



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA:

“Análisis para el control y monitoreo SCADA de las variables eléctricas en los reconectores automáticos de la alimentadora Libertad 13.8 KV de la subestación la Libertad 69/13.8 KV en redes de distribución”

AUTOR:

Magallán Soriano, Carlos Luis

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
Ingeniero en Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial  
Industrial

TUTOR:

Vallejo Samaniego, Luis Vicente, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

### CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Magallán Soriano Carlos Luis**, como requerimiento para la obtención del Título **de Ingeniería en Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial**.

### TUTOR

f. \_\_\_\_\_

Vallejo Samaniego, Luis Vicente, M.Sc.

### DIRECTOR DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

Heras Sánchez, Miguel Armando, M.Sc.



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

### **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Magallán Soriano, Carlos Luis**

#### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, “**Análisis para el control y monitoreo SCADA de las variables eléctricas en los reconectores automáticos de la alimentadora libertad 13.8 KV de la subestación la libertad 69/13.8 KV en redes de distribución**” previo a la obtención del Título de **Ingeniería en Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

#### **EL AUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Magallán Soriano, Carlos Luis**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

### AUTORIZACIÓN

Yo, **Magallán Soriano, Carlos Luis**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Análisis para el control y monitoreo SCADA de las variables eléctricas en los reconectores automáticos de la alimentadora libertad 13.8 KV de la subestación la libertad 69/13.8 KV en redes de distribución**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**AUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Magallán Soriano, Carlos Luis**

# REPORTE URKUND

## Datos

**Documento:** Trabajo de Titulación

**Título del Trabajo:** "ANÁLISIS PARA EL CONTROL Y MONITOREO SCADA DE LAS VARIABLES ELÉCTRICAS EN LOS RECONECTADORES AUTOMÁTICOS DE LA ALIMENTADORA LIBERTAD 13.8 KV DE LA SUBESTACIÓN LA LIBERTAD 69/13.8 KV EN REDES DE DISTRIBUCIÓN"

**Carrera:** Ingeniería en Eléctrico Mecánica

**Estudiante:** CARLOS LUIS MAGALLAN SORIANO

**Semestre:** B-2018

**Fecha:** FEB/2019

## Reporte final URKUND

The screenshot displays the URKUND software interface. On the left, a document information panel shows the document name 'magallan\_tesis.pdf (D48220743)', the presentation date '2019-02-22 09:18 (-05:00)', the presenter 'luis1962@hotmail.com', and the recipient 'luis.vallejo.ucsg@analysis.urkund.com'. A progress indicator shows '4%' of the document's text content identified from 13 sources. On the right, a 'Lista de fuentes' (List of sources) panel lists various documents and URLs. The main document viewer area shows a table of contents and the beginning of the document text, including the title 'FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA: Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial' and the author 'VALLEJO SAMANIEGO, LUIS VICENTE, M.Sc. TUTOR'. The bottom of the screenshot shows the Windows taskbar with the date 22/2/2019 and time 11:40.

**Conclusión:** La revisión de coincidencias del resultado de la revisión, considera la desactivación de la información de texto de los formatos de presentación de trabajos de titulación en la UCSG. Se adjunta documento de Reporte URKUND de la Revisión Final en medio digital. Porcentaje de coincidencia final del 4%.

**Ing. Luis Vallejo Samaniego, M.Sc.**

**DOCENTE-TUTOR**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por haberme dado las fuerzas necesarias para llegar a este punto tan significativo en mi desarrollo profesional.

Al culminar una etapa más de mi vida estudiantil, quiero dejar marcado un profundo agradecimiento a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, en especial a sus docentes que conforman la Facultad Técnica para el Desarrollo.

A toda mi familia por estar siempre brindándome su apoyo y a todas las personas que de una u otra manera han sabido impulsar y motivar esta meta propuesta.

**Carlos Luis**

## **DEDICATORIA**

El actual trabajo de titulación se lo dedico en primer lugar a Dios, por haberme dado el conocimiento y los impulsos necesarios para llegar a este punto tan específico en mi desarrollo personal y competitivo.

A mis padres Pablo y Filomena por ser mi iluminación y mi motor para seguir adelante ante los obstáculos de la vida.

A mis hermanos, Walter, Rene Y Katherine por compartir sus prácticas conmigo y por siempre estar orientadas a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mi tutor y a mi director de carrera por la filosofía y la ayuda brindada a lo largo de todo el transcurso de titulación.

**Carlos Luis**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

**CARRERA:**

Ingeniería en Eléctrico Mecánica

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

Ing. Romero Paz Manuel De Jesús, M.Sc.

DECANO

f. \_\_\_\_\_

Ing. Luis Orlando, Philco Asqui, M.Sc.

COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. \_\_\_\_\_

Ing. Miguel Armando, Heras Sánchez, M.Sc.

OPONENTE



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
RESUMEN .....	XVI
ABSTRACT .....	XVII
CAPÍTULO 1 .....	2
INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 Justificación y alcance.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	3
1.4 Tipo de investigación .....	3
1.5 Metodología .....	4
PARTE I MARCO TEÓRICO .....	5
CAPÍTULO 2.....	5
GENERALIDADES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA .....	5
2.1 Sistema de suministro eléctrico .....	5
2.1.1 Sistemas de Generación .....	6
2.1.2 Sistemas de Transmisión .....	7
2.1.3 Sistemas de Distribución .....	8
2.1.3.1 Sistema de distribución de media tensión.....	9
2.1.3.2 Sistema de distribución de baja tensión.....	10
2.2 Subestaciones eléctricas .....	11
2.2.1 Alimentador eléctrico.....	12
2.3 El Reconectador .....	13
2.3.1 Operación del Reconectador.....	14

2.3.2	Reconectores automáticos.....	15
CAPÍTULO 3.....		16
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SCADA.....		16
3.1	Introducción a los sistemas de control eléctrico.....	16
3.2	Administradores de control eléctrico.....	17
3.2.1	Introducción al Sistema SCADA.....	17
3.2.1.1	Entorno de un sistema SCADA.....	17
3.2.1.2	Funciones que realiza el sistema Scada.....	18
3.2.1.3	Ventajas y desventajas de un SCADA.....	19
3.2.2	Descripción del Sistema OASYS DNA.....	20
3.2.2.1	Topologías del sistema OASYS DNA.....	20
3.2.2.2	Servicios de tiempo real.....	21
3.3	Descripción del Sistema MOPS DMD.....	22
CAPÍTULO 4.....		24
RECONECTADORES AUTOMÁTICOS EN MEDIA TENSIÓN.....		24
4.1	Reconector automático ILJIN.....	24
4.2	Estructura del montaje del Reconector automático.....	26
4.3	Características y estructura de control en el reconector automático..	28
CAPÍTULO 5.....		30
REGLAMENTOS DE REDES ELÉCTRICAS Y MANUALES.....		30
5.1	Normatividad.....	30
5.2	Manual para Integrar el Reconector con el control BR-10RN.....	30
PARTE II APORTACIONES.....		36
CAPÍTULO 6.....		36
6.1	Introducción.....	36
6.2	Características del sistema eléctrico.....	36

6.2.1	Características del control de recierre BR-10RN.....	38
6.3	Descripción del sistema de control en la aplicación DMD.....	42
CAPÍTULO 7.....		44
UBICACIÓN ÓPTIMA DE LOS RECONECTADORES AUTOMÁTICOS.....		44
7.1	Introducción.....	44
7.2	Descripción del Alimentador la Libertad.....	44
7.3	Instalación de reconectadores automáticos.....	45
CAPÍTULO 8.....		49
ADMINISTRACIÓN SCADA PARA EL CONTROL Y MONITOREO.....		49
8.1	Administración del sistema SCADA.....	49
8.2	Funciones de control del sistema DMD.....	50
8.3	Criterios para realizar el direccionamiento un seccionamiento.....	52
8.4	Criterios del operador en el sistema SCADA.....	54
8.5	Análisis de las variables eléctricas en el sistema SCADA.....	55
8.6	Operatividad del sistema para la transferencia de carga.....	59
8.6.1	Procedimientos de operatividad del sistema.....	61
8.7	Revisión de las variables eléctricas.....	65
8.8	Visualización de variables sobre el alimentador.....	66
8.9	Visualización de alarma.....	68
8.10	Informe de estado de carga.....	69
CAPÍTULO 9.....		71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		71
9.1	Conclusiones.....	71
9.2	Recomendaciones.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		73
GLOSARIO.....		78
ANEXOS.....		79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: Dimensiones del reconectador automático .....	25
Tabla 4.2: Especificaciones técnicas del reconectador automático. ....	26
Tabla 6.1: Descripción del Alimentador Libertad.....	37
Tabla 6.2: Partes del panel frontal de control del reconectador.....	41
Tabla 6.3: Descripción de elementos eléctrico en el sistema DMD .....	42
Tabla 8.1: Puntos de interconexión del Alimentador.....	53
Tabla 8.2: Demanda de carga de los alimentadores.....	54
Tabla 8.3: Demanda de carga por horas. ....	59
Tabla 8.4: Estimación de estado.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Sistema de suministro eléctrico. ....	5
Figura 2.2: Sistema de transmisión.....	7
Figura 2.3: Sistema de potencia de distribución eléctrica. ....	8
Figura 2.4: Distribución de media tensión.....	9
Figura 2.5: Red de baja tensión.....	11
Figura 2.6: Subestación la Libertad de 69 Kv / 13.8 V.....	12
Figura 2.7: Calibre del conducto.....	13
Figura 2.8: Partes del Reconectador.....	14
Figura 3.1: Diagrama de proceso de Scada.....	19
Figura 3.2: Topologías OASYS DNA.....	21
Figura 3.3: Vista de red del sistema DMD.....	23
Figura 4.1: Reconectador Automático.....	24
Figura 4.2: Reconectador Automático.....	25
Figura 4.3: Montaje del Reconectador automático.....	27
Figura 4.4: Partes del control del reconectador. ....	28
Figura 5.1: Control del Reconectador Automático.....	31
Figura 5.2: Control del Reconectador.....	31
Figura 5.3: Configuración Ingreso y ajustes de código.....	32
Figura 5.4: Ventana de Inicio software WIN - OP.....	32
Figura 5.5: Configuración de Ingreso de código de interfaz.....	33
Figura 5.6: Barra de estado y respaldo de datos.....	33
Figura 5.7: Ventana de Actualización del programa.....	34

Figura 5.8: Apertura de Programa a instalar .....	35
Figura 6.1: Procesos de control del sistema eléctrico y de control. ....	37
Figura 6.2: Breker del alimentador libertad .....	38
Figura 6.3: Reconectador automático montado en poste. ....	39
Figura 7.1: Sistema geográfico del alimentador en el software DMD .....	45
Figura 7.2: Instalación del Reconectador en el alimentador libertad.....	46
Figura 7.3: Diagrama en AutoCAD Reconectador instalado.....	47
Figura 7.4: Cuadro de demandas de carga .....	47
Figura 8.1: Pantalla de inicio sistema DMD. ....	49
Figura 8.2 Función de plan de maniobras.....	51
Figura 8.3: Trazado de alimentador la libertad. ....	52
Figura 8.4: Interconexión de alimentadores.....	53
Figura 8.5: Vista Ortogonal sistema eléctrico de la S/E Libertad. ....	56
Figura 8.6: Vista Ortogonal de la S/E a nivel de 13.8 kv.....	56
Figura 8.7: Vista Ortogonal del Alimentador la Libertad.....	57
Figura 8.8: Vista Ortogonal del Alimentador la Libertad.....	58
Figura 8.9: Localización de falla.....	60
Figura 8.10: Ruta de falla en la línea de distribución. ....	61
Figura 8.11: Diagrama de los reconectores. ....	62
Figura 8.12: Simulación de las variables eléctricas. ....	62
Figura 8.13: Diagrama de cierre del reconectador R1601 .....	63
Figura 8.14: Diagrama de cierre del reconectador R1602 .....	64
Figura 8.15: Revisión de carga del Alimentador Libertad. ....	65

Figura 8.16: Curva de tendencia de carga .....	66
Figura 8.17: Traceado del alimentador .....	67
Figura 8.18: Visualización de las carga del alimentador .....	67
Figura 8.19: Descarga de información a Excel. ....	68
Figura 8.20: Sumario de alarmas.....	69
Figura 8.21: Informe de estados de carga .....	70

## RESUMEN

El trabajo de investigación se basa en el análisis de variables eléctricas en reconectores automáticos, se va a monitorear y maniobrar el sistema SCADA para brindar un mejor servicio energético evitando cortes de la energía eléctrica provocados por casos fortuitos de sobrecargas que comprometen a la desconexión de toda la carga del alimentador, eventos que a menudo se presentan por la gran cantidad de usuarios, parte comercial, zona bancaria.

Mediante este estudio se podrá tener el beneficio de transferencia de carga de forma automatizada, se plantearán bases teóricas de los equipos del sistema de distribución para obtener un servicio continuo sin interrupciones. Los sistemas de distribución deben ser confiables para evitar un menor índice de interrupciones eléctricas a los usuarios, por esa razón la prioridad de las empresas eléctricas es mantener de forma continua el suministro de energía.

Este trabajo toma como idea de investigación de campo por parte del personal inmerso en los diferentes trabajos y eventos correctivos en las líneas de transmisión que con la ayuda de la instalación de reconectores automáticos monitoreados y controlados por el sistema SCADA, garantizando el fluido energético a un 80 % de funcionalidad.

**PALABRAS CLAVES:** reconector, transferencia de carga, automático, Scada, variables, distribución.



## **ABSTRACT**

The research work is based on the analysis of electrical variables in automatic reclosers, it is monitored and maneuvered in the SCADA system to provide a better service to the electric power grid caused by fortuitous cases of overloads that commit to the disconnection of all The feeder, events that are often presented by the large number of users, commercial part, banking area.

Through this study you can have the benefit of the transfer of the load in the automated way, the theoretical bases of the distribution system equipment are raised to obtain a continuous service without interruptions. The distribution systems must be reliable to avoid a lower rate of electrical interruptions and users, for that reason, the priority of the companies is to maintain the continuous supply of energy.

This work takes as an idea a field research investigation is a part of personal information. 80% functionality

**KEY WORDS:** recloser, load transfer, automatic, Scada, variables, distribution

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

La entrega automática de carga por reconectores permite que una falla crítica no impida la alimentación, si el corte de la alimentadora principal se realizará esta a su vez proporciona señales las cuales envía al sistema y el operador analiza las posible consecuencias y se realiza una operación de reconectar una alimentadora o el sector que presenta problemas aislarlos.

En una red de distribución la presencia de perturbaciones (variaciones de voltaje) se debe a sobre voltaje , sobrecargas , sistema desbalanceados o corto circuitos, estas anomalías serán minimizadas con la ubicación adecuada de los equipos de protección, que al quitar la energía los elementos en contacto con dichas perturbaciones o fallas del sistema, mantienen servicio en el resto del alimentador, la operación del equipo de protección debe ser lo suficiente rápida y en forma coordinada, las interrupciones por cortas que sean en su duración representan a la empresa eléctrica un índice de calidad el cual afectan también al sector y a todos los usuarios.

### 1.1 Justificación y alcance

Intervenir el sistema de distribución eléctrica mediante un análisis para conocer cómo operan y funcionan los reconectores automáticos de la alimentadora la Libertad utilizando un mecanismo SCADA que permite controlar el proceso de distribución de energía a distancia, equiparando previamente las fallas y reduciendo el lapso de desconexión de servicio eléctrico, ofreciendo beneficios de continuidad y calidad, minimizar tiempo de ejecución de maniobras para aislar tramos de corte de energía, optimizando recursos y mejorando los ingresos para la empresa. Este proyecto busca analizar mediante hardware y software la transferencia de carga de la alimentadora Libertad el cual brinda suministro de energía eléctrica por parte de la Cnel. Ep unidad de negocio santa Elena y abarca sectores de gran magnitud, donde se promueven actividades estratégicas de desarrollo económico.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Los sistemas de distribución deben ser confiables para evitar un menor índice de interrupciones eléctricas a los usuarios, por esa razón la prioridad de las empresas eléctricas es mantener de forma continua el suministro de energía, las distribuidoras establecen políticas de calidad y control de los cuales estas deben dar cumplimiento a las mismas para un óptimo servicio eléctrico evitando desperdicios en su consumo, lo cual es posible con un análisis de la carga real requerida para satisfacer la demanda de los clientes.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Analizar el control y monitoreo SCADA de las variables eléctricas en los reconectores automáticos en media tensión.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar las características del sistema eléctrico y de control del alimentador Libertad.
- Verificar la ubicación óptima de los reconectores automáticos en la línea de distribución.
- Administrar con el sistema Scada el monitoreo de los reconectores automáticos.

## **1.4 Tipo de investigación**

En el presente trabajo se utilizara técnicas de observación, la investigación que está orientada a un análisis de sistemas que proporcionan diferentes tipos de información, requiriendo de bibliografías, revistas, monografías y textos. La técnica experimental tomando en consideración una muestra primordial de toda la población para el control de variables e indicadores que vayan hacer utilizados en este análisis.

## **1.5 Metodología**

Los métodos de investigación usados para análisis de los objetivos del proyecto contribuyen al desarrollo del mismo, se utilizara bibliografías para el estudio de los reconectores automáticos lo cual permitirá conocer sus características. Realizar investigaciones y entrevistas al personal del centro de control de la U.N Cnel. Santa Elena del departamento de operaciones. El enfoque que se puede manejar para esta investigación es de carácter cuantitativo, que consiste en realizar un análisis por medio de la utilización de gráficos, tablas y variables.

## PARTE I MARCO TEÓRICO

### CAPÍTULO 2

#### GENERALIDADES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

##### 2.1 Sistema de suministro eléctrico

El sistema de suministro eléctrico comprende varios medios y elementos necesarios para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Este conjunto está proporcionado de mecanismos de control, seguridad y protección, de igual manera el sistema precisa de una organización económica centralizada para planificar la producción y la remuneración a los diferentes agentes del mercado, como ocurre actualmente en muchos casos. Existen múltiples empresas participando en las actividades de generación, distribución y comercialización, en la figura 2.1 se presenta un diagrama esquematizado de las distintas partes y los componentes del sistema de suministro eléctrico.

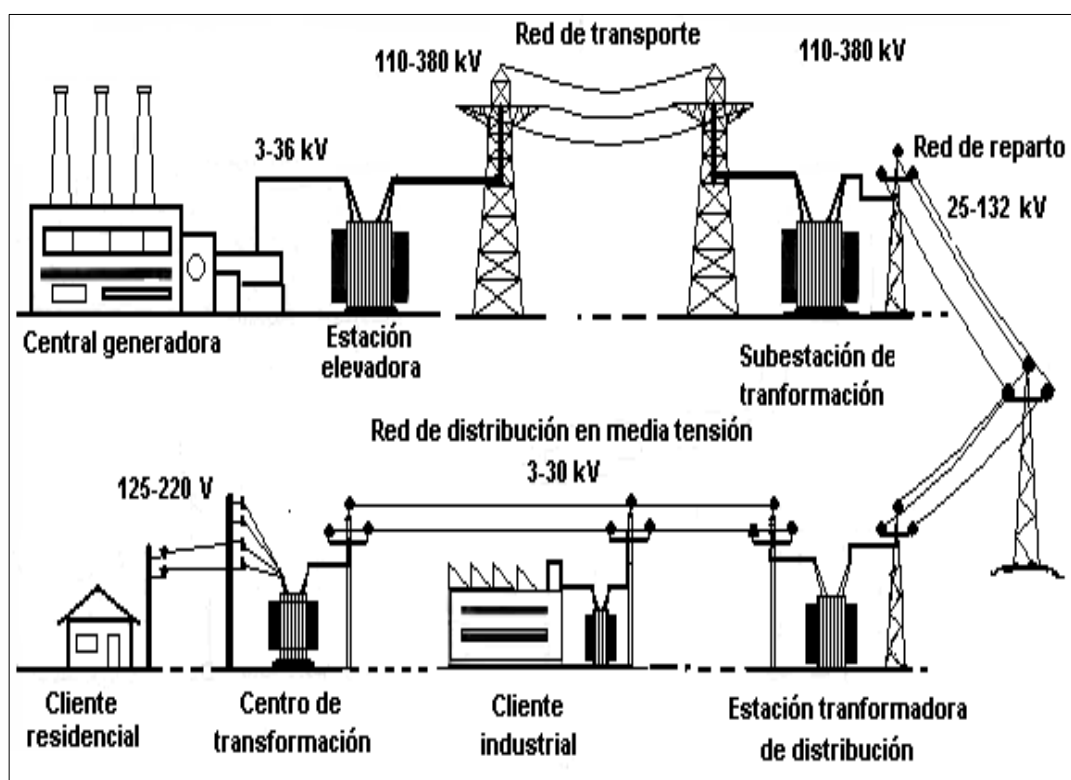


Figura 2.1: Sistema de suministro eléctrico.  
Fuente: (CELEC, 2018)

El sistema de distribución eléctrica comprende desde las subestaciones que están cerca de las zonas de consumo y el servicio eléctrico que es una responsabilidad de la compañía distribuidora la cual debe conservar las líneas necesarias para los usuarios. Estas líneas que tienen varias tensiones se las reduce en las instalaciones para que se llegue a los valores que se utilizan domiciliariamente. Todo esto constituye la red de distribución que puede ser aérea o subterránea.

En cuanto a los centros de transformación son los que poseen transformadores que se alimentan por las líneas de distribución de media tensión. Ellos son los que se encargan de pasar de las tensiones de distribución a la tensión de utilización.

Además las redes de distribución se unen con las instalaciones interiores de los usuarios, este punto es el que se llama instalación de enlace y está formada por la acometida, la caja general de protección, líneas repartidoras y derivaciones individuales. A todo esto se lo conoce como instalación de enlace (CELEC, 2018).

Las plantas generadoras de energía eléctrica están distantes de las poblaciones, por lo que se hace preciso el transporte de esta energía hacia los consumidores. Un Sistema de Suministro Eléctrico está compuesto por el sistema de generación, transmisión y distribución.

### **2.1.1 Sistemas de Generación**

La generación de electricidad, en términos generales, radica en transformar alguna clase de energía, "no eléctrica", sea esta química, mecánica, térmica, luminosa, etc. en energía eléctrica. Dependiendo de la fuente primaria de energía utilizada, las centrales generadoras se clasifican en: Térmicas, Hidroeléctricas, Nucleares, Eólicas, Solares termoeléctricas, Solares fotovoltaicas y Mareomotrices (Wikipedia, 2018).

La mayor parte de la energía eléctrica generada proviene de los tres primeros tipos de centrales indicados, todas estas centrales, exceptuado las

fotovoltaicas, tienen en común el elemento generador en sí, en las centrales fotovoltaicas la corriente obtenida es continua y para su utilización es necesaria su conversión en alterna, mediante el empleo de dispositivos denominados inversores u onduladores (Astudillo, 2005)

### 2.1.2 Sistemas de Transmisión

La red de transporte de energía eléctrica constituye elementos necesarios para llevar la energía generada en las centrales hidroeléctricas, térmicas, de ciclos combinados a través de grandes distancias hasta los puntos de consumo. Para ello, los volúmenes de energía eléctrica deben ser transformados, elevándose su nivel de tensión. Con este fin se emplean Subestaciones Elevadoras en que dicha transformación se efectúa empleando equipos eléctricos denominados transformadores como se muestra en la figura 2.2 (Astudillo, 2005)



**Figura 2.2: Sistema de transmisión.**

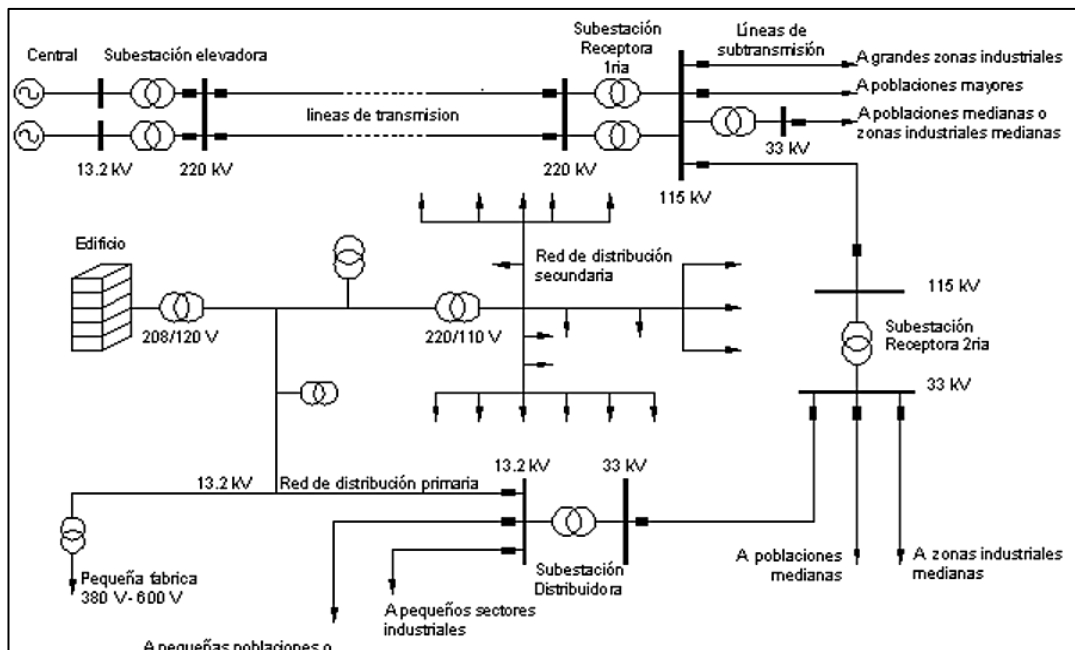
Fuente: (CELEC, 2018)

La línea de transporte de energía eléctrica o línea de Alta Tensión es esencialmente el medio físico más importante mediante el cual se realiza la transmisión de la energía eléctrica a grandes distancias, constituidas tanto por el elemento conductor, elementos de soporte y las Torres de Alta Tensión (Astudillo, 2005).

### 2.1.3 Sistemas de Distribución

El Sistema de Distribución Eléctrica se encarga de proveer de energía desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales. El sistema de distribución es aquel que traslada la potencia eléctrica de las subestaciones de distribución para todos los clientes individuales, en voltajes que oscilan desde 34.5, 23, 13.8, 6.6 o 4.2 KV. El sistema de distribución comprende: el sistema de baja tensión, media tensión y alta tensión (Viakon, 2011).

En la figura 2.3 se presenta un esquema de un sistema de potencia donde se muestra un sistema de distribución eléctrica la cual está conformada por Subestaciones receptoras secundarias donde se convierte la energía recibida de las líneas de Subtransmisión y pasan a dar origen a los circuitos de distribución primarios que recorren cada uno de los sectores urbanos y rurales abasteciendo de potencia a los transformadores de distribución los cuales se ensamblan a un circuito primario y suministran servicio a los consumidores o abonados conectados al circuito secundario y finalmente el circuito secundario: encargados de distribuir la energía a los usuarios con voltajes como 120/240 V, 120/208 V y en general voltajes hasta 600 V (Rámirez, 2004).



**Figura 2.3: Sistema de potencia de distribución eléctrica.**  
Fuente: (Rámirez, 2004)



La distribución de energía eléctrica es una actividad cuyos procesos están siempre en constante evolución reflejada en el tipo de equipos y herramientas utilizadas en los tipos de estructuras, en los métodos de trabajo de las cuadrillas de construcción y en el mantenimiento, manifestada también en la metodología de diseño y operación utilizando computadores u otros equipos.

### **2.1.3.1 Sistema de distribución de media tensión.**

Está formada por la red de repartición, que tienen su iniciación en las subestaciones de transformación, reparten la energía, hasta llegar a las estaciones transformadoras de distribución. Comprenden tensiones entre 25 y 132 Kv, las estaciones transformadoras de distribución, son las encargadas de disminuir la tensión desde el nivel de reparto de distribución en media tensión (CELEC, 2018).

En la figura 2.4 se determina la red de media tensión o voltaje, las líneas que distribuyen la energía a nivel de 13.8 kv por los diferentes sectores tanto trifásico, monofásico y bifásico, están constituida por conductores de aluminio 2/0 y estas conforman todo el sistema de distribución del alimentador.



**Figura 2.4: Distribución de media tensión**  
Elaborado por: Autor.

Se utiliza para trasladar tensiones medias desde las subestaciones hasta los bancos de transformadores de baja tensión, a partir de los cuales se suministra la corriente eléctrica a los diferentes lugares. Los cables de media tensión pueden ir tendidos en torres metálicas, soportados en postes de madera o cemento, como ocurre en la mayoría de las grandes ciudades.

Este sistema utiliza equipos denominados de tensión nominal como son las celdas, Interruptores automáticos, Seccionadores de puesta a tierra, Transformadores de corriente, Transformadores de tensión y descargadores para el sistema.

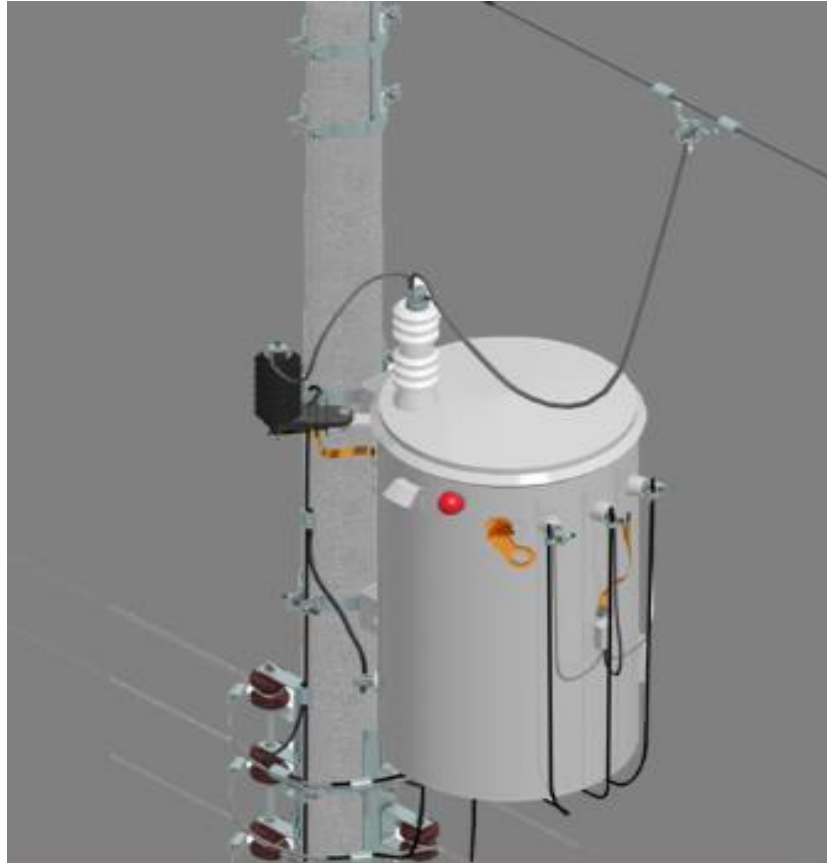
### **2.1.3.2 Sistema de distribución de baja tensión.**

Son tensiones inferiores a 1 KV que se reducen todavía más para que se puedan emplear en la industria, el alumbrado público y el hogar. Las tensiones más utilizadas son 220 y 440 volts de corriente alterna y en los hogares entre 110 y 120 volts estas a su vez también se emplean parques, canchas deportivas.

En la figura 2.5 se representa una red de baja tensión la cual consta de los siguientes elementos:

- Acometida que comprende la red de distribución pública y la caja de protección del edificio
- Caja general de protección: la cual aloja los elementos de protección de la instalación eléctrica del edificio.
- Contadores: aparatos de medida de la energía eléctrica consumida por una instalación.
- Cuadro de mando y protección: el conjunto de aparatos agrupados para la protección de las instalaciones y las personas (JGS, 2014)
- Caja de control
- Terminales

Los elementos que forman parte del sistema eléctrico son de gran importancia ya que permiten mantener medidas normalizadas y tener seguridad en dar el servicio para los usuarios.



**Figura 2.5: Red de baja tensión**

Fuente: (JPaladines, 2018)

Este sistema de distribución de baja tensión es la que abarca los usuarios finales en una casa por ejemplo o en un edificio que no superen voltajes altos, se debe tener seguridad y los implementos necesarios para maniobrar este índice de voltaje.

## **2.2 Subestaciones eléctricas**

Una subestación eléctrica es una instalación destinada a establecer los niveles de tensión adecuados para la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Su equipo principal es el transformador. Normalmente está dividida en secciones, por lo general tres principales (medición, cuchillas de paso e interruptor), y las demás son derivadas. Las secciones derivadas normalmente llevan interruptores de varios tipos hacia los transformadores. (CELEC, 2018). La subestación la Libertad alimentada por 69 KV la cual viene desde CELEC EP a través de conductores aéreos y posteriormente los centros de transformación reducen los niveles de tensión hasta valores

comerciales (baja tensión) aptos para el consumo doméstico e industrial, típicamente 400 V como se muestra en la figura 2.6.



**Figura 2.6: Subestación la Libertad de 69 Kv / 13.8 V**  
Elaborado por: Autor

En la subestación se encuentra un transformador de 69/13.8 kv, de 16/20 MVA Dyn1 (designación de vectorial) conexión Delta – Estrella, la misma que se encarga de distribuir la energía a los 4 alimentadores incluida el del análisis a nivel de 13.8 KV. La capacidad máxima instalada en los transformadores de las subestaciones del SNT (Sistema Nacional de Transmisión) es del orden de los 8.521 MVA, de los cuales 9.17 MVA pertenecen a la capacidad de reserva de los transformadores monofásicos en varias subestaciones.

### **2.2.1 Alimentador eléctrico.**

Un alimentador eléctrico es un conductor que como su nombre lo indica es el encargado de suministrar toda la corriente que un grupo de cargas consume. Para determinar la capacidad el alimentador se realiza un análisis que se lleva a cabo, teniendo como base una toma de datos la cual se la denomina demanda máxima y está relacionada en las horas pico de la carga de un circuito que varía según el consumo del cliente.

Los conductores de los circuitos alimentadores deben tener una capacidad de corriente que no sea menor que la correspondiente a la carga por utilizar. El calibre de los conductores alimentadores no debe ser menor al N° 10 AWG como apreciamos en la figura 2.7 una línea de distribución que va hasta los centros de consumo como son las industrias, domicilios y alumbrado público.



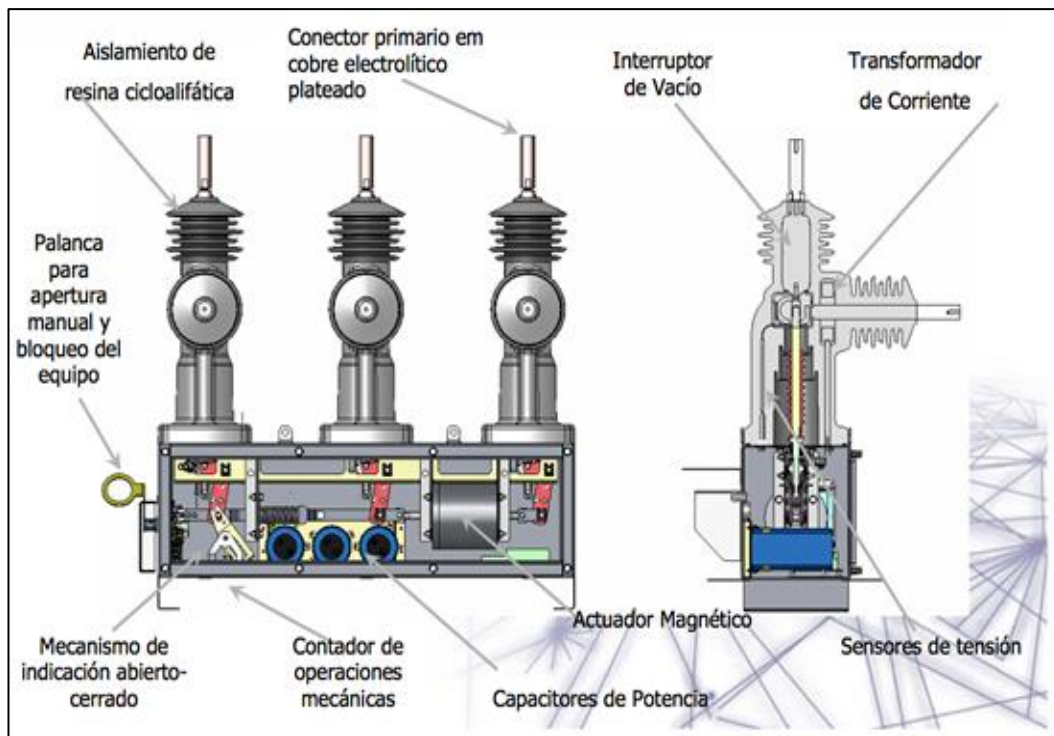
**Figura 2.7: Calibre del conductor**  
Elaborado por: Autor

Este calibre es utilizado por ejemplo cuando un alimentador de tipo bifilar alimenta dos o más circuitos derivados. Todo dependerá que trabajo se vaya a realizar en el sistema de distribución o en una instalación eléctrica (Alvarado, 2015).

### **2.3 El Reconectador**

Es un dispositivo de interrupción (interruptor) de carga eléctrica, con la capacidad de recierre automático ajustable, monitoreo y operación tele mandada, en la figura 2.8 se especifica la parte más sobresaliente del reconectador entre ellos tenemos el mecanismo de indicación abierto, palanca de apertura, actuador magnético, conector primario entre otros elementos importantes.





**Figura 2.8: Partes del Reconectador.**

Fuente: (P, 2013)

El equipo utiliza interruptores cuya operación es tripolar y el vacío como medio de extinción de arco. Aislado con Hexa-fluoruro de Azufre (SF6), siendo operado por un actuador magnético único tanto para apertura como para el cierre, las cámaras de vacío no requieren de ningún tipo de mantenimiento, sin embargo una vez cumple su vida útil deben ser reemplazadas.

### 2.3.1 Operación del Reconectador

El reconectador es un interruptor con reconexión automática, instalado señaladamente en líneas de distribución, es un dispositivo de protección idóneo de distinguir un sobre corriente, abrir y cerrar automáticamente para que se energice la línea. Está dotado de un control que le permite realizar varias reconexiones continuas, pudiendo además, variar el intervalo y la secuencia de estas reconexiones. (Electricidad, 2018). El Reconectador abriendo o cerrando un sistema de circuito eléctrico permite aislar al circuito de salida de una subestación al mostrarse una falla en el sistema, el programa de recierre automático es ajustable a las exigencias del medio; su monitoreo y operación se controla a distancia desde un centro de control hacia las líneas aéreas de distribución (Oñate, 2000).

En media tensión se ha comprobado mediante estadísticas que sólo el 10% de las fallas tiene carácter de permanente; (un aislador roto) en tanto que el porcentaje restante tiene carácter transitorio desapareciendo rápidamente la falla (una rama que toca la línea y luego cae). (Oñate, 2000).

El reconector se cierra mediante un impulso de corriente controlada que proviene de un capacitor que se encuentra en el gabinete de control y que se trasmite a través del solenoide de cierre este atrae la placa, la cual, a su vez cierra los contactos en el interruptor de vacío mediante barras impulsadoras. La acción de los equipos es tripolar, con control local y remoto desde el Centro de Supervisión. Debe así mismo tener la posibilidad de operarse con una pértiga (Emsa, 2014).

### **2.3.2 Reconectores automáticos.**

Los re conectadores automático están diseñados para uso en líneas de distribución aéreas y en aplicaciones de subestaciones para voltaje, capaces de prevenir un corte de suministro eléctrico prolongado debido a alzas de corriente instantáneas, interrumpiendo la transmisión de la red eléctrica y restableciéndola inmediatamente una vez pasada la falla, a fin de lograr una entrega estable de energía a consumidores de una red.

El uso de los re conectadores con respecto al medio ambiente combina el alto desempeño y la confiabilidad en la interrupción en vacío con la alta rigidez dieléctrica del gas Sf6 usado dentro del tanque, no afectando el medio ambiente, teniendo en cuenta que el gas Sf6 es utilizado solamente como medio aislante y no presenta peligro para la salud.

## **CAPÍTULO 3**

### **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SCADA.**

#### **3.1 Introducción a los sistemas de control eléctrico**

La red eléctrica inteligente es un concepto extenso que implica: generación, transmisión, sistemas de control y medición, protocolos de comunicación, redes de distribución y sistemas de gestión de los recursos energéticos, por lo que existen normativas, tecnologías y sistemas adaptables a cada área de la industria eléctrica (Aviles, 2015).

En el sistema de distribución de energía eléctrica es importante la confiabilidad y seguridad en el suministro de esta a sus usuarios estos forman parte de factores como la administración y mantenimiento del circuito de distribución, por tal motivo el correcto funcionamiento del equipo de protección y distribución determina la calidad del servicio brindado. El sistema de control y monitoreo ayudan a los operadores de la empresa a identificar las diferentes variables eléctricas tales como corriente, demandas, factor de potencia, potencia real, potencia reactiva, potencia aparente, valores de energía y voltaje, así como la capacidad de detección de fallas, admitiendo además operaciones de control de los interruptores de potencia cuando se requieran (Briceño, 2001)

Actualmente vivimos en una época en donde las cosas cambian de manera inesperadas, los procesos industriales no son la excepción, cada día nos encontramos con que los requerimientos de cierto producto cambian por necesidad de los clientes o la misma industria. El problema de estos cambios tan radicales y rápidos es que no hay suficiente tiempo para adaptar los maquinas/herramientas y capacitar a los trabajadores para realizar los cambios. Una respuesta a esta problemática se nos da por medio de los famosos sistemas SCADA (Lozano, 2017). Actualmente el proceso de automatización de las subestaciones eléctricas es un proceso enfocado principalmente a la correcta operación y funcionalidad de los equipos que



confirman la subestación eléctrica , como se sabe , en la actualidad las subestaciones poseen equipos que en su mayoría tienen antigüedad entre 10 y 20 años , por lo que la integración de un sistema SCADA de estos equipos se ve obstaculizada por la antigüedad de estos , este mismo problema puede ocurrir también en los niveles de tensión (Lozano, 2017)

## **3.2 Administradores de control eléctrico.**

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), dentro de sus políticas, instituyó como uno de sus objetivos rectores el fortalecimiento de las empresas eléctricas del país para aumentar su eficiencia y eficacia mediante la implantación de un modelo de gestión que privilegie la homologación de procesos, procedimientos, estructuras y tecnología, aprovechando las mejores prácticas de cada una de las distribuidoras a nivel nacional, de empresas de reconocimiento internacional y del recurso humano del país (Aviles, 2015).

### **3.2.1 Introducción al Sistema SCADA**

SCADA: acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (en español, Control de supervisión y adquisición de datos). Este sistema comprende todas aquellas soluciones de aplicación donde se refiere a la captura de información de un proceso o planta industrial para que con esta información, sea posible efectuar una serie de análisis y estudios con los que se pueden lograr valiosos indicadores que permitan una retroalimentación sobre un proceso o un operador. El SCADA no sólo es el software sino también Hardware, la interfaz, Usuarios y administradores, Controladores, Redes, Bases de datos y Comunicaciones, etc. Las funciones que realizan son la Adquisición de datos, Supervisión y Control. (Schliserman, 2015)

#### **3.2.1.1 Entorno de un sistema SCADA**

El entorno del sistema SCADA incluye un hardware de señal de entrada y salida, controladores, interfaz hombre-máquina (HMI), redes,

comunicaciones, base de datos y software que se enfoca directamente a los parámetros de control, visual y de control incluyendo otras actividades. Supervisión este permite observar las tareas de un operador o máquina que puede no necesariamente puede conocer el tema a profundidad, mientras se realiza la supervisión se permite guiar en un contexto de trabajo, profesional o personal, es decir con fines correctivos y/o de modificación.

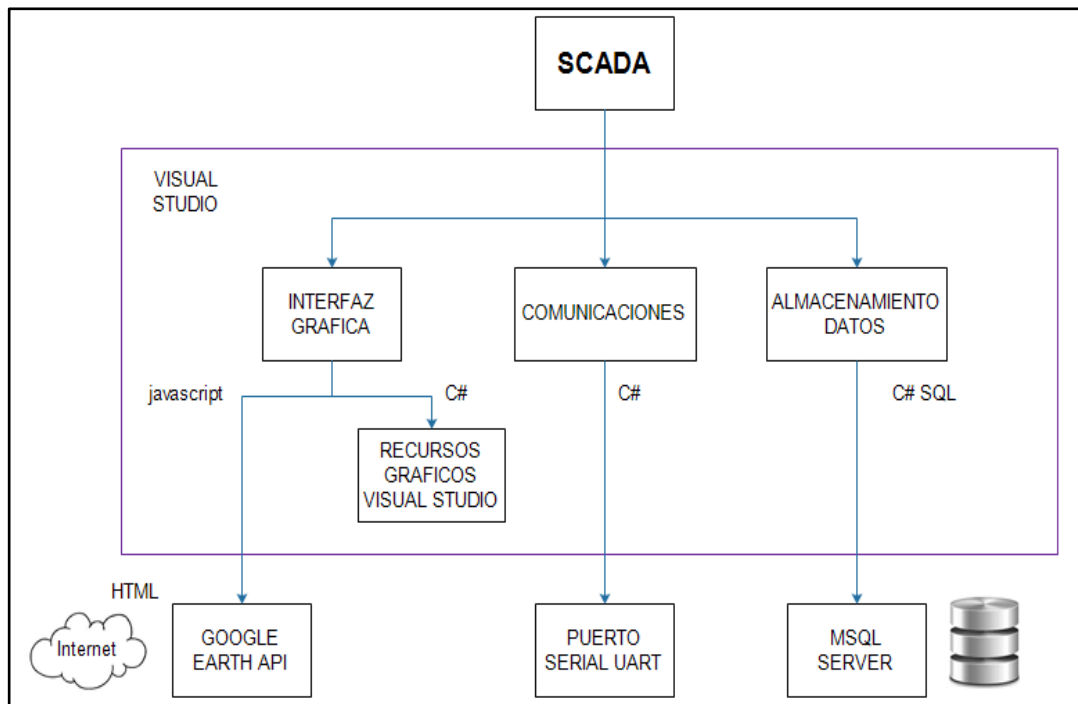
El sistema SCADA supervisa el desempeño general de dicho lazo. El sistema SCADA también puede mostrar gráficos históricos, tendencias, tablas con alarmas y eventos entre otras funciones (Schliserman, 2015)

### **3.2.1.2 Funciones que realiza el sistema Scada**

Dentro de las funciones básicas del sistema Scada podemos determinar como prioritarios lo siguiente:

- Adquisición de datos, para recoger, procesar y almacenar la información recibida
- Supervisión, para observar desde un monitor la evolución de las variables de control.
- Control, para modificar la evolución del proceso, actuando bien sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.) bien directamente sobre el proceso mediante las salidas conectadas (Schliserman, 2015).

El diagrama de la figura 3.1 podemos determinar que el sistema Scada está basado en un estudio donde el operador del sistema pueda tener acceso a comunicaciones mediante interfaz gráfico y por ello llevar un almacenamiento de datos como respaldo de la información diaria. Uno de los recursos de ayuda en este caso son los gráficos que son enlazados por un sistema de fibra óptica y esto con diferentes puertos de comunicación en las subestaciones instalada para su monitoreo. Mediante estos protocolos de comunicación el enlace del sistema de control y el sistema base no tendrán ningún inconveniente al momento de transferir información hacia el centro de control.



**Figura 3.1: Diagrama de proceso de Scada**  
Elaborado por: Autor

La supervisión de datos está presente en todos los procesos eléctricos y se realiza por medio de los operadores especializados, que muestran la presencia de comportamientos anómalos y actúan como resultado de ello utilizando métodos estadísticos y herramientas de inteligencia.

### 3.2.1.3 Ventajas y desventajas de un SCADA

En el sistema Scada se determinan algunas ventajas del sistema las cuales señalamos la más relevante para el control y monitoreo:

- No se requiere de personal para realizar labores de lectura de medidores, ya que estos son leídos y enviados a terminales a través de la red, es más confiable que los sistemas habituales.
- Sistemas de bajo costo de mantenimiento y Sistema más veloz de medición.

En las desventajas que existen dentro del sistema se resaltan las siguientes:

- Se requiere de una red confiable ya que no se podrá realizar las mediciones en caso de no contar con la red.

- Altos costos iniciales ya que hay que adquirir equipos e implantar la solución.
- Se requiere además realizar gastos en conexión a la red de datos.

### **3.2.2 Descripción del Sistema OASYS DNA.**

Este Sistema ofrece Servicios de Tiempo Real, Servicios Históricos, Interfaz gráfica de usuario, Herramientas de gestión de la información las cuales sirven de mucha ayuda para el control y adquisición de datos.

Las distintas topologías de comunicación del sistema OASYS, también se puede detectar y procesar alarmas, ofrece servicios de replicación en datos de tiempo real, almacenamiento de archivo y eventos, está compuesto por diferentes elementos que son funcionales entre ellos tenemos:

- Herramientas de gestión de la información.
- Servicios de Tiempo Real
- Servicios Históricos
- Interfaz gráfica de usuario

#### **3.2.2.1 Topologías del sistema OASYS DNA.**

El diseño físico y lógico de un sistema de control es de gran importancia ya que incluye equipos de hardware y software los cuales trabajan en conjunto para la transferencia de datos y supervisión de variables en un centro de control donde el operador se encarga de realizar maniobras en base al sistema implementado.

La figura 3.2 especifica tres topologías de este sistema el servicio centralizado, servicios distribuidos y servicios duales, estas permiten actualizar la base de datos de la máquina reserva, comunicación con las estaciones remotas, servir datos a los puestos de operación.

El sistema es compatible para SO Unix para los servidores y Microsoft para los puestos de operación con plataforma Servidor: Windows 2000 / 2003 / 2008 y Cliente: Windows 7, XP.



**Figura 3.2: Topologías OASYS DNA**  
Fuente: (Telvent, 2016)

La estructura de un sistema depende de la cantidad de equipos, clientes o consumidores, infraestructura que se complementen con el diseño de la red de comunicación entre otros elementos necesarios para que variables eléctricas puedan ser monitoreadas y controladas.

### 3.2.2.2 Servicios de tiempo real

Un sistema en tiempo real es el que no introduce retardos o tiempo caídos entre la recepción de la medición de las variables del proceso y la señal de control, de las cuales indicamos los siguientes servicios:

- Barrido de estaciones remotas para adquisición de datos
- Supervisión y control
- Detección y procesamiento de alarmas.
- Filtrado de estados transitorios, alarmas y Ejecución de cálculos definidos por el usuario.
- Servicios de replicación (total o parcial) de datos en tiempo real entre Servidores.

Actualizar la base de datos de la máquina, reserva la comunicación con las estaciones remotas que es importante para el sistema que realiza adquisición de datos en tiempo real. La Interfaz gráfica de usuario es un programa que hace las veces de intermediario entre el usuario y la máquina, es un software que muestra de forma visual todas las acciones posibles, permite controlar, supervisar y proporciona mayor versatilidad en el sistema (Telvent, 2016)

### **3.3 Descripción del Sistema MOPS DMD.**

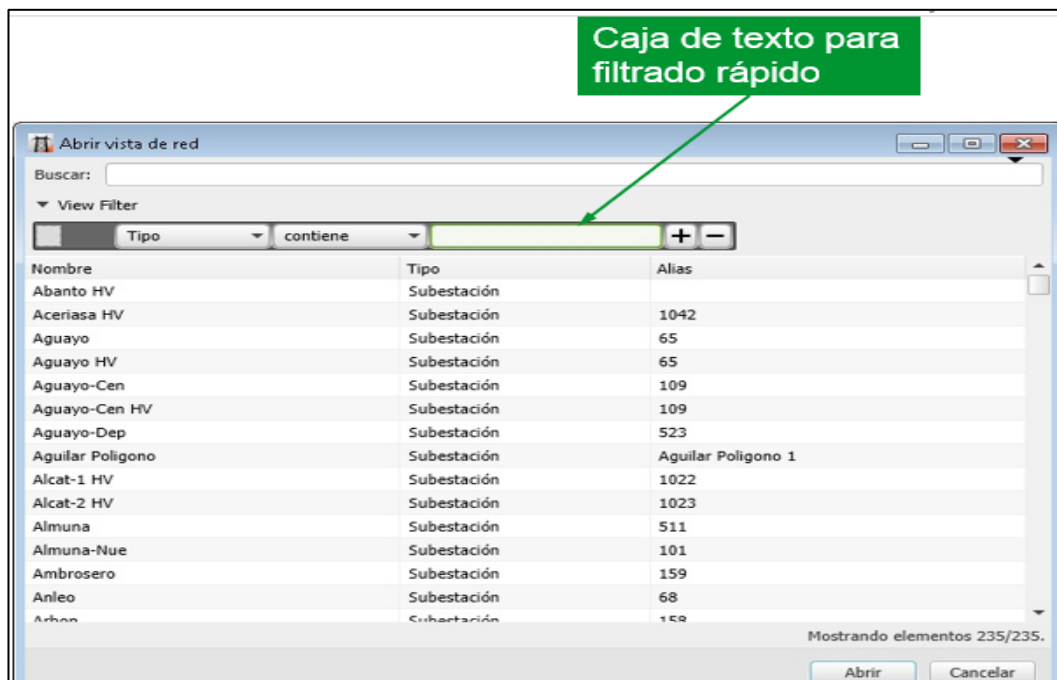
El sistema DMD comprende todas aquellas soluciones de aplicación para referirse a la captura de información de un proceso o planta industrial (aunque no es absolutamente necesario que pertenezca a este ámbito), para que, con esta información, sea posible realizar una serie de análisis o estudios con los que se pueden obtener valiosos indicadores que permitan una retroalimentación sobre un operador o sobre el propio proceso.

DMD ayuda en el control de las redes, el análisis y la optimización de operación en tiempo real y en contextos de simulación, también es usado en simulación para la planificación y el análisis de la red a largo plazo su interfaz gráfica de usuario ofrece un trabajo interactivo y una sofisticada presentación visual de la red con los resultados calculados y los valores medidos. La aplicación DMD está compuesta por los siguientes elementos:

- Barra de menú principal: es el área que contiene todos los comandos disponibles organizados en menús y sub-menús
- Bandeja de herramientas: es un conjunto de controles que facilitan el acceso a las funciones de mayor uso. Están agrupadas lógicamente y la mayoría contienen sólo botones gráficos.
- Barra de estado: está situada en la parte inferior de la ventana de la aplicación. Muestra la información asociada al estado actual de la aplicación.
- Área de pestaña de la ventana de documentos: cada pestaña contiene el título de la ventana del documento correspondiente.

- Pestañas de ventana acoplable.

DMD cuenta con un sistema que permite visualizar la información desde diferentes tipos de vistas de red como se plantea en la figura 3.3, las cuales se utilizan para su monitorización y control. Los siguientes tipos de vistas de red son: Vista geográfica, subestación, compuesta, circuito único, circuito único autogenerado, detalles autogenerados y de transmisión.



**Figura 3.3: Vista de red del sistema DMD.**

Fuente: (Electric, Operación de sistemas DMD, 2010)

La lista de vistas se utiliza para la navegación y apertura de las vistas de red, el diálogo contiene todas las vistas disponibles las cuales pueden ser visualizadas mediante ventanas, por ejemplo la vista geográfica muestra el diagrama de la red de distribución eléctrica con la localización geográfica de los elementos en la posición adecuada (Electric, Operación de sistemas DMD, 2010)

## CAPÍTULO 4

### RECONECTADORES AUTOMÁTICOS EN MEDIA TENSIÓN

#### 4.1 Reconectador automático ILJIN.

El reconectador automático de marca ILJIN BR-10RN es un dispositivo para despejar fallas transitorias y abrir el circuito definitivamente cuando hay una falla permanente, ahora todos los reconectadores tienen la extinción de arco en vacío, este equipo es el que se está implementando en el sistema Cnel. La diferencia está en el medio aislante, unos tienen gas SF6 y otros dieléctrico sólido (aceite ya no se usa), en la figura 4.1 se presenta el reconectador automático el cual permite un enlace de comunicación con el sistema de control y los circuitos eléctricos.

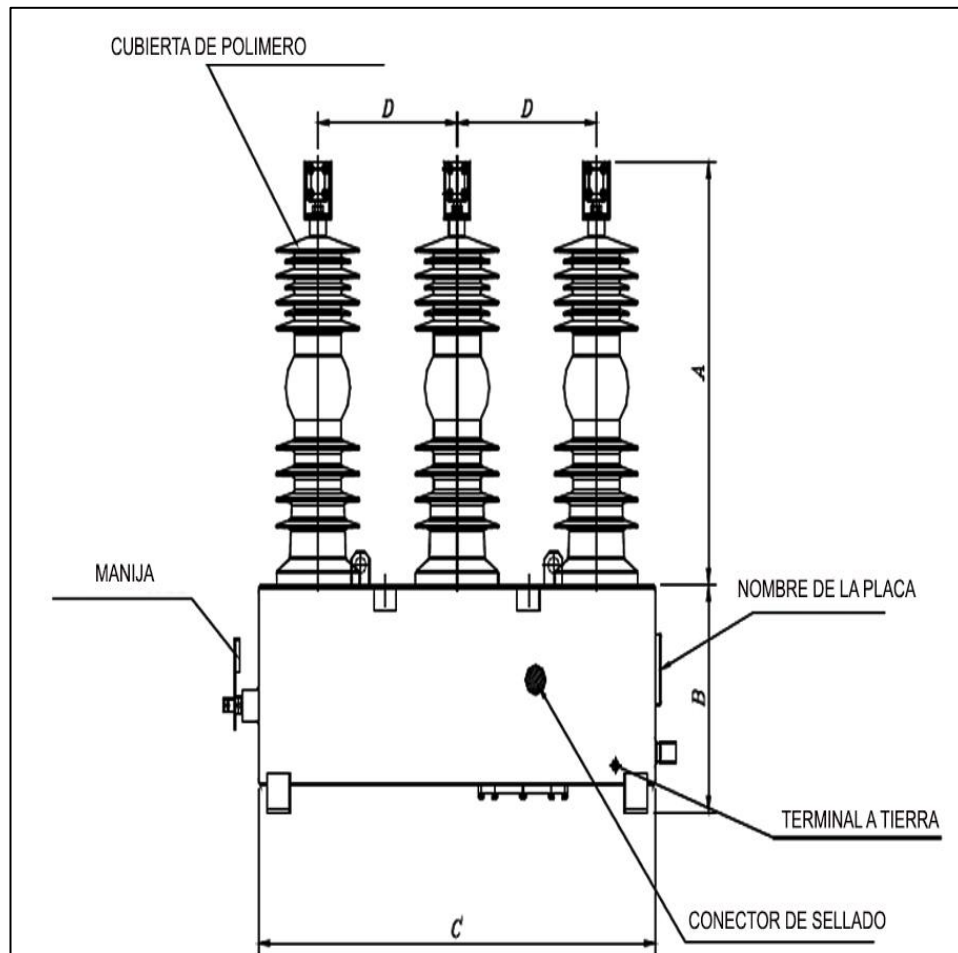


**Figura 4.1: Reconectador Automático**  
Elaborado por: Autor

Los reconectadores ILJIN actualmente están instalados en la regional Santa Elena, en diferentes puntos previo a un análisis ayudarán para el control y monitoreo del sistema eléctrico, este reconectador mostrado en la figura 4.2 mediante un esquema de sus partes trae un equipo de control el cual integra los medios de apertura, cierre, programación, visualización de fallas, alarmas



y un sistema de respaldo de energía que mantiene en comunicación con el sistema eléctrico a través de fibra óptica (Co, BR-10RN Recloser Control, 2015).



**Figura 4.2: Reanclador Automático**  
Fuente: (ENTEC, 2006).

El reanclador automático tiene dimensiones dadas por los fabricantes de estos equipos las cuales se presentan en la tabla 4.1, los literales A, B, C y D describen las medidas que están en la unidad de milímetros (mm).

**Tabla 4.1: Dimensiones del reanclador automático**

<b>Kv</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
15.5	439(non terminal)	350	825	280
27	650	350	885	310
38	682(non terminal)	350	965	350

Fuente: (ENTEC, 2006).

Este reconectador presenta características descritas en la tabla 4.2, está diseñado para ser alimentado a baja tensión de CA 110 / 220V de la línea de distribución, consiste en una carcasa con aislamiento epóxico, un tanque de cerramiento metálico y un cubículo de control.

**Tabla 4.2: Especificaciones técnicas del reconectador automático.**

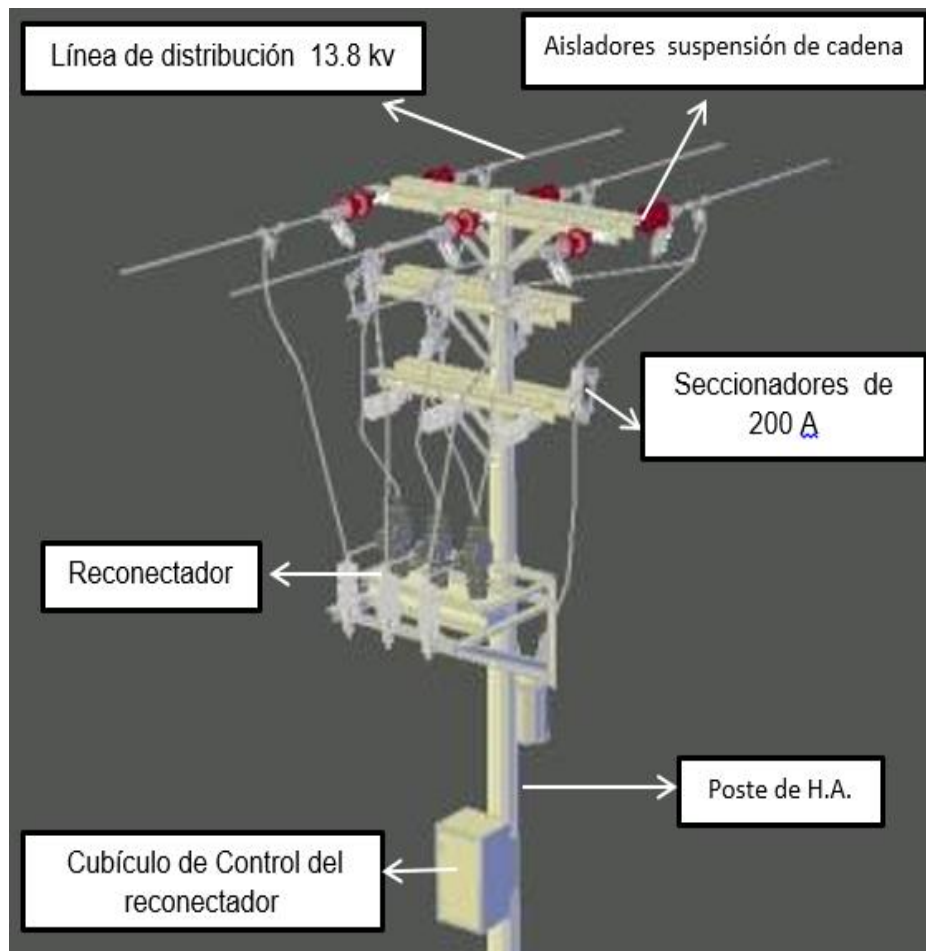
Tensión máxima del sistema	15.5kV	27kV	38kV
Frecuencia nominal	50/60Hz	50/60Hz	50/60Hz
Corriente nominal continua	630A	630A	800A
Cortocircuito nominal que interrumpe la corriente	16KA	12.5	16KA
Nominal haciendo corriente	41.6kA (valor pico)	32.5kA (valor máximo)	41.6kA (valor pico)
Tensión soportada de frecuencia industrial - seco - húmedo	50kV (1 min) 45kV (10 seg)	60kV (1 min) 50kV (10 seg)	70kV (1 min) 60kV (10 seg)
Tensión nominal admisible de impulso	110 kV BIL	150 kV BIL	170 kV BIL
Vida operativa mecánica	10.000 operaciones	10.000 operaciones	10.000 operaciones
Actuador Operación Potencia	DC120V	DC120V	DC120V
Alimentación auxiliar para el control	AC110 a 240V	AC110 a 240V	AC110 a 240V
Circuito de control de tensión	DC 24V	DC 24V	DC 24V
Relación del transformador de corriente de protección (CT)	1000: 1 A	1000: 1 A	1000: 1 A
Peso - tanque principal - cubículo de control	130kg 84kg	160kg 84kg	185kg 85kg

Fuente: (ENTEC, 2006).

El interruptor de vacío está instalado en la carcasa y el actuador magnético está encapsulado en la carcasa de metal, el interior de la carcasa y el cubículo de control están equipado con dos de las baterías de CC de 12 V en serie (ENTEC, 2006).

#### **4.2 Estructura del montaje del Reconectador automático.**

El Reconectador puede colocarse en un poste exterior montando un soporte conectado en la parte superior de la caja metálica como se muestra en la figura 4.3 esta estructura completa consta de seccionadores, reconectores y cubículos de control como se visualiza en el Anexo 3.



**Figura 4.3: Montaje del Reanclador automático**  
Fuente: (Alarcon, 2010)

La infraestructura del reanclador está fabricado en acero inoxidable anticorrosivo, la puerta se bloquea con un dispositivo de bloqueo de tres posiciones, todas las rejillas de ventilación están protegidas contra la entrada de animales dañinos y el interior del cubículo está completamente cubierto con adiabático material de fama que protege los componentes internos de la rápida variación de temperatura.

El cubículo de control en el exterior está protegido con una cubierta de protección solar que se requiere para mantener el ciclo de vida del acortamiento debido a los componentes electrónicos sensibles a la temperatura y la batería.

El compartimiento de control basado en microprocesador está completamente sellado contra la entrada de agua, incluso aunque la puerta de la escotilla se abre bajo la lluvia (Co, BR-10RN Recloser Control, 2015)

### 4.3 Características y estructura de control en el reconectador automático.

El BR-10RN Control está interconectado a los reconectores a través de cables de control. Las interfaces de control con voltaje las entradas de corriente (A / B / C), la información de la posición de contacto principal de los reconectores, las señales para el funcionamiento mecánico de los reconectores y el estado del gas y una manija de operación. El control BR-10R consta de los siguientes elementos mostrado en la figura 4.4:

- El controlador que realiza interfaz de usuario, comunicación y funcionalidades lógicas.
- Módulo de banco de condensadores para suministrar la energía de accionamiento al actuador magnético dentro del reconector
- Módulo de control PMA para cargar el módulo del banco de condensadores, módulo de alimentación estable al controlador y al control PMA.
- Batería para el funcionamiento del controlador y el reconector sin alimentación de CA (Co, BR-10R Recloser Control, 2014)



**Figura 4.4: Partes del control del reconectador.**  
Fuente: (Co, BR-10RN Recloser Control, 2014)

El control BR-10R está conectado al reconectador automático de circuito trifásico a través de cables de control para la interfaz con las entradas de voltaje y corriente trifásicas, la información de posición de contacto del restaurador automático (abierto / cerrado) y contactos de salida para operación mecánica, contactos de entrada de estado para gas y manija de operación manual.

## **CAPÍTULO 5**

### **REGLAMENTOS DE REDES ELÉCTRICAS Y MANUALES.**

#### **5.1 Normatividad**

Las normas para el sistema eléctrico indican las características principales que debe tener la tensión de una red general de distribución en baja y media tensión en condiciones normales y en el punto de desembolso al cliente, “esta norma da los límites o los valores de las características de la tensión que todo cliente tiene derecho a esperar y no los valores típicos en la red general de distribución. En la recomendación IEEE 519 hallamos las “Recomendaciones Prácticas y Requerimientos para el Control en Sistemas Eléctricos de Potencia”. Existe un efecto combinado de todas las cargas no lineales sobre el sistema de colocación la cual tienen una capacidad limitada para atraer corrientes armónicas (CORDOVA, 2010).

#### **5.2 Manual para Integrar el Reconectador con el control BR-10RN**

El Reconectador necesita ser configurado para poder tener una comunicación de datos tanto remota como localmente para lo cual se realizó los siguientes pasos para su integración:

1. Para configurar el reconectador se ingresa a la interfaz del BR-10RN y se conecta el cable serial hacia el PC con cable BT-09 a USB. En la figura 5.1 se observa los controles con que cuenta el control del reconectador automático, indicadores, pantalla donde se puede visualizar diferentes datos ente otros elementos con que cuenta el reconectador.

El cable es muy importante ya que a través de él va a permitir comunicar el reconectador y la PC, los parámetros de configuración se los asigna según la necesidad a cumplir el dispositivo o que se desee.



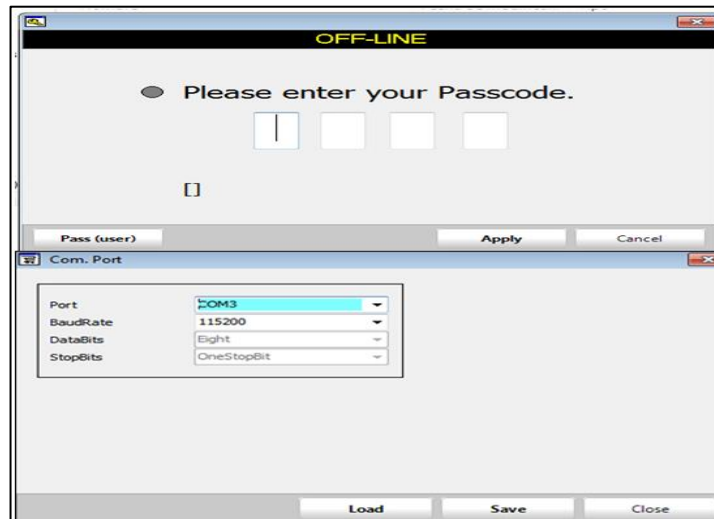
**Figura 5.1: Control del Reconectador Automático**  
Fuente: (Nieto, 2018)

2. Utilizamos este cable serial DB9 a USB de la figura 5.2 para poder configurar el Reconectador mediante el software y una PC o laptop, este nos permitirá tener comunicación de datos. El puerto del tipo DB9 macho se utiliza para la comunicación con el sistema SCADA y permite conectarse a un módem que tiene un estándar de interfaz V.23, este es tipo de comunicación serial.



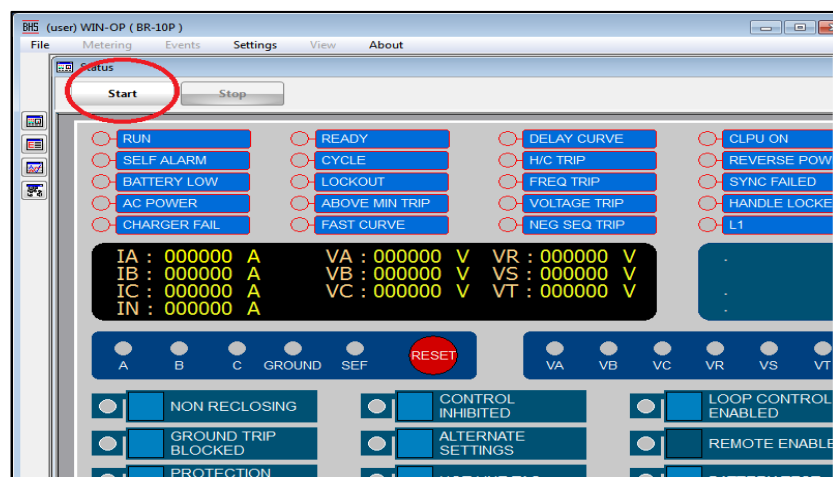
**Figura 5.2: Control del Reconectador**  
Fuente: (Nieto, 2018)

3. Se Abre el software del BT-10RN y se procede a dar clic en Pass (user) para poder configurar el puerto COM mostrado en la figura 5.3 se dirige a la vista Settings y se selecciona COM (interfaz de comunicaciones entre ordenadores y periféricos). Si no conoce el puerto COM dirijase hacia el Administrador de dispositivos de Windows.



**Figura 5.3: Configuración Ingreso y ajustes de código**  
Fuente: (Nieto, 2018)

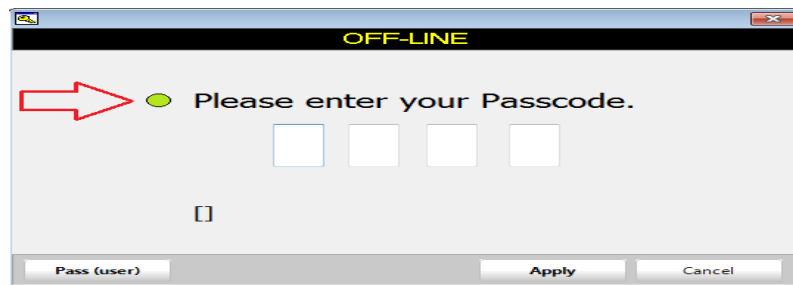
4. En la ventana Com. Port coloque el puerto COM correcto, clic en Save (guardar) y luego Close (cerrar). Una vez configurado estos parámetros se da Clic en Start, se abrirá de nuevo la venta del inicio le pedirá colocar un código de 4 dígitos, digite 0 0 0 0 como se muestra en la figura 5.4.



**Figura 5.4: Ventana de Inicio software WIN - OP**  
Fuente: (Nieto, 2018)

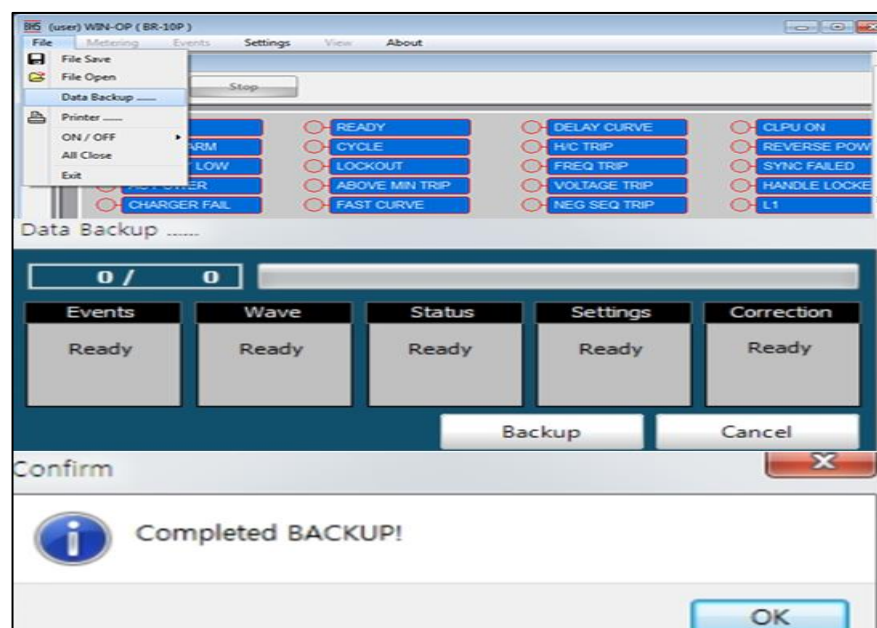


5. Debe notar que el indicador del led este de color verde, una vez digitado el código automáticamente se le abrirá el interfaz ya vinculado con el BT-10RN de la figura 5.5, una vez configurado el dispositivo de control, se mostrarán los datos del Reconectador con sus indicadores activos.



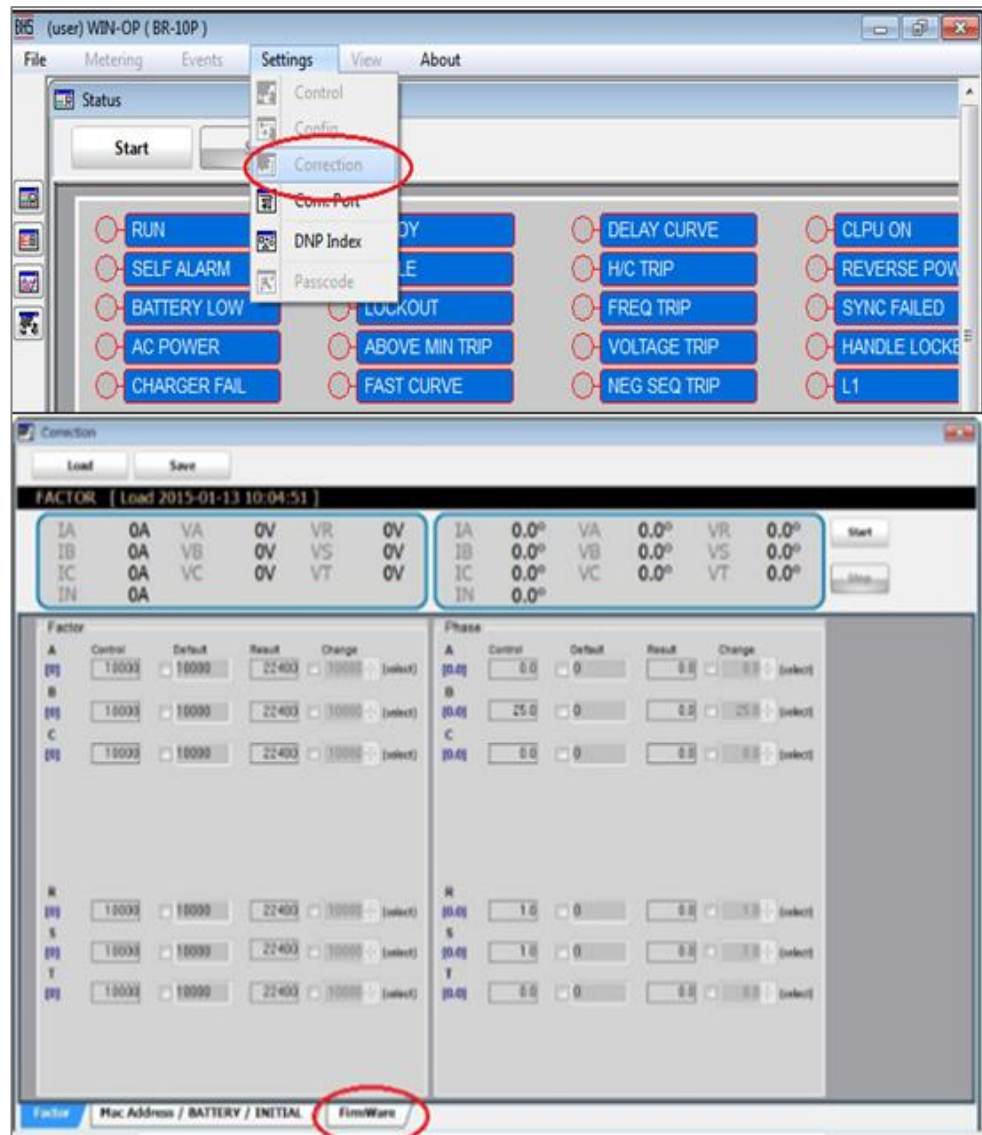
**Figura 5.5: Configuración de Ingreso de código de interfaz**  
Fuente: (Nieto, 2018)

6. Por seguridad de nuestra información se realiza un respaldo de datos para poder recuperar el conjunto duplicado después de un evento de pérdida de datos, se accede a la pestaña **File -> Data Backup** mostrada en la figura 5.6. Se nos abrirá una ventana, clic en **Backup** esperamos a que termine la barra de estado, al finalizar el proceso se abrirá una venta que indica que el respaldo a finalizado y presionamos **OK**.



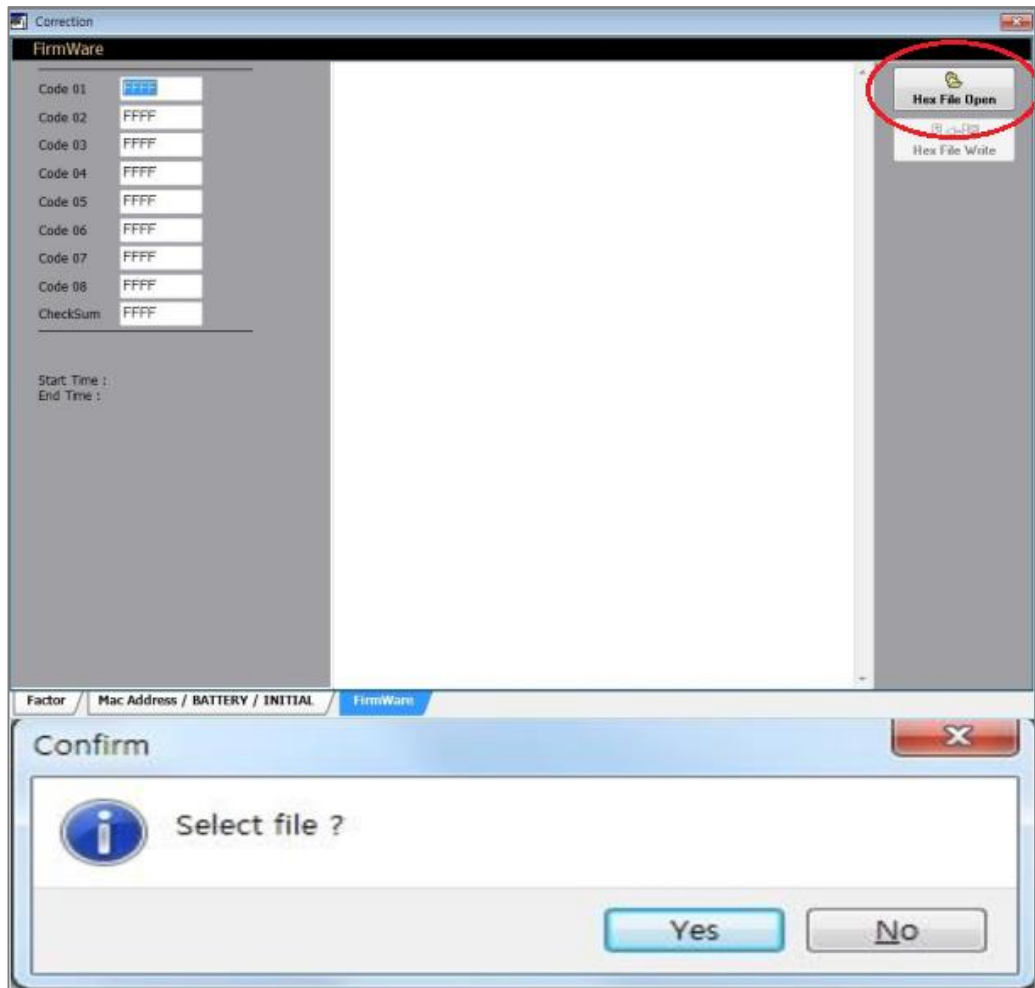
**Figura 5.6: Barra de estado y respaldo de datos**  
Fuente: (Nieto, 2018)

7. Para actualizar el software del Reconectador se digita en la pestaña Settings - Correction, se abrirá una ventana y nos dirigimos a la pestaña Firmware figura 5.7.



**Figura 5.7: Ventana de Actualización del programa**  
Fuente: (Nieto, 2018)

8. Seleccionamos **Hex File Open** y luego se abrirá una ventana de confirmación y se procede con la opción **yes**, una vez que se realiza este proceso se abre un cuadro de búsqueda donde seleccionaremos nuestro archivo HEX figura 5.8 (última actualización del Firmware, y damos clic en Abrir. Luego seleccionamos en **Hex File Write** y se confirma la información.



**Figura 5.8: Apertura de Programa a instalar**  
Fuente: (Nieto, 2018)

Finalmente comenzará el proceso de actualización, del software para el control del reconectador, cuando el firmware se ha descargado correctamente, el control se reinicia con la configuración mantenida. Se debe asegurar de volver a conectar y verificar la versión del firmware y el estado del equipo para verificar que el firmware este descargado.

## **PARTE II APORTACIONES**

### **CAPÍTULO 6**

#### **CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL**

##### **6.1 Introducción**

En todo proyecto eléctrico, el análisis previo de la información es fundamental para determinar las acciones que se deben llevar a cabo en base a una propuesta, por ello se realizó un levantamiento de información con la finalidad de conocer el estado de las instalaciones y equipos eléctricos del alimentador Libertad, el conocimiento de esta información y nuestro análisis técnico realizado serán de gran ayuda para el análisis de variables eléctricas del alimentador.

Para el monitoreo de variables eléctricas se requiere de una supervisión remota, actividad que permite observar las variables y estados del sistema de potencia y que se efectúa desde un Centro de Control utilizando un sistema SCADA, por medio de equipo de comunicación y un sistemas de control Coordinado.

##### **6.2 Características del sistema eléctrico.**

La automatización de un alimentador está especificado al control y monitoreo de los dispositivos instalados en las líneas de media tensión de la red de distribución, tales como reconectadores, seccionadores, bancos de capacitores, reguladores de tensión, indicadores de circuito entre otros.

El control de variables de un sistema eléctrico incluye elementos importantes mostrados en la figura 6.1, desde las líneas de media tensión en conjunto con el reconectador automático que se complementa con el control BR-10RN y sigue un proceso de recolección de datos hasta llegar a un centro de control donde se podrán maniobrar, analizar y monitorear datos.



**Figura 6.1: Procesos de control del sistema eléctrico y de control.**  
Elaborado por: Autor

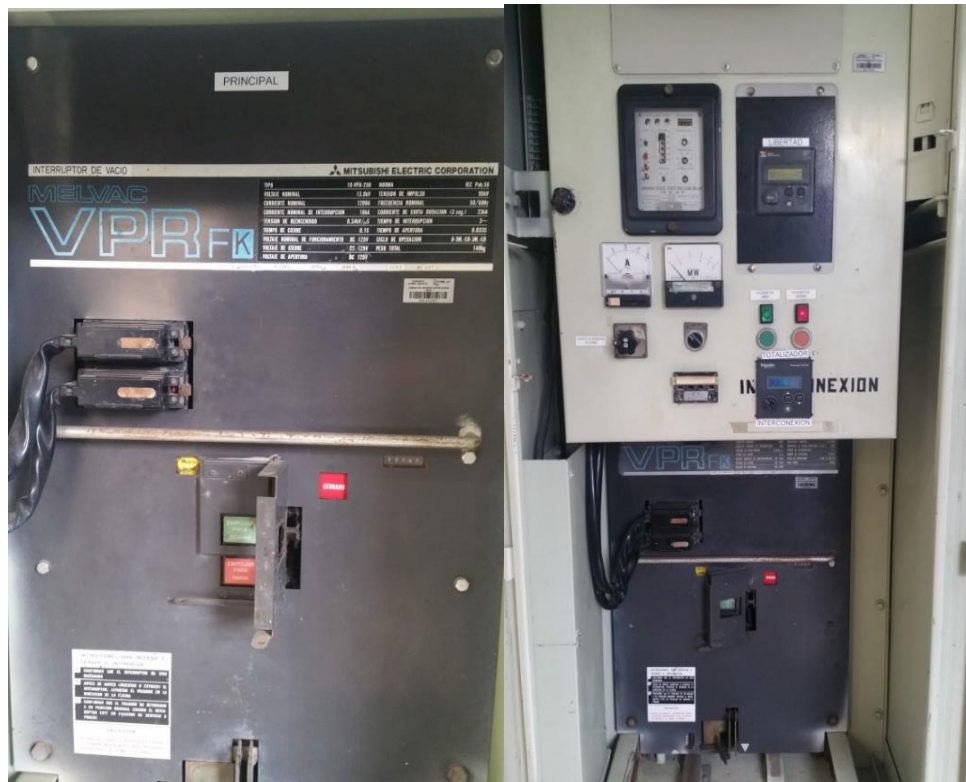
En la tabla 6.1 se describe el alimentador la libertad, su capacidad en KW, el sistema de alimentación, voltaje requerido para su funcionamiento, el grado de temperatura entre otras características que son de gran importancia para conocer el funcionamiento del alimentador.

**Tabla 6.1: Descripción del Alimentador Libertad.**

DESCRIPCIÓN DEL ALIMENTADOR LIBERTAD	
Capacidad del Alimentador	5000 KW
Sistema de alimentación	3 fases, neutro, tierra
Conductor	2/0 Aluminio
Voltaje	7620voltios x fase
Secciona nominal	33.62 (mm) <sup>o</sup>
Grado de temperatura de servicio 90 <sup>o</sup> c	120 <sup>o</sup>
DESCRIPCION DEL BREKER DE URNA	
Peso	14 kg
Tipo	10-VPK-25B
Voltaje nominal	13.8KV
Corriente nominal	1200 <sup>a</sup>
Corriente Nominal de interrupción	18Kv
Tensión de Reencendido	0.34Kv/μS
Tiempo de cierre	0.1S
Voltaje Nominal de Funcionamiento	DC 125v
Voltaje de Cierre	DC 125v
Voltaje de Apertura	DC125v
Norma	IEC Pub.56
Tensión de Impulso	95kv
Frecuencia Nominal	50/60Hz
Corriente de corta Duración (3 segundo)	23Ka
Tipo de Interrupción	3 ~
Tiempo de Apertura	0.33S
Ciclo de Operación	0-3M0-CO-3M.-CO

Fuente: (CNEL, 2014)

El Breker de urna del Alimentador libertad de la figura 6.2 se utiliza para la interrupción de las corrientes, la protección de falla, y para la protección de sobrecorrientes y cortocircuito, este elemento corta la corriente eléctrica en caso de cortocircuitos y otras fallas eléctricos, y permiten la desconexión manual de los circuitos para situaciones de reparaciones y mantenimiento.



**Figura 6.2: Breker del alimentador libertad**  
Fuente: (Breker del Alimentador , 2019)

### 6.2.1 Características del control de recierre BR-10RN.

El control BR-10RN es un control de recierre automático basado en un microprocesador que tiene elementos de sobrecorriente direccionales y una función de recierre automático. El control se interconecta con un reconectador automático montado en poste como se muestra en la figura 6.3 que se puede instalar en redes de distribución aéreas de baja y media tensión, el control BR-10RN se conecta al reconectador mediante un cable de control este puede medir tanto el voltaje como la corriente en las redes de distribución mediante el uso de sensores de voltaje y corrientes incorporados en el reconectador.

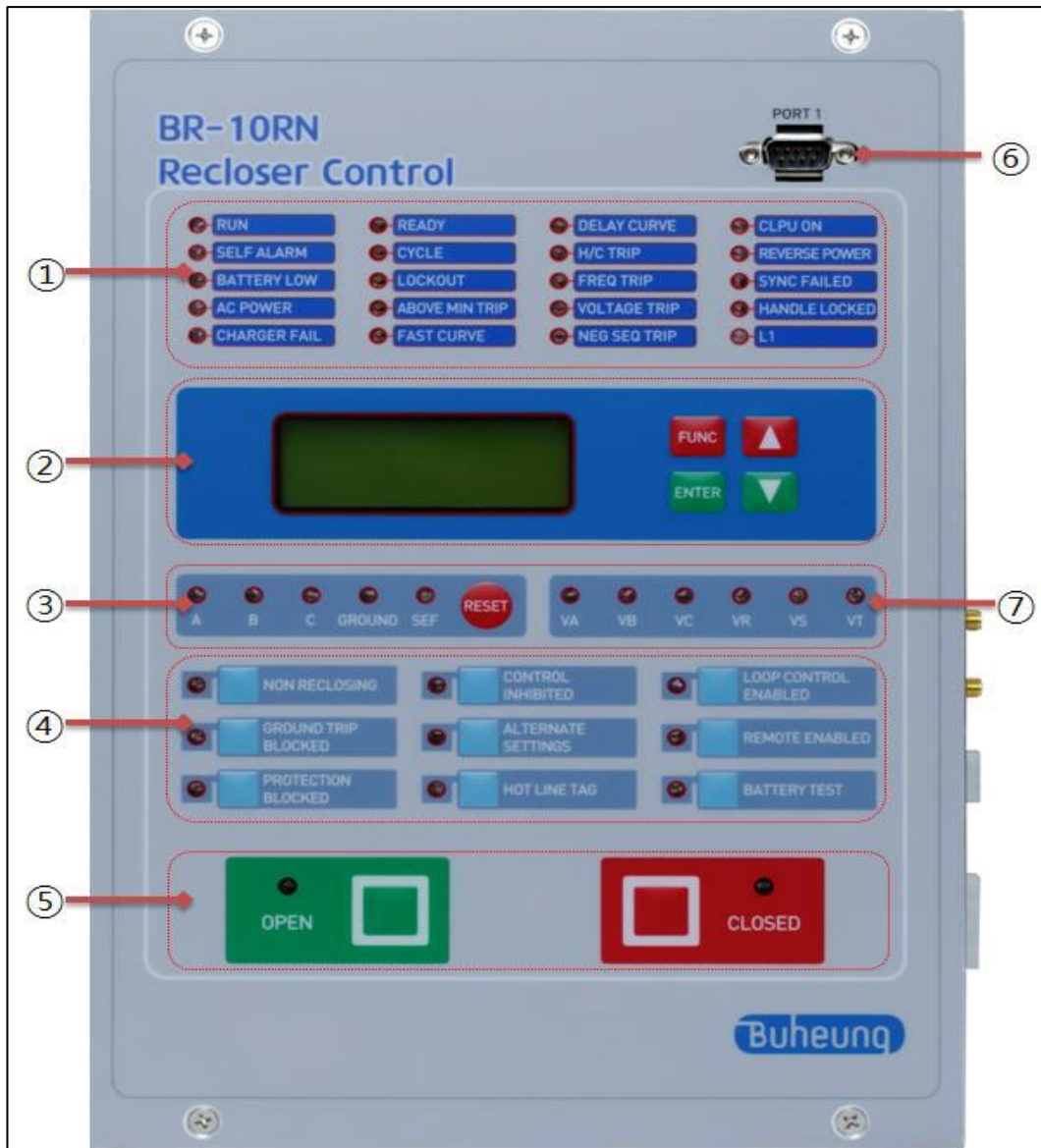


**Figura 6.3: Reconectador automático montado en poste.**  
Fuente: (Co, BR-10RN Recloser Control, 2014)

La parte principal de la caja de control del Reconectador se muestra esquematizado en el anexo 4, la cual comprende las funciones de cierre y de apertura como también las visualizaciones de las alarmas como son de sobre corriente y bloqueo de falla a tierra de la línea, donde ingresa el cable datos del computador la pantalla del equipo donde se muestran los parámetros de medición en la figura 6.4.

En este panel se instala un interruptor de casillero que puede controlar el encendido / apagado para la conexión de la batería y la alimentación de CC suministrada al módulo de control, puede usarse para operaciones de emergencia cuando se pierde la alimentación de CA y la batería se desconecta del circuito del cargador debido a una descarga profunda.





**Figura 6.4: Componentes del panel de control.**  
 Fuente: (Co, BR-10RN Recloser Control, 2014)

El panel de control consta con indicadores de falla los cuales muestran en qué fase de la línea de distribución ocurrió una falla para poder detectarla y un botón de reinicio para liberar los objetivos de falla. Cuando el indicador de una fase parpadea, significa que en la línea de distribución presenta una falla que excede la corriente de activación mínima establecida.

Si el indicador se enciende, significa que el tiempo de operación de la curva se ha completado o que el reanclador ha funcionado debido a una falla. Esto significa que el reanclador automático se dispara o bloquea por el funcionamiento de los elementos de protección.



En la tabla 6.2 se describe las partes del panel frontal de control que está equipado con indicadores LED de estado para la configuración de campo, verificaciones y controles, así como una pantalla LCD de 4 líneas y 20 caracteres, teclas de menú, teclas de acceso rápido para configuraciones rápidas y botones para controles.

**Tabla 6.2: Partes del panel frontal de control del reconectador.**

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Indicador de estado	Muestra el estado operativo del control, el estado de una secuencia de re cierre, los detalles de los elementos de protección que han operado y el estado del reconectador.
LCD y tecla de menú	LCD and 4 menu keys to check status and events for the control through LCD display are installed.
Indicador de falla	Muestra una fase con falla de acuerdo con la operación del reconectador. El botón de reinicio se usa para liberar información de fallas.
Botones e indicadores para la configuración	El indicador muestra el estado de configuración y los botones de configuración para las funciones de uso frecuente durante la operación del reconectador.
Botón / indicador de cierre / apertura	Los botones se utilizan para abrir y cerrar el contacto del interruptor del reconectador y los indicadores para mostrar su estado.
Puerto de mantenimiento	Es un puerto EIA-232 que se conecta al programa operativo.
Indicador de voltaje de fase	Muestran el estado del voltaje para cada fase, tanto del lado de carga como del lado de la fuente.



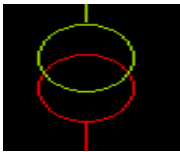
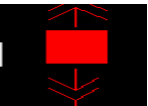
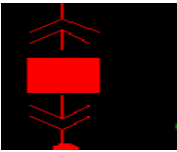

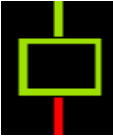
Fuente: (Co, BR-10RN Recloser Control, 2014)

El control de recierre es un dispositivo integrado que mide el voltaje y la corriente en las líneas de distribución eléctrica, genera diferente información basada en los valores medidos, también permite divisar fallas y realiza reenganches automáticos, comunicaciones, estados de monitoreo y controles para reenganches lo cual nos permite realizar diferentes maniobras, los indicadores de estado están compuestos por un total de veinte LED, la pantalla LCD muestra el voltaje de salida del cargador que se muestra como carga, el voltaje de prueba de la batería conectado a una carga adicional, que se muestra como batería y el voltaje de carga conectado al cargador, que se muestra como normal (Co, BR-10RN Recloser Control, 2014).

### 6.3 Descripción del sistema de control en la aplicación DMD.

El CENACE es una entidad independiente responsable de la coordinación de la operación segura y económica del sistema de energía, además está encargada de garantizar un nivel de calidad del servicio, este incluye un modelo en el cual participa una entidad del Estado, el CONELEC, responsable de la planeación, regulación, concesión y supervisión del Sector Eléctrico bajo principios de transparencia y equidad.

**Tabla 6.3: Descripción de elementos eléctrico en el sistema DMD**

ÍTEM	ELEMENTO	CAPACIDAD
	DISYUNTOR	69 KV
	SECCIONADORES CUCHILLAS	69 KV
	TRANSFORMADO R DE POTENCIA REDUCTOR DE 69 KV A 13.8 KV	16 /20 MVA
	BREKER PRINCIPAL	13.8 KV
	BREKER DE ALIMENTADOR	3000 KW
	SECCIONADOR MONOFÁSICO	13.8 KV
	RECONNECTADOR	13.8 KV

Elaborado por: Autor

El sistema DMD modelado de red y cálculo del estado de operación, es utilizado en un entorno en tiempo real, los símbolos, el ciclo de vida de las incidencias, el estado de las cuadrillas y los incidentes, los nombres, los riesgos, las etiquetas, las razones de llamadas y devoluciones de llamadas son configurables. En la tabla 6.3 se describen los elementos eléctricos del sistema DMD.

En el subsistema de eventos del sistema Scada se encuentran las alarmas ya sea del propio sistema, de los dispositivos de campo o en la comunicación las cuales son en tiempo real, el operador a cargo está en la capacidad de reconocer las alarmas, puede configurar el audio dependiendo de la severidad de la alarma y también se puede establecer límites de alarmas para los registros en la base de datos y tener un control diario de anomalías presente en el sistema. Con la ayuda del Sistema de levantamiento de datos que es el encargado de llevar el registro de cada uno de los usuarios en referencia a cada una de las cargas estimadas en el contrato de instalaciones de medidores y de transformadores en el sistema) podremos determinar la potencia de cada una de los usuarios y llevar al sistema Scada.

## **CAPÍTULO 7**

### **UBICACIÓN ÓPTIMA DE LOS RECONECTADORES AUTOMÁTICOS**

#### **7.1 Introducción.**

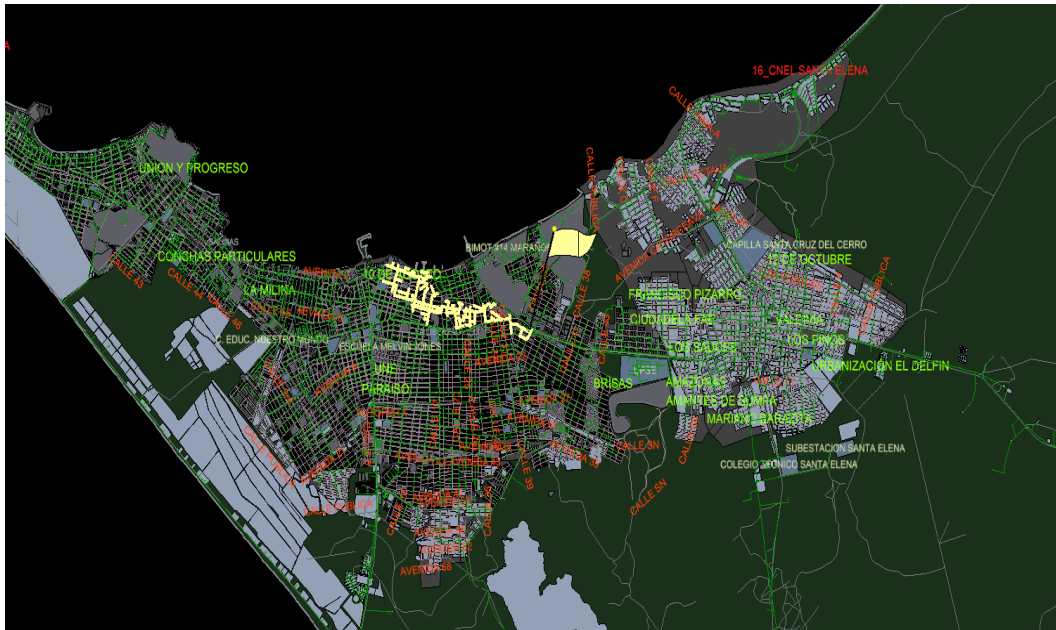
Los sistemas de distribución son los encargados de otorgar energía a los usuarios garantizando criterios de calidad, confiabilidad al menor costo posible, sin embargo la operación de estos sistemas está sujeta a perturbaciones como oscilaciones de voltaje, variaciones de frecuencia, fallas en los elementos de la red y cortocircuitos en el sistema, lo que causa algunas veces indisponibilidad en el servicio.

Para determinar dónde serán ubicados los reconectores automáticos para el control y monitoreo del sistema se deben realizar un análisis de variables eléctricas del Alimentador la Libertad por cuanto son diversos sectores en donde se incrementa carga diariamente, determinando los sectores de mayor demanda y de áreas comerciales ya que de eso depende el sector económico de la provincia para dar un mejor servicio a la comunidad, debido a esto los entes reguladores exigen cada vez más a los operadores de red, con el fin de optimizar las características operativas de los sistemas de distribución y certificar un mejor servicio para los usuarios.

#### **7.2 Descripción del Alimentador la Libertad.**

El alimentador la libertad, se encuentra ubicada en la Corporación Nacional de Electricidad Unidad de Negocio Santa Elena, cantón la Libertad, barrio General Enríquez Gallo, avenida 12 entre calles 33 y 35. En la figura 7.1 se muestra el sistema geográfico del alimentador el cual distribuye la energía eléctrica al Barrio 6 de diciembre, maestro Velasco avenida 12, By Pass ciudadela las Acacias, Mercado Jorge Cepeda, Avenida 7 y calle 24, Avenida 11, Avenida 11 y calle 21 A, Avenida 7 Calle 19 y 20, cementerio de la Libertad, ferretería Santa Cruz, Avenida 7 y calle 12, Colegio Celleri, Hotel Samarina sitios donde se ha realizado un análisis para la ubicación de los

reconectores automáticos y así poder monitorear las variables eléctricas como son tensión o voltaje, potencia y corriente.



**Figura 7.1: Sistema geográfico del alimentador en el software DMD**  
Fuente: (CNEL, 2018)

### 7.3 Instalación de reconectores automáticos.

Los reconectores van conectados en conjunto con seccionadores en carga y otro equipamiento de maniobra, permite mejorar las capacidades operativas y la eficiencia operativa de las redes de distribución, se debe verificar los valores nominales en la placa de datos. Es muy importante que se conecte el restaurador a tierra ya que el reconector tiene un conector de puesta a tierra los cuales se encuentra en la parte trasera de la caja del mecanismo. Los reconectores pueden ser trifásicos o monofásicos son montados en poste o en porta-fusible, también pueden ser usados en un ramal principal, en conjunto con seccionalizadores trifásicos automáticos.

Para determinar el lugar de instalación del reconector se realizó un análisis en la línea de distribución eléctrica y de acuerdo a los resultados obtenidos a través de las curvas de tendencia dadas por el sistema Scada, en la figura 7.2 se muestra la instalación de Reconector tomando en cuenta todas las normas de seguridad para el mismo.

En el alimentador libertad están ubicados 2 reconectores que se realiza transferencia de carga, el primer reconector está ubicado en la avenida 12 y calle 17 sector del supermercado Gran AKI, en el otro extremo del alimentador libertad existe un segundo reconector el cual permite realizar maniobras de transferencia de carga con el alimentador acacias esta ubicado en Barrio Kenedy y Avenida 4 y calle 17 del sector del barrio kenedy.



**Figura 7.2: Instalación del Reconector en el alimentador libertad**  
Elaborado por: Autor

Luego de instalar el reconector automático se debe actualizar el diagrama en el DMD para poder controlar las variables eléctricas y así poder llevar un control, en la gráfica de AUTOCAD el reconector instalado se



El sistema DMD nos refleja los datos de potencia y de amperaje en todo el circuito del alimentador que inicia con una carga de 377 KW y un promedio de amperios de 36,2 por fase, esta carga se mantiene hasta llegar a la avenida principal del cantón la Libertad donde se encuentra locales comerciales u otros lugares de la zona.



## CAPÍTULO 8

### ADMINISTRACIÓN SCADA PARA EL CONTROL Y MONITOREO.

#### 8.1 Administración del sistema SCADA.

Los sistemas SCADA utilizan la computadora y diferentes tecnologías de comunicación para realizar el monitoreo y el control de procesos, ya que pueden lograr obtener la información de una gran cantidad de fuentes rápidamente de un sistema. Estos sistemas mejoran la eficacia del proceso proporcionando la información acertada para poder tomar decisiones operacionales apropiadas.



**Figura 8.1: Pantalla de inicio sistema DMD.**

Fuente: Sistema DMD

La figura 8.1 representa la pantalla de inicio del sistema DMD, una vez que la aplicación este activa el operador tendrá acceso a este programa solo mediante una clave y contraseña autorizada donde podrá monitorear las diversas variables de control del sistema Scada, esta pantalla consta de los siguientes elementos:

- Barra de menú principal: es el área que contiene todos los comandos disponibles organizados en menús y sub-menús.

- Bandeja de herramientas: es un conjunto de controles que facilitan el acceso a las funciones de mayor uso. Están agrupadas lógicamente y la mayoría contienen sólo botones gráficos.
- Barra de estado: está situada en la parte inferior de la ventana de la aplicación. Muestra la información asociada al estado actual de la aplicación.
- Área de pestaña de la ventana de documentos: cada pestaña contiene el título de la ventana del documento correspondiente.
- Pestañas de ventana acoplable.

Después de acceder correctamente, el usuario es redirigido al Panel de Control donde se muestra una lista con las asignaciones que el operador puede acceder. Teniendo en cuenta las acciones de campo gestionar una orden de trabajo es una de las funciones más importantes de esta aplicación las cuales van a depender de los procedimientos.

## **8.2 Funciones de control del sistema DMD.**

Existen funciones que sirven para monitorear variables debido a que este sistema DMD permite obtener un sin número de parámetros de control, dependiendo del elemento que se establezca como por ejemplo una alarma de sobre corriente o la transferencia de carga que forma parte del análisis en el reconectador. En el monitoreo de los reconectadores instalados se lleva un control de las variables determinando si existe una sobrecarga o una falla, mediante estas funciones se puede manejar y monitorear las variables del sistema de control.

### **1. Gestión de Maniobras.**

Esta función presenta diferentes informes como documentos, seguidamente de Planes de Maniobras desde el área de navegación y finalmente está el botón Abrir detalle, el cual permite acceder a una ventana que se deben llenar como registros:

En la cabecera aparece la siguiente información que se debe llenar: Tipo, Estado, Tipo de Trabajo, Creado Por, Objetivos, Detalles, Petición de Trabajo asociada y Revisión del Plan de Maniobra Localización y Fecha/Hora de Comienzo y Fin de Trabajos.

Id	Status	Location	Purpose	Start Date/Time	End Date/Time	
SP 11000016	Submitted	TSH 7 / Feeder_281	Test	02/03/14 08:00:00 AM	02/03/14 04:00:00 PM	
SP 11000015	Draft		xx	02/08/14 08:00:00 AM	02/27/14 04:00:00 PM	
SP 11000014	Draft		Test	02/13/14 08:00:00 AM	02/28/14 04:00:00 PM	
SP 11000013	Submitted	TSH 7 / Feeder_183	Test	02/03/14 08:00:00 AM	02/03/14 04:00:00 PM	
SP 11000002	Approved	TSH 1 / Feeder_501	Test	01/29/14 08:00:00 AM	01/29/14 04:00:00 PM	
SP 11000001	Draft		Test	01/29/14 08:00:00 AM	01/29/14 04:00:00 PM	

**Figura 8.2 Función de plan de maniobras.**

Fuente: Sistema DMD

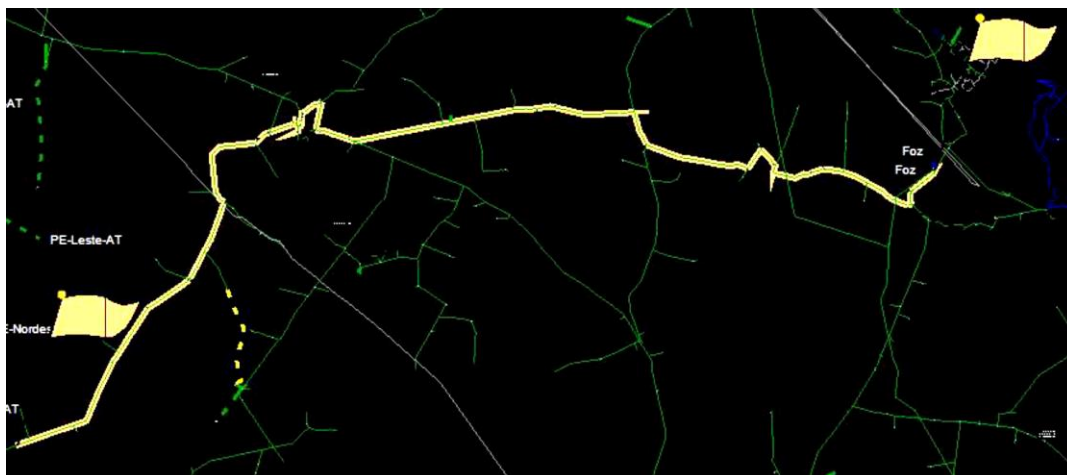
La figura 8.2 muestra la función de plan de maniobra la cual contiene una lista de documentos de seguridad e instrucciones de maniobras, que permiten guardar un registro de las acciones tomadas para contar con un respaldo de los trabajos antes realizados.

## 2. Modos de interacción con la vista de red

Estos modos permiten al usuario centrarse en partes seleccionadas de la red, envió de mandos, calcular la longitud desde un lugar a otro, seleccionar un alimentador que es mostrado en la forma de la que es importado de un sistema externo y seleccionar un alimentador en este modo se considera la topología de red real.

El monitoreo y control de la red: se lo realiza mediante las vistas de redes, este representa la red eléctrica en forma de un diagrama gráfico, sus características son: interactiva, dinámica y fácil navegación.

En la Vista Geográfica muestra un diagrama gráfico completo de la red de distribución eléctrica donde se presenta el Traceado, este tiene como función encontrar una ruta por un criterio especificado.



**Figura 8.3: Trazado de alimentador la libertad.**  
Fuente: Sistema DMD

En la figura 8.3 permite identificar los lugares por donde se distribuye el alimentador en línea trifásica y a su vez podremos revisar los seccionadores ya referenciados en el diagrama trazado.

### **8.3 Criterios para realizar el direccionamiento un seccionamiento de las cargas.**

Para que una transferencia de carga cumpla con el objetivo de sostener con servicio al mayor número de usuarios cuando ocurra una falla transitoria o permanente, debe cumplir con ciertos medios, para poder transferir la carga de una manera óptima y segura mencionados a continuación:

- Las subestaciones deben tener una misma secuencia de fases y los alimentadores el mismo nivel de voltaje.
- Los alimentadores deben tener un punto de interconexión entre ellos, este debe ser de una red trifásica.
- Los alimentadores pueden ser de diferentes subestaciones, ya que de esta manera se aseguraría la disponibilidad del servicio en caso de ocurrir una falla en una de las fuentes principales
- Al menos uno de los alimentadores debe cumplir con los niveles de voltaje de un  $\pm 10\%$ , establecidos en la regulación CONELEC 004/01.

Al describir los criterios para realizar un direccionamiento de transferencia automática de carga, el sistema de distribución de Cnel. Ep en sus 50

alimentadores cuentan con un nivel de voltaje de 13,8 kv y los transformadores de las subestaciones tienen con una conexión DyN1. Para poder cumplir con este criterio de interconexión se realiza un reconocimiento, mediante la ayuda del sistema DMD como se muestra en la figura 8.4.



**Figura 8.4: Interconexión de alimentadores.**  
Fuente: Sistema DMD.

En la tabla 8.1 se describe mediante un estudio los alimentadores que hacen una interconexión con el Alimentador Libertad los cuales son Acacias y el Municipio.

**Tabla 8.1: Puntos de interconexión del Alimentador.**

Subestación	Alimentador	Alimentador	Subestación
La libertad	Acacias	Libertad	La libertad
Carolina	Municipio	Libertad	La libertad

Elaborado por: Autor

El proceso a realizar es la transferencia para equilibrar la carga entre los alimentadores interconectados en los que se determina, que cantidad de carga que podemos transferir automáticamente verificando que no haya caídas de tensión ni sobre corrientes.

Para esto se debe conocer la demanda actual de los alimentadores, como la carga, la corriente y la capacidad de cada transformador mostrada en la tabla 8.2.

**Tabla 8.2: Demanda de carga de los alimentadores**

<b>SUBESTACIÓN</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>ALIMENTADOR</b>	<b>KVA</b>
La libertad	10744	Libertad	2900
La libertad	10744	Acacias	1450
Carolina	8802	Municipio	1875
<b>Carga del estado en paralelo de los alimentadores</b>			
<b>Subestación</b>	<b>Alimentador</b>	<b>Alimentador</b>	<b>Subestación</b>
Carolina	Municipio	Libertad	La libertad
	1875 kva	2900 kva	
<b>Subestación</b>	<b>Alimentador</b>	<b>Alimentador</b>	<b>Subestación</b>
La libertad	Acacias	Libertad	La libertad
	1450 kva	2900 kva	

Elaborado por: Autor

Cada uno de los criterios antes mencionados cumple un rol muy importante en este análisis definir los aspectos a tomar en cuenta para realizar un direccionamiento de carga utilizando los reconectores automáticos que ayudan a minimizar el tiempo de desconexión y conexión realizándolo desde un control de control con ayuda del operador.

#### **8.4 Criterios del operador en el sistema SCADA**

Para poder realizar cualquier tipo de trabajo en el sistema de control y monitoreo el analista, el operador y el personal que trabaje en él, debe considerar criterios importantes los cuales se mencionan a continuación:

- Dentro del área de servicio de CNEL EP Unidad de Negocio Santa Elena, en condiciones de operación normal, el control de voltaje se

realiza de acuerdo a lo establecido en la normativa y a los estudios eléctricos vigentes. REGULACIÓN No. CONELEC – 006/00.

- El Profesional del COD debe supervisar permanentemente los parámetros eléctricos de corriente, voltaje, demanda, frecuencia y factor de potencia que se registran en el sistema.
- Cuando el sistema no se actualice con los parámetros eléctricos que se registran en el SCADA o no tener comunicación en la línea con las subestaciones el operador debe de indicar la novedad al Especialista y al Analista del COD
- El caso de presentarse valores de voltaje fuera de los límites establecidos en la regulación vigente en los puntos de entrega de las subestaciones de la UN Santa Elena, el Profesional del COD debe llamar al Operador del CENACE y solicitar se tomen las acciones de corrección respectiva.
- En caso de que los transformadores de potencia se encontraren cerca de los valores límites de cargabilidad el Profesional del COD deberá coordinar las acciones necesarias con el personal del área de operaciones para proceder con la transferencia de carga o desconexión de carga.
- En caso de que se presente baja carga y/o falla en uno de los alimentadores el Profesional del COD coordinará las acciones respectivas para revisar el mismo y determinar la causa que originó el decremento de carga.
- Supervisar el correcto funcionamiento de los diferentes canales de comunicación (radios, correos, teléfono IP, teléfono convencional, base celular) que posee el COD.

### **8.5 Análisis de las variables eléctricas en el sistema SCADA.**

Al iniciar sesión en el sistema DMD este nos permite acceder a ciertos parámetros que ayudan a controlar y monitorear las variables eléctricas donde incluyen las cargas, se procede a colocar una vista ortogonal como se muestra en la figura 8.5, esta pantalla muestra el sistema eléctrico de la subestación Libertad Provincia de Santa Elena con cada uno de sus elementos.

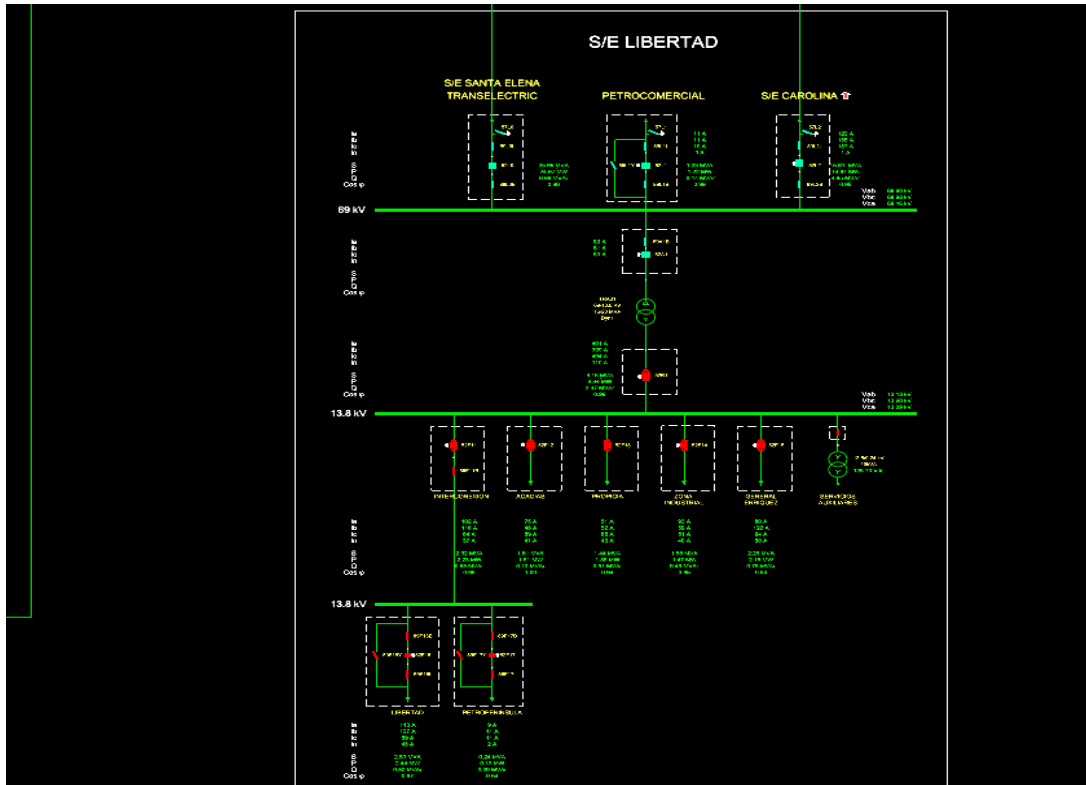


Figura 8.5: Vista Ortogonal sistema eléctrico de la S/E Libertad.  
Fuente: Sistema DMD.

El sistema SCADA muestra la S/E Libertad, las líneas de color verde representan voltaje 69 Kv que se enlazan a las S/E Carolina, Petrocomercial, Santa Elena Transeléctric que son las que se encuentran representadas por un rectángulo de color blanco con líneas entrecortadas, se visualiza también disyuntores que son los cuadros de color verde y la representación del transformador.

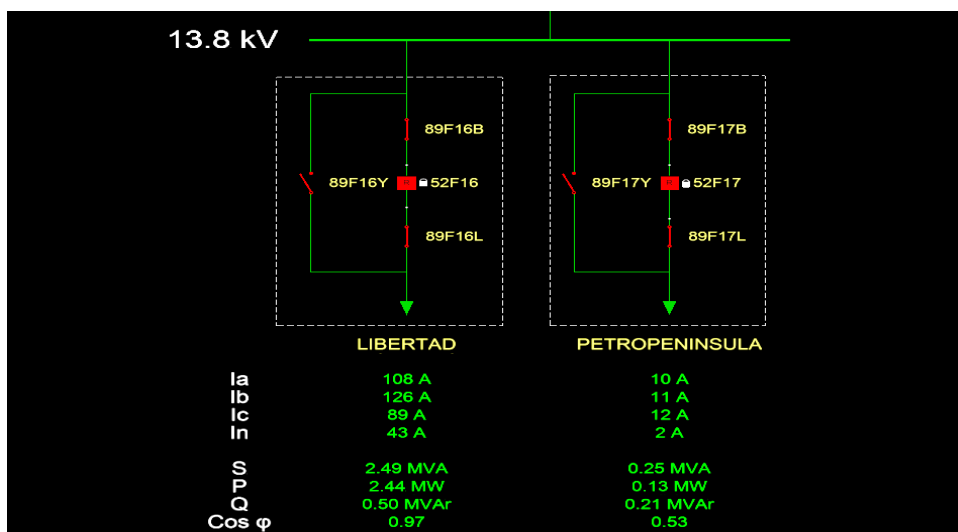


Figura 8.6: Vista Ortogonal de la S/E a nivel de 13.8 kv.  
Fuente: Sistema DMD



En la figura 8.6 se observa una línea horizontal gruesa de color verde que representa voltaje a nivel de 13,8 Kv finalmente los rectángulos de color rojo son las alimentadoras de cada subestación. En el alimentador libertad luego de hacer un acercamiento de vista ortogonal vemos las partes que componen el alimentador, en este caso se representa los seccionadores de barra de línea, el Breker principal del alimentador, un By Pas de apertura y cierre representativo mostrado en la figura 8.7.

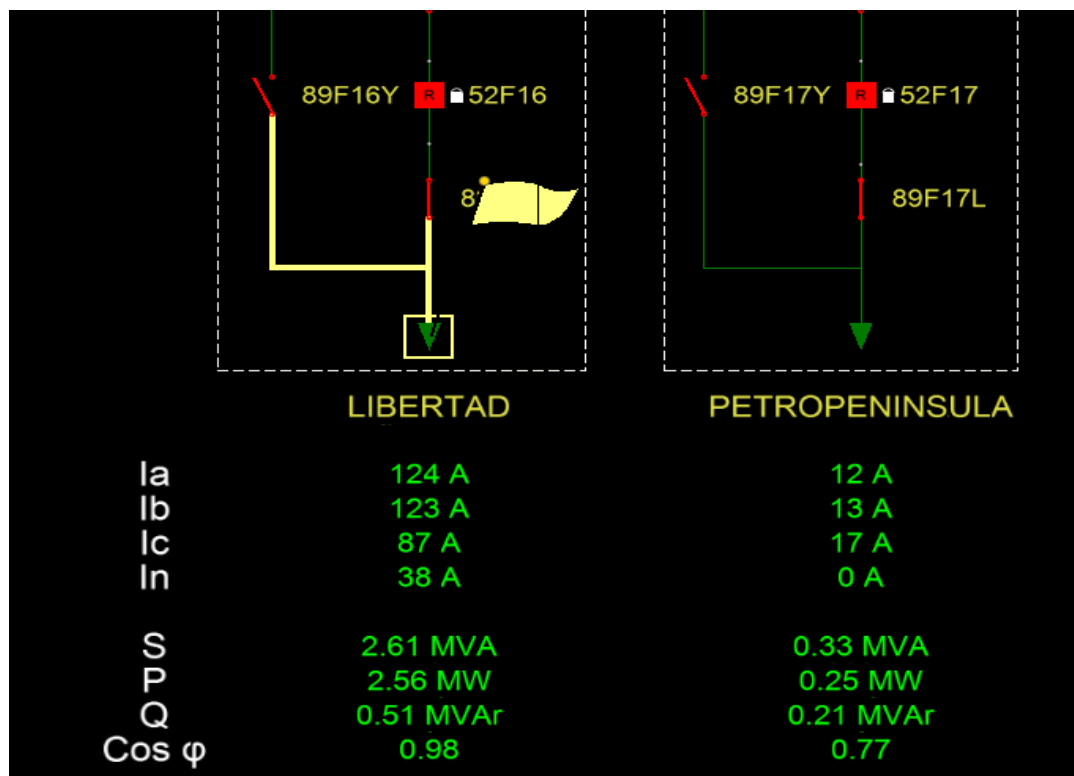


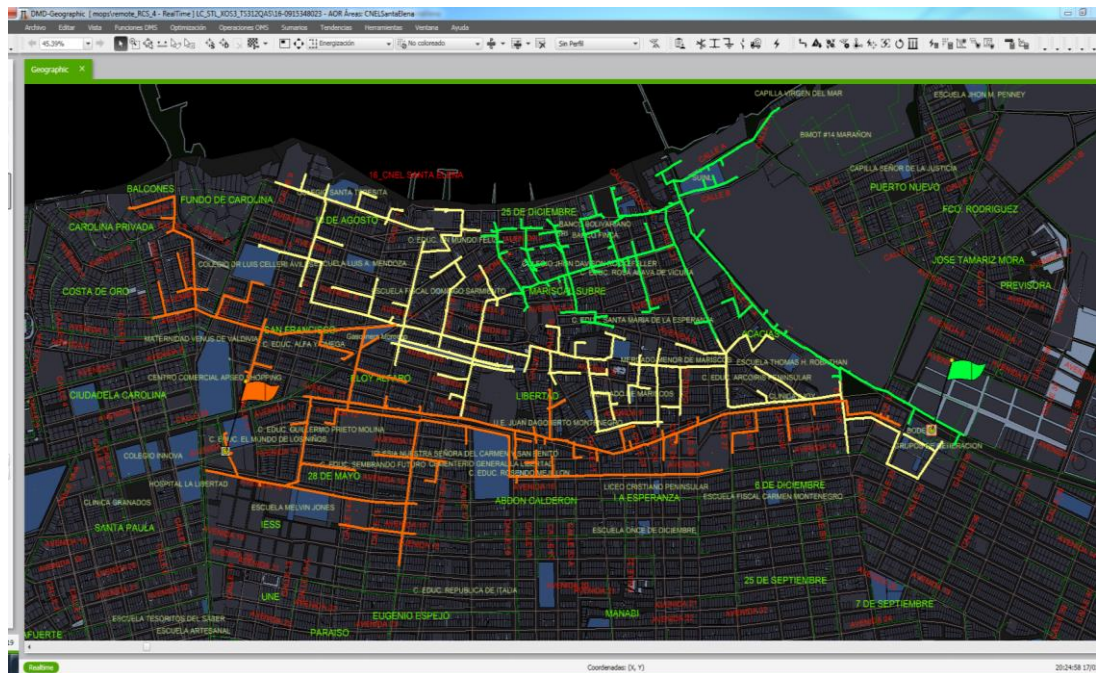
Figura 8.7: Vista Ortogonal del Alimentador la Libertad.

Fuente: Sistema DMD

Tenemos también las cuchillas de salida identificadas de color rojo más conocida como el retorno a los seccionadores de arranque del alimentador, cada instrumento lleva un nombre o código de identificación para poder tener referencia en las diferentes alarmas.

Los detalles de seguimiento de carga de cada instrumento nos permiten visualizar las variables más destacadas del sistema de control como son las corrientes fases, la carga del alimentador en unidades mva, potencia aparente, los reactivos y el factor de potencia.

Dependiendo de los parámetros que se analice se toma en cuenta el criterio de interconexión debido a que el alimentador libertad tiene límite con el alimentador municipio de la subestación carolina que es la línea de color naranja, el alimentador acacias color verde como se muestra en la figura 8.8



**Figura 8.8: Vista Ortogonal del Alimentador la Libertad.**

Fuente: Sistema DMD

En estos puntos de intersección del alimentador, tanto de acacias llamado ex planta sitio de ubicación barrio Kennedy y municipio llamado reconector del cementerio avenida 12 y calle 17 están ubicados los reconectores actualmente, estos reconectores pueden ser monitoreados una vez que entran en conexión con los alimentadores que actualmente están desconectados hasta su accionamiento si el caso lo requiere.

El alimentador libertad mediante la función de informe de flujo de carga ubicado en las herramientas del DMD Cnel. Santa Elena nos refleja todo el punto de protecciones denominados seccionadores de media tensión a nivel de 13,8 kv. En la tabla 8.3 extraída del sistema Scada DMD se pueden revisar las variables eléctricas determinando si está en un balance de protección, luego donde está ubicado el voltaje mínimo de kv en cada uno de las fases, el voltaje de balance del seccionador en cada fase, en qué estado se

encuentra y también permite obtener las corrientes promedios en diferentes puntos.

**Tabla 8.3: Demanda de carga por horas.**

DEMANDA DE CARGA POR HORA					
Nombre	ActivePower 16LI03CPRI16-13_852F16- P.	Nombre	ActivePower 16LI03CPRI16- 13_852F16-P.	Nombre	ActivePower 16LI03CPRI16-13_852F16- P.
Fuente	16LI03CPRI16-13_852F16 PROMEDIO	Fuente	16LI03CPRI16-13_852F16 MÍNIMO	Fuente	16LI03CPRI16-13_852F16 MÁXIMO
Tip	Active Power	Tip	Active Power	Tip	Active Power
Unida	kW	Unida	kW	Unida	kW
Fas	A B C	Fas	A B C	Fas	A B C
00:00:00	1328.419434	00:00:00	1228	00:00:00	1411.226318
01:00:00	1216.165039	01:00:00	1164.476196	01:00:00	1269
02:00:00	1155.464844	02:00:00	1119	02:00:00	1210
03:00:00	1157.92334	03:00:00	1148.964966	03:00:00	1158
04:00:00	1163.216797	04:00:00	1158	04:00:00	1525.199951
05:00:00	2377.263916	05:00:00	1525.199951	05:00:00	2545.486328
06:00:00	2470.806396	06:00:00	2375	06:00:00	2600
07:00:00	2469.831543	07:00:00	2393	07:00:00	2521.003418
08:00:00	1659.272217	08:00:00	-479	08:00:00	2635
09:00:00	1594.299561	09:00:00	1523.464111	09:00:00	1678
10:00:00	1689.884033	10:00:00	1610	10:00:00	1765
11:00:00	1715.449219	11:00:00	1664	11:00:00	1778
12:00:00	1727.098633	12:00:00	1679	12:00:00	1791
13:00:00	1756.991455	13:00:00	1704.884277	13:00:00	1817.174805
14:00:00	1870.221191	14:00:00	1796	14:00:00	1947
15:00:00	1865.251099	15:00:00	1814	15:00:00	1927
16:00:00	1836.73584	16:00:00	1773	16:00:00	1907
17:00:00	1862.290405	17:00:00	1790	17:00:00	1942.290649
18:00:00	2162.759766	18:00:00	1899	18:00:00	2283
19:00:00	2131.971924	19:00:00	2036.159424	19:00:00	2254
20:00:00	2001.437012	20:00:00	1955	20:00:00	2038.000122
21:00:00	1898.15625	21:00:00	1777	21:00:00	1965
22:00:00	1770.038086	22:00:00	1679.132813	22:00:00	1858
23:00:00	1770.038086	23:00:00	1679.132813	23:00:00	1858

Elaborado por: Autor

## 8.6 Operatividad del sistema para la transferencia de carga.

Para realizar la transferencia de carga entre los alimentadores mediante el sistema SCADA debemos tomar en cuenta los siguientes aspectos mencionados a continuación:

Mantenimiento de la subestación de cabecera.- mantenimiento del Breker de urna a nivel de 13.8 Kv en la subestación, cambio de acometidas de alta tensión de los retorno del alimentador (cambio o mantenimiento puntas exterior), estos trabajos son programados mediante una orden de labores ya coordinado con varios días de anticipación previo a un análisis de carga en los alimentadores para obtener la carga máxima a transferir.

Fallas transitorias y permanentes.- se presentan por diferentes causas como por ejemplo caída de árboles en la línea, caída de poste por causas naturales o producido por un vehículo, arranqué de líneas por maquinarias pesadas y aves de producen corto circuitos.

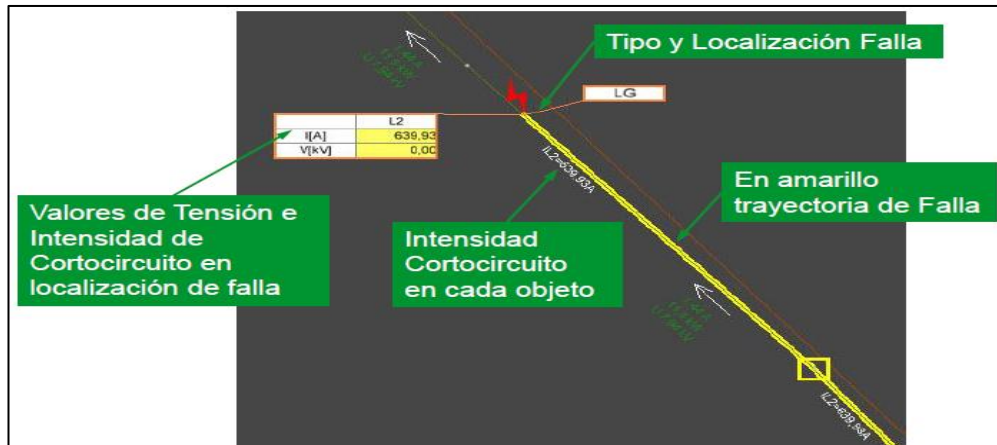
El sistema mediante alarmas indican las fallas en las líneas de distribución para detectar el sitio donde se encuentra accedemos a inicio Modo Localización de Falla - Podemos encontrarla seleccionando Funciones > Protección > Cálculo de Falla > Seleccione Localización de Fallas desde el menú principal como se observa en la figura 8.9.



**Figura 8.9: Localización de falla.**  
Fuente: Sistema DMD

En esta figura podemos determinar los nombres de los objetos es decir el elemento que está fallando y el sitio, localización y datos de resultados de tensión e intensidad de falla, Fecha/Hora Ejecución.

Después de Ejecutar la función se puede observar la vista de red con los resultados dados por el sistema indicándonos cuál es el tramo o la ruta que necesita ser atendida como se muestra en la figura 8.10.



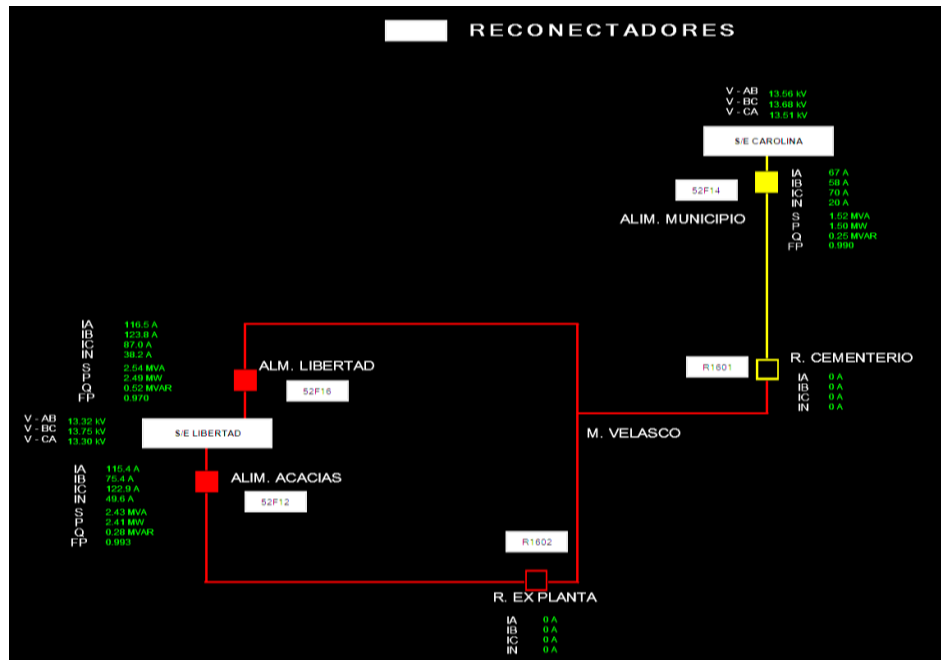
**Figura 8.10: Ruta de falla en la línea de distribución.**  
Fuente: Sistema DMD

A través del sistema podemos realizar la apertura y cierre del reconectador automático evitando así que los usuarios se queden sin energía eléctrica.

### 8.6.1 Procedimientos de operatividad del sistema.

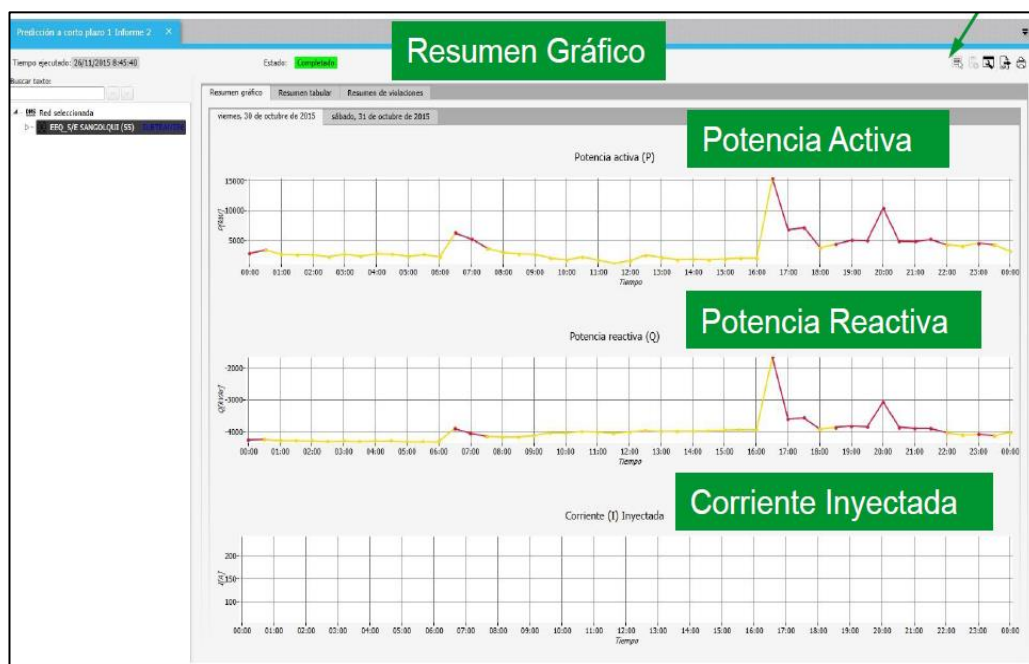
El procedimiento se realiza en tiempo real se utiliza el puerto del tipo DB9 macho para la comunicación con el sistema SCADA este puede conectarse a un módem que tiene un estándar de interfaz V.23 y admiten los protocolos DNP3.0 e IEC 60870-5-101 basados en la comunicación en serie además de las aplicaciones de módem GSM / GPRS que son compatibles.

Una vez que se accede al sistema DMD y habiendo realizado el análisis de carga tomando en cuenta las necesidades mencionadas anteriormente, podemos visualizar el sistema eléctrico donde se encuentran los reconectadores R1601 de color verde y R1602 de color rojo mostrado en la figura 8.11, estos se hallan en estado abierto ya que cada alimentador tiene su carga independiente. Mientras no se realice el cierre de uno de ellos se mantendrán en ese estado, dependiendo que alimentador requiera de un mantenimiento o de una transferencia de carga.



**Figura 8.11: Diagrama de los reconectores.**  
Fuente (CNEL, 2018)

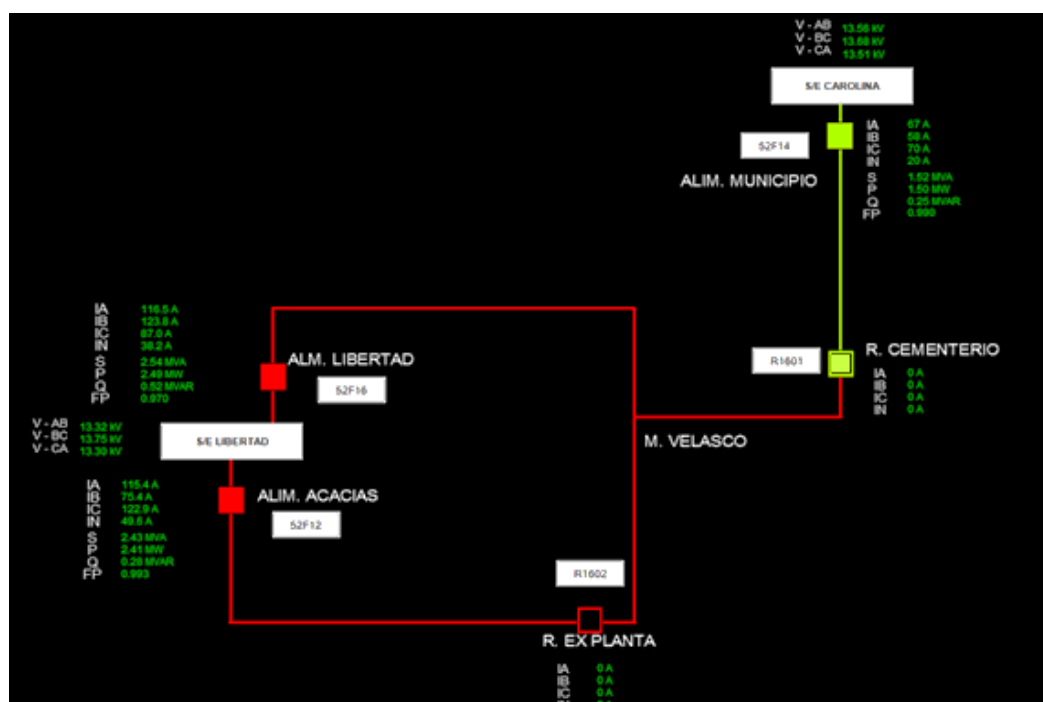
El sistema permite una vez que los reconectores han sido maniobrados monitorear las variables para tener un control de los diferentes parámetros de curva, voltaje, potencia, amperios y kilovatios, con estos datos se generan informes los cuales podrán ser observados en el sistema Scada. Se tendrá un porcentaje de fluido eléctrico permanente como se muestra en la figura 8.12.



**Figura 8.12: Simulación de las variables eléctricas.**  
Fuente (CNEL, 2018)



Para realizar la transferencia de carga por mantenimiento programado es decir mediante la orden de una ficha de maniobra, el operador de turno revisa las carga de los diferentes alimentadores, teniendo en cuenta que pulsando el botón izquierdo del mouse en el reconectador R1601 este se cierra automáticamente desde el sistema SCADA y se coloca en paralelo entre los alimentadores municipio y libertad mostrado en la figura 8.13, en ella podemos observar que al ejecutar la maniobra este pasara de fondo negro a verde indicándonos que el reconectador está cerrado.

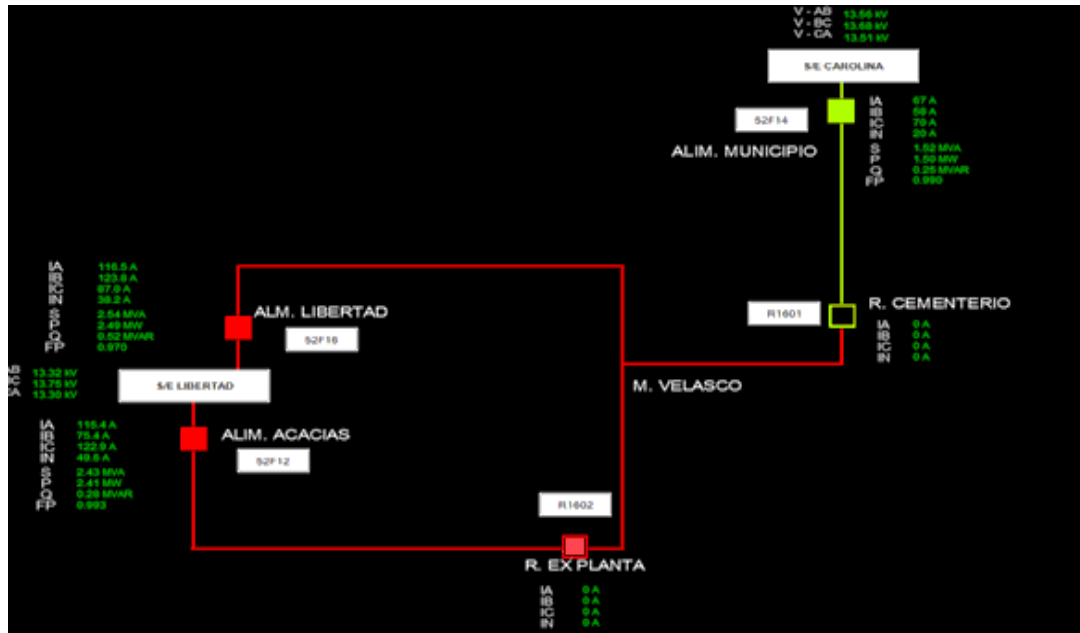


**Figura 8.13: Diagrama de cierre del reconectador R1601**  
Fuente (CNEL, 2018)

De la misma manera si se quiere realizar una transferencia de carga para abastecer de energía a los usuarios entre los alimentadores libertad y acacias estos se colocan en paralelo accionando el reconectador R1602 ubicado en ex planta de la figura 8.14, podemos observar que al ejecutar la maniobra este pasara de fondo negro a rojo indicándonos sus variables eléctricas y que el reconectador se encuentra cerrado.

Los procedimientos de operatividad en caso de emergencia se realizan al presentarse condiciones operativas en la zona de servicio de CNEL EP Unidad de Negocio Santa Elena, debido a la ocurrencia de contingencias, que

produzcan indisponibilidad momentánea o permanente de equipos importantes de la red e incluso pérdida de suministro de energía.



**Figura 8.14: Diagrama de cierre del reconectador R1602**  
Fuente (CNEL, 2018)

Disparo de alimentador de 13,8 kv.- El Profesional del COD a través del SCADA identifica el alimentador disparado, la subestación a la que pertenece, y relés de protección que actuaron. El Profesional del COD realiza un intento de cierre del interruptor a través del SCADA, en el caso de pérdida de comunicación entre el SCADA y el correspondiente Concentrador de Datos se coordina con el Operador de la S/E afectada una prueba de cierre del alimentador disparado, de ser necesario, verifica que los relés actuados hayan sido reseteados.

Si la prueba de cierre es exitosa, el Profesional del COD, verifica la potencia y la corriente del alimentador, para determinar la carga perdida y de ser el necesario hacer y coordina en campo la revisión del alimentador. Si la prueba de cierre no es exitosa, el Profesional del COD coordina la revisión del alimentador y el despeje de la falla. En ambos casos se usan las corrientes de fallas en la función localización de falla en el DMD para guiar la cuadrilla posibles puntos donde ocurrió la falla.



El operador del COD coordina con personal de campo para el seccionamiento del alimentador si el caso lo amerita, cuando la falla esté despejada, el Profesional del COD coordina el cierre del alimentador y hace seguimiento de la carga restablecida en el SCADA. En el caso de apertura de un reconectador de cabecera de alimentador, se verifica a través del SCADA si realizó un recierre a través del relé 79: si cerró con éxito se hace seguimiento a la carga. Si cambia a estado abierto nuevamente se realiza el mismo procedimiento que la apertura de un interruptor sin hacer prueba de recierre.

### 8.7 Revisión de las variables eléctricas.

Para ingresar a esta función seleccionamos la opción funciones de DMS, abre una sub ventana en la cual escogemos el sistema a monitorear en este caso el análisis en mención, nos enfocamos en el alimentador libertad como apreciamos en la figura 8.15.

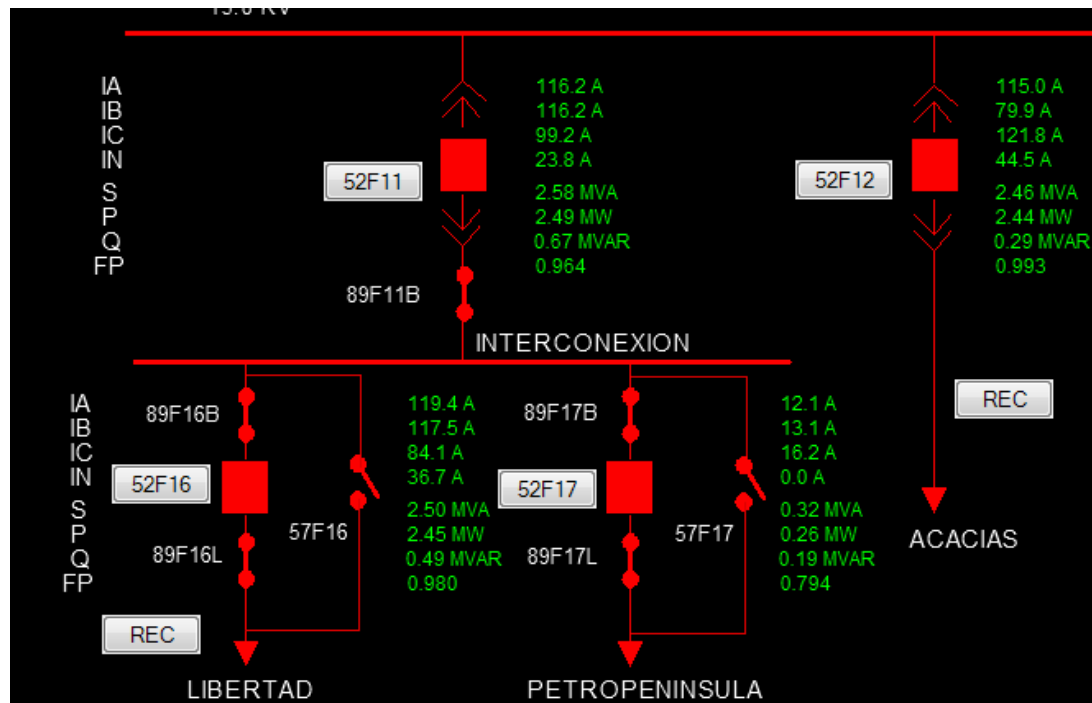
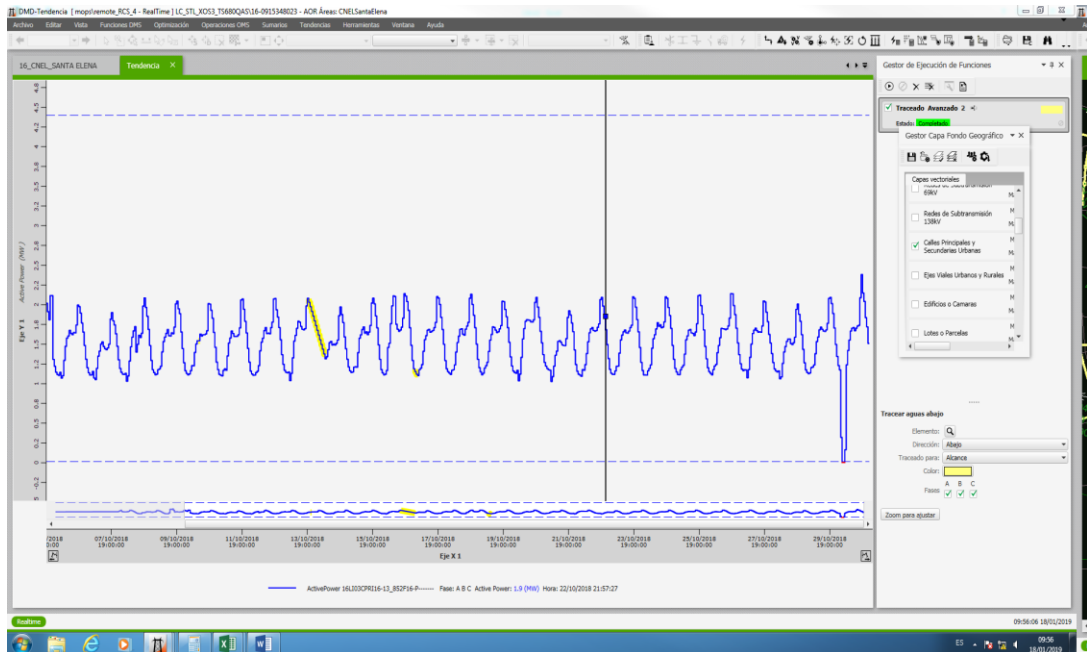


Figura 8.15: Revisión de carga del Alimentador Libertad.  
Elaborado por: Autor

Los datos que se aprecian son de potencia, corriente por fase, los reactivos y el factor de potencia, además de estos datos la carga de la subestación,

como es la carga del transformador, las conexiones de 69 kv (color verde carga de alto voltaje y verde voltaje de medio tensión) como se aprecia en el anexo 1. La figura 8.16 muestra una tendencia histórica, el día que se va analizar, hora y los parámetros a escoger en el sistema.

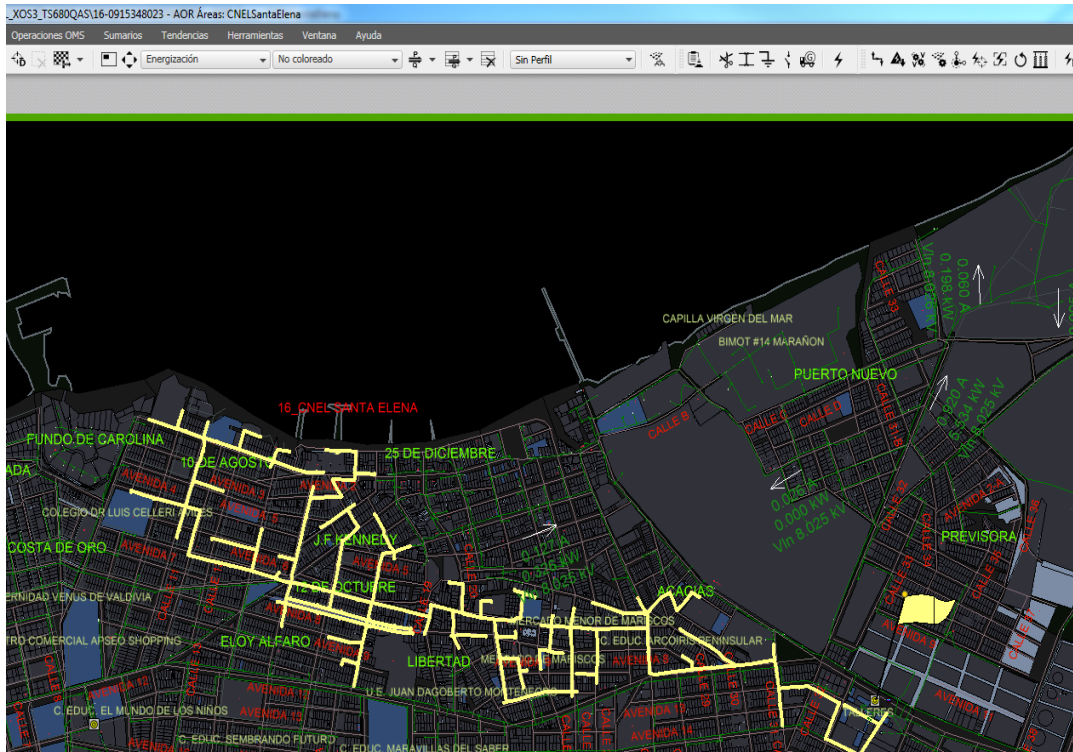


**Figura 8.16: Curva de tendencia de carga**  
Elaborado por: Autor

En este gráfico se muestra en el día seleccionado la carga del alimentador en estudio donde muestra picos de elevación de voltaje y de disminución. De esta manera se puede tener las cargas de corriente de las fases y de forma individual de cada una de las alimentadoras.

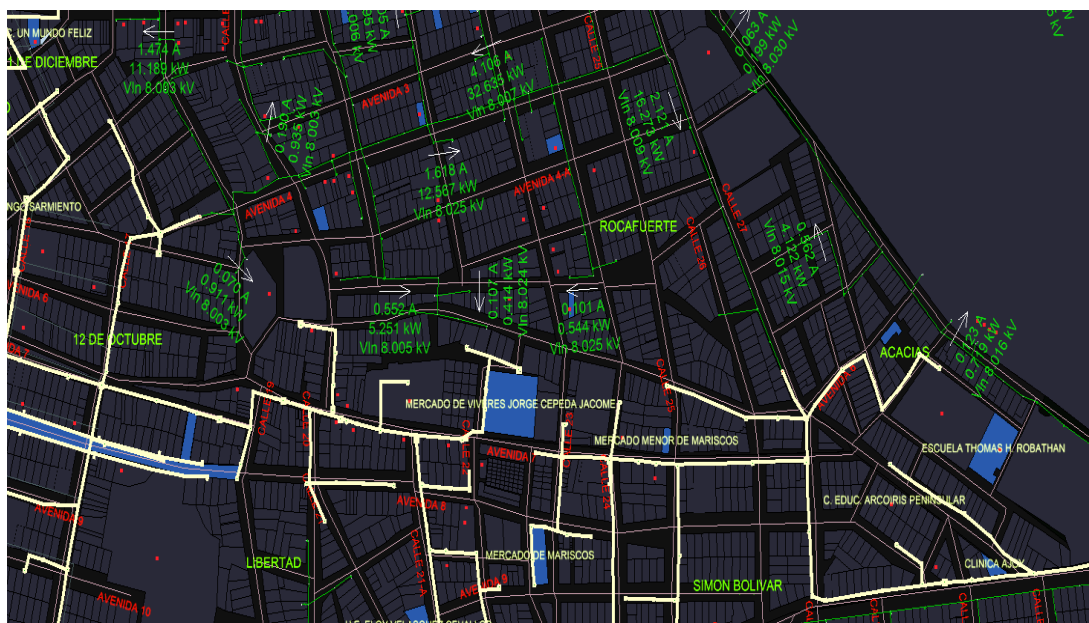
## 8.8 Visualización de variables sobre el alimentador

Para poder revisar las diferentes variables de cada sector o del alimentador, el sistema Scada DMD facilita la visualización de potencia corriente y voltajes, para ello se debe abrir la opción Tracado aguas abajo en la barra de herramientas del escritorio del programa donde determinamos el color del alimentador para revisar en el sistema geográfico del Scada y nos aparece señalado el alimentador por todo su ramal como se muestra en la figura 8.17.



**Figura 8.17: Traceado del alimentador**  
Elaborado por: Autor

Luego que se muestra la figura de Traceado en la parte superior de la barra de herramienta seleccionamos la opción de nombre P y visualizamos las diferentes variables a colocar en el diagrama ya seleccionado como indicamos en la figura 8.18.



**Figura 8.18: Visualización de las carga del alimentador.**  
Elaborado por: Autor

En este sistema podemos monitorear potencias, corrientes, voltajes, factor de potencia, voltaje lineal de cada punto donde se distribuye la energía del alimentador Libertad, estos datos se actualizan día a día y por hora e incluso podemos obtener datos en gráficos del propio sistema o realizar la tabla de datos en el software Excel, el cual nos ayuda para generar los diferentes reportes que soliciten de las maniobras realizadas por el jefe del departamento.

Mediante este sistema tenemos controlada y monitoreada los sectores correspondientes al alimentador, esto nos permite analizar las cargas, las herramientas que tiene el sistema SCADA mediante el cual podemos interactuar entre el sistema de distribución eléctrico. Se puede apreciar que se asemeja a una función de Excel como se muestra en la figura 8.19 donde se puede revisar, modificar, extraer y monitorear cada documentación que se requiera.

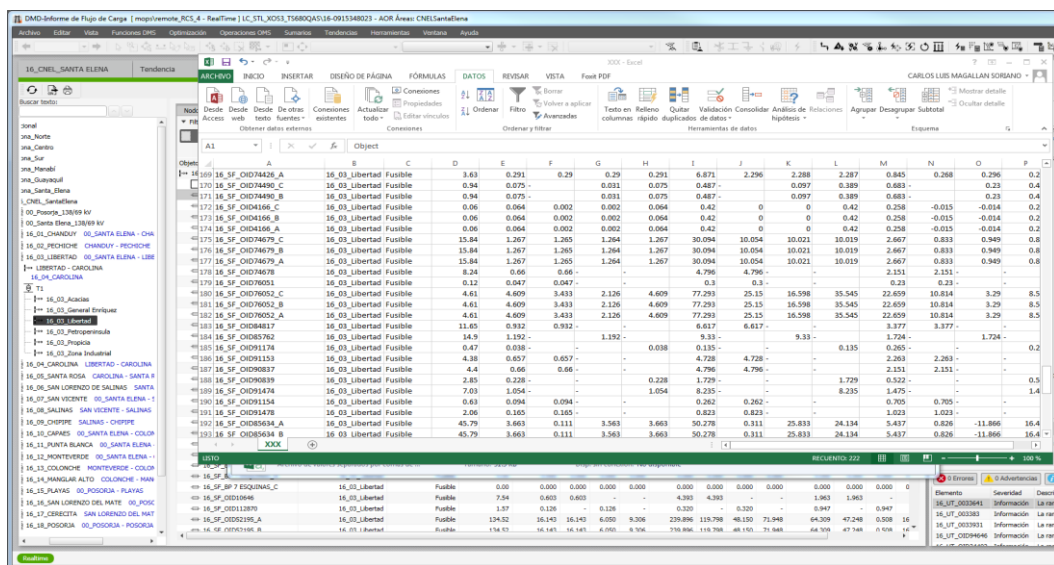


Figura 8.19: Descarga de información a Excel.  
Fuente: Sistema DMD

## 8.9 Visualización de alarma

Este programa puede reflejar un resumen de alarmas de sobre corriente que se presenta en el sistema mediante la información de la subestación como se muestra en la figura 8.20, en esta herramienta visualizamos la

demanda de carga extraída del programa Excel y cada uno de los puntos de seccionamiento del alimentador libertad.

Síml	Tiempo	Estado	Subestación	Elemento	Descripción	Localización
	18/01/2019 12:05:17.720	🔴	16_17_CERECITA	52A1	Comunicaciones DNP ZIV	BAHIA_TRA01_69KV
	18/01/2019 11:39:07.390	🔴	16_11_PUNTA BLANCA	52F14	Comunicaciones DNP ROL	16_11_Punta Centinela
	14/01/2019 19:12:23.540	🟢	16_11_PUNTA BLANCA	89F10B	Comunicaciones IED MODBUS ION	Alimentador Servicios Aux.
	16/11/2018 09:39:12.000	🟢	16_13_COLONCHE	52B1	Comunicaciones DNP ROL	BAHIA_TRA01_13.8kV
	16/11/2018 09:39:12.000	🟢	16_13_COLONCHE	52F11	Comunicaciones DNP ROL	16_13_Monteverde
	25/10/2018 15:24:56.880	🟢	16_11_PUNTA BLANCA	52F12	Recierre Automático	16_11_San Pablo 2
	25/10/2018 04:25:31.790	🟢	16_02_PECHICHE	52F13	Relé en Funcionamiento	16_02_Tugaduaaja
	14/10/2018 15:55:55.380	🟢	16_11_PUNTA BLANCA	52F14	Local/Remoto IED	16_11_Punta Centinela
	10/09/2018 06:25:35.640	🟢	16_11_PUNTA BLANCA	52F14	Recierre Automático	16_11_Punta Centinela
	10/09/2018 06:23:00.000	🟢	16_04_CAROLINA	52F14	Comunicaciones IED MODBUS SEL	16_04_Municipio
	10/09/2018 06:18:23.800	🟢	16_02_PECHICHE	52A1	Autodiagnóstico del Equipo	BAHIA_TRA01_69KV

**Figura 8.20: Sumario de alarmas**

Elaborado por: Autor

El sistema permite visualizar las alarmas establecidas con los diferentes parámetros de variables eléctricas, si son por sobre corriente o sobrecarga, la localización de la falla, fecha, tiempo, estado, adicional y la subestación a donde corresponde cada carga.

### 8.10 Informe de estado de carga

Mediante el informe de estado de carga se podrá verificar que la información establecida por el sistema es netamente confiable, el cual se podrá determinar el análisis de carga y de visualización de datos que se ingresa diariamente al sistema es en tiempo real. Existen niveles que demuestran la calidad la cual describimos a continuación en la tabla 8.4.

**Tabla 8.4: Estimación de estado**

Verde:	calidad de estado buena
Amarillos:	calidad de estado cuestionable
Rojo:	calidad de estado mala
Gris:	calidad de estado desconocida

Elaborador por autor



Mediante este detalle establecemos que el sistema de datos es muy confiable y que el análisis, la determinación de donde podremos establecer el Reconector para seguimientos de datos es óptimo detallamos una gráfica de lo indicado en la figura 8.21.

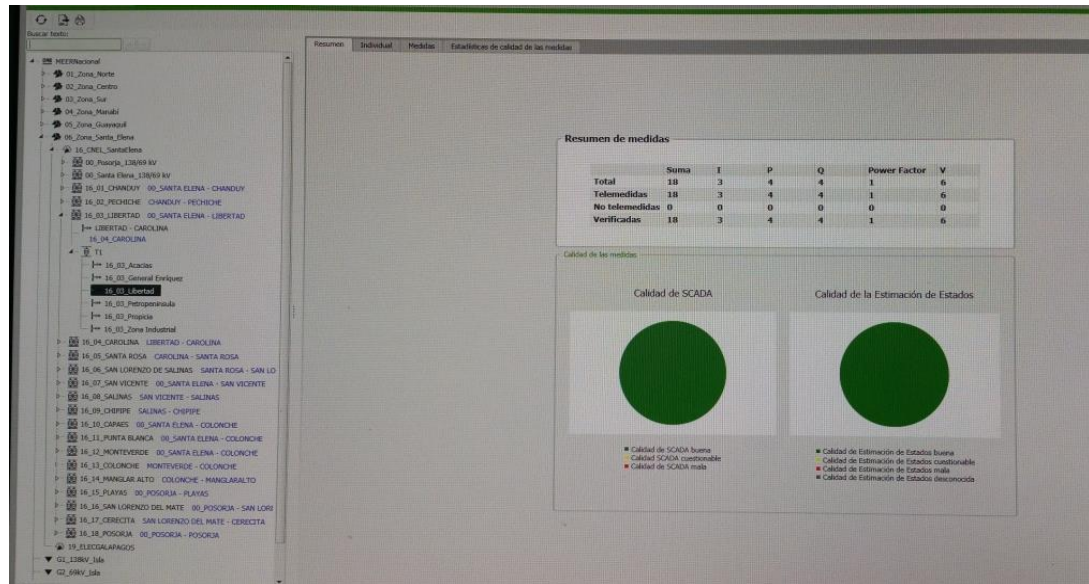


Figura 8.21: Informe de estados de carga  
Fuente: Sistema DMD

Este sistema es usado para monitorear variables y con ello brindar un mejor servicio de energía eléctrica a la comunidad ayudando así a controlar las fallas en un tiempo corto y que el usuario tenga un mejor servicio.

## **CAPÍTULO 9**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **9.1 Conclusiones**

Con la elaboración de este análisis , se concluye la gran complejidad que conlleva un óptimo y seguro transporte de la energía eléctrica del (alimentador), ya que los trabajos que están relacionados con la gestión de la energía y en especial con el diseño (análisis), construcción y montaje de (reconectores) a este nivel de voltaje, requiere un alto conocimiento de ingeniería pues hay que elegir una configuración adecuada, para que esta pueda operar sin incurrir en notables pérdidas ni cortes no deseados.

Este análisis permite desarrollar unas técnicas de optimización para la ubicación del reconector de manera óptima, los cuales, al trabajar en conjunto con sistema Scada, permitiendo mejorar los niveles de disponibilidad de servicio en los circuitos primarios de la Cnel. U.N. santa Elena.

La ubicación de reconectores es un problema de optimización combinatoria, que presenta un amplio espacio de búsqueda debido al elevado número de alternativas que crecen exponencialmente con el número de dispositivos a ubicar. Por tal motivo, el análisis se realiza para estructurar obteniendo soluciones de buena calidad y en bajos tiempos de cómputo.

## **9.2 Recomendaciones.**

Se recomienda que cuando se está ejecutando proyectos con reconectores, estos estén bajo la supervisión de un jefe del departamento de ingeniería que este instruido y capacitado en el tema para que pueda dirigir personal técnico que ejecute el trabajo físico, de esta manera se garantiza que el proyecto va poder operar sin ningún inconveniente.

Si se masifica la operación de reconectores a través del Sistema SCADA, se tendrá un gran número de dispositivos enlazados al sistema , como complementos para la operación, tanto en los reconectores como en las subestaciones, esto implica que para la administración, operación, monitoreo mantenimientos, soportes frente a incidentes, por lo que se requiere una adecuada disponibilidad de recursos humanos, logísticos, de operación y monitoreo, herramientas de monitoreo, de gestión y soporte con la finalidad de garantizar una alta disponibilidad de la red inalámbrica a ser implementada.

Realizar mantenimiento preventivo al año, esto garantiza la operación adecuada de la infraestructura, detección temprana de posibles daños a nivel de componentes lo cual contribuye a tener una mayor disponibilidad de los servicios.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alarcon, W. (2010). Estructura de distribución con reconectador. Colombia.
- Alvarado, A. (18 de 5 de 2015). Capacidad de alimentadores y circuitos Ramales. Venezuela. Recuperado el 20 de 11 de 2018, de <https://es.scribd.com/document/275096933/Capacidad-de-Alimentadores-y-Circuitos-Ramales>
- Astudillo, I. F. (2005). Análisis de protocolos de comunicación para la Automatización. Sangolquí. Recuperado el 23 de Enero de 2019
- Aviles, I. A. (2015). EL PROTOCOLO IEC 61850 EN LA AUTOMATIZACION DE SUBESTACIONES. Cuenca. Recuperado el 20 de Enero de 2015
- Beeren, H. v. (1964). *Técnica de la alta tensión* (Vol. Volumen12 de Colección "La Escuela del Técnico Electricista). labor.
- Breker del Alimentador . (12 de 01 de 2019). Santa Elena , La Libertad .
- Briceño, R. R. (18 de Noviembre de 2001). Sistema de Control y Monitoreo del Equipo de Protección Eléctrica. Cartago. Recuperado el 21 de Noviembre de 2018, de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/114/BJFIE200261.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Características Técnicas de Reconectores 34,5 Y 13,8 KV. (Junio de 2014). Villavicencio. Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de <http://www.emsa-esp.com.co/new/contratacion/docs/docs860/CARACTERISTICAS%20TECNICA%20RECONNECTADORES.pdf>
- CELEC. (2018). *CELEC EP*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2018, de <https://www.celec.gob.ec/hidronacion/index.php/central-hidroelectrica-baba-main/informacion-tecnica-baba/subestacion-baba>
- CNEL. (2014).
- CNEL. (2018). Santa Elena.

- Co, B. S. (2014). *BR-10R Recloser Control*.
- Co, B. S. (2014). *BR-10RN Recloser Control*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2018
- Co, B. S. (2015). *BR-10RN Recloser Control*.
- CORDOVA, C. C. (02 de MARZO de 2010). <http://dspace.ups.edu.ec>. Recuperado el 25 de JUNIO de 2017, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2110/13/UPS-GT000145.pdf>
- Cornejo, O. (2014). *Red de comunicaciones y la relacion en la gestion operativa de reconectores a travez de un sistema SCADA*. Ambato. Recuperado el 25 de Noviembre de 2018
- EcuRed*. (12 de Abril de 2017). Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de [https://www.ecured.cu/Sistema\\_SCADA](https://www.ecured.cu/Sistema_SCADA)
- EcuRed*. (26 de Noviembre de 2018). Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de [https://www.ecured.cu/Regulador\\_de\\_tensi%C3%B3n](https://www.ecured.cu/Regulador_de_tensi%C3%B3n)
- Electric, S. (2010). *DMD*. Telvent.
- Electric, S. (2010). Operación de sistemas DMD.
- electricidad, S. (3 de junio de 2018). <http://www.sectorelectricidad.com/20118/reconectores-2/>.
- Emsa. (2014). *Características técnicas de reconectores*. Villavicencio. Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de <http://www.emsa-esp.com.co/new/contratacion/docs/docs860/CARACTERISTICAS%20TECNICA%20RECONECTADORES.pdf>
- ENTEC. (2006). *EPR AUTOMATIC RECLOSER*.
- FIET. (09 de Septiembre de 2009). Interfaz Hombre Maquina. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de <ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/SW%20para>

%20aplicaciones%20Industriales%20I/Teoria/3%20Interfaz%20Hombre-maquina.pdf

Fundación Wikimedia, Inc. (22 de marzo de 2018). *wikipedia*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2018, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Subestacion\\_elctrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Subestacion_elctrica)  
*google map*. (13 de 01 de 2019).

Harper, E. (s.f.). *Fundamento de proteccion de sistemas electricos por relvadores*. Mexico: Noriega. Recuperado el 26 de Noviembre de 2018, de <https://books.google.com.ec/books?id=fGYAhuznNXsC&printsec=frontcover&dq=libros+de+reconectores+electricos&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwilrtawgvPeAhWPvFMKHbLyBLQQ6AEIUTAH#v=onepage&q&f=false>

Harper, G. E. (1978). *Técnica de las altas tensiones, Volumen1*. limusa.  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/311/14/UPS-CT001899.pdf>.  
(s.f.).

J.L. DURAN, J. G. (2009). *AUTOMATISMOS ELECTRICOS E INDUSTRIALES*. Marcombo.

JGS, i. (30 de Octubre de 2014). *INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN*. Recuperado el 23 de Enero de 2019, de <https://infoxicadoblog.wordpress.com/2014/10/30/instalaciones-electricas-de-baja-tension/>

JPaladines. (2018). *Catalogo digital*. Recuperado el 5 de Enero de 2019, de <http://www.unidadesdepropiedad.com/www.unidadesdepropiedad.com>

Lara, R. E. (1990). *Sistemas de distribucion*. limusa.

Linea negocio distribución. (Agosto de 2013). *Reconectores de distribución aéreas*. Brasil: Distribución Latam. Recuperado el 31 de Octubre de 2018, de [https://www.eneldistribuicao.com.br/ce/documentos/E-MT-004\\_R-03.pdf](https://www.eneldistribuicao.com.br/ce/documentos/E-MT-004_R-03.pdf)

- Lozano, C. d. (1 de Diciembre de 2017). *AUTRACEN*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de <http://www.autracen.com/sistemas-scada/>
- Meza, L. C. (13 de Octubre de 2007). *SCADA SYSTEM'S & TELEMETRY*. Mexico. Recuperado el 30 de Octubre de 2018, de <https://www.aiu.edu/applications/DocumentLibraryManager/upload/SCADA%20System%C2%B4s%20&%20Telemetry.pdf>
- Morón, J. A. (2009). *Sistemas Eléctricos de Distribución*. Reverte.
- Nieto, V. B. (2018). *Manual para integrar Reconectador ILJIN*. Santa Elena.
- Oñate, V. (2000). *El Reconectador en el sistema de distribución*. Argentina. Recuperado el 25 de Noviembre de 2018, de <https://es.scribd.com/document/215930105/2-El-Reconectador-en-Los-Sistemas-de-Distribucion-Elctrica>
- OSCAR CASTAÑEDA, W. C. (2010). *Análisis de Calidad de Energía acerca de la Calidad del Producto e Influencia de*. MILAGRO: CENACE. Obtenido de <http://biblioteca.cenace.org.ec/jspui/bitstream/123456789/522/1/10%20An%C3%A1lisis%20de%20Calidad%20de%20Energ%C3%ADa%20acerca%20de%20la%20Calidad%20del%20P.pdf>
- P, J. V. (17 de Julio de 2013). *Sector electricidad*. Recuperado el 20 de 11 de 2018, de <http://www.sectorelectricidad.com/4463/como-funciona-el-reconectador-recloser/>
- Pérez, F. A. (2011). *Monografias.com*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2018, de <https://www.monografias.com/trabajos36/reconectores-electricos/reconectores-electricos.shtml>
- Rámirez, S. (2004). *Redes de distribución de energía*. Colombia. Recuperado el 2019 de Enero de 5, de [http://www.bdigital.unal.edu.co/3393/1/958-9322-86-7\\_Parte1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/3393/1/958-9322-86-7_Parte1.pdf)
- Schliserman, G. E. (2015). *Introducción al SCADA*. Electric, Schneider. Recuperado el 21 de Noviembre de 2018

- Sevilla, U. d. (Julio de 2010). Automatización actual de una subestación eléctrica. Sevilla. Recuperado el 31 de Octubre de 2018, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70641/fichero/3.+Automatizaci%C3%B3n+Actual+Subestaci%C3%B3n+El%C3%A9ctrica.pdf>
- Sol, M. R. (16 de Junio de 2008). Diseño e implantación de un sistema SCADA para una planta de producción y envasado de líquidos. Barcelona. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de <https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/13784/PFC%20Manel%20Redondo%20Sol.pdf>
- Telvent. (2016). Introducción al Oasys. Canada. Recuperado el 12 de Enero de 2019, de <https://es.scribd.com/presentation/306983485/2-Introduccion-a-OASyS-Rev-1>
- Trasancos, J. G. (2016). *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión* (7 ed.). España: Parainfo. Recuperado el 20 de 11 de 2018
- Turmero, P. (2012 de 2018). *monografias.com*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de <https://www.monografias.com/trabajos105/automatizacion-industrial-interfaz-hombre-maquina/automatizacion-industrial-interfaz-hombre-maquina.shtml>
- Viakon. (2011). Sistemas y redes de distribución. Monterrey. Recuperado el 8 de Enero de 2019, de <http://www.viakon.com/manuales/Manual%20Electrico%20Viakon%20-%20Capitulo%204.pdf>
- Wikipedia*. (5 de Noviembre de 2018). Recuperado el 23 de Enero de 2019, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Generaci%C3%B3n\\_de\\_energ%C3%ADa\\_el%C3%A9ctrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Generaci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica)

## GLOSARIO

CENACE: Centro Nacional de control de energía.

DMD: Diagrama mímico dinámico.

SCADA: Supervisión control y adquisición de datos

Ortogonal: se emplea para nombrar aquello que se encuentra en un ángulo de 90°

CONELEC: Consejo Nacional de Electricidad.

Seccionadores: Componente eléctrico que permite separar de manera mecánica un circuito eléctrico de su alimentación.

COD: Centro de operaciones de distribución.

# **ANEXOS**

**Anexo 1.** Demanda de carga del alimentador la libertad

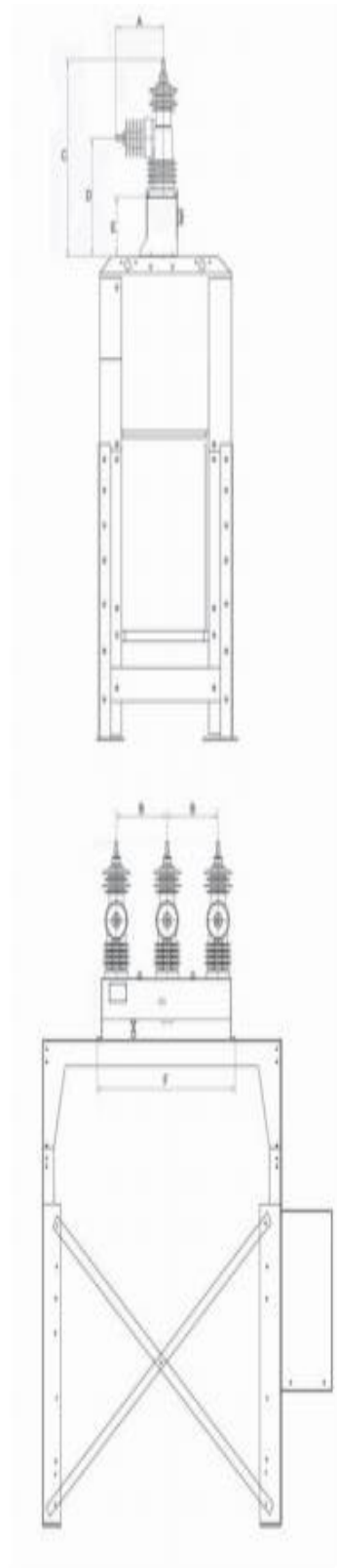
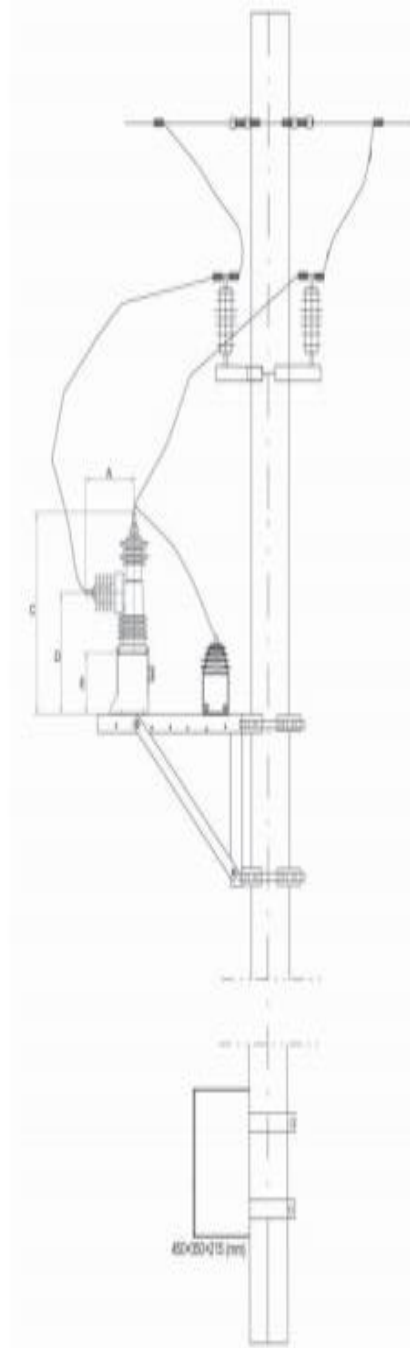


2018		LIBERTAD								
OCTUBRE		CORRIENTES			DESBALANCE	POTENCIA			ENERGIA	
DIA	HORAS	A	B	C	%	KW	KVAR	FP	KW-H	KVAR-H
31	01:00:00	56	63	46	16.36%	1259	274	0.97	14744376	25393862
	02:00:00	54	59	40	21.57%	1176	260	0.97	14745636	25394144
	03:00:00	54	57	40	20.53%	1153	258	0.97	12746760	25394390
	04:00:00	51	57	39	20.41%	1134	255	0.97	12747994	25394664
	05:00:00	53	57	40	20.00%	1182	260	0.97	12749078	25394908
	06:00:00	102	121	106	10.33%	2538	640	0.97	12751415	25395512
	07:00:00	97	119	104	11.56%	2493	450	0.98	12753870	25396024
	08:00:00	103	123	105	11.48%	2531	442	0.98	12756460	25396480
	09:00:00	71	77	51	23.12%	1557	239	0.98	12758201	25396730
	10:00:00	77	80	57	20.09%	1641	271	0.98	12759855	25397017
	11:00:00	85	83	59	22.03%	1759	295	0.98	12761509	25397304
	12:00:00	82	83	62	18.06%	1761	341	0.98	12763009	25397576
	13:00:00	79	85	59	20.63%	1707	297	0.98	12764745	25397908
	14:00:00	87	88	65	18.75%	1867	356	0.98	12766543	25398254
	15:00:00	94	90	68	19.05%	1940	375	0.98	12768227	25398578
	16:00:00	95	88	62	24.08%	1894	386	0.97	12769983	25398936
	17:00:00	86	92	64	20.66%	1863	362	0.98	12772200	25399380
	18:00:00	86	88	67	16.60%	1864	392	0.97	12773896	25399726
	19:00:00	104	111	81	17.91%	2264	510	0.97	12776128	25400214
	20:00:00	91	106	75	17.28%	2099	477	0.97	12778136	25400658
	21:00:00	84	98	68	18.40%	1923	437	0.97	12780317	25401152
	22:00:00	80	90	65	17.02%	1802	411	0.97	12782197	25401576
	23:00:00	76	86	64	15.04%	1747	382	0.97	12783844	25401938
	00:00:00	69	75	55	17.09%	1526	337	0.97	12785369	25402268

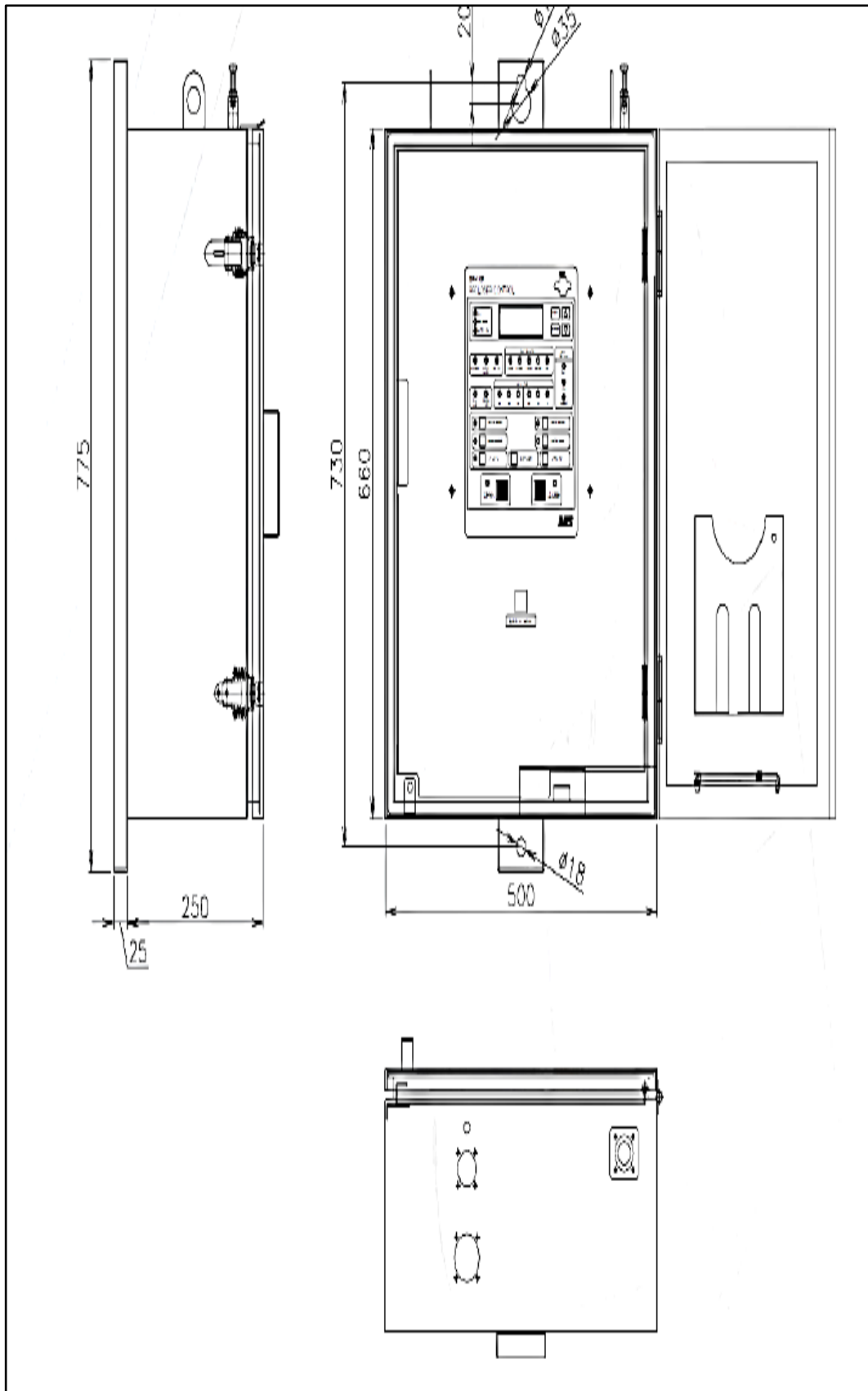
**Anexo 2.** Demanda de carga por hora del alimentador la libertad

DEMANDA DE CARGA POR HORA					
Nombre	ActivePower 16LI03CPRI16-13_852F16- P-	Nombre	ActivePower 16LI03CPRI16- 13_852F16-P-	Nombre	ActivePower 16LI03CPRI16-13_852F16- P-
Fuente	16LI03CPRI16-13_852F16 PROMEDIO	Fuente	16LI03CPRI16-13_852F16 MÍNIMO	Fuente	16LI03CPRI16-13_852F16 MÁXIMO
Tip	Active Power	Tip	Active Power	Tip	Active Power
Unida	kW	Unida	kW	Unida	kW
Fas	A B C	Fas	A B C	Fas	A B C
00:00:00	1328.419434	00:00:00	1228	00:00:00	1411.226318
01:00:00	1216.165039	01:00:00	1164.476196	01:00:00	1269
02:00:00	1155.464844	02:00:00	1119	02:00:00	1210
03:00:00	1157.92334	03:00:00	1148.964966	03:00:00	1158
04:00:00	1163.216797	04:00:00	1158	04:00:00	1525.199951
05:00:00	2377.263916	05:00:00	1525.199951	05:00:00	2545.486328
06:00:00	2470.806396	06:00:00	2375	06:00:00	2600
07:00:00	2469.831543	07:00:00	2393	07:00:00	2521.003418
08:00:00	1659.272217	08:00:00	-479	08:00:00	2635
09:00:00	1594.299561	09:00:00	1523.464111	09:00:00	1678
10:00:00	1689.884033	10:00:00	1610	10:00:00	1765
11:00:00	1715.449219	11:00:00	1664	11:00:00	1778
12:00:00	1727.098633	12:00:00	1679	12:00:00	1791
13:00:00	1756.991455	13:00:00	1704.884277	13:00:00	1817.174805
14:00:00	1870.221191	14:00:00	1796	14:00:00	1947
15:00:00	1865.251099	15:00:00	1814	15:00:00	1927
16:00:00	1836.73584	16:00:00	1773	16:00:00	1907
17:00:00	1862.290405	17:00:00	1790	17:00:00	1942.290649
18:00:00	2162.759766	18:00:00	1899	18:00:00	2283
19:00:00	2131.971924	19:00:00	2036.159424	19:00:00	2254
20:00:00	2001.437012	20:00:00	1955	20:00:00	2038.000122
21:00:00	1898.15625	21:00:00	1777	21:00:00	1965
22:00:00	1770.038086	22:00:00	1679.132813	22:00:00	1858
23:00:00	1770.038086	23:00:00	1679.132813	23:00:00	1858

**Anexo 3.** Estructura de instalación del reconector automático.



#### **Anexo 4.** Dimensiones y estructura de la caja de control





## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Magallán Soriano Carlos Luis**, con C.C: # **0915348023** autor/a del trabajo de titulación: **“Análisis para el control y monitoreo SCADA de las variables eléctricas en los reconectores automáticos de la alimentadora Libertad 13.8 KV de la subestación la Libertad 69/13.8 KV en redes de distribución”** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 18 de Marzo del 2019.

f. \_\_\_\_\_  
Nombre: Magallán Soriano Carlos Luis  
C.C: 0915348023





<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	"Análisis para el control y monitoreo SCADA de las variables eléctricas en los reconectores automáticos de la alimentadora Libertad 13.8 KV de la subestación la Libertad 69/13.8 KV en redes de distribución"		
<b>AUTOR(ES)</b>	Magallán Soriano Carlos Luis		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Vallejo Samaniego, Luis Vicente, M.Sc.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Eléctrico Mecánica		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	18 de MARZO de 2019	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	102
<b>REAS TEMÁTICAS:</b>	Sistemas eléctricos, electricidad		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	reconector, transferencia de carga, automático, Scada, variables, distribución.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>	<p>El trabajo de investigación se basa en el análisis de variables eléctricas en reconectores automáticos, se va a monitorear y maniobrar el sistema SCADA para brindar un mejor servicio energético evitando cortes de la energía eléctrica provocados por casos fortuitos de sobrecargas que comprometen a la desconexión de toda la carga del alimentador, eventos que a menudo se presentan por la gran cantidad de usuarios, parte comercial, zona bancaria.</p> <p>Mediante este estudio se podrá tener el beneficio de transferencia de carga de forma automatizada, se plantearán bases teóricas de los equipos del sistema de distribución para obtener un servicio continuo sin interrupciones. Los sistemas de distribución deben ser confiables para evitar un menor índice de interrupciones eléctricas a los usuarios, por esa razón la prioridad de las empresas eléctricas es mantener de forma continua el suministro de energía</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 02775362 celular 0986549081,	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:carlosluisms30@hotmail.com">carlosluisms30@hotmail.com</a> <a href="mailto:carlosluis8023@gmail.com">carlosluis8023@gmail.com</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Orlando Philco Asqui		
	<b>Teléfono:</b> +593980960875		
	<b>E-mail:</b> Luis.philco@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>IRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			