



**PROPUESTA DE ADECUACIÓN Y  
NORMALIZACIÓN DE INTERRUPTORES  
Y RECONECTADORES DE LA BAHÍA N° 1  
DE LA SUBESTACIÓN CENTRO  
MICHELENA DE CORPOELEC,  
VALENCIA, EDO. CARABOBO.**



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**PROPUESTA DE ADECUACIÓN Y NORMALIZACIÓN DE  
INTERRUPTORES Y RECONECTADORES DE LA BAHÍA N° 1 DE LA  
SUBESTACIÓN CENTRO MICHELENA DE CORPOELEC, VALENCIA,  
EDO. CARABOBO.**

**EMPRESA: CORPOELEC**

**AUTOR: LUISSANDRO SAIJA**  
**C.I. 25.903.151**

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROPUESTA DE ADECUACIÓN Y NORMALIZACIÓN DE  
INTERRUPTORES Y RECONECTADORES DE LA BAHÍA N° 1 DE LA  
SUBESTACIÓN CENTRO MICHELENA DE CORPOELEC, VALENCIA,  
EDO. CARABOBO.

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

Tutor académico, Ing. Agustín Larez C.I.: 8.155.922

Tutor empresarial, Ing. Gabriel Martínez C.I.: 11.151.709



AUTOR: LUISSANDRO SAIJA

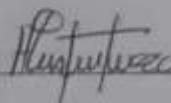
C.I. 25.903.151

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394

## ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Agustín José Larez Coburuco, portador de la cédula de identidad N° V-8.155.922, tutor del Informe de Pasantía presentado por el ciudadano, Luissandro Jesus Saija Torres, portador de la cédula de identidad N° V-25.903.151, titulado **PROPUESTA DE ADECUACIÓN Y NORMALIZACIÓN DE INTERRUPTORES Y RECONECTADORES DE LA BAHÍA N° 1 DE LA SUBESTACIÓN CENTRO MICHELENA DE CORPOELEC, VALENCIA, EDO. CARABOBO**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Electrónica, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 27 días del mes de Julio del año dos mil diez y ocho.



Firma

Agustín José Larez Coburuco

C.I. V-8.155.922

## **AGRADECIMIENTO**

Antes que nada, quiero agradecerle a Dios, por haberme dado la oportunidad de estudiar esta carrera, por guiar cada uno de mis pasos, por las satisfacciones, las experiencias, los aprendizajes y los conocimientos obtenidos. Le agradezco también por darme la fuerza para realizar las actividades que me gustan, lo más perfectas posible.

También le quiero agradecer a mis padres, Juan Luis y Lilibeth, y a mi hermano Fabrizio, quienes siempre han trabajado duro, y sin importar si llegan cansados de sus trabajos, me han ofrecido lo mejor, a pesar de que mi comportamiento, por lo general, no ha sido el más idóneo; ya que hoy soy quien soy, gracias a que mi familia siempre estuvo ahí para motivarme, reforzándome y corregirme, siendo mi ejemplo a seguir, ayudándome en todo lo posible para alcanzar mis metas y seguir adelante.

En la vida podemos compartir y disfrutar junto a quienes queremos, con algunos más que con otros; así como también podemos ayudar a las personas, si ellas lo permiten, pero también podemos ser ayudados y guiados durante nuestras vidas, es por esto que quiero agradecerle a mis amigos, quienes me acompañaron a lo largo de mi carrera, por motivarme y enseñarme cuando fue necesario, por confiar en mí y corregirme cuando fue requerido, y por comprender y apoyarme cuando lo necesité.

Finalmente quiero agradecerle a mi tutora académico Agustín Larez y a mi tutor empresarial Gabriel Martínez por guiarme, aconsejarme, enseñarme y corregirme en este camino del informe de pasantías, dedicando su tiempo para ayudarme a perfeccionarlo.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PP.</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
 <b>CAPÍTULO</b>	
<b>I LA EMPRESA</b>	
1.1. Descripción de la empresa.....	3
1.2. Reseña histórica.....	3
1.3. Misión de la empresa.....	4
1.4. Visión de la empresa.....	4
1.5. Valores de la empresa.....	5
1.6. Objetivos de la empresa.....	6
1.7. Estructura organizativa.....	8
 <b>II EL PROBLEMA</b>	
2.1. Planteamiento del problema.....	9
2.2. Formulación del Problema.....	11
2.3. Objetivos de la investigación.....	11
2.3.1. Objetivo general.....	11
2.3.2. Objetivos específicos.....	11
2.4. Justificación de la investigación.....	12
2.5. Alcance.....	12

<b>III</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	
3.1.	Antecedentes de la investigación.....	13
3.2.	Bases teóricas.....	15
<b>IV</b>	<b>MARCO METODOLOGICO</b>	
4.1.	Tipo de investigación.....	19
4.2.	Diseño de la investigación.....	20
4.3.	Nivel de la investigación.....	20
4.4.	Fases de la investigación.....	21
4.4.1.	Fase I. Descripción del funcionamiento actual de los interruptores de la Bahía N° 1 en la subestación Centro Michelena.....	21
4.4.2.	Fase II. Determinación de los equipos que se pueden utilizar para la adecuación y normalización del sistema.....	21
4.4.3.	Fase III. Análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de adecuación.....	21
4.4.4.	Fase IV. Diseño del método de adaptación de los equipos para la adecuación final en la Bahía N° 1 en la subestación Centro Michelena.....	21
<b>V</b>	<b>RESULTADOS</b>	
5.1.	Descripción del funcionamiento actual de los interruptores de la Bahía N° 1 en la subestación Centro Michelena.....	23
5.2.	Determinación de los equipos que se pueden utilizar para la adecuación y normalización del sistema.....	35
5.3.	Análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de adecuación .....	44
5.4.	Diseño del método de adaptación de los equipos para la adecuación final en la Bahía N° 1 en la subestación Centro Michelena.....	53

## REFERENCIAS

Impresas.....	60
Electrónicas.....	60

## ANEXOS

<b>A</b>	<b>Subestación Centro Michelena</b>	
A1	Reconectador Cooper Nova Tipo 15.....	63
A2	Control de restauradores Forma 6.....	64
A3	Instalación de reconectador para las líneas de llegada de la subestación.....	65
A4	Interruptor de potencia.....	66

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>TABLA</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PP.</b>
1	Características técnicas del Interruptor HIPTW 306F.....	31
2	Dimensiones de Mando tipo BNR (M).....	32
3	Dimensiones de equipo de celda.....	33
4	Opciones de terminal.....	39
5	Dimensiones.....	39
6	Capacidades de voltaje.....	44
7	Capacidades de corriente (amperios).....	45
8	Capacidades mecánicas.....	45
9	Ciclo de trabajo.....	46
10	Requisito de alimentación de interfaz para alimentación auxiliar.....	46
11	Factor de ciclo de trabajo.....	48
12	Largos de cable de control disponibles para restauradores Kyle® Forma 6.....	49
13	Costo de equipos (Reconectador).....	51
14	Costo de Interruptor HIPTW-306F/BNR-3M, 25 kV, 1.600 A, 110/125 Vcc (SIN CELDA).....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PP.</b>
1	Organigrama general de CORPOELEC.....	8
2	Reconectador COOPER.....	16
3	Interruptor de potencia encargado de proteger al transformador...	24
4	Transformador TRAF0 de 34.5/13.8kV.....	25
5	Interruptor Isodel.....	26
6	Transformador de corriente.....	26
7	Celda de interruptores.....	27
8	Tablero de medición y control.....	28
9	Tablero de medición y control.....	29
10	Tablero de medición y control.....	29
11	Relés del interruptor.....	30
12	Baterías de respaldo.....	30
13	Dimensiones de Mando tipo BNR (M).....	33
14	Dimensiones de equipo de celda.....	34
15	Dimensiones de las toma de corriente.....	34
16	Reconectador Cooper Nova Tipo 15.....	37
17	Placa de especificaciones técnicas.....	37
18	Mecanismo reconectador tipo Nova (vista desde parte inferior del reconectador con la cubierta inferior y el blindaje de seguridad de la tarjeta del accionador retirados).....	38
19	Dimensiones reconectador tipo Nova 15.....	38
20	Tablero delantero del control Forma 6 de montaje en poste.....	42
21	LED indicadores de estado del control Forma 6 de montaje en poste.....	42
22	Bloque de bornes de tablero trasero e identificación de puertos de comunicación del control de restauradores Forma 6.....	43
23	Tarjeta de fuente de alimentación.....	47

24	Plano unifilar de la subestación.....	55
----	---------------------------------------	----

## INTRODUCCIÓN

Las organizaciones públicas se han visto en la necesidad de buscar mecanismos que aumenten su eficiencia y la calidad de los servicios prestados, a fin de hacer un mejor uso de los recursos, cumplir con las exigencias legales y dar el máximo bienestar a los ciudadanos. Es por ello que este tipo de organizaciones se han visto en la necesidad de implementar mecanismos y herramientas de gestión, para lo cual han tenido que probar con modelos exitosos ya aplicados por el sector privado, adaptando éstos al sector público.

La Corporación Eléctrica Nacional de Venezuela (CORPOELEC), proviene de la fusión de varias empresas públicas y privadas, teniendo como ámbito todo el país, por lo cual la estructuración de sus procesos y la alineación entre todas sus unidades medulares y de apoyo se ha dificultado y no se ha implementado en todos sus niveles.

En este orden de ideas, se requiere realizar procedimientos que permitan garantizar razonablemente la operatividad de los diversos procesos que apoyan la prestación del servicio eléctrico a través de la empresa operadora nacional CORPOELEC y se haga con estricto apego ejerciendo la supervisión y control para así mantener los principios fundamentales de eficiencia, eficacia, economía y legalidad de las operaciones.

El objetivo de este proyecto está relacionado con el proceso de protección, medición y control. En base a esto se propone el estudio para la adaptación de componentes y normalización de los equipos. Que permita presentar las acciones inmediatas para solventar el problema detectado en el sistema de distribución de la subestación centro Michelena.

Para alcanzar dicho objetivo, este trabajo de investigación está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I. En el cual se realiza una breve descripción sobre la empresa, su historia, misión, visión, entre otros.

Capítulo II. Donde se plantea la problemática presentada, los objetivos y se señala la justificación y alcance.

Capítulo III. Se indican antecedentes del problema, se desarrollan las bases teóricas y términos de los parámetros que deben de tomarse para dicha elaboración de la investigación.

Capítulo IV. Describe el tipo y el diseño de la investigación para desarrollar las técnicas necesarias. Detalla las fases metodológicas características de la investigación efectuada.

Capítulo V. Presenta los recursos necesarios para la ejecución de las fases metodológicas planteadas en el capítulo IV.

Finalmente se incluyen referencias bibliográficas que dan soporte a la presente investigación.

## **CAPÍTULO I**

### **LA EMPRESA**

#### **1.1. Descripción de la empresa**

CORPOELEC es una institución adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica (MPPEE), que nace con la visión de reorganizar y unificar, en una empresa única, al sector eléctrico venezolano, a fin de garantizar la prestación de un servicio confiable, de calidad y eficiente, no excluyente y con sentido social. Como Institución que fortalece al sector eléctrico nacional, incentiva la participación en todas las actividades y jornadas de contribución social, impulsadas por el Gobierno Bolivariano.

#### **1.2. Reseña histórica**

CORPOELEC, fue creada el 31 de julio de 2007, mediante Decreto Presidencial N° 5.330 por el cual el presidente de la República Bolivariana de Venezuela, Hugo Rafael Chávez Frías, ordenó la reorganización del sector eléctrico nacional con la finalidad de mejorar el servicio en todo el país.

En su Artículo 2º, el Decreto define a CORPOELEC como una empresa operadora estatal encargada de realizar las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de potencia y energía eléctrica. La responsabilidad de direccionar toda la política eléctrica quedaba, entonces, en manos del Ministerio del Poder Popular para la Energía y el Petróleo, MENPET.

Publicado el Decreto, todas las empresas que existían en el sector, provenientes de los ámbitos público y privado (Edelca, EDC, Enelven, Enelco, Enelbar, Cadafe, Genevapca, Elebol, Eleval, Seneca, Enagen, Caley, Calife y Turboven), trabajaron en sinergia para avanzar en el proceso de fusión, y facilitar la transición armoniosa del sector.

Dada la creciente demanda y las exigencias del Sistema Eléctrico Nacional, SEN, el 21 de octubre de 2009 el Ejecutivo Nacional crea el Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, MPPEE, bajo cuyo paraguas se adscribe a CORPOELEC. Este mandato se publicó como Decreto N° 6.991 en la Gaceta Oficial 39.294 del 28 de octubre de 2009.

Con la posterior Ley de Reforma Parcial del Decreto, en agosto de 2010 (Gaceta Oficial N° 39.493), el estatus de fusión de las empresas cambia al de integración, la cual se cumplió el 31 de diciembre de 2011. También destaca en esta reforma el cambio de la denominación de Decreto con Rango y Fuerza de Ley, por la de Ley Orgánica de Reorganización del Sector Eléctrico. La integración estaba en marcha.

Hoy, con la integración en una sola unidad operativa y administrativa como es CORPOELEC, el Gobierno Bolivariano garantiza un desarrollo eléctrico acorde con los requerimientos de la población venezolana, y en correspondencia con los lineamientos energéticos del Estado venezolano.

## **1.2. Misión de la empresa**

Garantizar un servicio eléctrico en todo el territorio nacional, eficiente, con calidad, sentido social, sostenible y en equilibrio ecológico, que promueva el desarrollo del país, con la participación activa, protagónica y corresponsable del Poder Popular, comprometido con la Ética Socialista y el Plan de la Patria, contribuyendo a la Seguridad y Defensa de la Nación.

## **1.3. Visión de la empresa**

Ser una Corporación con ética socialista, ambiental y económicamente sustentable, modelo en la prestación de servicio público y motor de desarrollo del país; con talento humano consciente, garante del suministro de energía eléctrica, promotora del uso racional y eficiente de la energía, así como de la participación del poder popular y la preservación de la vida en el planeta.

#### **1.4. Valores**

Los trabajadores de CORPOELEC fundamentan sus valores en el supra-valor ÉTICA SOCIALISTA, que representa la búsqueda del desarrollo pleno del ser humano, que propenda al crecimiento de una fuerza laboral genuinamente humanista, que se enfoque en el cumplimiento del deber social, el respeto a la dignidad humana, la solidaridad y la complementariedad. De este supra valor se desprenden otros seis valores que forman parte del Marco Estratégico para el Periodo 2014 – 2019:

- Trabajo seguro y saludable: La Corporación Eléctrica Nacional S.A., y sus Trabajadoras y Trabajadores, promovemos el comportamiento seguro y saludable, la gestión de riesgos, las condiciones y medio ambiente de trabajo en todos los niveles de la organización, con el fin de prevenir incidentes, accidentes y enfermedades ocupacionales, en concordancia con la normativa legal vigente.
- Orientación al servicio: La Corporación Eléctrica Nacional S.A., y sus Trabajadoras y Trabajadores, concentramos nuestros esfuerzos en atender los requerimientos y las demandas de los usuarios y proveedores del sector eléctrico con los más altos niveles de calidad, eficacia y eficiencia, contribuyendo así a la resolución de los problemas de la sociedad.
- Responsabilidad: La Corporación Eléctrica Nacional S.A., y sus Trabajadoras y Trabajadores, asumimos el compromiso con y ante el pueblo y el Estado, de cumplir en forma oportuna, eficiente y eficaz las obligaciones y deberes como prestador del servicio eléctrico.
- Honestidad: La Corporación Eléctrica Nacional S.A., y sus Trabajadoras y Trabajadores, asumimos ante el pueblo, y el Estado, el compromiso de cumplir nuestras obligaciones, responsabilidades y actividades de forma consistente, transparente, recta e íntegra.

- **Eficiencia:** La Corporación Eléctrica Nacional S.A., y sus Trabajadoras y Trabajadores, asumimos el compromiso y responsabilidad a través del uso racional y sustentable de los recursos, de cumplir con los objetivos y metas en forma oportuna, así como optimizar los procesos que se requieren para prestar un servicio de calidad acorde con el desarrollo y el crecimiento de la nación y la satisfacción de las necesidades y el buen vivir del Pueblo.
- **Participación:** La Corporación Eléctrica Nacional S.A., y sus Trabajadoras y Trabajadores, estamos comprometidos a sumar esfuerzos para mejorar de forma continua y oportuna los resultados de la empresa, con una actitud proactiva y de cooperación a través del trabajo en equipo y el aprendizaje continuo en todos los niveles de la organización.

### **1.5. Objetivos de la empresa**

Los objetivos establecidos por la empresa se presentan a continuación:

- **Generación:** El parque de generación del Sistema Eléctrico Nacional, asciende a unos 24.000 megavatios (MW) de capacidad instalada y está conformado por un significativo número de infraestructuras, localizadas en su mayoría, en la región de Guayana, donde funcionan los complejos hidroeléctricos más grandes del país. Éstos ofrecen más del 62% del potencial eléctrico que llega a hogares e industrias de toda la Nación.  
Otro 35% de la generación de electricidad proviene de plantas termoeléctricas, y casi un 3% corresponde al sistema de generación distribuida, conformada por grupos electrógenos. Esto ha sido posible, gracias al rescate del parque de generación por parte de CORPOELEC.
- **Transmisión:** Dado que en Venezuela se ha aprovechado eficiente y sosteniblemente el potencial hidroeléctrico de las aguas del poderoso río Caroní, al sur del país, esta zona se ha convertido en el principal punto geográfico que surte de energía a casi todo el territorio nacional. Ello ha

obligado a desarrollar sistemas de transmisión capaces de transportar grandes bloques de energía a largas distancias y en niveles de voltaje muy elevados, utilizando subestaciones y líneas de alta tensión.

- **Distribución:** Las redes de distribución son fundamentales dentro del proceso de transporte de la energía eléctrica, para lograr el suministro eficiente y confiable del servicio a las usuarias y usuarios, de todo el país.

Los sistemas de distribución en Venezuela están conformados por líneas, transformadores y subestaciones eléctricas, que operan en diferentes niveles de voltaje. Estos sistemas están ubicados en todo el territorio nacional, lo que permite un alto porcentaje de electrificación de zonas urbanas y rurales, alcanzando un 98% de todo el país.

- **Comercialización:** CORPOELEC impulsa un proceso de comercialización eficiente con la finalidad de ofrecer diversas ventanas de atención: oficinas comerciales; atención telefónica, y oficinas virtuales; esto con el fin de velar por la comodidad y bienestar de nuestros usuarios y usuarias.

Para satisfacer los altos estándares de eficiencia que el pueblo venezolano exige y merece, CORPOELEC ofrece un conjunto de soluciones que permite agilizar la contratación del servicio eléctrico en todo el país, con criterio de comodidad y bienestar.

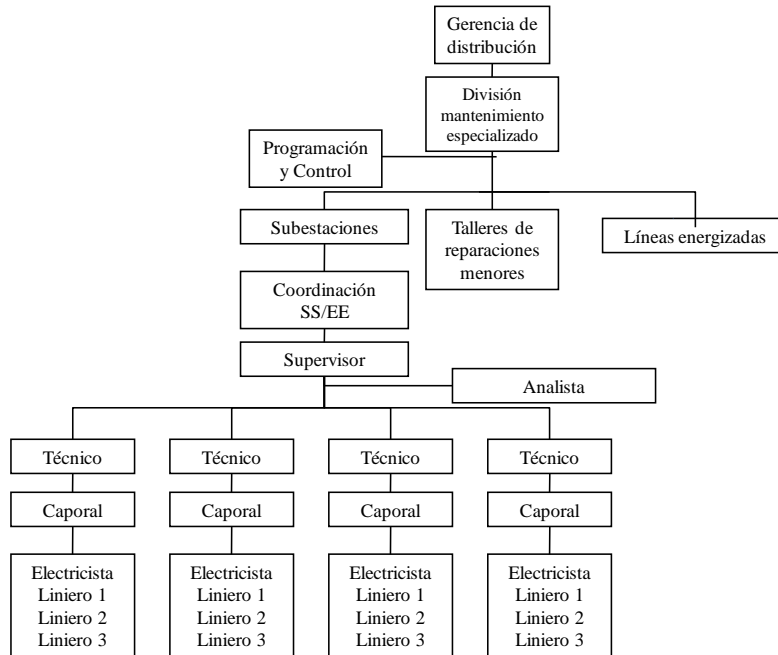
- **UREE:** Desde sus inicios, CORPOELEC ha implantado y desarrollado estrategias para promover el uso racional y eficiente de la energía eléctrica, en función de optimizar el sector eléctrico y, a su vez, la calidad de vida de los venezolanos y venezolanas.

UREE tiene como objetivo fundamental ejecutar políticas y acciones en materia tecnológica, educativa, comunicacional y regulatoria, para promover el hábito del uso racional y eficiente de la energía eléctrica en toda la población venezolana, a fin de preservar el ambiente y resguardar nuestra soberanía energética.

## 1.6. Estructura organizativa



### ESTRUCTURA ORGANIZATIVA



**Figura 1. Organigrama General de CORPOELEC**

Fuente: CORPOELEC (2018)

## **CAPÍTULO II**

### **EL PROBLEMA**

#### **2.1. Planteamiento del problema**

En la actualidad, la dependencia que tiene el mundo respecto a la electricidad es enorme, es un recurso de vital importancia para la sociedad, por cuanto se ha utilizado para mejorar la calidad de vida del ser humano. Las empresas encargadas de generar, transmitir, distribuir y comercializar este servicio han tenido como objetivo fundamental, el proveer energía eléctrica con la mayor calidad y confiabilidad posible; a la vez que intentan disminuir los costos de operación y mantenimiento del mismo. Por ende, las compañías eléctricas aprovechando los avances tecnológicos han optado por invertir recursos monetarios en mejoras de las instalaciones y capacitación de su personal, en pro de brindar a los usuarios un buen servicio eléctrico.

En Venezuela, existe la empresa Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC), que se encarga de generar, transmitir, distribuir y comercializar la energía eléctrica. La mayor parte de la energía eléctrica, se produce a través de la generación hidroeléctrica en las Plantas Simón Bolívar y Francisco de Miranda, ubicada en el Estado Bolívar, y Antonio José de Sucre, ubicada en el Estado Sucre; a la vez otros estados tienen su propio parque de generación, que se interconecta con todo el sistema eléctrico nacional.

De igual forma tiene un grupo de subestaciones encargadas de transformar los niveles de voltaje y distribuir la energía eléctrica, a través de líneas de transmisión, hasta llegar a las subestaciones principales de los sistemas de distribución y finalmente entregar la energía eléctrica a los usuarios bajo niveles de tensión normalizados mediante circuitos de distribución.

El sistema de distribución eléctrico opera a través de redes constituidas por una serie de equipamientos y dispositivos orientados a brindar niveles adecuados de seguridad del servicio eléctrico.

Para evitar fallas inherentes a la calidad del servicio prestado por la compañía eléctrica, esta instala dispositivos y equipos de protección que tienen como objetivo monitorear las condiciones de la red eléctrica, para determinar si la misma opera de manera normal o presenta una anomalía. En caso de presentarse una anomalía, los sistemas de protección deben despejar la falla de la forma más rápida posible. De manera de aislar de la red eléctrica la sección fallada, manteniendo la continuidad y estabilidad del servicio de electricidad.

Actualmente, estos equipos han presentado fallas por ser equipos antiguos o por falta de mantenimiento, esto hace que ocurran apagones durante horas en distintos sectores del país. Dichas fallas ocasionan pérdidas tanto a nivel empresarial, como a nivel social, ya que muchos equipos se dañan por esas variaciones energéticas.

Para proteger dichos circuitos de distribución, se cuenta con una variedad de dispositivos de protección de diversos fabricantes, con el fin de garantizar el suministro de energía. Entre los distintos dispositivos de protección se encuentran las marcas: NOJA Power, KYLE, SIEMENS, COOPER, ISODEL, entre otros.

Unos de estos dispositivos de protección son los reconectores e interruptores. Giorgio Louigi Ramirez Quiroz (2016), lo define como “un dispositivo de seguridad contra cortocircuitos y sobre corriente y permite el flujo constante de la energía, se emplea en las redes de distribución”. Dicho dispositivo como su nombre lo dice “reconecta” automáticamente el flujo de la energía cuando ocurren fallas, sean temporales o por unos segundos, protegiendo la línea y los artefactos de los usuarios.

Para el objetivo de esta investigación se trabajara con el sistema de distribución, en este caso en la Subestación Centro Michelena, donde específicamente en la Bahía N° 1 se encuentran los transformador que alimentan los circuitos de salidas, circuito que presta servicio a casi el 60 % del casco central del municipio Valencia. Todos estos circuito se encuentran en celdas con año de fabricación de 1989, estas celdas ya

cumplieron su tiempo de vida útil, aunado a diversas fallas por descargas interna que han hecho que los mismos funcionen casi a un 30 %, provocado que se abran los circuitos de manera imprevista, haciendo que se interrumpa la energía eléctrica en distintas zonas del municipio valencia. El Departamento de Mantenimiento de Subestaciones cuenta con varios Interruptores y reconectores de última generación pero que sus elementos internos se han dañado por fallas a tierra y descargas atmosféricas. Estos Interruptores y reconectores se quieren utilizar para adecuarlos a los dispositivos antiguos que se encuentran en la Subestación Centro Michelena y así solucionar las actuales fallas.

## **2.2. Formulación del Problema**

Por las razones descritas anteriormente surge la siguiente interrogante:

¿De qué manera se puede adecuar los interruptores y reconectores para normalizar la Bahía N° 1 en la Subestación?

## **2.3. Objetivos de la investigación**

### **2.3.1 Objetivo General**

Elaborar una propuesta de adecuación y normalización en los interruptores y reconectores en la subestación Centro Michelena.

### **2.3.2. Objetivos específicos**

- Describir el funcionamiento de los interruptores de la Bahía N° 1 en la subestación.
- Determinar los equipos que se pueden utilizar para la adecuación y normalización del sistema.
- Analizar la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de adecuación.
- Diseñar el método de adaptación de los equipos para la adecuación final en los Interruptores y reconectores.

#### **2.4. Justificación de la investigación**

Al solucionar el problema que presentan los interruptores y reconectores de la bahía N° 1 de la Subestación Centro Michelena de CORPOELEC., los trabajadores podrán operar los procesos con mayor facilidad y seguridad, evitando así el daño al personal y a los equipos de la empresa por no tener sus elementos internos en óptimas condiciones. Así mismo, los clientes se benefician al contar con una empresa que mejora sus servicios.

#### **2.5. Alcance**

La propuesta de este proyecto abarcará la descripción del proceso de interrupción y reconexión, el estudio de las capacidades de los equipos con inclusión de sus elementos internos, el análisis de la factibilidad técnica, económica y operativa con la finalidad de corroborar que el proyecto es viable para la empresa, así como la programación de la interfaz HMI (Human Machine Interface) del reconector.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Antecedentes de la investigación**

Es preciso considerar que para el desarrollo de este estudio de ingeniería fue necesaria la ejecución de una revisión y análisis de diversos trabajos de investigación culminados con anterioridad. Es por ello que se analizan trabajo a nivel nacional e internacional, enfocados en el uso y características de sistemas de protección, control, medición y comunicación de los circuitos de distribución, para considerar lo mejor de cada uno de ellos.

Cuevas, A. y Hernández, J. (2013) con su trabajo titulado **“Coordinación de protecciones de un sistema de distribución”**. Presentado en el Instituto Politécnico Nacional, México, DF, para obtener el título de Ingeniero Electricista. El mismo está orientado a los sistemas de protección y control en las subestaciones de distribución. Para lo cual se contó con un amplio respaldo teórico de los equipos de protección: reconectores, fusibles, seccionadores, modelos circuitales, secuencia de disparos, diagramas, entre otros. Este proyecto está orientado, a que en las redes de distribución eléctrica representan fallas por corto circuito, cuya causa primaria puede ser variada, por ejemplo contacto de conductores por árboles, arcos eléctricos por descargas atmosféricas, arcos eléctricos por contaminación superficial en los aisladores, vandalismo, se presentan fallas que están catalogadas de fase a tierra, fase a fase, trifásicas, trifásicas a tierra, entre otros.; las cuales están presentes en todas las redes de distribución. Debido a lo anterior se debe contar con una metodología que describa la forma de calcular las corrientes de falla, seleccionar los dispositivos de protección y hacer la coordinación de estos para que operen en forma selectiva.

Esto se realiza con la finalidad de mejorar los sistemas de protección y control, y así asegurar un funcionamiento eficiente de todo el sistema de distribución.

Así mismo, Chunchu, J. (2013) con su trabajo titulado **“Modernización y automatización de la subestación Gonzanamá perteneciente al sistema eléctrico de potencia para la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. (LOJA).”**. Presentado en la universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador, para la obtención del título de ingeniero eléctrico. Este proyecto está orientado a la modernización, vigilancia y operación de la subestación Gonzanamá. Esto se debe a que contaba con relés electromecánicos para comandar al recloser o reconector, que no tiene mando automático para apertura o cierre; periódicamente se tenía que recoger datos de funcionamiento del relé enviando personal autorizado (Cuadrillas). Así mismo la subestación de distribución no contaba con cámaras de vigilancia o monitores, sensores en la casa de mando, entre otros. Debido a estas situaciones los equipos del sistema estaban expuestos a incidentes, accidentes o robos. Por estas situaciones, se implementaron elementos de protección: como interruptores de potencia con su circuito de control, seccionadores, entre otros. Además del monitoreo y supervisión de las señales y alarmas del proceso y diseño de un sistema SCADA. Con la finalidad de optimizar el funcionamiento de la subestación.

Finalmente, Rivas Carlos E. (2013) con su trabajo titulado **“Manual de operación, programación y pruebas eléctricas del reconector automático trifásico, tipo intemperie, 630 A, 27 kV, acero inoxidable, marca Schneider Nu-Lec, serie U, caja de control flex-vue.”**. Presentado en la universidad SIMÓN BOLÍVAR, Camurí Grande-Vargas, para optar el título de Técnico Superior Universitario en Tecnología Eléctrica. El cual está orientado a la necesidad de capacitar al personal de CORPOELEC, en la programación / configuración y mantenimiento del reconector automático, tipo intemperie, 630 A, 27 kV marca Schneider Nu-Lec, dado que el mismo es de adquisición reciente. A tales efectos los objetivos principales de este trabajo de pasantías son: La elaboración del manual mencionado en el título, la realización en taller de todas las pruebas operativas y para el mantenimiento así como la simulación de todos los aspectos asociados a su programación / configuración.

Estos trabajos de investigación son de gran utilidad y sirven como respaldo para la presente investigación debido a que consisten en el estudio, mantenimiento o sustitución de equipos de protección y control antiguos o defectuosos, bien sea para solucionar fallas presentadas o para mejorar algunas características de los procesos.

### **3.2. Bases teóricas**

Si consideramos que para llevar a cabo este proyecto de investigación tenemos que tomar en cuenta una serie de conceptos y proposiciones que constituyen enfoques directos, para así poder explicar con más precisión el problema planteado, a través de una absoluta revisión bibliográfica de textos y contenidos relacionados con el tema estudiado.

#### **3.2.1 Sistema de Potencia:**

Es una red formada por unidades generadoras eléctricas, cargas y/o líneas de transmisión de potencia, incluyendo el equipo asociado, conectado eléctricamente o mecánicamente a la red.

#### **3.2.2 Subestación:**

Una S/E eléctrica es usada para la transformación de la tensión de la energía eléctrica. El componente principal de una S/E eléctrica es el transformador.

Las SS/EE se pueden denominar de acuerdo con el tipo de función que desarrollan, en 2 grupos:

- **Elevadora:** S/E de transformación en la cual la potencia de salida de los transformadores está a una tensión más alta que la potencia de entrada.
- **Reductora:** S/E de transformación en la cual la potencia que sale de los transformadores tiene una tensión más baja que la potencia de entrada.

### 3.2.3 Interruptores:

El interruptor de potencia es el dispositivo encargado de desconectar una carga o una parte del sistema eléctrico, tanto en condiciones de operación normal (máxima carga o en vacío) como en condición de cortocircuito. La operación de un interruptor puede ser manual o accionada por la señal de un relé encargado de vigilar la correcta operación del sistema eléctrico, donde está conectado.

### 3.2.4 El reconectador:

Es un interruptor con reconexión automática, instalado preferentemente en líneas de distribución. Es un dispositivo de protección capaz de detectar una sobrecorriente, interrumpirla y reconectar automáticamente para reenergizar la línea. Está dotado de un control que le permite realizar varias reconexiones sucesivas, pudiendo además, variar el intervalo y la secuencia de estas reconexiones, además de telecontrol.



**Figura 2. Reconectador COOPER**

Fuente: Cooper Power Systems

**Funcionamiento:**

- El Reconectador posee interruptores de vacío contenidos en un tanque de acero inoxidable grado marino 316, totalmente soldado y sellado, especialmente diseñado para el montaje sobre poste. Dicho tanque está lleno de gas de hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), el cual tiene excelentes propiedades de aislación eléctrica, lo cual da por resultado un equipo compacto y con un mínimo de mantenimiento.
- El gabinete de control, el cual se instala a poca altura para facilitar el acceso, es el que contiene al Panel de Control del operador y a la unidad de microelectrónica. Dicho gabinete cumple con las funciones de protección, controla y monitorea al reconectador. Se conecta al reconectador mediante un cable umbilical enchufable.
- El reconectador junto con el gabinete de control constituyen un equipo de monitoreo y control a distancia. El reconectador se cierra mediante un impulso de corriente controlada que proviene de un capacitor que se encuentra en el gabinete de control y que se transmite a través del solenoide de cierre éste atrae la placa, la cual, a su vez, cierra los contactos en el interruptor de vacío mediante las barras impulsoras.
- Los contactos, a su vez, se mantienen en posición cerrada por medio de las lengüetas del enganche que se apoyan en la barra de apertura. La apertura de los contactos se logra mediante la liberación de un impulso de corriente controlada desde un capacitor y a través de la bobina de apertura.
- Dicho impulso atrae a la armadura de la barra de apertura que hace girar a esta última y libera el enganche. El resorte de apertura y los resortes de contacto aceleran esta apertura de los contactos.
- La presencia de la conexión flexible está destinada a permitir que ocurra el movimiento de dichos contactos. Así mismo, los bushings aislantes sirven para

aislar el tanque de los conductores, y proporcionan un doble sello para el tanque.

- Dichos bushings brindan la aislación necesaria, y sirven de soporte para los sensores de tensión, que están encapsulados, y para los transformadores de corriente. Estos bushings cumplen con la norma DIN 47 636-630 (opción roscada), lo cual permite otro tipo de conexión de cables si se lo deseara.
- Los bushings de material polimérico y los 3 metros de cable de aluminio para 400A con aislación al agua, se proveen en forma standard para realizar el montaje en sitio.
- Esta disposición de los elementos permite tener un reconectador de dimensiones compactas, pero que, al mismo tiempo, se puede conectar a un sistema conductor ya sea aislado o desnudo, según sean las necesidades. Este sistema de conexiones totalmente aisladas permite que el equipo esté a salvo de fallas provocadas por los pájaros y otras especies de vida silvestre.
- El soporte para el montaje de los descargadores brinda mayor comodidad y practicidad a la instalación, (también se puede proveer el reconectador para montaje en subestación).
- Se requiere una fuente de alimentación de tensión auxiliar de 110, 220, 240 ó 415 V para alimentar la unidad. Si ésta no fuera conveniente, existe la opción de compra de un transformador interno de tensión. El gabinete de control se conecta mediante un cable umbilical a la parte inferior del tanque del reconectador a través de un dispositivo cubierto.
- Un indicador de tamaño adecuado y de conexión directa al mecanismo del equipo muestra la posición de los contactos (Abierto/Cerrado) de un modo confiable, y es fácilmente visible desde el piso a 100 m de distancia. El reconectador se puede abrir desde el piso mediante el uso de una pértiga.
- Posteriormente, dicho reconectador se puede bloquear aislando las bobinas de apertura y de cierre desde el Panel de Control del Operador.

## CAPÍTULO IV

### MARCO METODOLOGICO

#### 4.1. Tipo de investigación

Las características de esta investigación se encuentran bajo el enfoque de proyecto factible, debido a que propone soluciones prácticas al problema presentado en el proceso de reconexión de los interruptores y reconectores. En esta trayectoria, la UPEL (2016) define el proyecto factible como un estudio que “consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.”(p.21).

El Proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades en cuanto a los procesos de adecuación y normalización de los reconectores e interruptores y a la tecnología en lo que se refiere a los materiales a utilizar.

Bajo las definiciones anteriores se deduce que, un proyecto factible tiene como finalidad el diseño de una propuesta de acción que permita el logro de objetivos para resolver un problema que pueda tener la empresa. Situación a la que se dará como solución desarrollando la propuesta de adecuación y normalización de los interruptores y reconectores, teniendo un control con HMI (Human Machine Interface). Se estudian las características y situación actual de la subestación Centro Michelena. A su vez se programa el sistema de control con HMI (Human Machine Interface) para el funcionamiento del proceso de reconexión. Con ello se corrigen los problemas actuales que incorporan el control del proceso y se normaliza el funcionamiento de los equipos de la Bahía N° 1 en la subestación Centro Michelena.

## **4.2. Diseño de la investigación**

Esta investigación corresponde a la modalidad diseño de Campo por las características que presenta y que describe perfectamente, por el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la UPEL (2016) define este tipo de investigación: “Se entiende por Investigación de Campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios...” (p.18).

Por ello, el diseño de esta investigación es de campo, ya que consiste en recolectar los datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos.

## **4.3. Nivel de la investigación**

Según Arias (2012) “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio”.

De igual modo, de acuerdo al nivel, este trabajo de grado es descriptivo, según Arias (2016) la investigación de tipo descriptiva “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (p. 24). Así mismo basado en este concepto, este estudio se considera descriptivo ya que se detallan el funcionamiento y elementos del proceso, para caracterizar el sistema de control de reconexión y de ese modo establecer un comportamiento normalizado, para la búsqueda de la solución de la problemática planteada. También, se describe la programación del equipo de control con HMI (Human Machine Interface) que se implementara en el proceso de reconexión en la de la Bahía N° 1 en la subestación Centro Michelena.

#### **4.4. Fases de la investigación**

El estudio se realizara con los procedimientos que se mencionan; los cuales se han dividido en etapas o fases para facilitar su desarrollo y alcance de los objetivos planteados. Estas fases fueron establecidas según el investigador, las cuales son:

##### **4.4.1. Fase I. Descripción del funcionamiento actual de los interruptores de la Bahía N° 1 en la subestación Centro Michelena.**

La investigación se inicia con la obtención de la información, datos esenciales e importantes para realizar el estudio referente a las características de este proceso, de los equipos y su sistema de control como lo son: el interruptor, los sensores, tablero de control y operación del proceso de interrupción.

##### **4.4.2. Fase II. Determinación de los equipos que se pueden utilizar para la adecuación y normalización del sistema.**

En esta fase de la investigación incluye:

Estudio de las características de los reconectores, con su sistema de control con HMI (Human Machine Interface) para adecuarlos y normalizarlos a los requerimientos del proceso, con la finalidad de reemplazar al sistema actual.

##### **4.4.3. Fase III. Análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de adecuación.**

En esta fase, se realizara el análisis detallado y preciso para comprobar si es viable el proyecto, tomando en cuenta el enfoque técnico, operativo y económico.

##### **4.4.4. Fase IV. Diseño del método de adaptación de los equipos para la adecuación final en la Bahía N° 1 en la subestación Centro Michelena.**

Finalmente, esta fase de la investigación incluye:

- Descripción de los pasos para la adaptación y normalización de los reconectores.
- Diseño de los planos eléctricos finales que contengan, toda la información de mayor importancia de la adecuación.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos al ejecutar cada una de las fases establecidas previamente en la metodología, que se plantearon para la elaboración de la propuesta de adecuación y normalización de interruptores y reconectores de la bahía nº 1 de la subestación CENTRO MICHELENA de CORPOELEC. A continuación, se describe cada una de las cuatro fases que componen el proyecto:

#### **5.1. Fase I. Descripción del funcionamiento actual de los interruptores de la Bahía Nº 1 en la subestación Centro Michelena**

En esta etapa se llevó a cabo un diagnóstico del estado actual del sistema eléctrico de la subestación, se observó el funcionamiento de los equipos involucrados en el proceso y finalmente se recolectó información referente al mismo, con el fin de determinar el mal funcionamiento de los equipos y así realizar una propuesta enfocada en solventar las fallas que presentan. Por esta razón, se define ésta, como la fase exploratoria de la investigación, donde se especifica la función del equipo en cuestión y se explican los principios de funcionamiento de todo el sistema. En este orden de ideas, es necesario destacar que el objetivo de la subestación consiste en la reducción de la energía eléctrica que llega desde el sistema de transmisión, donde es destinada a diferentes equipos encargados de realizar diversas funciones, los cuales hacen posible el proceso para enviarlo al sistema de distribución de la ciudad de Valencia.

Para iniciar el proyecto se acudió a la Subestación, pudiendo observar que para realizar el proceso mencionado anteriormente, la energía eléctrica llega desde la

subestaciones Guaparo y Cardenera. Dicho proceso inicia en el Interruptor (ver figura 3), encargado de proteger el transformador. Para ello cuenta con la tecnología necesaria que permite realizar de forma automática mediante un sistema de control capaz de maniobrar el equipo y coordinar la protección ante fallas.



**Figura 3. Interruptor de potencia encargado de proteger al transformador**

Fuente: Elaboración propia (2018)

La energía eléctrica llega a los transformadores (ver figura 4), realiza el proceso de reducción de 34,5 kV a 13,8 kV, y alimenta los dos interruptores del lado de baja tensión de la barra principal (ver figura 5), donde van conectados 10 interruptores de salida para los distintos lugares que se distribuye la energía.



**Figura 4. Transformador TRAF0 de 34.5/13.8kV**

Fuente: Elaboración propia (2018)

Cabe destacar que cada interruptor cuenta con dos transformadores de corriente, uno de medición y el otro de protección; el primero (ver figura 6), realiza la medición que va a la sala de control como se puede observar en la página 29 y el segundo alimenta el relé de protección para realiza la apertura y cierre del interruptor por medida de seguridad ante fallas (ver pág. 30).

Esta subestación cuenta distintos de estos transformadores mencionados anteriormente, con características de relación diferente; de 1200-600-400/5 A, es decir, el sistema no se encuentra normalizado, esto es de suma importancia ya que al realizar medición y protección se tienen que realizar distintas configuraciones en el circuito para que los interruptores puedan trabajar al nivel deseado, en este caso 400/A de interrupción.



**Figura 5. Interruptor Isodel**

Fuente: Elaboración propia (2018)



**Figura 6. Transformador de corriente**

Fuente: Elaboración propia (2018)

Se pudo observar que se cuenta con 15 celdas, 2 de servicios auxiliares y 13 interruptores; 10 de salidas de líneas en 13,8 kV, 2 de llegada de barra y 1 de enlace de barra (ver figura 7), de los cuales se encuentran inoperativos 6 interruptores, quedando solo 4 de salidas, 2 de llegada de barra y 1 del enlace, estos encargados de poner en funcionamiento la medición y coordinación de protección en la subestación, generando así una serie de inconvenientes detallados en el planteamiento del problema (Ver pág. 9). Por lo tanto, se determinó que estos no se encontraban en buen estado, asumiendo que el problema de la falla de la subestación provenía específicamente de este sistema de protección.



**Figura 7. Celda de interruptores**

Fuente: Elaboración propia (2018)

El sistema de control está instalado en una sala con un tablero, donde se puede observar la medición y coordinar de forma manual la apertura y cierre de los

interruptores como medida de protección de dicho sistema (ver figura 8). Se sigue que, los interruptores son la causa de las fallas presentes en el sistema, estos son considerados como equipos obsoletos por su año de fabricación, y es necesario reemplazarlos por nuevos equipos con un mejor sistema de control.



**Figura 8. Tablero de medición y control**

Fuente: Elaboración propia (2018)

Por otra parte, conviene destacar que en este diagnóstico se revisó el tablero de control utilizado por los operadores para manipular los interruptores que intervienen en el proceso, notando que a pesar de encontrarse deteriorado por el tiempo de uso, este cumple con sus funciones básicas.

A continuación se presentan algunas imágenes actualizadas de la subestación. De esta manera se puede visualizar algunos de los elementos encargados de llevar a cabo las funciones requeridas en el proceso de medición. Además, cabe destacar que la situación problemática se origina en los interruptores como antes se pudo mencionar, por ello el estudio realizado en la investigación se enfoca en dicho equipo.

Sin embargo, es importante considerar que los demás equipos involucrados son importantes en el sistema.



**Figura 9. Tablero de medición y control**

Fuente: Elaboración propia (2018)



**Figura 10. Tablero de medición y control**

Fuente: Elaboración propia (2018)

Se pueden observar en las figuras anteriores que de los 10 interruptores de salidas solo 4 están en funcionamiento, Boyacá, Michelena, Cantaura y Díaz Moreno.



**Figura 11. Relés del interruptor**

Fuente: Elaboración propia (2018)



**Figura 12. Baterías de respaldo**

Fuente: Elaboración propia (2018)

En consecuencia, con el propósito de plasmar la información, se muestra en la Tabla 1 las características técnicas del Interruptor Isodel HIPTW 306F.

**Tabla 1. Características técnicas del Interruptor Isodel HIPTW 306F**

<b>Interruptor Isodel HIPTW 306F</b>			
Nivel de aislamiento (CEI, UNE)		kV	12
Frecuencia nominal		Hz	50/60
Tensiones de ensayo	Fase-tierra 50 Hz 1 min Entrada-salida	kV	55
	Fase-tierra 1,2/50 $\mu$ s Entrada-salida	kVcr	125
	Distancia de seccionamiento 50 Hz 1 min	kV	75
	Distancia de seccionamiento 1,2/50 $\mu$ s	kVcr	145
Intensidad nominal		A	1.250 1.600 2.000 2.500 3.150
Tensión nominal (inferior/superior)		kV	15/ 25
Poder de corte simétrico nomina - O-3 min-CO-3 min-CO - O-0,25 s-CO-3 min-CO		MVA MVA	750 750
Corriente simétrica de corte nominal - O-3 min-CO-3 min-CO - O-0,25 s-CO-3 min-CO		kA kA	28,8/17,3 28,8/17,3
Corriente simétrica de corte bajo tensión reducida - O-3 min-CO-3 min-CO - O-0,25 s-CO-3 min-CO		kA kA	<15kV 28,8 28,8

Tabla 1. Cont.

Corriente establecida nominal (valor cresta)	kAcr	73,5
Corriente nominal de corta duración 1s	kA	57,6
Poder de corte capacitivo sin recibidos de: - Líneas y cables en vacío - Batería de condensadores	MVAR MVAR	1,25 25
Tiempo máximo de cort	s	0,05
Tiempo propio	s	0,037
Tiempo máximo de cierre	s	0,12
Tipos de mando		BNR3 (M)
Contenido de aceite por polo - Intensidad nominal $I \leq 1.600$ A. - Intensidad nominal $I > 1.600$ A.	Kg Kg	3,3 3,3+2,2

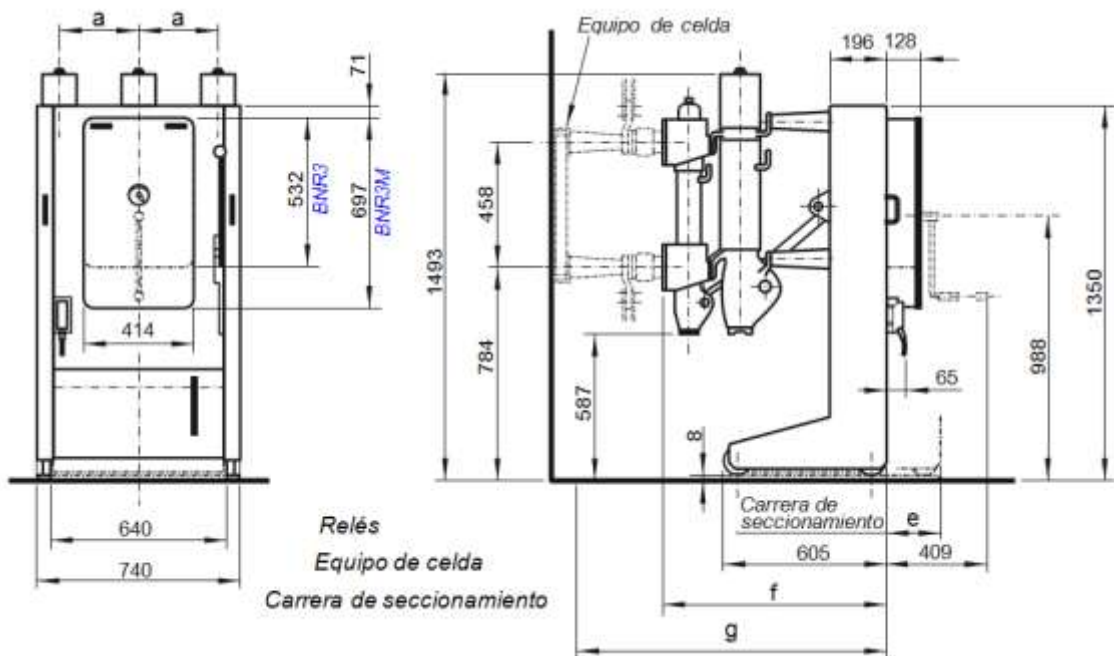
Fuente: Manual Isodel (2017)

Seguidamente en la tabla 2 y tabla 3 se incluye información de las dimensiones mando tipo BNR (M) y equipo de celda del interruptor Isodel HIPTW 306F, donde se incluye las figuras 13, 14 y 15 respectivamente.

**Tabla 2. Dimensiones de Mando tipo BNR (M)**

<b>Interruptor Isodel HIPTW 306F</b>						
Tension nominal kV	Intensidad Nominal A	a	e	f	g	Masa aprox. Kg
15/25	2500-3150	290	196	933	1211	405

Fuente: Manual Isodel (2017)



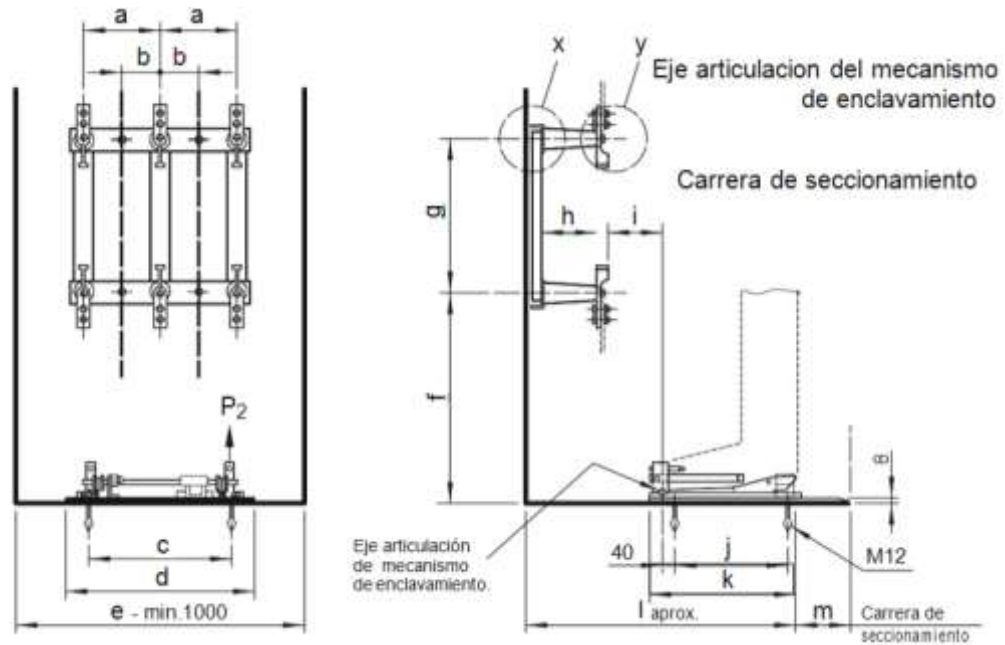
**Figura 13. Dimensiones de Mando tipo BNR (M)**

Fuente: Manual Isodel (2017)

**Tabla 3. Dimensiones de equipo de celda**

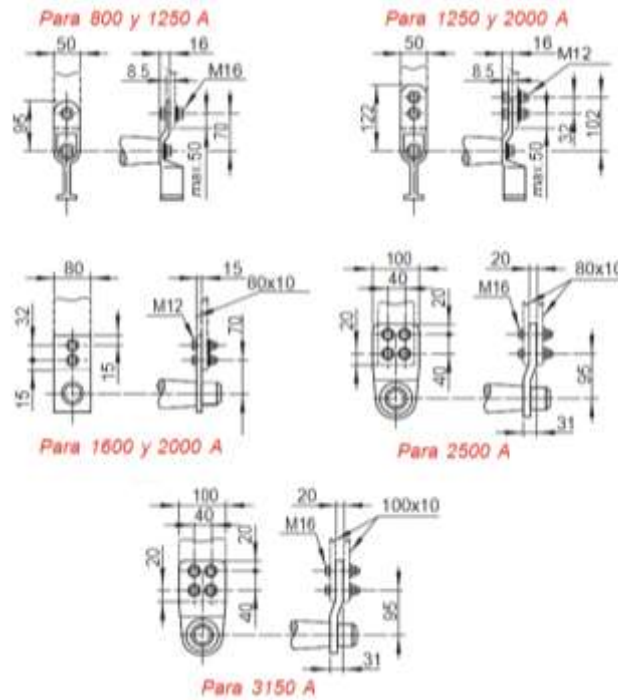
Interrupor Isodel HIPTW 306F															
Intensidad nominal A	a	b	c	d	f	g	h	i	j	k	l	m	1*		Masa aprox Kg
													P1 (Kgf)	P2 (Kgf)	
2500-3150	300	150	550	720	786	458	220	385	422	562	1211	196	180	540	82

Fuente: Manual Isodel (2017)



**Figura 14. Dimensiones de equipo de celda**

Fuente: Manual Isodel (2017)



**Figura 15. Dimensiones de las toma de corriente**

Fuente: Manual Isodel (2017)

Con el fin de representar de manera gráfica las instalaciones eléctricas presentes en la misma, se elaboró un plano que permitió visualizar el proceso de forma ordenada y simplificada. Así pues, al revisar, estudiar y analizar dicho plano para obtener una idea más clara del funcionamiento del sistema, por esto se logró elaborar un diagrama general capaz de describir el proceso antes mencionado (ver pág. 55).

Finalmente, este proceso funciona bien de la manera en la que se encuentra construido, a excepción de que los equipos actuales se encuentran averiados. Dado que estos son equipos que le permite al operador interactuar con el sistema, y no se cuenta con los repuestos para repararlos, es necesario hacer la adecuación con equipos disponibles en la empresa, que permitan realizar el control del proceso, los ajustes de operación, el monitoreo de las variables del mismo. Esto también permitiría mejorar algunos aspectos que no estaban contemplados, tales como:

- Un control programable con pantalla HMI donde se puede ajustar fácilmente los valores de corriente de apertura y cierre con temporización y cantidad de disparos ante fallas.
- Registro de fallas con fecha y hora.
- Medición del voltaje, fase de cada línea y factor de potencia.
- Distintos puertos de comunicación y con opción de colocar sistema SCADA.

## **5.2. Fase II. Determinación de los equipos que se pueden utilizar para la adecuación.**

Después de haber estudiado las condiciones actuales del sistema de protección, se determinó que las máquinas poseen elementos internos dañados y dispositivos de automatización desactualizados. Se sigue que, estos equipos fueron instalados en el año 1979, por lo que la mayoría se encuentran en mal estado, representando un riesgo para el sistema eléctrico de la subestación, ya que al considerar el desgaste y antigüedad de la maquinaria, dichos equipos son vulnerables a fallas.

Así pues, es evidente que, en caso de presentarse dichas fallas en el sistema de protección, surgiría la necesidad de reparar o sustituir los equipos dañados, lo cual se considera un problema, debido a las dificultades que se pueden presentar para la obtención de repuestos o equipos de remplazo de los mismos, y en consecuencia, esto puede llegar a significar una detención temporal de la subestación, o en su defecto un fallo en el sistema eléctrico de distribución, tal como se puede observar en la actualidad debido a las fallas presentes que afectan a la ciudad de Valencia. Habiendo dicho lo anterior, surge la necesidad de realizar acciones encaminadas en solventar las fallas presentes en el sistema de protección y monitoreo, y así prevenir posibles escenarios indeseados. Por esta razón nace la idea de elaborar un cambio en el sistema de protección y control.

Cabe destacar que el objetivo de la investigación se enfoca en realizar una propuesta de adecuación y normalización, por lo que en la fase anterior se realizó una revisión detallada del mismo y se determinó el origen de las fallas presentes en los interruptores. Del mismo modo se describió el estado actual del sistema de control, resaltando los equipos de mayor importancia que este requiere para trabajar, considerando además, aspectos tales como el estado actual, tiempo de uso, antigüedad y características generales de los mismos. Así pues, las observaciones descritas en el diagnóstico realizado al comienzo de este capítulo, son los argumentos que respaldan y justifican la adecuación de los equipos mencionados anteriormente. De ahí que, la siguiente tarea que se debe realizar es la selección de equipos y tecnologías actualizadas que cumplan con los requerimientos que este proceso exige.

Para iniciar la selección de equipos, se escogió el equipo adecuado para la protección del sistema de control actual. Por lo cual, se decidió estudiar la línea de productos COOPER Power Systems, la cual tiene equipos de protección con un control más versátil, donde se pudo observar similitud y compatibilidad para el funcionamiento del sistema.

En las siguientes Figuras se puede observar una representación gráfica del aspecto físico del reconectador Cooper Tipo Nova 15 y seguidamente se especifica además las partes integradas al mismo.

También, se realizaron una serie de tablas con datos de interés del manual Cooper Power Systems, tales características se organizan para reflejar información importante del equipo.



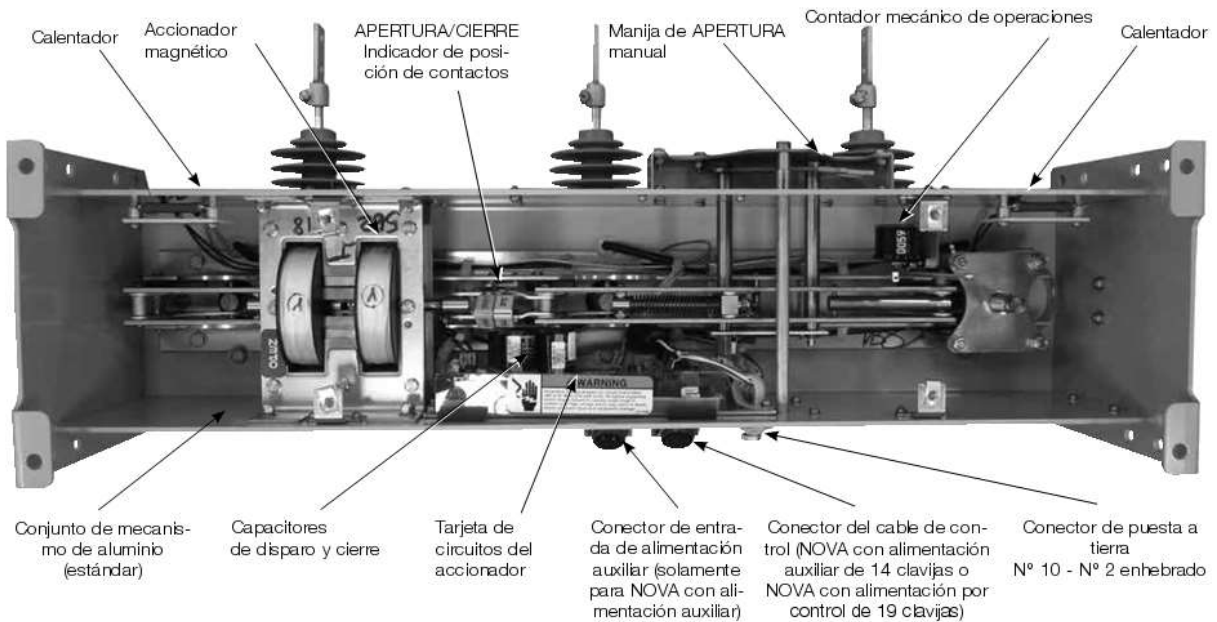
**Figura 16. Reconectador Cooper Nova Tipo 15**

Fuente: Cooper Power Systems (2012)



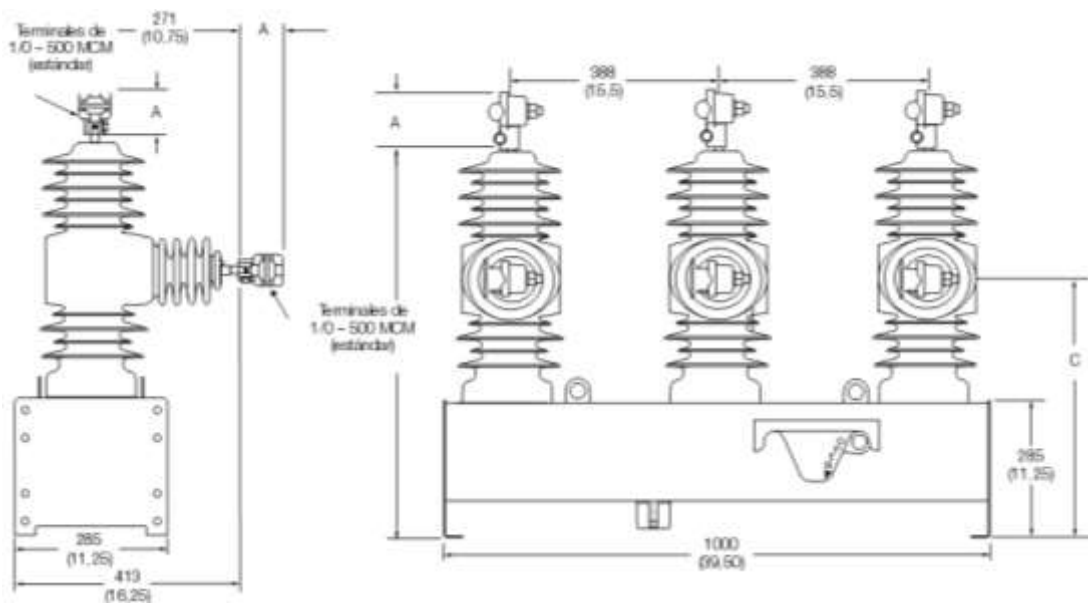
**Figura 17. Placa de especificaciones técnicas**

Fuente: Elaboración propia (2018)



**Figura 18. Mecanismo reconector tipo Nova (vista desde parte inferior del reconector con la cubierta inferior y el blindaje de seguridad de la tarjeta del accionador retirados)**

Fuente: Cooper Power Systems (2012)



**Figura 19. Dimensiones reconector tipo Nova 15**

Fuente: Cooper Power Systems (2012)

NOTA: Todas las dimensiones están en mm (pulg). Las dimensiones mostradas son aproximadas.

**Tabla 4. Opciones de terminal**

	A
Perno de argolla, 1/0 - 500 mcm Alcance del cable (630 A máx.)	80 (3,25)
Perno de argolla 4/0 - 1000 mcm Alcance del cable (800 A máximo)	108 (4,25)
Terminal tipo espada, 2 agujeros (630 A máx.)	114 (4,5)
Terminal tipo espada, 4 agujeros (800 A máx.)	121 (4,75)
Tipo espárrago, roscas 1,125 - 12 (800 A máx.)	82 (3,25)

Fuente: Cooper Power Systems (2012)

**Tabla 5. Dimensiones**

Nova 15 de 110kV	
B	C
791 (31,25)	508 (20)

Fuente: Cooper Power Systems (2012)

Luego de realizar la elección del reconector, se deben seleccionar el equipo de control del reconector que formaran parte del sistema que se quiere actualizar, para lo cual debe tomarse en cuenta la información plasmada en la fase anterior y en la actual, donde se mencionan las especificaciones y de lo que se quiere obtener para el sistema. En pro de realizar la selección apropiada del control para el reconector,

se va a la línea de productos de Cooper destinada a los equipos de control, la cual posee la capacidad de manejar reconectores, bajo diferentes modos de operación.

En consecuencia, el reconector (restaurador) Cooper Tipo Nova 15 será comandado por el control de restauradores controlado por microprocesador Forma 6 el cual contiene conceptos nuevos, y diferentes métodos de implementación de funciones con respecto Interruptor Isodel HIPTW 306F. Así pues, el control de reconectores Forma 6 posee características que benefician a los operadores, ya que el mismo fue diseñado bajo un concepto de estandarización que integra todos los componentes de software y hardware en un único sistema.

De igual manera, los restauradores Kyle® se diseñan y prueban según lo estipulado en las siguientes Normas ANSI: C37.60 y C37.85 y la guía ANSI C37.61, donde se busca generalizar los controladores de diferentes marcas a nivel mundial. También, El sistema de control de calidad de la fábrica de productos de conmutadores de distribución Kyle de Cooper Power Systems cuenta con homologación según la norma ISO 9001. Finalmente, conviene destacar el control de restauradores controlado por microprocesador Forma 6 es compatible para el reconector que se desea reemplazar en el sistema de protección de la subestación, lo cual es una característica importante a considerar si se quiere realizar la adecuación y normalización .

Adicional a las características, se debe mencionar un atributo con el que cuenta este equipo, y es el software diseñado por el fabricante, el cual resulta de gran utilidad para los requerimientos de esta investigación. Pues bien, se ha hablado de compatibilidad, y esto se debe a que el controlador Forma 6 ofrece un procedimiento, mediante un estudio es posible modificar los parámetros en el controlador por medio de su panel frontal, de modo tal, que dichos parámetros puedan destinarse a la medición y control, para así adecuar y normalizar la subestación, es decir, colocar los parámetros necesarios para el que el reconector realice un adecuado proceso de protección.

Por esta razón, resulta conveniente seleccionar el reconectador Nova Tipo 15 como equipo de remplazo para la adecuación que se quiere proponer, ya que este es una versión más versátil que el equipo de protección instalado en el sistema de protección actual, siendo así compatible al proceso, y además permite hacer uso del software destinado a sistemas de subestaciones, con lo cual se simplificaría el proceso de estudio y diseño del control y se reduce el tiempo de trabajo que requeriría la programación.

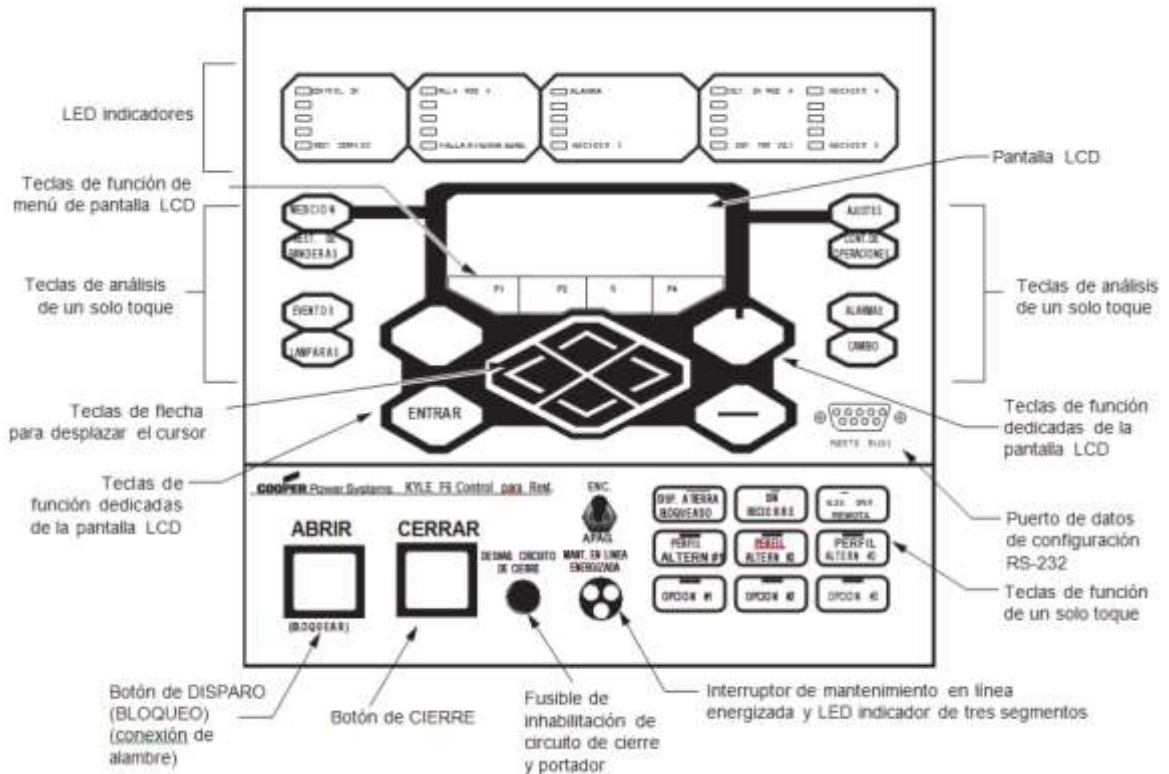
En definitiva, el control seleccionado para este proyecto es el controlador Forma 6 de Cooper, el cual debe ser alimentado con 120 VCA ó 240 VCA, contiene una tarjeta de alimentación, una tarjeta de interfaz discreta, 2 puertos de comunicación y batería de respaldo de 24VCC. La programación y parámetros de configuración del control, incluso el registrador de eventos, se guardan en memoria no volátil y se retienen en caso de la pérdida de alimentación, y además ofrece la posibilidad de colocar puerto de comunicación en serie RS-485 y puerto de fibra óptica conector tipo “ST”, los cuales pueden ser instalados para realizar la conexión del control que se desea sustituir. Además, cuenta con un microprocesador Kyle Forma 6 en su CPU, este permite enlazar al control con el reconectador mediante un puerto, con lo cual se puede transmitir la señal de apertura y cierre de una forma rápida y eficaz.

La marca Cooper ha diseñado una serie de productos, entre estos el Control para reconectores que incluye el tablero del operador, el cual brindan la amplia posibilidad de comunicación, permitiendo programar y visualizar dicho proceso con sus respectivos valores de interés, en una pantalla capaz de enviar instrucciones al sistema de control de forma manual.

La Figura 20 y 21 ilustra el tablero delantero del control Forma 6. El tablero delantero queda separado en dos secciones claramente identificadas y codificadas:

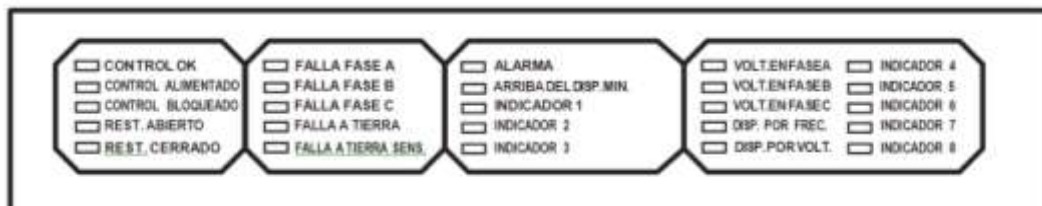
- La parte superior del tablero delantero se usa para programar el control y ofrecer indicación de su estado por medio de los LED.

- La parte inferior del tablero delantero se usa para accionar el control y el restaurador.



**Figura 20. Tablero delantero del control Forma 6 de montaje en poste.**

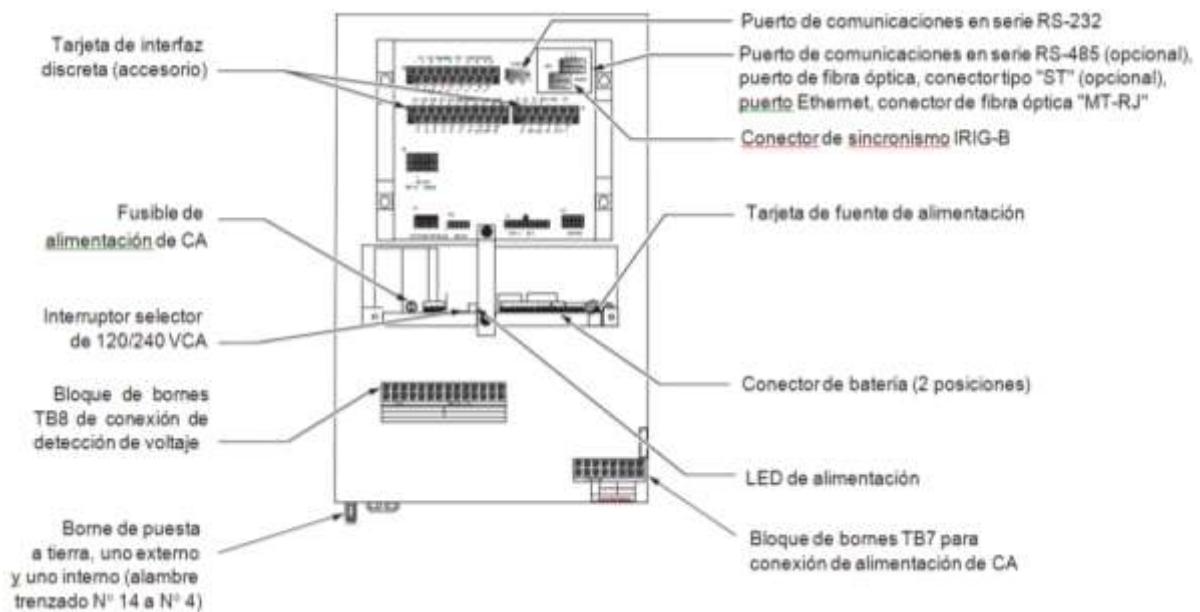
Fuente: Manual Kyle® Forma 6 (2004)



**Figura 21. LED indicadores de estado del control Forma 6 de montaje en poste.**

Fuente: Manual Kyle® Forma 6 (2004)

El tablero trasero del control puede accederse fácilmente por medio de la puerta trasera del gabinete de control con sus puertos en serie y conexiones fáciles de identificar (Figura 22).



**Figura 22. Bloque de bornes de tablero trasero e identificación de puertos de comunicación del control de restauradores Forma 6.**

Fuente: Manual Kyle® Forma 6 (2004)

### **5.3. Fase III. Análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de migración**

Cualquier proyecto a nivel industrial requiere de un análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica para determinar su viabilidad. Es por ello que se presenta el análisis de cada uno de estos aspectos.

#### **5.3.1. Factibilidad técnica**

En esta se indican las especificaciones técnicas de cada uno de los dispositivos necesarios para la adecuación. Como punto de inicio, se expone las especificaciones técnicas del reconectador COOPER NOVA TIPO 15, obtenida del manual del fabricante, según se muestra en las tablas 6, 7, 8, 9 y 10. Esto con el fin de destacar que las mismas cumplen con los requerimientos técnicos, basados en el sistema de protección y control previamente existente en el proceso.

El restaurador debe usarse dentro de los límites establecidos para sus valores nominales. Las Tablas muestran los valores nominales y las especificaciones del restaurador NOVA. La Tabla 10 lista los requisitos de alimentación de la interfaz con alimentación auxiliar.

**Tabla 6. Capacidades de voltaje**

<b>Descripción</b>	<b>15kV</b>
Voltaje máximo	15.5kV
Nivel básico de impulso nominal	110,0 kV
Límite de ruido radioeléctrico ( $\mu V$ )	100 a 9,4 kV
Frecuencia de voltaje no disruptivo, en seco 50 kV	50 kV
Frecuencia de voltaje no disruptivo, en húmedo	45 kV

Fuente: Manual Cooper Nova Tipo 15 (2012)

En la tabla anterior se muestran las características básicas en cuanto a los voltajes máximos que puede soportar el reconector.

**Tabla 7. Capacidades de corriente (amperios)**

<b>Descripción</b>	<b>15kV</b>
Corriente continua nominal	630 A*
Corriente en cortocircuito simétrica	12,5 kA**
Corriente de cierre de cresta asimétrica	32,0 kA
Corriente de carga de cable	10 A

Fuente: Manual Cooper Nova Tipo 15 (2012)

\*También se ofrece un accesorio de 800 amperios.

\*\*También se ofrece una opción de 16,0 kA. (La corriente de cierre tiene una magnitud de 41,0 kA de cresta asimétrica.)

**Tabla 8. Capacidades mecánicas**

<b>Descripción</b>	<b>15kV</b>
Operaciones mecánicas/eléctricas mínimas sin mantenimiento (cierre-apertura)	10.000
Masa (peso) - kg (lb)	86 (190)

Fuente: Manual Cooper Nova Tipo 15 (2012)

**Tabla 9. Ciclo de trabajo**

Tipo	Porcentaje de capacidad de interrupción	N° de operaciones del restaurador	Valor X/R mínimo del circuito
NOVA	15-20	88	4
	45-55	112	8
	100	32	17*
		<u>Total 232</u>	

Fuente: Manual Cooper Nova Tipo 15 (2012)

\*Se ilustran los valores correspondientes a 60 Hz.

**Tabla 10. Requisito de alimentación de interfaz para alimentación auxiliar**

Voltaje	Corriente normal	Corriente	Duración	Potencia recomendada
120 VCA	0,2 A	1,0 A	3 s	150 VA
240 VCA	0,1 A	0,5 A	3 s	150 VA
48 VCC	0,4 A	2,0 A	3 s	150 VA
125 VCC	0,2 A	1,0 A	3 s	150 VA
250 VCC	0,1 A	0,5 A	3 s	150 VA

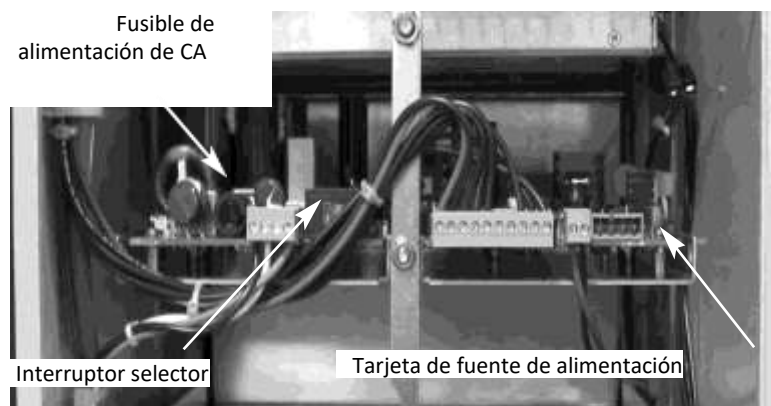
Fuente: Manual Cooper Nova Tipo 15 (2012)

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas del control de reconectores y descripción sus partes externas, obtenidas del manual del fabricante.

### 5.3.1.1. Tarjeta de fuente de alimentación / cargador de baterías

La alimentación de CA entrante se envía a la tarjeta de fuente de alimentación / cargador de baterías, la cual se configura para aceptar 120 VCA ó 240 VCA por medio de un selector ubicado directamente en la tarjeta (Figura 23). El cargador de baterías incorpora un diseño con compensación de temperatura que mantiene la batería del control con carga óptima. La tarjeta de fuente de alimentación / cargador de baterías también incluye una fuente de alimentación auxiliar para alimentar a equipos de comunicaciones (radio, módem, etc.). La fuente de alimentación auxiliar tiene valores nominales de 28 VCC, 65 vatios pico. Se ofrece una fuente de alimentación auxiliar de 28 VCC a 13,8 VCC separada para equipos de comunicaciones con alimentación de 13,8 VCC. Algunas funciones adicionales son las siguientes:

- LED indicador de presencia de suministro de alimentación.
- Interruptor selector de 120/240 VCA para adaptar la unidad a varias conexiones de transformador. El interruptor selector se fija en la fábrica según la especificación del cliente al pedirlo.
- Fusible protector (5 A, 250 VCA).
- Voltaje de excitación de 28 VCC para contactos de entrada de E/S.



**Figura 23. Tarjeta de fuente de alimentación**

Fuente: Manual Kyle® Forma 6 (2004)

### 5.3.1.2. Monitor de ciclo de trabajo

El monitor de ciclo de trabajo proporciona la información siguiente sobre el ciclo de trabajo:

- Mide y registra el trabajo de cada fase individual y lo almacena en memoria no volátil.
- El trabajo del restaurador se mide y almacena en base a la corriente 1,5 x número de operaciones en cada fase (ANSI C37.61).
- La información desplegada se basa en un porcentaje del ciclo de trabajo total de cada fase.
- El registro de trabajo puede ajustarse o reposicionarse si el restaurador es reemplazado, recibe servicio, etc.

**Tabla 11. Factor de ciclo de trabajo**

<b>Tipo de restaurador</b>	<b>Valor nominal de interrupción (A rms simétr.)</b>	<b>Factor de ciclo de trabajo del 100%*</b>
NOVA con alimentación auxiliary	12.500	1111
NOVA con alimentación del control	12.500	1111

Fuente: Manual Kyle<sup>®</sup> Forma 6 (2004)

\*El factor del ciclo de trabajo es el valor x 10<sup>5</sup>

### 5.3.1.3. Cable del control

**Tabla 12. Largos de cable de control disponibles para restauradores Kyle®**

#### **Forma 6**

Tipo de restaurador	Calibre	Largo (metros)	Largo (pies)
WE, WVE27, WVE38X, VWE, VWVE27, VWVE38X, NOVA15 con alimentación auxiliar, NOVA27 con alimentación auxiliar	18	24,1 (máximo)	79 (máximo)
	16	24,4 a 38	80 a 125
	14	38,4 a 61	126 a 200
NOVA15 alimentado por control, NOVA27 alimentado por control	16	3,4 a 38	11 a 125

Fuente: Manual Kyle® Forma 6 (2004)

Dado el estudio la fase anterior y en esta donde se describen las características técnicas del equipo COOPER NOVA TIPO 15 con su control para reconectores Forma 6 seleccionado, donde este cumple con las especificaciones deseadas para la adecuación y normalización de la subestación.

Cabe destacar que esta normalización se puede lograr por medio de la programación de los equipos con valores estándares. En este caso, la subestación no sobrepasa un promedio de los 200 A aproximados de consumo por cada circuito de salida, por esto se quiere realizar la programación de los disparo de apertura y cierre al sobrepasar los 400 A por medida de protección; este el valor deseado para esta subestación.

Este equipo es ideal ya que en un futuro con la creciente población se podría reprogramar a un amperaje de protección mayor.

Estos reconectores tiene una gran ventaja ya que realizan medición que distintas variables como lo son el amperaje, voltaje, potencia, equilibrio de las fase,

frecuencia; también se puede hacer la interrupción en tiempo real por su SCADA o sistema de automatización del alimentador.

Múltiples puertos de comunicaciones están disponibles incluyendo serial y Ethernet con opciones de cable o fibra. Además, adapte su rendimiento de comunicaciones digitales con la asignación configurable por el usuario del protocolo DNP3. El control se puede configurar fácilmente a través de la simple pantalla del panel frontal o con una computadora portátil a través de un puerto serie RS-232 en el panel frontal, a diferencia de los interruptores Isodel los cuales no cuentan con esta versatilidad, por ende se puede concluir que la propuesta, es técnicamente factible.

### **5.3.2. Factibilidad operativa**

Al implementar este proyecto, el sistema de protección de la bahía 1 de centro Michelena. Contará con reconectores en óptimas condiciones, donde tendrán su gabinete con el controlador Cooper Forma 6, la cual poseerá una interfaz visual fácil de manejar, donde se podrá visualizar el estatus del sistema, a su vez también se podrán cambiar los parámetros de control necesarios, habilitar o deshabilitar alguna alarma no primordial con la finalidad de facilitar el trabajo al operador. Para manejar dicha interfaz y navegar por las funciones para modificar los parámetros, no se necesita grandes conocimientos o habilidades en el área, ya que es una interfaz fácil de manejar, además, el personal técnico que operara dicho proceso, ya posee conocimientos de cómo trabajar con este equipo Cooper. Sin embargo, se impartirán las instrucciones de cómo manejar las funciones en la pantalla y como modificar los valores de los parámetros a nuevos operadores en el área. En consecuencia, este proyecto es operativamente factible.

### **5.3.1. Factibilidad económica**

En este punto de la investigación se realizó un análisis económico del proyecto propuesto. En pro de ello, se solicitó un presupuesto de los equipos seleccionados para la adecuación del sistema. Posteriormente se determinó el costo del reconector

propuestos en dicho proyecto, con el fin de conocer la cantidad de dinero que se requiere para remplazar por nuevos, para luego comparar ambas sumas y determinar si la propuesta de adecuación del sistema es un proyecto factible para la empresa desde el punto de vista económico.

La Tabla 13, se puede observar el costo de los equipos seleccionado para realizar la propuesta deseada. Cabe destacar que el presupuesto de los interruptores en cuestión fue suministrado por Isodel y el de los reconectores por la empresa distribuidora de equipos y maquinarias industriales llamada H Briones Sistemas Eléctricos S.A. para la empresa CORPOELEC.

Todos los precios expuestos en la tabla están expresados en dólares norteamericanos.

**Tabla 13. Costo de equipos (Reconector)**

Modelo	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo (\$)
Nova 15	Reconector	13		
Forma 6	Control de reconectores controlado por microprocesador Kyle	13	14.443	187.759
			Total	187.759

Fuente: H Briones Sistemas Eléctricos S.A. (2018)

Así pues, se determinó que la adquisición de equipos requeridos para la implementación de la propuesta estudiada en esta investigación tiene un costo total de 187.759 dólares norteamericanos, presupuesto solicitado en el mes de junio. Por otra parte, se debe considerar que el gabinete de control y equipos instalado actualmente cuenta con cableado y accesorios que pueden ser reutilizados en el proyecto de actualización planteado. Sin embargo es recomendable cablear el sistema con cables nuevos, para lo cual habría que desconectar y reorganizar todos los elementos que conforman a este.

Es importante considerar que la empresa cuenta con un equipo de trabajo integrado por ingenieros y técnicos que cuentan con la capacitación académica y la

experiencia laboral necesaria para la ejecución de los procesos de desconexión, montaje y programación requeridas para este proyecto, por lo tanto el costo demandado para la instalación e implementación de esta propuesta no se sumará a los costos de inversión en el presente estudio económico, pues bien la empresa posee el capital humano requerido para cumplir con los requerimientos de este proyecto. De ahí que el costo de inversión que se necesita para este proyecto viene dado por los costos de los equipos nuevos que se desean implementar. La empresa posee cableados para la alimentación y comunicación entre equipos, por esto, los elementos no se incluirán como inversión necesaria para implementar la propuesta de adecuación del sistema.

Seguidamente se puede verificar el presupuesto suministrado por la empresa Isodel donde se pueden comparar con la tabla suministrada anteriormente.

**Tabla 14. Costo de Interruptor HIPTW-306F/BNR-3M, 25 kV, 1.600 A, 110/125 Vcc (SIN CELDA)**

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo (\$)
<p>Interruptor de Potencia (Disyuntor) de Interior de “Última Generación”, tipo HIPTW-306F de Tecnología, Corte y Aislamiento en P.V.A.:</p> <p>Un = 15/25 kV In = 1.600 A Pc: 750 MVA (28,2/17,3 kA) Aislamiento = 25 kV Intensidad de Cortocircuito (Ic) 750 MVA a 15 Kv = 28,87 kA IMA = 73,5 ITH = 57,6 T = 1</p> <p>- Con Mando Eléctrico tipo BNR-3M de Reenganche Rápido, de Última Generación, con carga de resortes Manual y Motorizada</p> <p>- Tensión Maniobra: Motor y Bobinas Apertura y Cierre: 110/125 Vcc</p> <p>- Esquema de Conexiones Eléctrico del Mando: 394.002.049.M.7</p> <p>- Con 2o Bloque de contactos Auxiliares (4 NA + 4 NC)</p>	13	21.184,20	275.394,6

Tabla 14. Cont.

- Con Contador Mecánico de Maniobras (Visual desde fuera de la Celda)			
- Con Manivela para Carga Manual de Muelles manual ante una emergencia			
Carro, sobre ruedas, tipo “TW” con Pinzas de Contacto a 1.600 A.	13	1576,08	20.489,04
1 Bastidor Fijo para el Fondo de la Celda.	13	1012,02	13.156,26
		<b>TOTAL</b>	<b>309.039,9</b>

Fuente: Isodel S.A. (2018)

Este presupuesto aumentaría considerablemente tomando en cuenta que, no incluye las celdas para cada interruptor, y tampoco los transformadores de corriente de medición y de protección, por ende el mismo sobrepasa el presupuesto de los reconectores. En este caso se dice que este es un proyecto factible desde el punto de vista económico.

#### **5.4. Fase IV. Diseño del método de adaptación de los equipos para la adecuación final en la Bahía N° 1 en la subestación Centro Michelena.**

Aquí se llevara a cabo el desarrollo de una serie de pasos para la instalación de los equipos, los cuales se adaptarán y normalizaran el sistema de protección de la subestación.

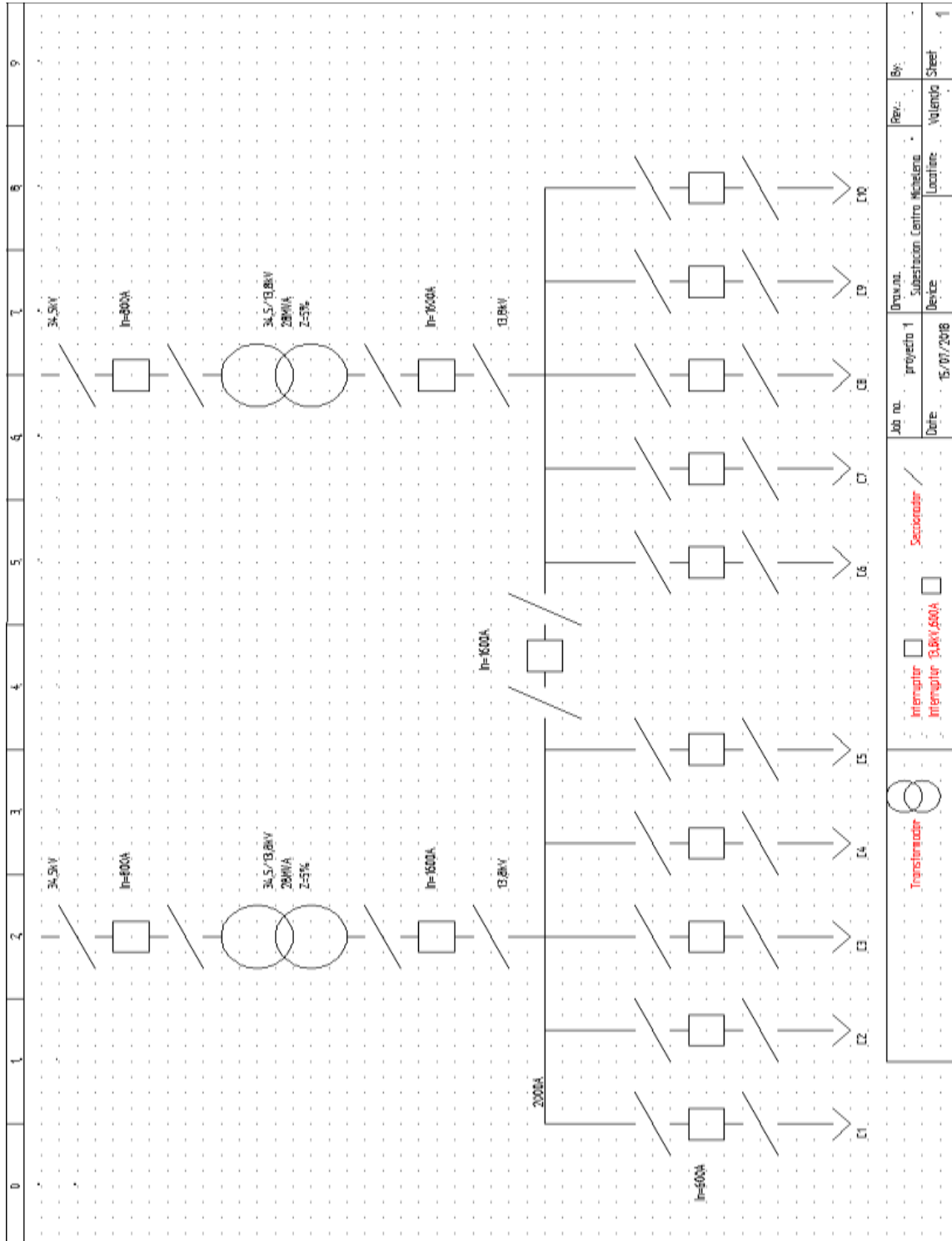
Antes de instalar el reconector, consulte la sección de instalación del manual del usuario para familiarizarse con el procedimiento.

El reconector es montado en el poste utilizando el soporte de montaje, este soporte se suministra con el reconector.

Seguidamente, se puede realizar un método sencillo para el montaje en poste:

1. Instale el soporte del reconector al poste
2. Levante el reconector hasta el poste usando los puntos de elevación.

3. Deslizar el soporte sobre los pernos y apretar la tuerca para fijar, también colocar una correa de metal en la parte inferior del soporte (las abrazaderas tipo C también pueden ser usadas).
4. El control Forma 6 puede ser atornillado al poste o asegurado con correas metálicas.
5. El cable de control se conecta al reconectador, se fija al poste utilizando amarras hasta llegar al control Forma 6, donde se conecta al módulo.
6. Instalar pararrayos a ambos lados del reconectador, para proteger de impulso en cualquier dirección cuando esté abierto o cerrado. Estos deben estar cerca de los terminales del reconectador y conectados a la tierra principal.
7. Realizar la conexión a tierra en los puntos indicados con el símbolo, con un cablea hacia la barra principal de tierra, asegurando el conductor al poste.
8. Conectar el control Forma 6 a tierra con una abrazadera al cable antes mencionado. Se recomienda utilizar para todas las conexiones cable AT aislado.
9. Se pueden utilizar conectores tipo paleta o tipo túnel en los terminales del reconectador para la conexión de los conductores.
10. Utilizar protectores de fauna e todas las conexiones.
11. La alimentación de baja tensión en AC es conectada al interruptor detrás de la tapa del panel, donde se podrá seleccionar 110/220VAC respectivamente, asegurar con un prensaestopa para sellar contra agua, polvo o animales pequeños.
12. Todos los cables que entren al control Forma 6 deben estar sellados y asegurados.
13. La instalación debe ser chequeada para la puesta en marcha.
14. Por último, se programa el control Forma 6 con los parámetros deseados, en este caso a un máximo de disparo ante fallas de 400A, con 2 reconexiones a un tiempo de 10 segundos (C-O-10s-C-O).
15. De manera opcional, se le puede realizar las conexiones respectivas con el cable Ethernet o fibra óptica para la conexión al sistema de control a distancia.



<input type="checkbox"/> Interruptor <input type="checkbox"/> Interruptor 13.8kV/600A <input type="checkbox"/> Seccionador	Job no. proyecto 1 Date 15/07/2018	Drawn by: Subestacion Centro Mecanica Location:	Rev. By: Valencia Sheet 1
--	---------------------------------------	--	------------------------------

**Figura 24. Diagrama general de la subestación**

Fuente: Elaboración propia (2018)

En el diagrama anterior se muestra el plano unifilar del lado de baja, este es el de interés ya que es donde están ubicados los equipos de protección que se adecuarán y harán la normalización de la subestación.

Allí se pueden observar el interruptor de protección del lado de alta con seccionadores de ambos lados, seguidamente el transformador y luego los interruptores o en este caso los reconectores que son los equipos a ser utilizados, junto a seccionadores para cualquier apertura de mantenimiento o emergencia.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se planteó la propuesta de la adecuación y normalización del sistema de protección y control en el proceso de la subestación Centro Michelena, donde se cumplió con la realización de los objetivos establecidos al inicio del trabajo, así como también las fases de la investigación que se realizaron a lo largo de la misma con el fin de alcanzar las metas fijadas en este proyecto. Luego de ejecutar las fases de la investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones.

- Describir detalladamente el proceso de interrupción y su sistema de control actual, lo que permitió conocer todos sus componentes y las funciones que estos cumplen, así como también detectar deficiencias y limitaciones presentes en él.
- La selección de equipos fue el segundo paso que se realizó, en esta fase se estudió la línea de productos Cooper, y todos los beneficios que ofrecen. Se concluye que al incorporar un reconectador Cooper Nova 15 con su control Forma 6 se puede utilizar una programación básica de los parámetros que se deseen sustituir, optimizando y simplificando el sistema de control del proceso en cuestión. En esta fase también se estudia que este cuenta con interfaz de comunicación humano-máquina, el cual hace más fácil su configuración y se pueden observar los parámetros necesarios y acorde con los requerimientos del proceso, lográndose así la selección de los equipos para una adecuación y normalización segura.
- Se investigó el costo de los equipos tanto de la primera fase como los seleccionados en la fase anterior, y se realizó una comparación con lo que se llegó a la conclusión que el proyecto es factible desde el punto de vista económico. De igual manera, utilizando la información técnica recolectada en la primera fase, y considerando que los inconvenientes presentes en el sistema actual se pueden resolver con la solución planteada en esta propuesta, se dice

que la investigación también es factible desde los puntos de vista técnico y operativo.

- Se diseñó exitosamente un método el cual se propone para la adecuación, así como también, se realizó un plano unifilar de manera sencilla que servirá como guía para los técnicos y operadores.

Finalmente se puede concluir que se cumplió con cada uno de los objetivos específicos planteados al iniciar el trabajo, lo que permitió generar una propuesta viable de adecuación y normalización de interruptores y reconectores de la bahía nº 1 de la subestación Centro Michelena, acorde con los requerimientos técnicos y funcionales de Corpoelec.

## **RECOMENDACIONES**

- Al efectuarse cambios en el sistema de la subestación dichos cambios debe reflejarse en los planos eléctricos.
  - Es recomendable re-cablear el sistema con cables nuevos y mantener la referencia establecida en el cableado.
  - Es conveniente verificar el buen funcionamiento de los equipos de protección y realizar mantenimiento anualmente.
  - Al momento de dañarse algún equipo de la subestación, se recomienda que este sea reemplazado o reparado, pero no eliminado, ya que todos estos cumplen una función en específico.
  - De implementarse la propuesta planteada se debe capacitar al personal técnico y operativo con los equipos nuevos y el mantenimiento de los mismos.
-

## REFERENCIAS

### **Impresas**

Arias, Fidas (2012). El Proyecto de Investigación, introducción a la metodología científica (6ta edición). Caracas, Venezuela. Editorial Episteme.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2016), Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Caracas, 5ta edición. Editorial FEDUPEL.

Fonseca, Y y Navarro, A (2013). “Diseño del esquema de protección, control, medición y comunicación para los relés numéricos de circuitos de distribución de CORPOELEC Occidente”. Presentado en la Universidad Rafael Urdeneta. Maracaibo.

De Pizzella, A. (2016). “Presentación y transcripción del trabajo especial de grado” Publicado en la universidad José Antonio Páez.

### **Electrónicas**

Información que hace referencia a definiciones de términos de investigación, pagina disponible en: <https://espaciovirtual.wordpress.com/2007/08/11/101-terminos-de-investigacion-cientifica/>. Consulta: enero, febrero y marzo, 2018.

Información referente a los tipos de investigación, blog disponible en: <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/05/tipos-de-investigacion.html>. Consulta: febrero, 2018.

Información referente a los proyectos factibles, publicación disponible en: <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/07/proyecto-factible.html>. Consulta: Febrero, 2018.

Información sobre definición de re conectadores eléctricos, pagina disponible en:  
<https://es.slideshare.net/JHONMRJHON/reconectadores-seccionadores-protecciones-y-equipos-de-medicin>. Consulta, febrero, 2018.

Información sobre utilidad de re conectadores eléctricos, pagina disponible en:  
<http://www.sectorelectricidad.com/11635/el-recloser-reconectador-cual-es-su-utilidad-y-donde-es-aplicado/>. Consulta, febrero, 2018.

Información sobre la operación de los re conectadores eléctricos, pagina disponible en:  
<http://www.monografias.com/trabajos36/reconectadores-electricos/reconectadores-electricos2.shtml>. Consulta, marzo, 2018.

Información al funcionamiento de los re conectadores eléctricos, pagina disponible en:  
<http://www.sectorelectricidad.com/4463/como-funciona-el-reconectador-recloser/>. Consulta, marzo, 2018.

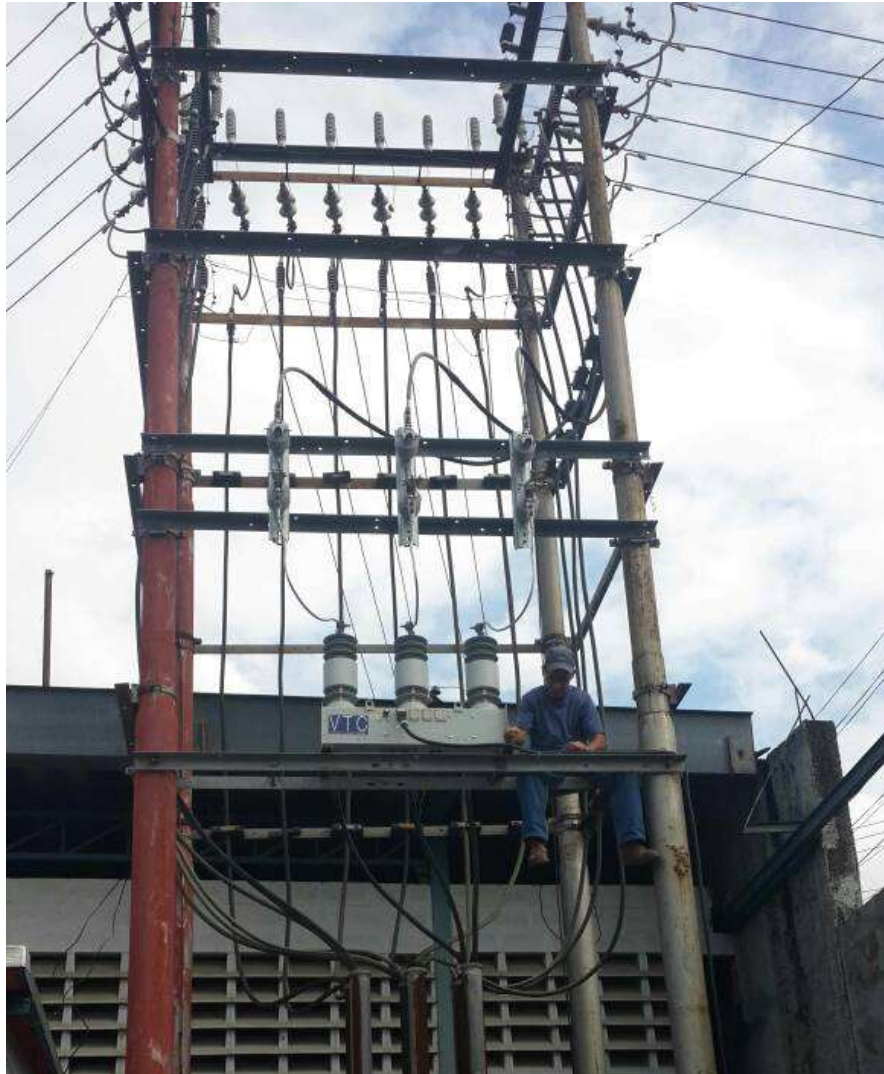
**ANEXO A**  
**Subestación Centro Michelena**



**Anexo A1. Reconectador Cooper Nova Tipo 15**



Anexo A2. Control de restauradores Forma 6



**Anexo A3. Instalación de reconector para las líneas de llegada de la subestación**



**Anexo A4. Interruptor de potencia**