya que no es simplemente de decir que toca mantenimiento, esto es por medio de la licencia para sacar un libranza en muerto, es decir, desenergizar los equipos para que el personal del trabajo de dicho mantenimiento pueda trabajar.

Otro de los problemas es la parte en que no se le pueden hacer todos los mantenimientos que requiere el equipo, ya que el tiempo no da. Con lo que se

pretende resolver el problema, es gracias al programa a desarrollar, ya que en las subestaciones o específicamente en la subestación “El Sabino” a veces hay cambios de personal o cuando alguien de la cuadrilla no laborara algunos días, la empresa llama a otro trabajador que ocupa el lugar del otro. Lo que sucede en este caso, es que, cuando hay que dar mantenimiento a un equipo no se sabe que material y herramienta se utilizara.

Por eso, se pretende elaborar un sistema que permita acceder a las herramientas y equipos de prueba que se utilizaran para dicho mantenimiento. Y lo más importante que sea factible para todos.

CAPITULO II

ASPECTOS QUE DEBEN DE TOMARSE EN CUENTA PARA UN BUEN MANTENIMEINTO.

2.1 INTRODUCCION.

Como se ha mencionado anteriormente, al hablar de mantenimiento en una subestación, es tener en cuenta muchos aspectos, pero más que nada para el personal de trabajo que se encuentre encargado de dar el mantenimiento y para los que se encuentren arriba de sus puestos, que vendrían siendo los jefes. Para que una subestacion sea más confiable y efectiva para el abastecimiento de energía eléctrica a los usuarios, se necesitan realizar mantenimientos que ya se encuentran establecidos para el equipo con el que cuente esa subestación.

Este mantenimiento, implica aspectos principales para mantener al equipo en operación sin que empiece a presentar fallos. Una de las más importantes, es la capacitación del personal, ya que deben de tener conocimientos previos del equipo, los costos de libranzas para mantenimiento, es otra de las más importantes, ya que si no se cuenta con la herramienta necesaria simplemente no se podrá proseguir al mantenimiento y esto lleva a otro aspecto, que es el costo económico de la herramienta a utilizar.

Este capítulo se basara más en estos aspectos entre otros, tratando de dejar en claro los conceptos, y los pasos que se deben de seguir para tener un mantenimiento eficaz.

2.2 PROPORCIONAR A LAS CUADRILLAS INSTRUCCIONES ESPECÍFICAS.

Se deben de elaborar hojas de procedimientos para describir todos los aspectos difíciles o complejos de las tareas de mantenimiento. Insista en que los integrantes de las cuadrillas lean estas hojas al iniciar cada tarea. De igual forma realizar listas de comprobación para cada tipo de equipos; muestre las herramientas que se necesitan en la inspección. Anime a los operadores y a los técnicos a que hagan correcciones.

2.3 MANTENIMIENTOS PARA LOS EQUIPOS QUE OPEREN POR PARTE ELÉCTRICA Y MECÁNICA.

Se debe de fijar estándares de tiempo para los trabajos repetitivos. Desarrolle procedimientos para las inspecciones y revisiones generales que señalan los métodos de trabajo, la secuencia del mismo, herramientas, materiales y equipo accesorio. Coordine las inspecciones para minimizar la cantidad de visitas y el tiempo de desplazamiento. Inspeccione previamente las partes nuevas cuando se reciben, para evitar demoras que provengan de elementos faltantes o defectuosos.

El mantenimiento preventivo aplicado a las subestaciones eléctricas se puede dividir en dos tipos:

- a) Mantenimiento Eléctrico
- b) Mantenimiento Mecánico

2.3.1 MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.

Es necesario para muchos aspectos en la vida de una subestación, esto lleva a la conclusión de que el mantenimiento eléctrico debe ser continuo. El mantenimiento eléctrico en una subestación compacta permite detectar fallas que comienzan a gestarse y que pueden producir en el futuro cercano o a mediano plazo una parada de planta y/o un siniestro afectando personas e instalaciones. Esto permite la reducción de los tiempos de parada al minimizar la probabilidad de salidas de servicio imprevistas, no programadas, gracias a su aporte en cuanto a la planificación de las reparaciones y del mantenimiento. La aplicación del mantenimiento se verá reflejada en el éxito o el fracaso de la pequeña empresa, incidiendo en:

- a) Costos de producción.
- b) Calidad de servicio.
- c) Capacidad operacional.

- d) Capacidad de respuesta de la pequeña empresa ante situaciones de cambio.
- e) Seguridad e higiene de la pequeña industria o empresa.
- f) Calidad de vida de los colaboradores de la pequeña empresa.
- g) Plan de Seguridad e Imagen Ambiental de la pequeña empresa.

El mantenimiento eléctrico es un conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de equipos eléctricos y accesorios. Es la práctica de realizar inspecciones de rutina, pruebas y servicio en el equipo eléctrico de tal forma que se puedan detectar, reducir o eliminar problemas inminentes en dichos equipos.

Los principales objetivos del mantenimiento eléctrico preventivo en una subestación eléctrica son:

- Llevar a cabo una inspección sistemática de todos los equipos, con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier desgaste o rotura.
- Mantener permanentemente los equipos e instalaciones, en su mejor estado para evitar los tiempos de parada que aumentan los costos.
- Prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones al máximo.
- Prevenir detenciones inútiles o paralización de las máquinas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Minimizar los riesgos laborales.
- Establecer políticas de almacenamiento, selección, compras, etc.; de los materiales que son necesarios para la realización de intervenciones eléctricas.
- Abordar la realización de un plan de mantenimiento eléctrico.
- Clasificar los equipos en función de su importancia y qué modelo de mantenimiento debe ser aplicable a cada equipo.
- Determinar las tareas de mantenimiento a aplicar y su frecuencia.

2.3.2 MANTENIMIENTO MECÁNICO

Se refiere principalmente para dominar todos los aspectos de la construcción de equipos industriales y maquinarias, así como de su montaje y de su mantenimiento cuando las máquinas están en servicio. Así por ejemplo en los talleres y fábricas de construcción de equipos y maquinaria, los mecánicos se especializan según la máquina herramienta que manejen, por ejemplo: Ajustadores, torneros, fresadores, rectificadores, soldadores, etc.

Para efectos de seguridad es conveniente que la parte mecánica de los instrumentos se encuentren en buen estado, libre de residuos o polvo, daños en su estructura o funcionamiento ya que de ello depende la operación del la subestación. Es necesario analizar los distintos instrumentos que requieren mantenimiento mecánico, ya que esto conduce a una mejor organización para el mantenimiento preventivo. En el mantenimiento mecánico se manejan una buena cantidad de herramientas e instrumentos de medición.

2.4 VERIFICAR E INSPECCIONAR EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Al iniciar un programa de mantenimiento, la regla es inspeccionar en exceso para estar seguro. Si el registro de una máquina no muestra otros aspectos de mantenimiento más que las inspecciones de mantenimiento, considere la prolongación del intervalo. Además, los cambios en las condiciones de operación y en el equipo y también las mejoras en los procedimientos de inspección pueden justificar una prolongación o alargamiento. Verifique la frecuencia de todas las inspecciones que requieran paros o desmantelamiento y explórelas en busca de una forma más fácil para llevar a cabo las inspecciones.

2.5 CARACTERÍSTICAS DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.

El personal que labora en el departamento de mantenimiento en una pequeña empresa, se le cataloga como una persona tosca, de uniforme sucio, lleno de grasa; lo cual ha traído como consecuencia problemas en la comunicación entre las áreas operativas generando poca confianza. La tarea de mantenimiento será realizada por el personal que:

- ❖ Sepa lo que se espera que haga.
- ❖ Haya sido debidamente capacitado.
- ❖ Sea competente en la actualidad para emprender dicha tarea.

Es necesario tener en cuenta las cualidades o características tanto personales como profesionales que se precisan para un puesto. Algunos puestos de mantenimiento requieren un trabajo en equipo, y en tales casos el jefe técnico ha de ser capaz de colaborar con el personal para alcanzar un objetivo común. En cambio otros jefes de otros departamentos realizan operaciones aisladas que no requieren trabajo en equipo.

En el área de mantenimiento, existen dos categorías generales de personal técnico: el jefe técnico, que llevan a cabo la planificación del mantenimiento, y el personal técnico, que, con una capacitación adecuada y bajo la supervisión del jefe técnico, preparan las actividades a ejecutarse según un cronograma establecido. Tanto los jefes técnicos como el personal han de ser conscientes de

la importancia de su cometido y de la necesidad de informar a su superior de cualquier circunstancia que exceda de sus conocimientos, posibilidades o control.

2.6 ASPECTOS DE HIGIENE Y SEGURIDAD

La mayoría de los accidentes eléctricos fatales les suceden a personas que deberían tener una mayor conciencia de cómo trabajar con seguridad en su lugar de trabajo. El trabajo seguro involucra algunas consideraciones, por ejemplo, no es la tensión, sino la corriente eléctrica la que puede matar. En la localización de fallas y revisión de aspectos de mantenimiento eléctrico, se deben seguir algunas reglas básicas cuando se trabaja con equipo eléctrico:

- a) Cumplir con las disposiciones de las normas técnicas para Instalaciones eléctricas.
- b) Usar equipo que cumpla con las normas de seguridad y de aplicación.
- c) Mantener las conexiones a tierra de los equipos en buen estado.
- d) Desenergizar e indicar con letreros siempre que se trabaje con equipo o circuitos eléctricos.
- e) Usar siempre equipo de protección y de seguridad.
- f) Tener conocimiento de qué hacer en caso de emergencia.

Verificar que los conductores, cables, cordones y equipo estén en buen estado:

- a) Cuando se trabaje en áreas peligrosas y con equipo peligroso, procurar hacerlo con otra persona.
- b) No trabajar cuando se esté cansado o se tomen medicamentos que causen depresión.
- c) No puentear nunca fusibles o interruptores.
- d) Asegurarse que no se tienen atmósferas peligrosas como: flamables, polvos o vapor en el área de trabajo, ya que una parte energizada del equipo o instalación podría producir una chispa en cualquier momento.

En los trabajos de las instalaciones eléctricas, solo personal calificado, que debe estar bien entrenado para trabajar con instrumentos de prueba y equipo en circuitos energizados, se debe permitir para la realización de pruebas y actividades de mantenimiento, siempre que exista el riesgo de accidentes debido al contacto accidental con las partes energizadas de los instrumentos de prueba y equipos que sean usados. Una cosa fundamental es no menospreciar las medidas

de seguridad con uno mismo y mucho menos con los demás. Cualquier condición insegura se debe reportar tan pronto como sea posible.

2.6.1 ROPA Y EQUIPO DE PROTECCIÓN DEL PERSONAL.

En el trabajo se debe usar ropa considerada como segura, siguiendo para esto algunas recomendaciones básicas como las siguientes:

- a) Usar zapatos con suelas del grueso apropiado para protección contra objetos con punta, como son los clavos. Si los zapatos están expuestos a ambientes con aceite, se debe asegurar que estos sean resistentes al aceite.
- b) En lugares húmedos, se recomienda el uso de botas de hule.
- c) Cuando se desarrollan trabajos por encima de la cabeza, usar casco para la protección de la cabeza de los trabajadores electricistas.
- d) No usar reloj metálico o joyas como cadenas, anillos, pulseras, etc., ya que el oro y la plata son excelentes conductores de la electricidad.
- e) No usar corbata, cabello largo, zapatos de calle.
- f) La ropa de trabajo debe ser cómoda y cuando sea necesario se deben usar guantes cuando sea necesario.



Fig. 2.1 SEGURIDAD DE USO PERSONAL.

Los trabajadores deben estar protegidos usando ropa y equipo de protección para los ojos y cara, siempre que estén en peligro de sufrir lesiones por arcos

eléctricos, flameos, objetos o partículas que vuelan o caen, o explosiones eléctricas.

2.6.1.1 CASCOS COMO MEDIDA DE SEGURIDAD.

Los cascos deben estar aprobados para los trabajadores eléctricos no se aceptan cascos metálicos y se requiere su uso en los siguientes casos:

- a) Cuando se desarrollan trabajos por encima de la cabeza.
- b) Cuando se desarrolla trabajo en partes elevadas.
- c) Cuando se desarrolla trabajo en partes confinadas o debajo del nivel del suelo.
- d) Para trabajos en subestaciones eléctricas o gabinetes de interruptores.
- e) Para trabajos cercanos a equipo energizado.

Los cascos usados deben ser reglamentarios para trabajos eléctricos y son de dos clases: Clase A para 2 200 V a tierra y Clase B para 20 000 V a tierra.

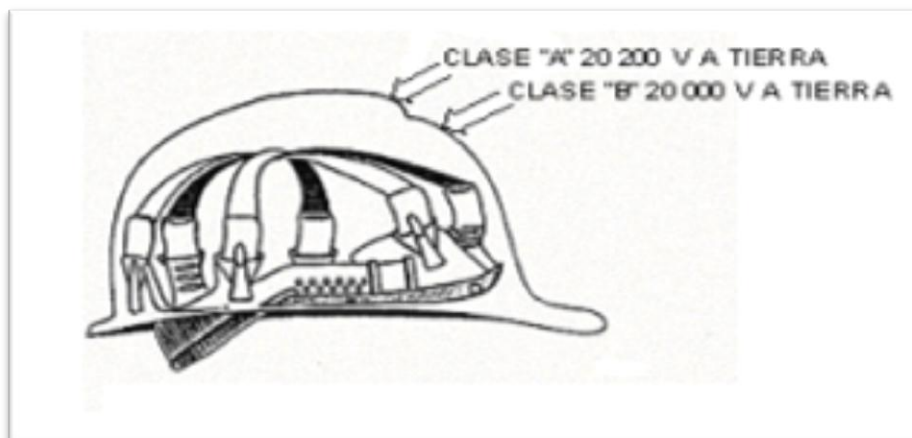


Fig. 2.2 IDENTIFICACIÓN DE CASCOS PARA PROTECCIÓN.

2.6.1.2 PROTECCIÓN DE LOS PIES Y PIERNAS.

Se deben utilizar zapatos dieléctricos cuando se requiere usar zapatos aislados para evitar problemas de tensiones de paso y de contacto, para esto es necesario usar zapatos y protectores de piernas apropiados



Fig. 2.3 TIPOS DE BOTAS DIELECTRICAS.

2.6.1.3 PROTECCIÓN DE MANOS Y BRAZOS.

En los casos en que sea necesario el uso de guantes de hule, estos se deben probar cada vez que se usen y deben estar cubiertos por guantes de piel o cuero para que sean protegidos de daños mecánicos, de aceite o grasa.

En algunos casos, es necesario el uso de mangas de hule para protección contra riesgos eléctricos cuando se trabaja en la proximidad de circuitos energizados o en la cercanía de equipos eléctricos.



Fig. 2.4 PASOS PARA PONER GUANTES DIELECTRICOS.

2.6.1.4 LENTES O GOGGLES DE PROTECCIÓN.

Hay dos tipos principales de lentes y goggles que se encuentran disponibles en una variedad de estilos para proteger contra un amplio rango de riesgos. El tipo espectáculo son lentes de seguridad para protección contra riesgos de frente y solo se usan algunos modelos con protector lateral para casos de exposición a objetos que nublan, los goggles están diseñados para proporcionar protección en todas direcciones.



Fig. 2.5 TIPOS DE LENTES PARA PROTECCION DE LOS OJOS.

El capítulo se basa específicamente en los cuidados que la empresa establece como norma y reglamento, el uso oficial de equipos de seguridad. Aunque para cada mantenimiento existen equipos de seguridad diferente, los que se presentaron con anterioridad son lo más cotidianos que deben de seguir los del personal de trabajo. Por ningún motivo se deben de violar estas reglas de seguridad, ya que por algún accidente saldrían perdiendo tanto la empresa como el trabajador.

Por ello son importantes las normas de seguridad para cada empresa. La subestación “El Sabino” es propiedad de CFE (Comisión Federal de Electricidad), por lo que una empresa así es indispensable dar mantenimiento a sus equipos en las subestaciones ya sean de potencia o convencionales, el problema como se anticipó con anterioridad se trata en que no es cuando el personal encargado de la subestación pida mantenimiento se le autorizara, para ello hay reglas que se deben de seguir para que el mantenimiento sede y por otra parte existen tramites por parte de los jefes para que se autoricen, ya autorizada es simple trámite de papeles y de coordinación con otras subestaciones para poder deserginizar los equipos con los que se vaya a trabajar.

Antes de seguir con los pasos que se siguen para sacar una licencia, se debe dejar en claro que CFE es una empresa a nivel mundial, esto no quiere decir que es por el hecho que cuentan con presas hidroeléctricas en cualquier parte del mundo, sino porque existe un enlace entre centrales generadoras de electricidad y entre subestaciones, por ejemplo; en la subestación “El Sabino”, esta es una subestación de paso en la cual le llega energía eléctrica de las centrales “Angostura” y “Chicoasen” como comúnmente se conocen, la energizan con 400 KV y ya la subestación la reduce a 115 KV para repartir a siete lugares.

Es por ello que para cuando hay un mantenimiento se deben entrelazar para que otra subestación pueda suministrar y no dejar sin energía eléctrica a los usuarios, esto lo hacen por medio de los operadores de las subestaciones y la intención es que las centrales que alimentan a la subestación habrán sus circuitos para ya poder trabajar en muerto en los equipos a los que se le autorizó el mantenimiento.

A continuación se dan a conocer los pasos que se requieren para solicitar una licencia o más conocida como libranza;

- **Dejar fuera cargas.**

Este paso consiste en bajar cada uno de los interruptores principales con que se cuenta en el lugar donde se esté prestando el servicio, con la finalidad de no averiar instrumentos o dañar el sistema eléctrico. Y para que el la cuadrilla de trabajo pueda meter mano en los equipos, y para ello también se necesitan drenar a tierra los equipos ya que les queda por lo general una inducción que puede causar severos daños al trabajador.

- **Solicitud de libranza.**

Se tramita con el ente de comisión estatal de electricidad, 2 semanas antes de realizar el mantenimiento que requiera, aunque en para esta subestación se necesitan de tres días antes para solicitar la libranza, dependiendo de los equipos a que se le vaya a dar mantenimiento, porque por ejemplo; para el banco de transformadores que se compone de cuatro transformadores monofásicos se necesitan de meses para solicitarla y es por ello que a estos equipos no se les da mantenimiento continuo.

- **Limpieza de aislamiento.**

Por lo general es el mantenimiento que más se da en los equipos de esta subestación y que consiste en limpiar los aislamientos de la subestación, y este se refiere a lo que es la limpieza de cuchillas fusibles, lijar las áreas de contactos, limpieza de los apartarrayos, verificar el estado en que se encuentran, limpieza de aisladores de paso, que estos no se encuentren rotos o despostillados etc.

- **Limpieza de tableros.**

Consiste en retirar el polvo y la suciedad en los interruptores principales.

- **Inspección de los transformadores.**

- Limpiar el tanque y sus accesorios.
- Revisar el nivel de aceite.

- Revisar la temperatura del transformador a que esta operando.
- Limpiar los bushings primarios y secundarios del transformador.

Estas inspecciones se deben de dar diariamente ya que por cualquier alteración rápidamente se le daría una revisión completa del porque está pasando sus características nominales, y cuando un transformador se le autoriza su mantenimiento estas son las pruebas que normalmente se le hacen para ver en que condiciones se encuentran.

- Realizar Pruebas Para Conocer Las condiciones del transformador (aislamiento, rigidez dieléctrica, acidez u otras).

CAPITULO III

MANTENIMIENTOS A EQUIPOS DE SUBESTACIONES UTILIZANDO LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS NECESARIAS.

3.1 INTRODUCCION.

Para poder entender con más complejidad lo que tratara el contenido de este trabajo, es primordial conocer los conceptos que abarcan. En los capítulos anteriores se basaba en los equipos con la cuenta la subestación “El Sabino” y porque es importante realizar mantenimientos a las subestaciones que cuenten con equipos valiosos para la suministración de energía eléctrica. Lo que no se menciona son las características con el que compra un equipo ya que para construir una subestación, en la compra de equipos se necesitan dar a conocer al fabricante el tipo de ambiente al que estarán expuestos los equipos, como por ejemplo; la contaminación ambiental que pueda causar el clima, la temperatura y más que nada el diagnóstico del lugar y antecedentes que haya que saber.

Eso trataba el capítulo I y para el segundo se basaba más en los aspectos de seguridad que impone la empresa y que se dan a conocer como reglamento al personal de trabajo que labore en dicha subestación. Para este capítulo se pretende, una vez ya conociendo los equipos que equipos se necesitan para dar un mantenimiento preciso y que herramientas.

Pero, para ello se necesita conocer primeramente el concepto de lo que es el mantenimiento y los tipos que existen, anteriormente se especificó como entrada los tipos de mantenimiento que deben de existir en una subestacion. El problema que en las empresas, más bien el personal de trabajo no se basa en esos tipos de mantenimiento ya que para ellos, solo puede haber un mantenimiento menor que en sí sería el mantenimiento preventivo y el otro mantenimiento ya es el mayor, que en concepto conocido es el mantenimiento correctivo.

Estos mantenimientos son los que existen normalmente en las subestaciones, por lo que en este capítulo se explicaran los tipos de mantenimiento que existen. Por otra parte se definirán los equipos que se utilizan y el fin que tiene dar un mantenimiento. Cabe recalcar que no solo son mantenimientos a equipos que debe de haber en una subestacion, sino que existen otras labores que normalmente se hacen, esto con la orden de trabajo que el jefe les proporciona cada semana.

3.2 ¿QUE ES EL MANTENIMIENTO?

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas.

Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto y, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa.

Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones correspondientes, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento.

3.2.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO

Los principios básicos de mantenimiento que deben ser siempre tomados como uno premisa para la que la empresa funcione a toda su capacidad son:

1. El mantenimiento es parte integral de la organización y es tan importante como la producción.
2. El mantenimiento es la unidad de servicio y no debe permitirse que domine las operaciones.
3. El trabajo de mantenimiento debe ser controlado en su origen, supervisando la carga del mismo (horas-hombres utilizadas) y debe realizarse en forma ordenada.
4. La ejecución ordenada de la carga de trabajo se logra normalmente a través de un sistema de órdenes de trabajo escritas. El sistema incluye las siete funciones básicas siguientes:
 - Solicitud de trabajo.
 - Planificación de las actividades de mantenimiento a realizar.
 - Estimado de tiempo y costo del trabajo.
 - Autorización del trabajo.

- Programación de la actividad.
- Ejecución del trabajo de mantenimiento.
- Revisión de lo realizado.

5. A excepción de los casos extraordinarios como emergencias, el trabajo de mantenimiento debe ser planificado antes de empezarlo. Planificación y ejecución son etapas diferentes: en la etapa de planificación se establece el plan o programa a seguir. En la etapa de ejecución se realiza dicho plan.

6. En la organización del mantenimiento debe existir tres niveles de operación:

- Mantenimiento operacional: trabajos rutinarios. Generalmente es realizado por el personal de producción.
- Mantenimiento de campo: realizado en el origen, mantenimiento preventivo y corregido.
- Mantenimiento de taller: trabajo realizado en un sitio fijo.

7. Todos los trabajos de mantenimiento deben ser revisados inmediatamente y comparados por normas preestablecidas. Toda desviación de estas normas debe ser corregida de inmediato.

8. Los costos de mantenimiento deben ser reportados y registrados de tal forma que el costo de mantener el equipo sea determinado fácilmente.

9. El mantenimiento debe recibir soporte técnico ordenado: diagramas, planos, especificaciones, etc. Además, es importante que la organización intervenga desde el inicio, es decir, desde la etapa de diseño.

10. La función del mantenimiento es incluir programas para medir la profundidad laboral, análisis de actuación, realización de estudios de métodos, preparación de normas y desempeño de otras funciones técnicas por parte de los supervisores. Todas estas actividades buscan medir el rendimiento de la organización, conducir a la toma de decisiones en forma efectiva y preparar programas de mantenimientos más eficientes.

3.3 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.

El objetivo principal que tiene la realización del mantenimiento, es lograr la máxima vida económica de los equipos e instalaciones, manteniendo el equilibrio de los factores de la producción como son:

- ✓ Equipo y herramienta
- ✓ Medio ambiente
- ✓ Recurso Humano

Otros objetivos que también son importantes, se describen en los puntos siguientes:

- ✓ Prevenir o disminuir el riesgo de una falla.

Se busca bajar la frecuencia de fallas y/o disminuir sus consecuencias. Esta es una de las visiones más básicas del mantenimiento.

- ✓ Recuperar el desempeño.

Con el uso se ve deteriorado el desempeño por dos factores principales: la pérdida de capacidad de producción y el aumento de los costos de operación. Grandes ahorros se han logrado gracias al mantenimiento.

- ✓ Aumentar la vida útil de los equipos y maquinas eléctricas.

La vida útil de algunos activos se ve afectada seriamente por la frecuencia del mantenimiento.

Por otra parte se pueden diferir grandes inversiones, como por ejemplo la reparación de equipos mayores. Es de suma importancia encontrar el punto exacto de máximo beneficio económico.

- ✓ Seguridad, ambiente y aspectos legales

Muchas tareas de mantenimiento van dirigidas a disminuir eventos que puedan acarrear responsabilidades legales relativas al medio ambiente y seguridad.

3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO.

3.4.1 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se presente. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas; para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de mantenimiento.

Este mantenimiento consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo.

Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento.

La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado.

El mantenimiento predictivo se apoya en la inspección infrarroja para detectar fallas antes de que provoquen un problema mayor.

Con la termografía se focalizan los problemas que deben ser corregido bajo las técnicas convencionales y además puede encontrar otros problemas que en circunstancias normales no serían detectados.

Una conexión que necesita apretarse periódicamente tiene algún problema que puede agravarse con el continuo reapriete, sobre todo cuando no se tiene un control de esta falla.

Por otro lado con ayuda de la inspección termográfica se revisan todas las conexiones buscando sobrecalentamientos como señal de problemas en potencia, se hace sin tocar el equipo, se reportan solo las aéreas que con el programa de mantenimiento se deberán reparar.

3.4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Muchos funcionarios piensan del mantenimiento preventivo solo en términos de inspección periódica de la planta y equipo para evitar paros antes que sucedan.

Por otra parte, algunos funcionarios añaden servicios repetitivos, conservación y reparación general. Y finalmente en una etapa más avanzada se encuentran los que incluyen otras gestiones repetitivas de mantenimiento, como limpieza y lubricación.

Este mantenimiento tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos.

Las características que presenta el mantenimiento preventivo son:

Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.

- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.

- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva. Se dice que un buen mantenimiento preventivo, inicia con el diseño e instalación de los equipos adecuados. Aplicando ampliamente la ideología del mantenimiento preventivo a cualquier actividad, no sólo se prevendrán paros o cortes de los costos de producción, sino también se mejorará la producción o la cantidad del producto.

No importa a que grado de refinamiento se desarrolle un programa de mantenimiento preventivo, todos ellos incluyen estas actividades básicas:

- a) Inspección periódica de los activos y del equipo de la planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción o depreciación perjudicial.
- b) Conservar la planta para anular dichos aspectos o adaptarlos o repararlos, cuando se encuentren aún en una etapa incipiente.

3.4.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería inesperada, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema.

En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores.

El mantenimiento correctivo puede considerarse dividido en dos partes:

Mantenimiento correctivo programado:

Es una actividad correctiva que implica reparación y reemplazo de piezas que tiene carácter preventivo, ya que en función de las condiciones del equipo o de ciertos parámetros se efectúan las reparaciones con la intención de anticiparse y prevenir daños mayores que afecten a la disponibilidad del equipo.

Mantenimiento correctivo por avería:

Se presenta cuando existe una falla o avería grave de algún o algunos equipos de la subestación, estas averías se presentan por causas ajenas a la voluntad de los responsables de la subestación, y se deben a factores externos como:

- Condiciones climáticas
- Daños de terceros.
- Problemas en la línea de transmisión o distribución.

3.5 PLANEACION TOTAL PARA UN PRECISO MANTENIMIENTO.

La planeación moderna de los mantenimientos exige la revisión permanente de los objetivos, métodos y procedimientos de trabajo de tal manera que nos permita ajustar las estrategias para alcanzar mejores metas en el ejercicio del mismo, sin perder la vista de la rentabilidad del equipo en función de su fiabilidad.

La fiabilidad debe ser la que guie el ejercicio del mantenimiento, tomando en cuenta la vida útil y económica del equipo en base al tiempo de servicio y la probabilidad de falla. La cantidad adecuada de mantenimiento, debe ser aquella que resulte más económica.

A) Un mantenimiento exagerado no es económico por los costos indirectos y administración involucrados; además, los paros del equipo son tan frecuentes que operan el flujo de la operación.

La fiabilidad se mantiene más o menos alta y la vida útil se prolonga. El aumento de fiabilidad y vida compensa con dificultad los costos por un mantenimiento exagerado, además, es probable que la vida económica sea más corta que la vida útil, habiéndose desperdiciado esfuerzos en el mantenimiento de un equipo que se retira de operación por otras razones.

B) Un mantenimiento pobre tampoco es económico, ya que la pérdida de fiabilidad es muy grande y por lo tanto se incurre en riesgos considerables.

Las tareas de mantenimiento resultan muy caras ya que el deterioro de las partes va más allá del calculado en diseño, llegándose a sustituir componentes a las cuales de haberles proporcionado mantenimiento antes, solo hubiera requerido un reajuste.

Es muy probable que las partes de refacción no estén disponibles; así, lo común es que las tareas se retrasen días enteros en su espera.

C) El mantenimiento adecuado o económico considera el estudio probabilidad de falla, riesgo por falla, necesidad de continuidad de operación, oportunidad de

licencias para efectuar las tareas, factores políticos o de imagen, costo o disponibilidad de refacciones, etc.

Toda planeación real del mantenimiento al equipo electromecánico, se debe fundamentar en el seguimiento a la tendencia de deterioro de las características nominales de operación apoyándose en las siguientes técnicas y recursos de trabajo.

- ❖ Experiencias adquiridas en el lugar.
- ❖ Recomendaciones del fabricante.
- ❖ Pruebas sintomáticas de rutina
- ❖ Inspecciones planeadas.
- ❖ Observaciones planeadas del trabajo.
- ❖ Investigación de accidentes e incidentes.

De aquí se obtendrán las actividades prioritarias del equipo, los recursos humanos, materiales, así como las herramientas y equipos necesarios para realizar el mantenimiento.

En el plan general de mantenimiento, cada equipo en el universo de ellos es un individuo, por lo tanto su trato debe ser como tal, desde el establecimiento del plan y ejercicio de mantenimiento, hasta el control del mismo.

El éxito de una buena planeación del mantenimiento radica en la veracidad de la información obtenida de las necesidades que exige cada uno de los equipos para conservar su vida útil y económica.

La planeación debe estar preparada para aceptar ajustes por concepto de actividades que surjan en el ejercicio de las inspecciones rutinarias y pruebas sintomáticas.

La planeación del mantenimiento incluye la detección de necesidades y elaboración de los programas de mantenimiento llevadas a cabo por los jefes de departamento técnico, tomando en cuenta. Los procedimientos documentados establecidos por cada especialidad que definen la manera de realizar y controlar las actividades de la ejecución del proceso del mantenimiento.

3.6 MEDICION PARA UN BUEN MANTENIMIENTO.

Toda planeación requiere en el ejercicio una forma veraz de medición que permita evaluar las actividades y compararlas con lo preestablecido, de tal manera que retroalimente los objetivos propuestos y sean estos ajustables a las exigencias de las desviaciones.

El procedimiento de valorización de las actividades, se fundamenta en el sistema a base de créditos que representa una hora hombre (H-H) de trabajo o actividad efectiva, este sistema permite estandarizar la medida a nivel general ya que cada actividad esta representada en procedimiento con el valor determinado.

El sistema a base de créditos permite valorar la programación y avance de los mantenimientos, en cualquier etapa del ejercicio, su alcance llega al análisis de actividad mantenimiento por equipo, lo que permite llevarlos a la planeación en forma individualizada.

El desglose de actividades valuadas en H-H por equipo, nos permite valorar la cantidad de mantenimiento anual promedio en tiempo real que debe aplicarse a cada bahía tipo en función de los equipos que lo constituyen.

Esta forma de valorar las actividades de mantenimiento requiere de la retroalimentación permanente del ejercicio del programa, de tal manera que mediante el uso de procedimientos de trabajo cada vez mas actualizados, nos permita evaluar con mayor precisión las actividades hasta obtener estándares de medición que podamos utilizarlos para medir los índices de productividad alcanzados.

3.7 PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.

Los programas de mantenimiento deben ser dinámicos, se elaboran con base en las experiencias previas en el lugar, conocimiento del ingeniero, catálogos de equipos, recomendaciones del fabricante, asesoría de expertos en el equipo, libros sobre mantenimiento, artículos de revistas especializadas, etc.

Durante la misma planeación de los programas de mantenimiento, se requieren preparar:

- Programa de abasto de herramientas y equipo.
- Formación de los grupos de trabajo.
- Programa de libranzas.
- Programa de inspecciones.
- Programa de seguridad.
- Programa de reportes.
- Programa de inversiones.
- Programa de análisis y procedimientos de trabajos.

Es sabido que en el ejercicio real de los programas de mantenimiento, los imprevistos directos o indirectos causan fuertes desviaciones de recursos humanos, que bien pueden reducirse estando preparados con una planeación

anticipada que nos permita bajo condiciones imprevistas ejecutar otras actividades comprometidas con la planeación, sin llegar al ejercicio de actividades improvisadas que no cubren las prioridades establecidas en la misma.

Una vez definiendo lo que es el mantenimiento en general, se proporcionara lo que son los mantenimientos y pruebas que se les hacen a los equipos eléctricos de la subestación, así como los equipos que se utilizan.

3.8 PRUEBAS AL EQUIPO ELECTRICO DE LA SUBESTACION.

Antes de realizar el mantenimiento a la subestación eléctrica, se deben de realizar algunas pruebas al equipo eléctrico de la misma. Esto se hace con la finalidad de determinar los elementos de la subestación que ya no funcionan correctamente y así posteriormente darle el mantenimiento adecuado.

Las pruebas a considerar son las siguientes:

- Prueba de Resistencia de Aislamiento (MEGGER).
- Prueba de Alto Potencial (Hi-Pot)
- Prueba de Relación de Transformación del Transformador (TTR).
- Prueba de Resistencia Óhmica.
- Prueba de Resistencia de Tierra.
- Pruebas de Resistencia de Contactos.
- Prueba de Rigidez Dieléctrica del Aceite.

A continuación se describen cada uno de las pruebas antes mencionados.

3.8.1 PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MEGGER):

La resistencia de aislamiento, se define como la resistencia que ofrece un aislamiento al aplicarle un voltaje de corriente directa durante un tiempo dado, medido a partir de la aplicación del mismo, como referencia se toma los valores de 1 a 10 minutos.

Esta prueba es aplicada especialmente a transformadores, interruptores, apartarrayos, cables de potencia etc. Pero en este caso nos enfocaremos al transformador.

La aplicación de la prueba es para determinar si existe un camino de baja resistencia en el aislamiento del transformador.

Los resultados de esta prueba se verán afectados por factores como temperatura, humedad, voltaje de prueba y tamaño del equipo.

Debe realizarse antes de energizar un transformador, en rutinas de mantenimiento, bajo sospecha de falla de un equipo, antes y después de desarmar un transformador.

Todos los resultados deben ser referidos a 20 grados centígrados. Esta prueba no es concluyente y solo debe ser tomada como una prueba de aislamiento adicional.

Procedimiento de la prueba.

a) No desconecte la conexión de tierra del transformador, asegúrese que el mismo se encuentren efectivamente puesto a tierra.

b) No efectúe pruebas de resistencia de aislamiento si el transformador no posee los niveles adecuados de aceite, la rigidez dieléctrica del aire es menor que la del aceite.

c) Desconecte el transformador tanto del lado de alto voltaje, bajo voltaje y terciario, en caso de que exista. También deben ser desconectados los pararrayos y cualquier otro dispositivo conectado a los arrollados del transformador.

d) Cortocircuite entre sí los terminales de alta tensión del transformador, lo mismo debe hacerse entre los terminales de baja tensión y con los terminales del terciario, en caso de existir.

e) Se deberá verificar que los cables utilizados para el cortocircuito se encuentran aislados de todas las partes metálicas o puestas a tierra.

f) Utilice un Megaóhmetro con una escala como mínimo de 20000 Megaóhmios.

g) La medición de la resistencia de aislamiento debe hacerse según lo siguiente:

- Lado de Alto Voltaje contra Lado de Bajo Voltaje.
- Lado de Alto Voltaje contra Lado Terciario (En caso de existir).
- Lado de Bajo Voltaje contra Lado Terciario.
- Lado de Alto Voltaje, Bajo Voltaje y Terciario cada uno contra Tierra.
- El voltaje de prueba no debe superar el equivalente pico fase - fase o fase - tierra, de conexión utilizada. Es decir, 1.41 por el valor de voltaje RMS.

3.8.2 PRUEBA DE ALTO POTENCIAL (HI-POT).

La prueba de alto potencial sugiere aplicar una tensión mayor al voltaje nominal del equipo, con el fin de evaluar la condición del aislamiento del mismo.

Esta prueba no se recomienda para transformadores con niveles de tensión superiores a 34,5 kV.

En general esta prueba no es común en las pruebas de mantenimiento predictivo, por la posibilidad de daño que pudiese ocasionar la inyección del voltaje de prueba.

Procedimiento de la Prueba

- a) El transformador debe haber pasado la prueba de resistencia de aislamiento antes de proceder con esta prueba.
- b) Asegure que la cuba del transformador esté correctamente conectada a tierra.
- c) Desconecte todo aquello que se encuentre conectado al lado de alta tensión, lado de baja tensión y el terciario en caso de que exista.
- d) Cortocircuite los terminales de alta tensión entre si, también los terminales de baja tensión y los del terciario.
- e) Conecte los terminales del equipo de prueba al lado de alta tensión e incremente gradualmente el voltaje hasta el valor deseado, en este caso conecte los terminales de baja tensión y terciario a tierra.
- f) Al finalizar disminuya gradualmente el voltaje a cero.
- g) Remueva la conexión a tierra del lado de baja tensión y conéctelo al lado de alta tensión.
- h) Antes de desconectar y cambiar los puntos de prueba, recuerde descargar el equipo contra tierra, utilizando la barra de descarga a tierra.
- i) Repita los pasos e y f, pero conectado el equipo de prueba en el lado de baja del transformador.
- j) Desconecte el lado terciario de tierra y conecte a tierra los lados de alta y baja tensión del transformador, recuerde descargar el transformador antes de la desconexión.
- k) Repita nuevamente los pasos e y f, conectando en este caso las puntas de prueba en el terciario.
- l) Reponga todos los equipos y accesorios desconectados y vuelva a energizar el equipo.

3.8.3 PRUEBA DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DEL TRANSFORMADOR (TTR).

La prueba TTR en Inglés (Transformer Turns Ratio) sirve para determinar el número de vueltas del arrollado primario respecto al número de vueltas, de la misma fase, del arrollado secundario.

La relación de transformación se define como la relación de espiras o de tensiones entre los devanados primario y secundario de los transformadores.

Esta prueba permite detectar espiras cortocircuitadas, circuitos abiertos, conexiones incorrectas y defectos en el cambiador de tomas.

El máximo error aceptado con respecto a los valores nominales es de 0,5%. Se recomiendan utilizar TTR's con errores entre 0,1% y 0,3%.

El TTR puede efectuar la prueba con voltajes de 8 voltios, 40 voltios y 80 voltios pudiendo ser con equipos monofásicos o trifásicos.

Versiónes actualizadas de equipos TTR, pueden medir desviaciones angulares entre los voltajes de los arrollados primario y secundario, este valor pudiera indicar problemas en el núcleo del transformador o problemas con espiras cortocircuitadas.

3.8.4 PRUEBA DE RESISTENCIA ÓHMICA.

Esta prueba es aplicable a transformadores de potencia, de distribución, de instrumentos, autotransformadores, reguladores de voltaje reactores y contactos de interruptores; así como de cuchillas.

Para efectuar mediciones de resistencia óhmica, existen equipos de prueba específicamente diseñados para ello, como son los puentes de Wheatstone, Kelvin y/o combinaciones de ambos.

Con esta prueba se persigue la determinación de la resistencia óhmica de los devanados de cada fase de la máquina. Esta prueba en lo práctico sirve para identificar la existencia de falsos contactos o puntos de alta resistencia en las soldaduras de los devanados.

El aparato empleado para esta medición es un Óhmetro con rangos desde 10 MicroOhms, hasta 1999 Ohms. Llamados comúnmente Ducter o Mili-Óhmetro.

3.8.5 PRUEBA DE RESISTENCIA DE TIERRA.

La resistencia de puesta a tierra debe ser medida antes de la puesta en funcionamiento de un sistema eléctrico, como parte de la rutina de mantenimiento o excepcionalmente como parte de la verificación de un sistema de puesta a tierra, para su medición se debe aplicar el método de Caída de Potencial.

El método consiste en pasar una corriente entre el electrodo o sistema de puesta a tierra a medir y un electrodo de corriente auxiliar (C) y medir el voltaje con la ayuda de un electrodo auxiliar (P). Para minimizar la influencia entre electrodos, el electrodo de corriente, se coloca generalmente a una sustancial distancia del sistema de puesta a tierra. Típicamente ésta distancia debe ser cinco veces superior a la dimensión más grande del sistema de puesta a tierra bajo estudio.

El electrodo de voltaje debe ser colocado en la misma dirección del electrodo de corriente, pero también puede ser colocado en la dirección opuesta. En la práctica, la distancia “d” para el electrodo de voltaje se elige al 62% de la distancia del electrodo de corriente. Esta distancia esta basada en la posición teóricamente correcta para medir la resistencia exacta del electrodo para un suelo de resistividad homogéneo.

3.8.6 PRUEBA DE RESISTENCIA DE CONTACTOS.

Los puntos con alta resistencia en partes de conducción, originan caídas de voltaje, generación de calor, pérdidas de potencia, etc. Esta prueba se realiza en circuitos donde existen puntos de contacto a presión o deslizables, y que interrumpen altas corrientes de operación y de fallas, como es el caso en interruptores.

Con esta prueba se persigue la determinación de la resistencia óhmica de los contactos en cada polo de los interruptores. Esta prueba dará una indicación clara de la integridad de los mismos.

3.8.7 PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE.

La prueba de rigidez dieléctrica es uno de la pruebas de campo que se usan para detectar las condiciones de servicio del aceite aislante.

La rigidez dieléctrica es la tensión en (KV´S) mínima a la cual se produce un arco entre dos electrodos metálicos y esto nos da idea de la capacidad del aceite para soportar esfuerzos eléctricos sin fallar.

Baja rigidez dieléctrica indica contaminación con agua, carbón o contaminantes extraños. Sin embargo, una alta rigidez dieléctrica no quiere decir que el aceite se encuentre en condiciones óptimas de operación.

El aparato que se usa para efectuar la prueba de rigidez dieléctrica consiste de un transformador, un regulador de voltaje (0-60 KV), un interruptor, un voltmetro y una copa de prueba. La copa tiene dos electrodos planos separados entre sí a 0.1 pulgadas con las caras perfectamente paralelas. Su operación puede ser manual o automática y el conjunto debe ser portátil.

La copa se debe llenar a un nivel no menor de 20 mm sobre los electrodos, deberá dejarse reposar entre 2 y 3 minutos antes de aplicar la tensión. Al aplicar la tensión esta será incrementada a una velocidad constante de 3 KV por segundo hasta que se produzca el arco entre los electrodos y dispararse el interruptor. El operador deberá leer el voltmetro y registrar su lectura en KV'S.

El valor mínimo permitido de rigidez dieléctrica para un aceite en operación es de 25 KV'S. Normalmente la rigidez dieléctrica en los aceites aislantes se debe comportar en la forma siguiente:

- Aceites degradados y contaminados de 10 a 28 kV.
- Aceites carbonizados no degradados de 28 a 33 kV.
- Aceites Nuevo sin desgasificar de 33 a 44 kV.
- Aceite Nuevo desgasificado de 40 a 50 kV.
- Aceite regenerado de 50 a 60 Kv

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO CON BASE AL PROGRAMA LABVIEW.

4.1 INTRODUCCION.

El mantenimiento eléctrico es una rutina que establece una empresa que cuente con equipos ya sea eléctricos o electrónicos, el objetivo de este trabajo es hacer más factible un mantenimiento para el personal de trabajo encargado. Existen variedad de programas para mantener una rutina de mantenimiento eficiente, con lo que, en base a esto se pretende realizar un programa basado en LABVIEW.

La intención de los tres capítulos anteriores fue la de dar a conocer lo que es un mantenimiento en su concepto, los tipos de subestaciones, los equipos con los que cuentan, los tipos de mantenimiento, en sí eso fue el marco teórico. Después se demostró los cuidados que se deben de tener en cuanto al personal, lo que es

la seguridad e higiene, esto vendría siendo la parte más importante con la que la empresa debe de enfocarse y, por consiguiente el capítulo tres menciona y da a conocer los tipos de pruebas con los equipos necesarios para realizarlos.

El contenido de este capítulo se basara más en el desarrollo del proyecto, se explicara paso a paso para hacer más entendible lo que se pretende desarrollar para hacer más factible un mantenimiento en la subestación “El Sabino”. Pero antes de entrar de lleno al desarrollo del programa, se explicara ampliamente lo que trata el software LABVIEW, para después demostrar los pasos que se siguieron para lograr el objetivo que se planteó.

4.2 ¿QUE ES Y PARA QUÉ SIRVE LABVIEW?

Labview es un entorno grafico de programación. El lenguaje utilizado para programar en el se llama “Lenguaje G, donde la “G” simboliza que es un lenguaje de tipo gráfico.

Los programas desarrollados en Labview se llaman VI’s (Virtual Instruments), su origen provenía del control de instrumentos, pero hoy en día su uso se ha expandido más allá.

Como ya dije, Labview tiene un entorno de programación gráfico, por lo que los programas no se escriben, sino que se dibujan, una labor facilitada gracias a que Labview consta de una gran cantidad de bloques prediseñados.

Los programas se dividen en dos partes bien diferenciadas, una llamada “Panel Frontal”, y otra “Diagrama de Bloques”.

- Panel Frontal: es la interfaz con el usuario, la utilizamos para interactuar con el usuario cuando el programa se está ejecutando. En esta interfaz se definen los *controles* (los usamos como entradas, pueden ser botones, marcadores etc.) e *indicadores* (los usamos como salidas, pueden ser gráficas, etc.).
- Diagrama de Bloques: es el programa propiamente dicho, donde se define su funcionalidad, aquí se colocan íconos que realizan una determinada función y se interconectan (el código que controla el programa). Suele haber una tercera parte *icono/conector* que son los medios utilizados para conectar un VI con otros VIs.
- En el panel frontal, encontraremos todo tipos de controles o indicadores, donde cada uno de estos elementos tiene asignado en el diagrama de bloques una terminal, es decir el usuario podrá diseñar un proyecto en el panel frontal con controles e indicadores, donde estos elementos serán las entradas y salidas

que interactuaran con la terminal del VI. Podemos observar en el diagrama de bloques, todos los valores de los controles e indicadores, como van fluyendo entre ellos cuando se está ejecutando un programa VI.

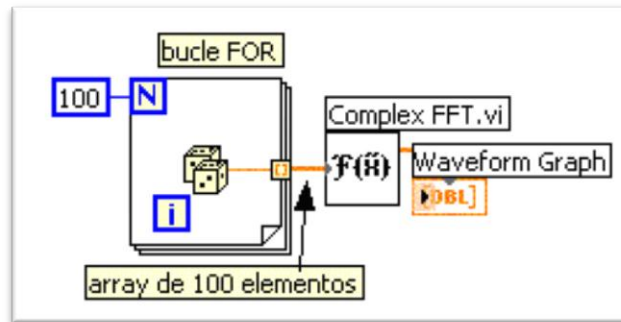


Fig. 4.1 DIAGRAMA A BLOQUES.

En lo que respecta al software, es una herramienta muy importante para simulaciones ya sea eléctrico o electrónico, la cantidad de herramientas que contiene es lo que caracteriza este software para realizar aplicaciones mediante circuitos y sus componentes, y lo más importante que se pueden realizar mediante un diagrama a bloques, para tener un trabajo completo y fácil de manejar.

En cuanto al proyecto, es un programa que se tiene planeado establecer para dar mantenimiento a los equipos primarios que conforman la subestación eléctrica “El Sabino”, el programa se basa más que nada en la rutina de mantenimiento que ya se tiene establecido en dicha subestación, lo que se pretende es crear mediante un programa que pueda facilitar la planeación de un mantenimiento al equipo que le toque, esto en base a los reportes que ya se tengan en la subestación.

Este programa debe ser más que nada factible para el personal encargado y su cuadrilla, esto por alguna ocasión en que el encargo se encuentre ausente, el suplente pueda tener acceso al programa y le sea entendible, la característica importante por la que se optó por este software, es porque cuenta con su parte frontal de donde se puede tener acceso directo lo que se desee observar de algún equipo que contenga el programa, y al querer ver las características de este equipo se lograra gracias al diagrama a bloques de donde se realizara la mayor labor del programa.

La parte de diagramas a bloques será conformada mediante textos, donde se especificaran los tipos de mantenimientos que se le debe de realizar a ese equipo, con que herramientas, así como fotos donde incluirá el equipo del que se desea ver y sus datos de placas, a continuación se explica los paso que se siguieron para formar la parte frontal de como quedara el programa establecido.

4.3 INICIALIZACIÓN DE LABVIEW.

LABVIEW es un software de la cual se ha ido modificando sus versiones, así como su año de actualización, para el proyecto se utilizó LabVIEW 2013, ya que el 2014 es la más reciente y trae nuevas herramientas de las cuales no sería de utilidad, uno de los primeros pasos fue la instalación correcta para que no se tuvieran problemas con los avances de los cuales se vayan haciendo. En la siguiente figura se ve la parte donde se abre correctamente el software.

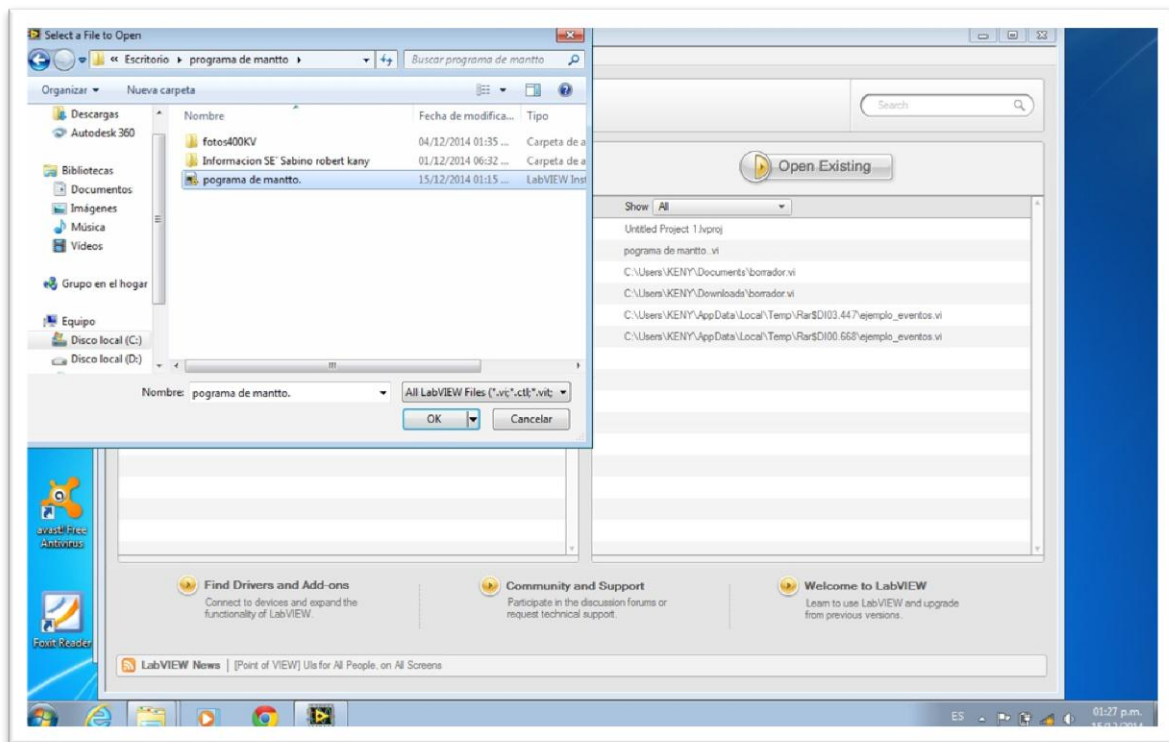


Fig. 4.2 INICIALIZACIÓN DEL SOFTWARE.

Después de haber visto claramente la abertura del programa desde sus raíces, a continuación se presenta la imagen donde muestra claramente la pantalla de inicio del sistema;

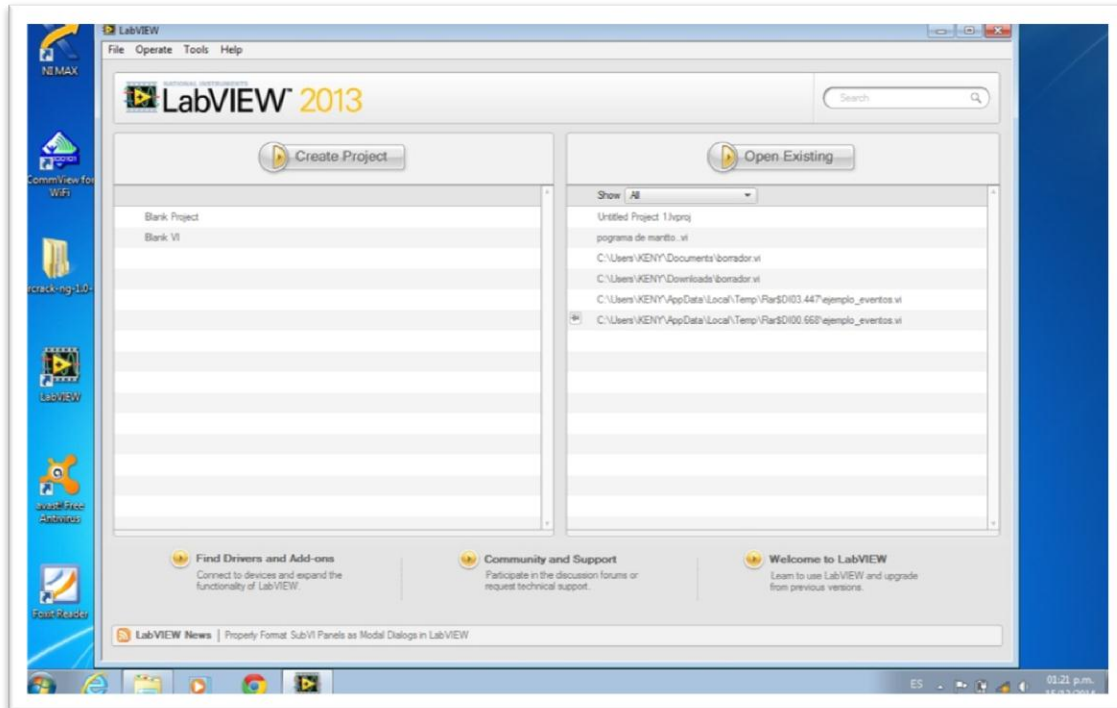


Fig. 4.3 PANTALLA PRINCIPAL DEL SOFTWARE.

Como se observa en la figura anterior, la pantalla principal del software es muy simple de donde da la opción de lo que se requiere hacer, en la parte izquierda se utiliza para crear proyectos, esto para lo que se empezara hacer y en la parte derecha se encuentra la parte que muestra los documentos que ya han sido guardados, y ahí mismo se le puede dar click para abrir la parte ultima que se guardó del trabajo que se ha estado realizando.

Cuando se empezó el proyecto se tuvo que ir a la parte superior izquierda de la pantalla principal, donde se ve la barra de herramientas y se prosiguió a poner el cursor en la parte donde dice *File* y después de eso arrojó una ventana de donde se eligió una opción. Esta explicación se puede apreciar claramente en la siguiente imagen;

4.4 ABRIENDO PLATAFORMA O PARTE FRONTAL DE LABVIEW.

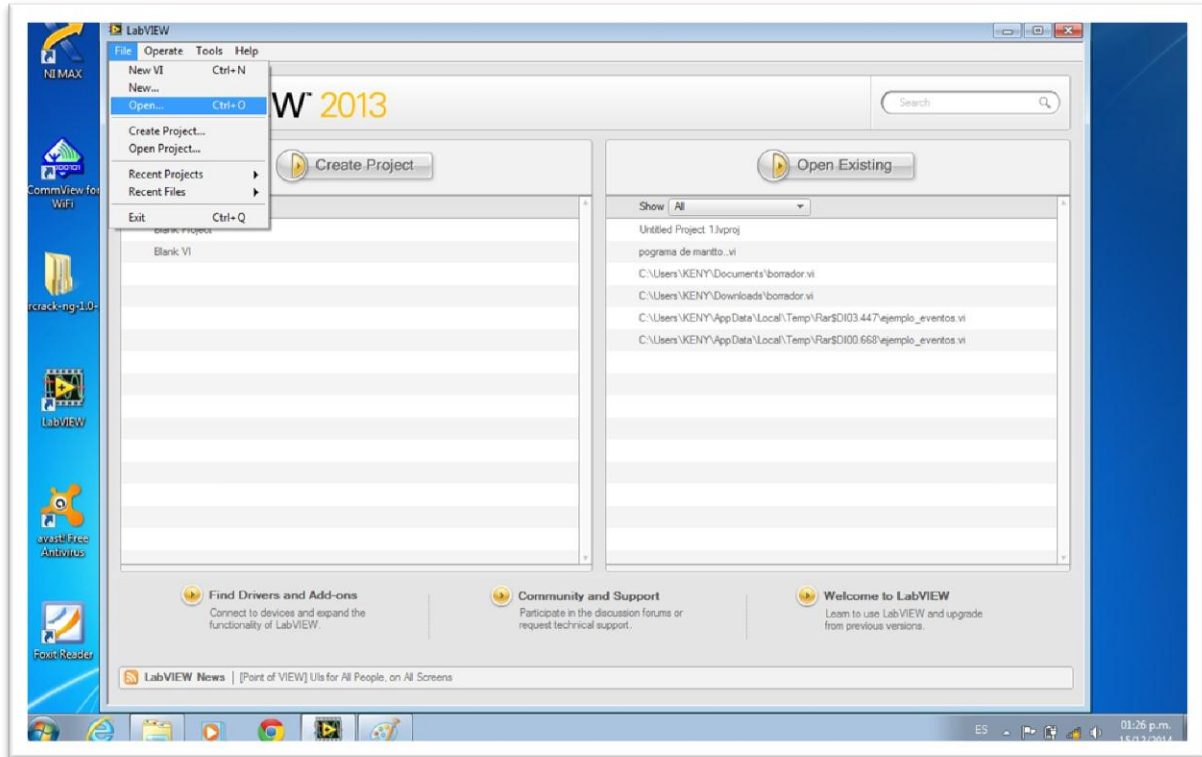


Fig. 4.4 ABRIENDO LA PLATAFORMA.

Para entrar a lo que será la pantalla frontal, la cual también se identificara como plataforma, se tuvo que abrir la ventana de *File*, y como esa es la herramienta para tener acceso a lo que vendría siendo el punto importante del que está compuesto el software. Es por ello que de la ventana que arroja, se puede apreciar en la imagen que se proseguí a dar click en la opción de *Open*, para ya poder tener acceso a los componentes del software y sus herramientas.

4.5 COMPONENTE A UTILIZAR PARA SEÑALIZACIÓN DEL EQUIPO.

Después de haber abierto y tener acceso a la plataforma, el componente que se utilizo fue un *Round LED*, esto fue opcional, ya que también hay otros tipos. La ventaja de este es porque hace la función de un push botton, el objetivo de este es de que al darle click arroje por medio de otra ventana la información que se requiere saber en cuanto a su mantenimiento y otra ventana donde se pueda ver el equipo de como es físicamente en la subestación.

El *Round LED* es un botón color verde y que de la siguiente manera para no dejarlo muy simple se sobrepuso sobre márgenes que dan la opción de visualizarlo como se fuese una sola pieza, quedando de la siguiente manera;

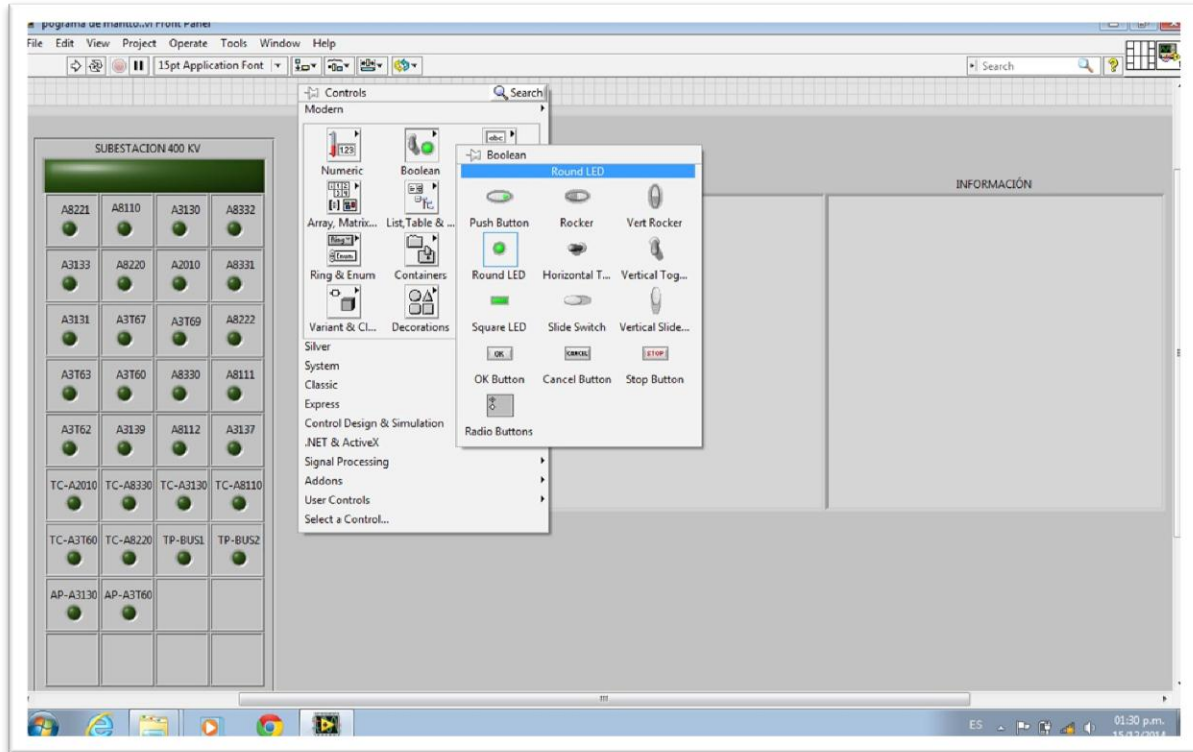


Fig. 4.5 ELECCIÓN DEL ROUND LED.

Los *Round LED* se obtuvieron al darle click derecho en cualquier parte de la plataforma con los que nos arroja la primera ventana de *Controls* donde arroja muchas opciones a escoger, pero la que se busca es la de *Boolean* y al darle un click izquierdo nos abre otra ventana donde se muestran los diferentes componentes que se puede escoger y es ahí donde se optó por el ya antes mencionado.

En la figura se aprecia el avance que se ha tenido, todos los *Round LED* son los equipos que se encuentran en la bahía de 400, 000 V de la subestación y los cuales se identifican con la nomenclatura que se les asigno, esta parte de la nomenclatura se explicó en el capítulo I, es por eso que debe de quedar claro esta parte de cómo identificar un equipo, si es interruptor, cuchilla, TP, TC, etc.

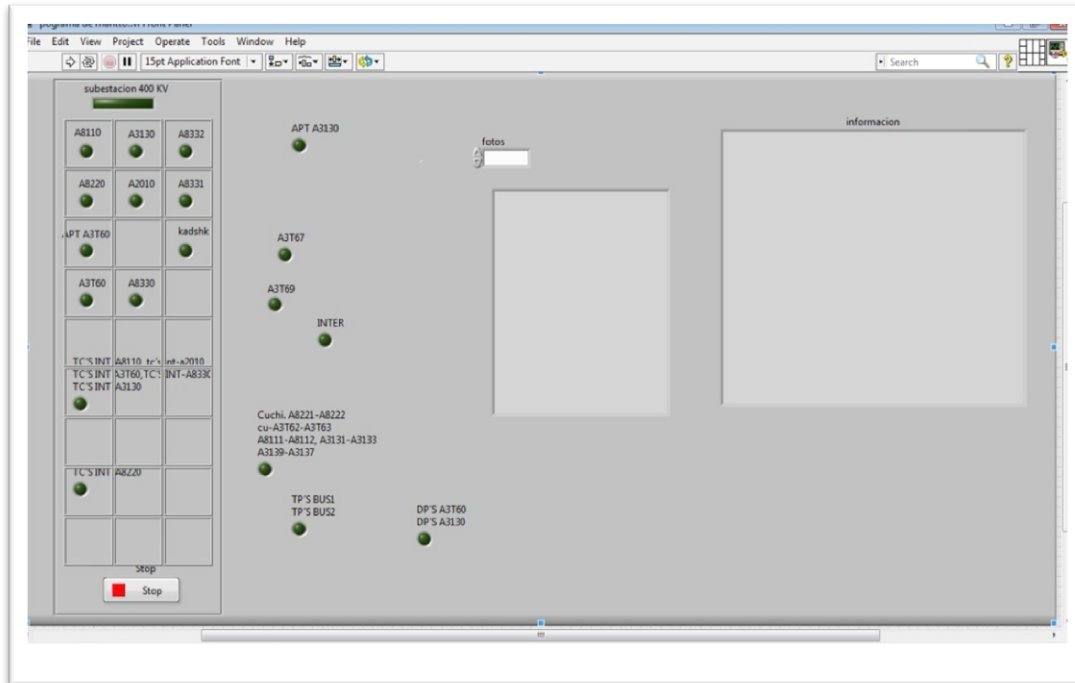


Fig. 4.6 ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA.

En la figura, se puede apreciar claramente en la parte derecha los cuadros que están vacíos, es ahí donde irá la información de cada equipo que se tenga en el programa y el cuadro de en medio es donde se cargaran las imágenes de los equipos. Por lo que se puede pasar al siguiente tema donde se explicara cómo se mete la información en esos cuadros.

4.6 ESTRUCTURA DE DIAGRAMA A BLOQUES.

Una vez teniendo los *Round LED* necesarios para los equipos de 400, 000 V, se prosiguió a meter la información en el cuadro derecho, que como título se le puso el nombre *información*. Para ello el diagrama a bloques se estructuró en relación a los *Round LED*, para así enlazar la información que deberá llevar cada equipo.

Cabe destacar que en la subestación el “El Sabino”, se tienen equipos similares, por lo tanto el mantenimiento que se les da es el mismo, pero claro en diferentes fechas.

Con lo anterior, es porque en el desarrollo del diagrama a bloques, la información que se le enlazo con el equipo, se pudo simplificar un poco por medio de una compuerta OR, esta compuerta porque tiene la función de que dos productos

diferentes que le entran, esta sacara el mismo resultado. Por lo que se ahorró lo laborioso en ese aspecto.

En la siguiente figura, se puede observar cómo se llevó paso a paso para poder sacar márgenes de los bloques y los enlaces que se tuvo, así como las compuertas.

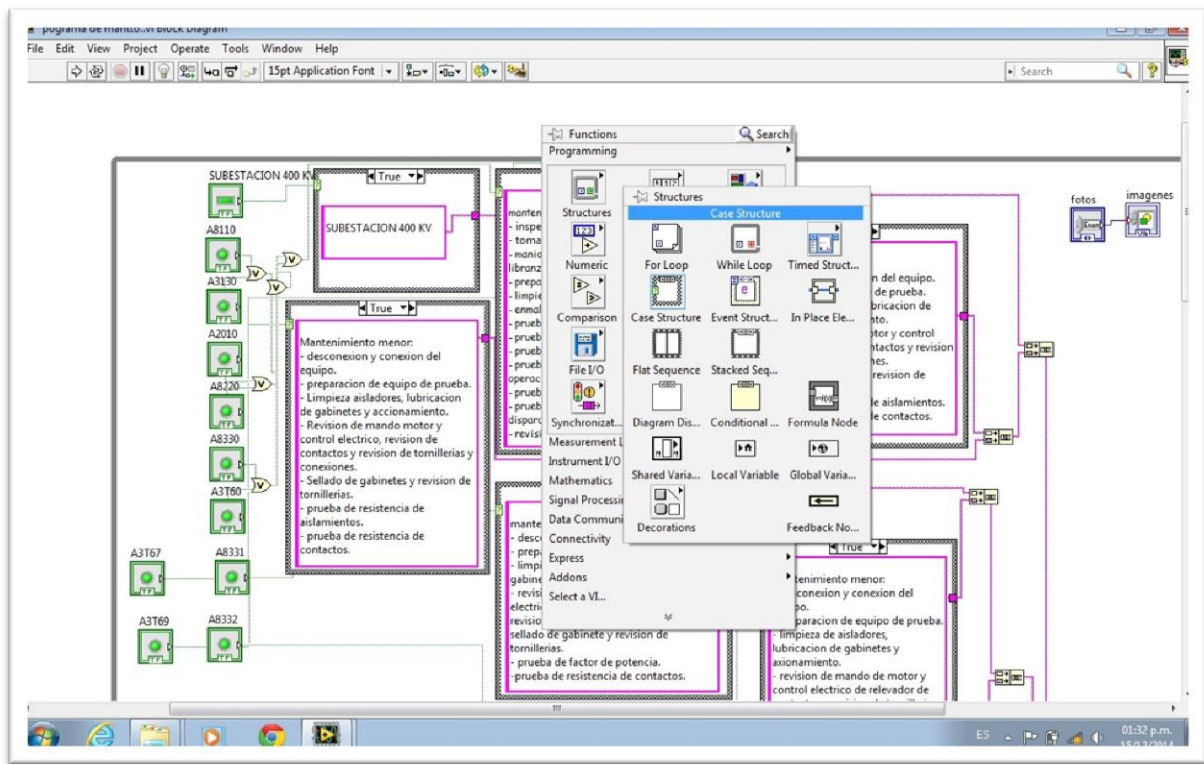


Fig. 4.7 ESTRUCTURA DE DIAGRAMA A BLOQUES.

Por consiguiente, se le dio click a cualquier parte de la plataforma y arroja las *Functions*, después se escoge icono de *Structures* y arroja la ventana de donde se escoge *Case Structures*. Para poder armar los bloques y meterle el texto que se requiera. En la figura se aprecia de como se enlazan los equipos con las estructuras y de cómo es la salida que después se explicara, por lo tanto debe de quedar en claro de cómo se le hizo para poder estructurar a como uno quiera.

La figura siguiente muestra como va quedando estructurada a partir de los enlaces que se les hace;

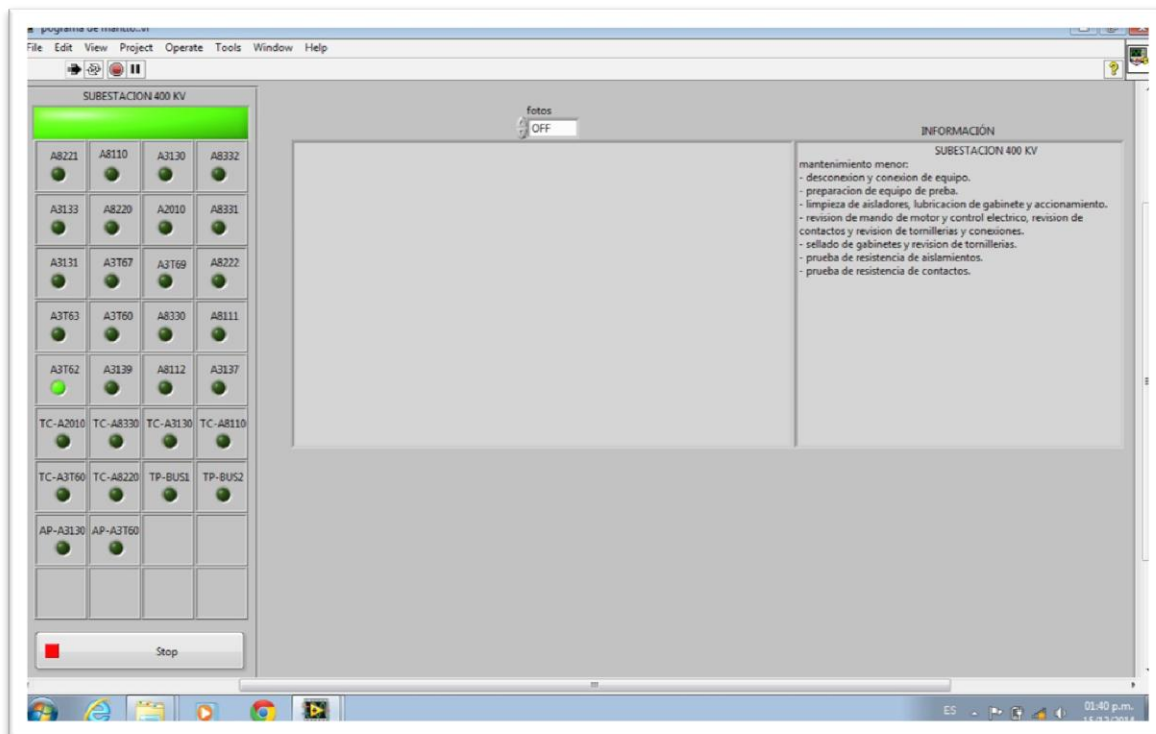
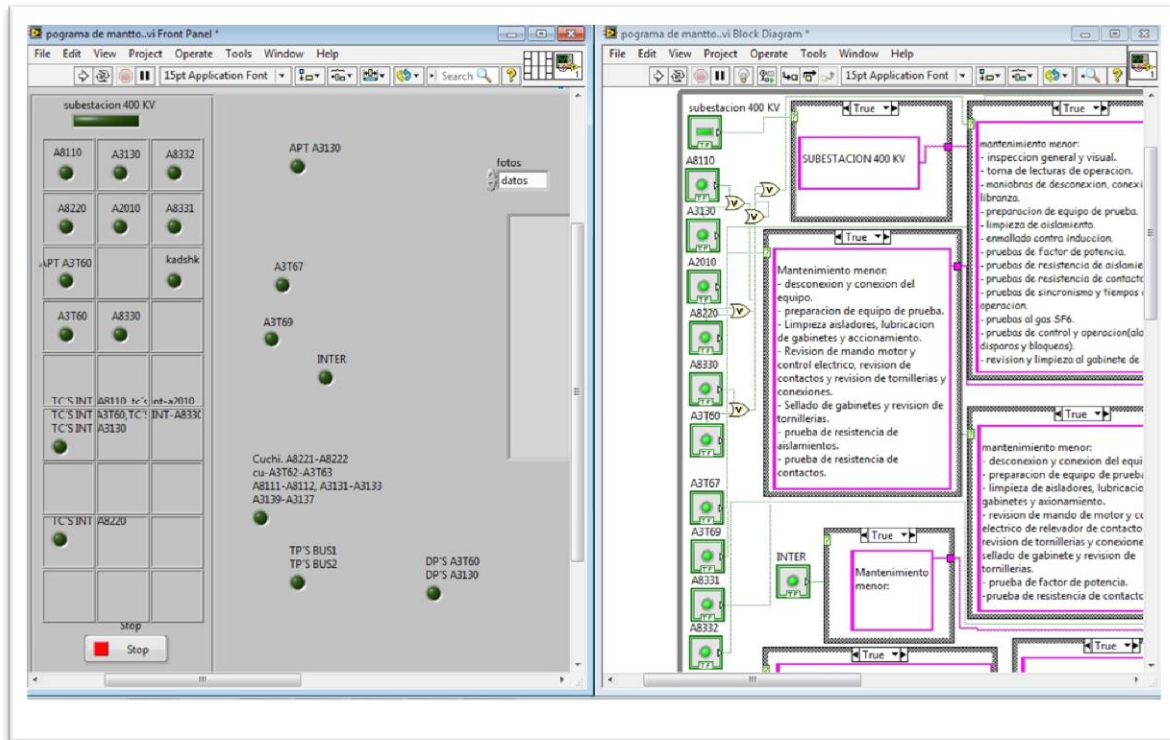


Fig. 4.8 ENLACE ENTRE EL EQUIPO Y EL DIAGRAMA A BLOQUES.

4.7 ESTRUCTURA DEL PANEL FRONTAL COMPLETO.

El panel frontal es la ventana principal, de donde se maneja el programa, solamente con clicks, por lo que en los temas anteriores se explicó paso a paso como se iba estructurando el programa y como iban saliendo los componentes que se utilizaron, entonces para rellenar el cuadro que había quedado y que se mostró en las figuras anteriores, es simplemente la misma función de darle click al recuadro y de ahí saldrá la ventana de lo que se desea cargar, y da acceso a documentos del usuario.

Por ello se muestra la siguiente imagen de como quedara el programa utilizando el software LabVIEW.

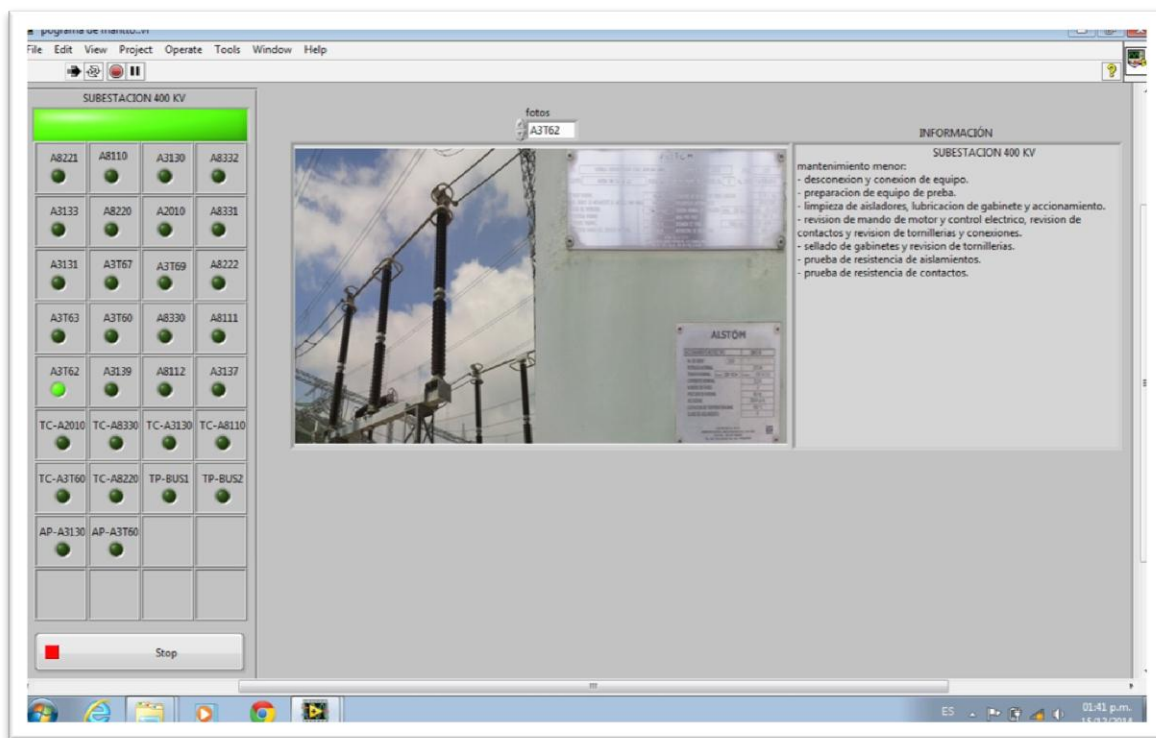


Fig. 4.9 PLATAFORMA DE LA BAHIA DE 400 KV.

En la figura anterior se muestra como se va estructurando el programa para la plataforma, el Round LED que se mira encendido es una cuchilla, y en la parte de en medio se ve la imagen de esa cuchilla y a la izquierda el mantenimiento que se le realiza en el tiempo definido.

4.8 DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACION EN PLATAFORMA.

El diagrama unifilar es una representación de la subestación por medio de símbolos que representan cada equipo, estos símbolos se encuentran de acuerdo a como se encuentran físicamente los equipos en dicha subestación, así como sus conexiones. Es por ello la importancia de mostrar el diagrama de la S.E. “El Sabino” en la plataforma este se encuentra primero, antes de lo que es el programa, a continuación se muestra de como quedo la representado el diagrama unifilar en la plataforma;

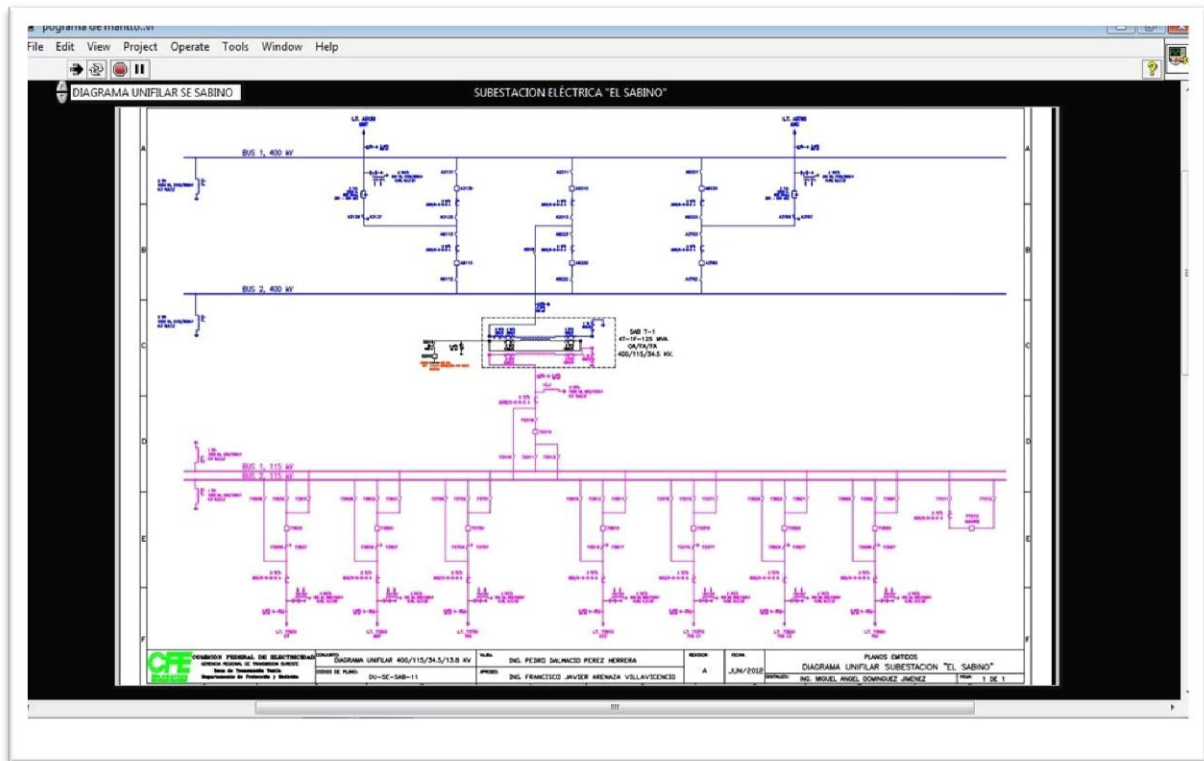


Fig. 4.10 DIAGRAMA UNIFILAR.

El diagrama unifilar es muy importante en la plataforma, lo que ayudara a que cuando el personal de trabajo quiera checar cualquier equipo primeramente podrá ver el diagrama, porque es de ahí donde se podrán identificar de como quedara estructurado todo el programa, con anterioridad se enseñó los pasos que se iban siguiendo para estructurar de acuerdo al diagrama.

4.9 ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA FINALIZADA.

Con base a los temas anteriores de como se vino desarrollando todo el programa, en las figuras siguientes se muestran de como queda el sistema:

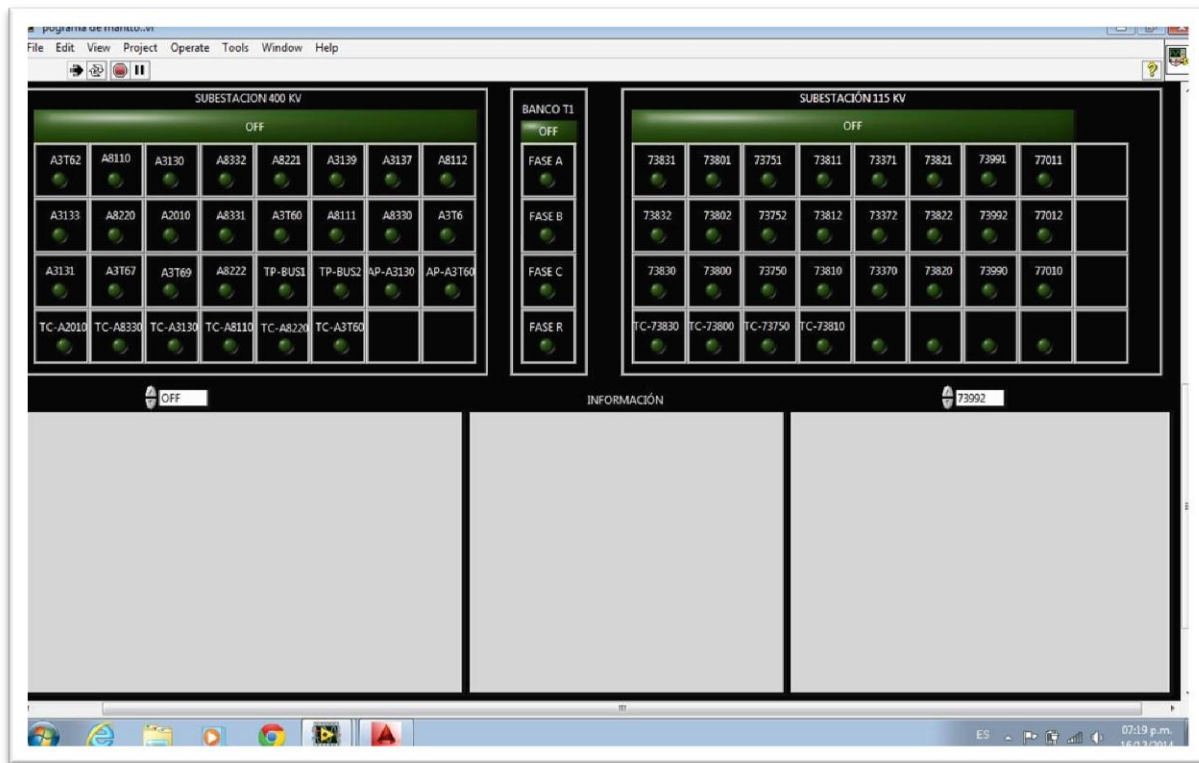


Fig. 4.11 ESTRUCTURA EN BASE AL DIAGRAMA UNIFILAR.

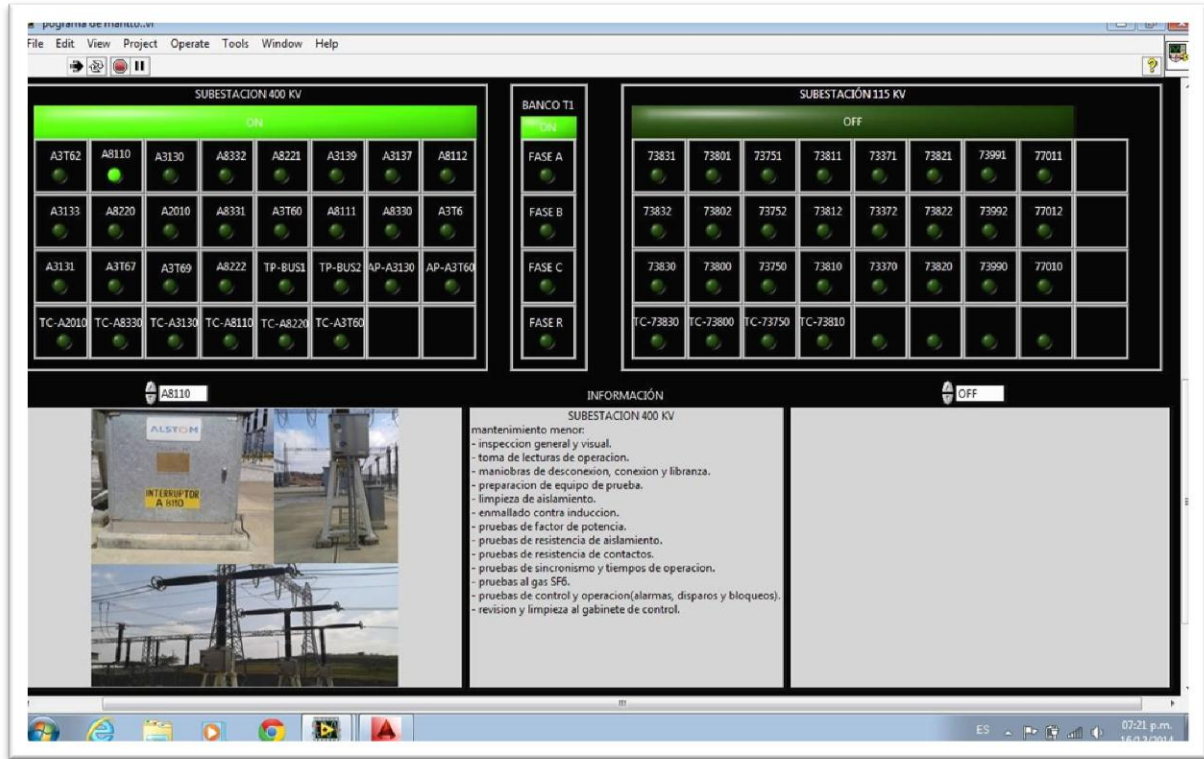


Fig. 4.12 CORRIENDO EL SISTEMA DE LA BAHIA DE 400 KV.

Con las figuras anteriores se demuestra el objetivo que tiene el proyecto, que es una plataforma factible y fácil de deducir su función, a simple vista se observa que del lado izquierdo se encuentra la bahía de 400 KV, en la cual se le esta dando click a un interruptor, por consiguiente se muestra la información de su mantenimiento y la foto de ese interruptor que se encuentra en la subestacion.

En la parte de arriba, en medio se observan cuatro equipos que son los transformadores que conforman el banco de transformadores, recordando que son transformadores monofásicos de los cuales solo tres están conectado para hacer la función de un transformador trifásico. Estos transformadores son reductores los cuales reducen el voltaje de 400 KV a 115 KV, esta la otra bahía por la cual esta conformada la subestación. Es ahí, donde se muestra en la parte derecha la bahía de 115 KV y sus equipos correspondientes, y en la parte de abajo, en el recuadro vacío es donde irán las imágenes de los equipos de esta bahía, por lo que solo se mostraran cuando se le de click al esquivo que se desee ver.

En sí, este es el desarrollo del proyecto con el que se pretende satisfacer las necesidades de la empresa.

CAPITULO V

CONCLUSIONES.

5.1 CONCLUSIONES.

El mantenimiento en general, es un palabra que da mucho de que hablar, porque en donde quiera se emplea lo que respecta en su definición. Tratando sobre un mantenimiento eléctrico o mecánico, ya se estaría refiriendo a mantenimientos rutinarios que debe de haber en una empresa ya sea chica, mediana o grande, en industrias, etc. Es por ello que debe de establecerse rutinas de mantenimiento para cuidar a los equipos que se tengan, ya que si no se realizara un mantenimiento eficiente, ese equipo podría presentar fallas continuamente en un determinado tiempo, esto implicaría pérdida económica en el paro de suministro de lo que se dedique la empresa, y lo más grave sería la perdida de ese equipo.

Si el mantenimiento no se diera de acuerdo al programa establecido, por alguna razón, como por ejemplo; el material de trabajo o herramientas no estaban en ese momento porque el personal de trabajo se olvidó o no hubo el presupuesto para comprarlo, causaría al poco tiempo grandes daños o simplemente con el paso del tiempo se estaría en consecuencias de que el equipo opere de mal manera y ya no haya solución para resolver.

Es por ello el objetivo de desarrollar un software que pueda ser de gran ayuda para el mantenimiento de equipos, existen gran variedad de programas o software que se crean para empresas particulares o para empresas públicas, como por ejemplo CFE (Comisión Federal de Electricidad). Esta empresa es tan amplia en el aspecto de que se hace llamar una empresa de clase mundial, esta cuenta con muchas subestaciones, desde las centrales hidroeléctricas que se conocen por parte de la misma como Generación, y las centrales de paso que se conocen como Transmisión, además de las de Subtransmisión.

Con lo anterior se puede hablar específicamente de la subestación “El Sabino”, esta es la subestación en donde se desarrolló el software que se propuso como proyecto, el beneficio de este software en ambiente LabVIEW es para tener un mantenimiento eficiente y bien planeado, esto quiere decir, que con el programa que se diseñó y se desarrolló, se podrá tener beneficios para toda la empresa ya que una vez desarrollado el sistema y su funcionamiento eficiente se podrá implementar donde se desee.

El programa se basó en los reportes de mantenimientos que se tienen, y recaudando todos los mantenimientos de los equipos con el que cuenta esta subestación, como por ejemplo; los mantenimientos en las fechas que se deben de hacer, así como los equipos que se utilizaran para ese equipo, las herramientas necesarias que se utilizan, este es el punto importante con el que se quiere terminar, ya que en donde sea, las herramientas son las que normalmente se olvida, y esto causa retraso. Por consiguiente, en ocasiones existen casos en que no se compra el material adecuado y por ello puede haber un retraso más grave, con el que no pueda restablecerse rápidamente el suministro de la energía eléctrica.

Estos problemas son con los que se pretende terminar, por ello el sistema simplemente que se desarrolló contiene toda la información necesaria para un mantenimiento adecuado, la intensión del sistema o programa, es que el personal de trabajo o como se conoce en la empresa y en la subestación, la cuadrilla que lo conforman tres trabajadores, donde uno es el encargado de toda la subestación, se encarga de solicitar las licencias para libranza a un equipo y es el que más responsabilidad tiene cuando hay que dar mantenimiento a un equipo, por consiguiente es su electricista que se encarga de dar mantenimiento o donde el jefe de subestación lo mande y por último el ayudante, en él se recarga una gran responsabilidad, ya que él es el encargado de acomodar la herramienta necesaria que debe de llevar al lugar donde se encuentre el equipo.

El problema que surge es, como son muchos equipos hay ocasiones en que se equivocan en cuanto a las herramientas y es ahí donde el programa entrara en función, porque como se explicó antes la característica principal que debe de tener este programa es la de ser factible para que cualquier trabajador de la cuadrilla tenga acceso, en ello podrán checar las herramientas y equipos que se requerirán para que el mantenimiento sea satisfactorio.

Con ello se podrá tener una planeación adecuada en donde se darán los mantenimientos bien estructurados y sin equivocaciones, y por último el programa tendrá la opción de ser modificado cuando se requiera, y esto lo podrá hacer el encargado.

Se espera que el sistema funcione bien, para que así pueda implementarse en otras subestaciones, ya que en cualquier tipo de subestación se requiere el mantenimiento rutinario de equipos, para que el equipo tenga una función operativa constante y claro el otro objetivo con el que se requiere no llegar es a un mantenimiento correctivo o mayor como se conoce en la subestacion.

Con base al software LabVIEW, se puede concluir que es uno de los software que actualmente se está utilizando en cualquier área de trabajo, es decir, es una de las nuevas tecnologías con las que se contara para resolver problemas que se requieran y que mejor que se implemente para beneficiar a una empresa de clase mundial para ahorrarle o terminarle las desventajas con las que en ocasiones se ve estancada.

BIBLIOGRAFÍA

1. MANUAL DE MANTENIMIENTO MENSUAL DE LA S.E. EL SABINO/CFE.
2. MANUAL, CURSO DE CONOCIMIENTOS DE EQUIPOS EN SUBESTACIONES DE POTENCIA/ CFE, CENTRO DE CAPACITACIÓN/CFE.
3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES DE POTENCIA/CENTRO NACIONAL DE CAPACITACIÓN CELAYA/CFE.
4. "MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRUEBAS APLICABLES A SUBESTACIONES COMPACTAS CONVENCIONALES". ELABORADO POR: ALCALÁ SÁNCHEZ RICARDO, GARCÍA CORTÉS JOSÉ DE JESÚS, HERNÁNDEZ ARÉSTIGUI MOISÉS.
5. "SISTEMAS DE DISTRIBUCION Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V." PDF.
6. "MANTENIMIENTO A SUBESTACIONES ELECTRICAS COMERCIALES Y RESIDENCIALES". ELABORADO POR: HIGINIO MARTINEZ TINO NEHEMIAS HERNANDEZ RUIZ.
7. INGENIERO INDEPENDIENTE ESPECIALISTA EN SISTEMAS INDUSTRIALES Y CIENTÍFICOS. BANCO DE PRUEBAS Y MEDICIONES, SUPERVISIÓN, CONTROL LABVIEW, TESTSTAND, LABWINDOWS/CVI.

ANEXOS



Fig. A1 SUBESTACIÓN “EL SABINO” DONDE SE DEMUESTRA QUE ES TIPO INTEMPERIE Y A QUE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL ESTA EXPUESTA.



Fig. A2 MATENIMIENTO AL CAMBIADOR DE DERIVACIONES DEL TRANSFORMADOR MONOFASICO FASE "A" DE LA SUBESTACIÓN EL SABINO.



Fig. A3 CONSECUENCIA POR DEFECTO DE FABRICACION DE UN TRANSFORMADOR.



Fig. A4 MANIOBRAS PARA EL RESTABLECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A CAUSA DE UN FALLO SEVERO.



Fig. A5 LIMPIEZA DE APARTARRAYOS.



Fig. A6 LIMPIEZA DE SISTEMA A TIERRA DE UN APARTARRAYO DE 400 KV. CON LA HERRAMIENTA REQUERIDA.