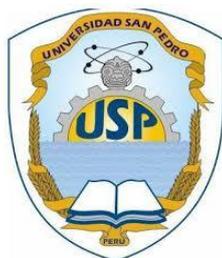


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**Automatización del servicio eléctrico en alimentadores de
media de tensión de la empresa Hidrandina.**

**Tesis para obtener el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico Electricista**

Autores:

Bach. Ing. Escobedo Mejía, Aldo Vicente

Bach. Ing. Tafur Flores, Darli Epifanio

Asesor:

Ing. Barreto Aranda, Pedro

Chimbote - Perú

2018

Palabras clave:

Tema: Automatización, Alimentadores de media tensión.

Especialidad: Ingeniería Eléctrica

Líneas de Investigación: Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Keyword:

Topic: Automation, Medium voltage feeders.

Specialty: Electrical Engineering

Research Lines: Electrical and Electronic Engineering

**Automatización del servicio eléctrico en alimentadores de media de
tensión de la empresa Hidrandina.**

Resumen

En la actualidad el servicio eléctrico en la empresa Hidrandina S.A. No es bien visto por los clientes, debido a las constantes interrupciones de energía y la demora en la reposición del mismo, es por eso que planteamos como objetivo elaborar una propuesta de automatización del servicio eléctrico en alimentadores de media de tensión en la Empresa Hidrandina.

Es una investigación aplicada y descriptiva de diseño no experimental de corte transversal, se analizará los reportes de fallas registradas en la empresa, la técnica utilizada será análisis documental ya que se analizarán los reportes de fallas, y los datos se procesarán con el software Microsoft office (Excel).

Como resultado, se espera que las maniobras de reposición del suministro eléctrico o transferencias de carga, se realicen desde el centro de control; minimizando así los tiempos de espera de los clientes ante una falla de un alimentador en media tensión y así poder brindar un servicio óptimo. Además minimizar los costos por compensación ante el ente fiscalizador, que en este caso es el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN.

Abstract

Currently the electric service in the company Hidrandina S.A. It is not well seen by customers, due to the constant interruptions of energy and the delay in replacing it, that is why we set out to develop a proposal for the automation of electric service in medium voltage feeders in the Hidrandina Company.

It is an applied and descriptive investigation of non-experimental cross-sectional design, it will analyze the reports of failures registered in the company, the technique used will be documentary analysis since the fault reports will be analyzed, and the data will be processed with Microsoft Office software (Excel).

As a result, it is expected that maneuvers to replace the electricity supply or load transfers are made from the control center; thus minimizing customer waiting times due to a failure of a feeder in medium voltage and thus be able to provide an optimal service. Also minimize the costs for compensation before the supervising body, which in this case is the Supervisory Body of the Investment in Energy and Mining OSINERGMIN.

Índice general

Tema	Página N°
Título.....	i
Palabras clave.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice general.....	v
Índice de tablas.....	v
Índice de cuadros.....	vi
Índice de graficos.....	vi
Índice de figuras.....	vi
I. Introducción.....	1
II. Metodología del trabajo.....	33
III. Resultados.....	36
IV. Análisis y discusión.....	41
V. Conclusiones.....	44
VI. Recomendaciones.....	44
VII. Referencias bibliográficas.....	45
VIII. Anexos.....	48

Índice de tablas

Tabla N°01: Muestra las características de las 5 unidades de negocio de Hidrandina.....	9
Tabla N°02: Nombres de los alimentadores que salen de la subestación Chimbote Norte, su código y el recorrido.....	23
Tabla N°03: Nombres de los alimentadores que salen de la subestación Trapezio, su código y el recorrido.....	24
Tabla N°04: Nombres de los alimentadores que salen de la subestación Chimbote Sur, código y el recorrido.....	25

Índice de cuadros

Cuadro N°01: Duración de la interrupción por cada alimentador.....	37
Cuadro N°02: Comparación de la compensación por la mala calidad de servicio eléctrico.....	39

Índice de gráficos

Gráfico N°01: Varía los tiempos en cada caso para reponer el servicio eléctrico.....	38
Gráfico N°02: Duración en reponer el servicio eléctrico.....	38

Índice de figuras

Anexo IV.....	52
Figura N°01: Sistema de Distribución Radial.....	52

Figura N°02: Sistema de Distribución Anillo.....	52
Figura N°03: Sistema de Distribución en Red o Malla.....	53
Anexo V.....	54
Figura N°01: Seccionador tipo Cutout.....	54
Figura N°02: Seccionador tipo Cuchilla.....	54
Figura N°03: Seccionador Bajo carga.....	55
Figura N°04: Recloser.....	55

I. Introducción

En el presente documento presentamos una propuesta de aplicación de un sistema de automatización del servicio eléctrico en alimentadores de media tensión de la empresa Hidrandina S.A. Específicamente en el distrito de Chimbote y Nuevo Chimbote, provincia del Santa, Departamento de Ancash.

La motivación de implementar automatismos, en alimentadores de media tensión viene dada por la necesidad de mejorar la calidad del servicio eléctrico brindado a los clientes, reduciendo los tiempos de interrupción producidos por fallas imprevistas y facilitando las maniobras por cortes programados debido a mantenimientos u otras causas. Además, se van a reducir las penalizaciones ante osinergmin, así como a las compensaciones a los usuarios, mejorando una calidad de servicio eléctrico y una buena imagen a la empresa Hidrandina.

En la actualidad el servicio eléctrico de la empresa Hidrandina, no es bien visto por los usuarios, es por eso que se propone automatizar el sistema eléctrico en media tensión. Además, cuenta con un diagrama unifilar donde identifica y monitorea las maniobras de los equipos fuera del avance tecnológico.

Existen diversos tipos de automatización, pero en este caso se realizará a través de la instalación de Recloser el cual la comunicación puede ser a través de cable, fibra óptica, línea telefónica, radio, etc.

La importancia de este proyecto es minimizar los tiempos de reposición de la energía eléctrica ante una falla o una contingencia, y a la vez se estaría minimizando también las compensaciones que establece la norma técnica de calidad de suministro eléctrico (NTCSE) por falta de energía eléctrica en grandes sectores de la ciudad, ya que a partir de los tres minutos la empresa concesionaria paga una compensación al cliente afectado.

El propósito de esta propuesta es, mejorar la representatividad del diagrama unifilar del sistema eléctrico, optimizar las maniobras y mejorar los tiempos de reposición ante una falla haciendo más sencillo y confiable para el control y gestión de operaciones.

En conclusión, con la implementación del Sistema de automatización en los alimentadores de media tensión, se estará mejorando la calidad del servicio eléctrico de Hidrandina S.A.

1.1. Antecedentes y fundamentación científica

La empresa Hidrandina desde sus inicios en la ciudad de Chimbote y nuevo Chimbote, viene realizando sus maniobras en forma manual con seccionadores de diferentes tipos, que se encuentran ubicados a lo largo de sus redes de distribución, lo que significa la demora en el desplazamiento del personal hasta el punto de maniobra; provocando la disconformidad en los usuarios.

Rubén Segundo Collantes Véliz, de la Universidad Nacional de Ingeniería, en el 2010 en su tesis “Análisis de mejora de la confiabilidad de los sistemas de distribución eléctrica de alta densidad de carga”, indica que la norma técnica de calidad del suministro eléctrico (NTCSE) dispone la evaluación de la calidad de suministro a través de dos indicadores individuales, Número Total de Interrupciones en el Cliente por Semestre (N) y Duración Total Ponderada de Interrupciones en el Cliente por Semestre (D). Cabe mencionar que la NTCSE define como interrupción a toda falta de suministro o servicio eléctrico con una duración mayor o igual a los tres minutos, en un punto de entrega. Actualmente, las empresas distribuidoras vienen efectuando compensaciones a favor de los clientes por la mala calidad del servicio, es decir, por el incumplimiento de los indicadores N y D.

La aplicación de innovaciones o de nuevos desarrollos tecnológicos para mejorar la eficiencia de la gestión en la industria eléctrica, en todos sus segmentos, no es un hecho reciente; la historia del uso de dispositivos de telemetría, supervisión y control a distancia se relaciona con la propia historia de las telecomunicaciones. Sin embargo, en las últimas tres décadas los sistemas SCADA (acrónimo en inglés de Adquisición de Datos y Control de la Supervisión) produjeron una verdadera revolución en el monitoreo, control y operación automatizada, con base en el desarrollo de la informática.

Hoy en día, la aplicación de las nuevas tecnologías de la información en los sistemas eléctricos constituye una nueva evolución en el control de estos sistemas, vinculando los conceptos antiguos de control, monitoreo y operación a distancia de sistemas con el de "redes", lo cual permite la comunicación o mejor, el diálogo multidimensional entre los diversos elementos de los sistemas. Es así que surge el concepto de redes inteligentes conocido a nivel mundial como "Smart Grids".

Gabriel Salazar y Carlos Pacheco en el 2012 en su boletín informativo de la revista OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) nos dice:

En Brasil, el concepto de Smart Grid es el tema con mayor énfasis en el sector energético brasileño, este país es identificado como un país que recientemente ha tenido, y continúa teniendo un enorme crecimiento económico y por lo tanto, la necesidad de expansión y modernización del actual sistema de energía eléctrica, con el fin de hacer frente al incremento continuo de demanda de energía.

En el 2010, empresas eléctricas brasileñas comenzaron el estudio de Smart Grid con el fin de prepararse y estratégicamente dirigir sus inversiones hacia nueva infraestructura, investigación y desarrollo, y sobre todo para la modernización del sistema eléctrico brasileño.

El proyecto ciudad del futuro fue implementado en Sete Lagoas, este proyecto sirvió de modelo para la implementación de nuevas tarifas en tiempo real con su respectiva facturación, redujo los costos de la energía y las pérdidas, mejoró la eficiencia de la red eléctrica, optimizó la gestión y el control de la carga, y finalmente mejoró la calidad del servicio eléctrico en esta ciudad.

En el 2010, la compañía AES Electropaulo invirtió recursos en un proyecto piloto para desarrollar un sistema de distribución inteligente integrando, sistemas de información y comunicación, así como equipos avanzados. Con el objetivo de supervisar el sistema eléctrico y automatizar el proceso de distribución de energía.

En Argentina, Como parte del aporte a la integración de Smart Grids, en las áreas de Alta Tensión Energía Argentina S.A. (ENARSA) están implementando desde hace varios años acciones tendientes a obtener un monitoreo activo de los equipos asociados a la Subtransmisión.

Con el objeto de dar un mayor impulso al cambio de modelo de generación Argentina, ENARSA ha implementado el Programa de Generación Distribuida creado para dar respuesta al reto que implica el desarrollo de las Smart Grids dentro del país argentino.

En el ámbito de transmisión, el monitoreo on-line consiste en vigilar todos los parámetros críticos de todo equipo cuya falla implicaría interrupción de servicio eléctrico. Para lo cual se ha implementado sistemas de telesupervisión y telecontrol en las redes de media y alta tensión, además de un sistema de lectura remota.

Por otra parte, también se ha implementado un Sistema de Monitoreo Inteligente centrado para el control de las Subestaciones.

Este sistema denominado SIMIS, es un software prototipo, por medio del cual se puede supervisar los tableros primarios de media tensión, servicios auxiliares, transformadores y en vía de implementación los seccionadores de la subestación.

Por otra parte en el Perú, la empresa EDELNOR ha implementado una serie de tecnologías cuyo horizonte es lograr una gestión inteligente de la red eléctrica, entre las cuales se puede mencionar:

- Sistemas de telecontrol y telesupervisión, de subestaciones y redes de alto y medio voltaje.
- Telecontrol y telesupervisión de centros de transformación
- Telegestión de medidores
- Redes de telecomunicación.

En México Las Smart Grids desarrolladas en el país mexicano, permiten incorporar tecnología digital en cada etapa de generación, transmisión, distribución y consumo de energía. Además, han facilitado la incorporación de las energías renovables a la matriz energética mexicana, ya que estas son capaces de modular los desequilibrios entre oferta y demanda de electricidad.

La compañía Mexicana de Energía Eléctrica, y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), con el objetivo de supervisar y controlar parámetros eléctricos de la red eléctrica, está llevando a cabo un proyecto para mejorar el envío de datos generados desde la misma red, este proyecto usa tecnología wireless, para su respectivo envío hacia los centros de análisis. Paralelamente, se está desarrollando aplicaciones

inalámbricas, con la finalidad de proporcionar datos referentes al consumo de energía, así como del control y vigilancia de las redes de distribución. Como parte de las acciones necesarias para garantizar la seguridad, integridad y confiabilidad del servicio eléctrico, también se implementó una red de telecomunicaciones con fibra óptica instalada sobre la red troncal de potencia, cuyo principal objetivo es incrementar la seguridad del sistema eléctrico al permitir su operación en tiempo real, particularmente a través de los sistemas de tele-protección y tele-control.

En cuanto se refiere a infraestructura para medición avanzada de una Smart Grids. La CFE en conjunto con Elster Group, ha seleccionado el proyecto Energy Axis, este proyecto da solución, al problema de la infraestructura de medición avanzada (AMI), que se requiere. Para el efecto, ya se ha desplegado con éxito 9 sistemas de Energy Axis a lo largo de 14 de las 16 áreas de servicio de México. Este mismo sistema se está instalando en las ciudades densamente pobladas, como la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara, haciendo de este el más grande sistema de Smart Grids.

1.2. Justificación de la investigación

Este proyecto, es una propuesta para las empresas de distribución y comercialización de energía eléctrica, la investigación está basada en las instalaciones de la empresa Hidrandina S.A. Por ser la única responsable de brindar el suministro o servicio eléctrico en nuestra ciudad. Los estudios se realizaron en las redes del sistema eléctrico de media tensión de Chimbote y Nuevo Chimbote.

La razón por la cual se elabora este proyecto, es porque se desea aplicar nuevas tecnologías en las maniobras de reposición de un alimentador de media tensión ante una falla o transferencias de carga, desde el centro de control. Con esto evitaremos las maniobras manuales que se viene haciendo en campo, optimizaremos la comunicación y mejorara el tiempo de reposición en caso de una falla.

La importancia de este proyecto es que al minimizar los tiempos de reposición ante una falla o ante una contingencia, se estaría minimizando también las compensaciones que establece la norma técnica de calidad de suministro eléctrico

(NTCSE) por falta de energía en grandes sectores de la ciudad ya que la empresa concesionaria estaría compensando a partir de los tres minutos.

El propósito de esta propuesta es, mejorar la representatividad del diagrama unifilar de protección de sistema eléctrico, optimizar las maniobras y mejorar los tiempos de reposición ante una falla haciendo más seguro y confiable para el control y gestión de operaciones.

Con este sistema se podrá anillar dos alimentadores de una sola subestación, además el tiempo de reposición será como máximo 2 minutos y se coordinara con la unidad móvil de campo para encontrar la falla más no las maniobras.

1.3. Problema

En la actualidad el servicio eléctrico en la empresa Hidrandina no es bien visto por los clientes, es por eso que se propone automatizar el sistema eléctrico en media tensión.

Además la empresa Hidrandina cuenta con un diagrama unifilar donde identifica los equipos a maniobrar y la posición en la que se encuentran (abierto / cerrado), este diagrama se encuentra en la sala de control en un cuadro con un vidrio transparente, marcados con plumón el estado actual en el que se encuentra el equipo.

Cuando se realiza una maniobra de un equipo lógicamente cambia de posición, entonces el operador borra del vidrio en forma manual la posición anterior y escribe con plumón el estado actual; el cual no está de acuerdo con los avances de la tecnología.

Por otro lado la empresa reducirá el pago por compensación, ya que la respuesta para reponer el servicio eléctrico no excederá los 3 minutos.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la propuesta para mejorar el servicio eléctrico en alimentadores de media tensión de la empresa Hidrandina?

1.4. Marco referencial

1.4.1 Hidrandina

La Empresa de Energía Hidroeléctrica Andina, es constituida el 22 de noviembre de 1946, como Unidad Operativa de Electroperú, con sede en la ciudad de Lima.

Luego la Empresa Regional de servicio Público de Electricidad Electro Norte Medio S.A. (Hidrandina S.A.) fue autorizada a operar el 5 de abril de 1983, mediante Resolución Ministerial No. 089-83-EM/DGE del Ministerio de Energía y Minas (MEM), y su constitución como empresa pública de Derecho Privado se formalizó mediante Escritura Pública del 8 de julio de 1983.

Desde 1994 bajo el marco de la Ley de Concesiones Eléctricas - D.L. 25844, la Empresa tiene tres contratos de concesión definitivos de distribución y comercialización de energía eléctrica, dentro de sus concesiones autorizadas comprendidas en los departamentos de Ancash y La Libertad en su integridad y en las provincias de Contumazá, Cajamarca, Celendín, Hualgayoc, San Marcos y Cajabamba del Departamento de Cajamarca. En adición y en menor medida desarrolla actividades de generación de energía eléctrica en centros aislados. Las resoluciones de dichas concesiones fueron: R.S. N° 096-94-EM, publicado el 23 de diciembre de 1994 (La Libertad); R.S. N° 097-94-EM del 23 de diciembre de 1994 (Ancash) y R.S. N° 085-94 - EM del 02 de diciembre de 1994 (Cajamarca).

A efectos de llevar a cabo el proceso de privatización, en 1998 las acciones de capital social de la Compañía fueron clasificadas en acciones clase A1 por el 60% del capital, acciones clase A2 por 5.3% del capital, acciones clase B por el 34.69% y acciones clase C por el 0.01% del capital.

En concordancia con el acuerdo COPRI-207-98 del 24 de julio de 1998 la compañía, a partir de la transferencia de las acciones mencionada en el párrafo anterior, está sujeta al régimen de la actividad privada.

Con fecha 25 de noviembre de 1998, José Rodríguez Banda S.A. (JORSA) se adjudicó el Concurso Público Internacional para la privatización de la Compañía y con fecha 22 de diciembre de 1998 se suscribió el contrato de transferencia de

acciones del 30% del capital, porcentaje que equivale al 50% de las acciones clase A1.

Con fecha 20 de diciembre del 2000 se suscribió el contrato de Cesión de posición Contractual en virtud del cual José Rodríguez S.A. transfiere las acciones clase A1 a JOBSA Eléctricas S.A.C., con la intervención del Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE).

Con fecha 13 de diciembre del 2001 JOBSA Eléctricas S.A.C suscribe un contrato por el cual entrega al estado el 30% de las acciones adquiridas. Posteriormente por medio del FONAFE, el Estado recupera las acciones, convirtiéndose en el accionista mayoritario y por tanto toma la dirección y gestión de la empresa.

Así mismo de acuerdo a la ratificación de la R. S. N° 355-92-PCM, la COPRI mediante Acuerdo N° 363-01-2001, Hidrandina S.A. continuará sujeta al régimen de la actividad privada, sin más limitaciones que las que disponga FONAFE y siempre que no se oponga a lo dispuesto en el Decreto Legislativo N° 764, normas complementarias y reglamentarias.

A fines del año 2001 ante INDECOPI se registra la marca comercial Hidrandina , posteriormente se constituye el grupo Distriluz conformado además por Enosa, Ensa y Electrocentro, con el objeto de realizar una gestión corporativa bajo un mismo Directorio.

En el anexo I.- Se muestra el mapa del Perú donde se observa el área que abarcan las cuatro empresas del grupo Distriluz.

Actualmente la empresa Hidrandina cuenta con cinco unidades de negocio para efectos operativos y administrativos, las que están distribuidas en su ámbito de concesión y tienen los siguientes servicios menores:

Cajamarca: que comprende Chilete, San Marcos, Cajabamba y Celendín.

Huaraz: Recuay, Chiquián, Huari, Pomabamba, Sihuas, La Pampa, Caraz y Carhuaz.

Chimbote: Pallasca, Casma, Nepeña y Huarmey.

La libertad norte: Chepén, Pacasmayo, Valle Chicama y Cascas-Contumazá.

Trujillo: Virú, Otuzco-Quiruvilca, Santiago de Chuco, Huamachuco y Tayabamba.

En el anexo II, Se muestra el mapa de Hidrandina con las cinco unidades de negocio.

A continuación se muestra algunos detalles de electrificación por unidad de negocio de la empresa Hidrandina.

Tabla N° 01

Muestra las características de las cinco unidades de negocios de Hidrandina.

Características	UNIDADES DE NEGOCIO					TOTAL HIDRANDINA
	Trujillo	La Libertad Norte	Chimbote	Huaraz	Cajamarca	
Número de clientes	291,883	85,668	132,585	107,628	137,704	755,468
Coef. De electrificación	92.37%	87.66%	92.72%	93.88%	89.10%	91.45%
Área de concesión (Km ²)	777	149	296	14	56	1,292
Redes de media tensión (Km)	4,399	1,343	1,904	3,616	3,994	15,256
Redes de baja tensión (Km)	5,988	1,410	2,240	3,284	6,139	19,061
Numero de SEDs instaladas	4,335	1,467	2,647	2,751	3,141	14,341

1.4.2. Sistema de suministro eléctrico

El sistema de suministro eléctrico comprende un conjunto de medios y elementos útiles para la generación, transmisión y la distribución de la energía eléctrica.

Este conjunto está dotado de mecanismos de control, seguridad y protección.

Un sistema eléctrico es el recorrido de la electricidad a través de un conductor, desde la fuente de energía hasta su lugar de consumo.

Un sistema de suministro eléctrico está constituido por tres elementos básicos de la electricidad.

- Generación
- Transmisión
- Distribución.

Generación eléctrica.- La generación de electricidad consiste en la transformación de alguna clase de energía «no eléctrica» (sea esta química, mecánica, térmica, luminosa, etc.) en energía eléctrica.

La generación de energía eléctrica se realiza en instalaciones denominadas centrales eléctricas que ejecutan alguna de las transformaciones mencionadas y constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico; según Alfredo Dammert Lira, Fiorella Molinelli Aristondo & Max Arturo Carbajal Navarro, publicado en su libro “Fundamentos técnicos y económicos del sector eléctrico Peruano” en el 2011.

Transmisión eléctrica.- Mediante esta actividad se transporta la electricidad desde los centros de producción (centrales eléctricas) hacia los centros de consumos, cabe mencionar que para la transmisión se debe contar con un medio de transporte las cuales son los conductores eléctricos.

El sistema de transmisión eléctrica se compone de las líneas de alta tensión y las de muy alta tensión, las cuales permiten el intercambio de la energía eléctrica, incluyendo además las subestaciones de transformación, los centros de control, las instalaciones de compensación reactiva, los elementos de regulación de tensión, las transferencias de potencias activa y otras instalaciones asociadas. En este caso detallaremos sobre las subestación de transformación y los centros de control; según Alfredo Dammert Lira, Fiorella Molinelli Aristondo & Max Arturo Carbajal Navarro, publicado en su libro “Fundamentos técnicos y económicos del sector eléctrico Peruano” en el 2011.

Subestación de transformación.- Es el conjunto de elementos (transformadores, interruptores, seccionadores, etc.) cuya función es reducir los niveles de alta tensión de las líneas de transmisión (o subtransmisión) hasta niveles de media tensión para su ramificación en múltiples salidas llamadas radiales o alimentadores de media tensión. Una subestación de transformación (S.E.T o simplemente S.E), se encarga de modificar el nivel de tensión (voltaje).

Existen dos tipos de subestación de transformación: Las subestaciones elevadoras de tensión y las reductoras de tensión, esto es para facilitar el transporte y la distribución de la energía eléctrica.

En el Anexo III, se muestra la foto de una subestación de potencia.

1.4.3. Sistema de distribución eléctrica.

La distribución eléctrica son llamadas también redes de distribución, esta actividad tiene la función de llevar el suministro de energía eléctrica desde el sistema de transmisión (subestaciones de transformación) hacia los usuarios finales del servicio eléctrico, estas redes de distribución se encuentran en áreas urbanas y rurales, pueden ser aéreas, o subterráneas (estéticamente mejores, pero más costosas).

La red de distribución está conformada, según el Código Nacional de Electricidad por los siguientes niveles de tensión: 20 kV, 22.9 kV, 33 kV, 13.2 kV, 33 / 19 kV.

Llamados media tensión; y en Baja Tensión 380 / 220 V, 440 / 220 V.

Distribución eléctrica. - Es el conjunto de instalaciones eléctricas que comprende los conductores, postes, y subestaciones de distribución (SED), la cual es fundamental para llegar al usuario final.

Subestaciones de distribución (SED).- Es la unidad eléctrica (transformador) conectado a los alimentadores de media tensión (AMT), que recibe y transforma la energía eléctrica al nivel de baja tensión lista para los usuarios.

Alimentadores de media tensión (AMT).- Es el conjunto de componentes eléctricos en media tensión, tales como postes, conductores, seccionadores, entre otros; destinados al transporte de la energía eléctrica hasta las SEDs.

Un alimentador de media tensión, parte desde las subestaciones de transformación de alta tensión a media tensión, el cual es operado y monitoreado las fallas y otras maniobras, desde el centro de control a cargo de un operador.

Centro de control de operaciones (CCO).- Es el área formada por el conjunto de recursos humanos especializados, desde donde se supervisa, controla y dirige la operación del sistema eléctrico de transmisión y distribución, en este caso de la empresa Hidrandina S.A. y se efectúan las coordinaciones con los centros de operación de las otras empresas de electricidad interconectadas.

Falla.- Es la condición que impide continuar con la operación de uno o más componentes de un sistema eléctrico y que requiere de la rápida acción de los sistemas de protección para no dañar los equipos electromecánicos.

Es considerado como interrupción del servicio eléctrico y esta se divide en dos partes:

Interrupción total e interrupción parcial del servicio eléctrico.

Interrupción total.- Es la interrupción total del servicio eléctrico en la zona de concesión de Hidrandina S.A.

Interrupción Parcial.- Es la interrupción parcial, pero masiva del suministro eléctrico en el área de concesión de Hidrandina S.A.

Operador de subestación de transformación.- Es la persona debidamente entrenada, calificada, y autorizada por la jefatura, cuyo nombre figure en el rol del personal autorizado; el cual ejecuta las maniobras con los equipos de alta tensión y media tensión bajo las órdenes del CCO. (Centro de control de operaciones)

Maniobras.- Son todas las actividades operativas relacionadas con la conexión, desconexión y pruebas de los equipos eléctricos de protección y maniobra; tanto en situaciones previstas como imprevistas. Estas actividades están a cargo únicamente del operador en los patios de llaves y sala de control, y en el campo las maniobras están a cargo únicamente por el personal de la móvil de emergencia (HIDRANDINA, 2002).

1.4.4. Tipos de sistemas de distribución

Existen tres tipos de sistemas básicos de distribución, los cuales son:

- Sistema radial
- Sistema anillo
- Sistema en red o malla

Estos tipos de sistemas, son los más comúnmente utilizados, al utilizar un sistema de distribución, este estará expuesto inevitablemente a un buen número de variables tanto técnicas como locales y ante todo una variable económica por lo que los sistemas de distribución no tienen una uniformidad, es decir, que un sistema eléctrico será una combinación de sistemas.

En el anexo IV se muestra imágenes con los diagramas unifilares de los sistemas de distribución.

Sistema de Distribución Radial.- Es aquel que cuenta con una trayectoria entre la fuente y la carga, proporcionando el servicio de energía eléctrica.

Este tipo de sistema de distribución tiene como característica básica, el que está conectado a un sólo juego de barras.

Un sistema radial es aquel que tiene un simple camino sin regreso sobre el cual pasa la corriente, parte desde una subestación y se distribuye por forma de “rama”, como se ve en anexo IV, figura N°01.

Este tipo de sistema, es el más simple y el más económico debido a que es el arreglo que utiliza menor cantidad de equipo, sin embargo, tiene varias desventajas por su forma de operar:

- ✓ El mantenimiento de los interruptores se complica debido a que hay que dejar fuera parte de la red.
- ✓ Son los menos confiables ya que una falla sobre el alimentador primario principal afecta a la carga.

Este tipo de sistemas es instalado de manera aérea y/o subterránea.

Sistema de distribución Anillo.- Es aquel que cuenta con más de una trayectoria entre la fuente o fuentes y la carga para proporcionar el servicio de energía eléctrica. Este sistema comienza en la estación central o subestación y hace un “ciclo” completo por el área a abastecer y regresa al punto de donde partió. Lo cual provoca que el área sea abastecida de ambos extremos, permitiendo aislar ciertas secciones en caso de alguna falla.

Este sistema es más utilizado para abastecer grandes masas de carga, desde pequeñas plantas industriales, medianas o grandes construcciones comerciales donde es de gran importancia la continuidad en el servicio.

A continuación, mostramos las ventajas en operación de este sistema:

- Son los más confiables ya que cada carga en teoría se puede alimentar por dos trayectorias.
- Permiten la continuidad de servicio, aunque no exista el servicio en algún transformador de línea.
- Al salir de servicio cualquier circuito por motivo de una falla, se abren los dos interruptores adyacentes, se cierran los interruptores de enlace y queda restablecido el servicio instantáneamente. Si falla un transformador o una línea la carga se pasa al otro transformador o línea o se reparte entre los dos adyacentes.
- Si el mantenimiento se efectúa en uno de los interruptores normalmente cerrados, al dejarlo desenergizado, el alimentador respectivo se transfiere al circuito vecino, previo cierre automático del interruptor de amarre.

En el anexo IV, figura 2, se muestra el sistema de distribución tipo anillo.

Sistema red o malla.- Una forma de subtransmisión en red o en malla provee una mayor confiabilidad en el servicio que las formas de distribución radial o en anillo ya que se le da alimentación al sistema desde dos plantas y le permite a la potencia alimentar de cualquier planta de poder a cualquier subestación de distribución.

Este sistema es utilizado donde la energía eléctrica tiene que estar presente sin interrupciones, debido a que una falta de continuidad en un periodo de tiempo prolongado tendría grandes consecuencias.

En el anexo IV, figura 3, se muestra el sistema de distribución tipo red o malla.

Diagrama unifilares.- Los diagramas unifilares representan todas las partes que componen a un sistema de potencia de modo gráfico, completo, tomando en cuenta las conexiones que hay entre ellos, para lograr así, la forma de una visualización completa y sencilla del sistema. Muchas veces el diagrama se simplifica aún más al omitir el neutro del circuito e indicar las partes que lo componen mediante símbolos estándar en lugar de sus circuitos equivalentes. No se muestran los parámetros del circuito, y las líneas de transmisión se representan por una sola línea entre dos terminales. A este diagrama simplificado de un sistema eléctrico se le llama diagrama unifilar o de una línea. Éste indica, por una sola línea y por símbolos estándar, cómo se conectan las líneas de transmisión con los aparatos asociados de un sistema eléctrico.

El propósito de un diagrama unifilar es el de suministrar en forma concisa información significativa acerca del sistema.

La importancia de las diferentes partes de un sistema varía con el problema, y la cantidad de información que se incluye en el diagrama depende del propósito para el que se realiza. Por ejemplo, la localización de los interruptores y relevadores no es importante para un estudio de cargas. Los interruptores y relevadores no se mostrarían en el diagrama si su función primaria fuera la de proveer información para tal estudio.

Por otro lado, la determinación de la estabilidad de un sistema bajo condiciones transitorias resultantes de una falla depende de la velocidad con la que los relevadores e interruptores operan para aislar la parte del sistema que ha fallado. Por

lo tanto, la información relacionada con los interruptores puede ser de extrema importancia. Algunas veces, los diagramas unifilares incluyen información acerca de los transformadores de corriente y de potencia que conectan los relevadores al sistema o que son instalados para medición.

1.4.5. Equipos de maniobras (Anexo V)

A).- Seccionadores tipo cutout.- Se emplea en las líneas de distribución de energía para protección de transformadores, bancos de condensadores, Transformix, derivaciones y otras aplicaciones industriales de 15kV, 28kV y 36kV.

Los cutouts dan protección a las líneas y a los equipos instalados en ellas, los cutouts suministran protección fiable tanto en sobrecargas como en cortocircuitos, siempre que éstos no sobrepasen la capacidad máxima de interrupción (poder de corte).

Por otra parte, para la apertura o cierre de dicho seccionamiento se utiliza pértiga de apertura en carga pueden interrumpir la corriente de paso de la línea. Existen tubos portafusibles de 100 y 200 A.

Aspectos constructivos de los seccionadores cutout

El paso de corriente es a través de elementos de cobre o sus aleaciones y los contactos son plateados. Todos los cutout se suministran con ganchos que permiten el uso de pértigas de apertura en carga. Estos ganchos son resistentes y cumplen, además, la función de guía del tubo portafusibles en el momento de cierre.

El resorte del contacto superior es de acero inoxidable y está fijo a soporte superior, también de acero inoxidable, estando diseñado el conjunto de modo que el centrado y la presión de contacto está garantizando, aún en ambientes muy corrosivos. El contacto superior está realizado en cobre plateado y está diseñado para mantener un firme contacto hasta que la interrupción de la falta es lograda.

El mecanismo de giro del tubo portafusible está fundido en bronce, especialmente indicado por su resistencia a la corrosión. El portafusible puede ser fácilmente instalado, no siendo necesario efectuar movimientos difíciles.

El aislador de los cutouts puede ser de porcelana o polimérico, estando indicadas las líneas de fuga en las características generales de los cutouts.

En el tubo portafusibles todos los contactos, tanto superiores como inferiores, están plateados, con el fin de garantizar un buen contacto. En la parte superior del tubo se dispone de una argolla para la utilización de pértigas de maniobra. (Fig.01).

B).- Seccionadores tipo Cuchillas.- Las cuchillas desconectadoras (llamados también Seccionadores) son interruptores que se instalan en redes de M.T o circuitos eléctricos que protegen a una subestación de distribución, de cargas eléctricas demasiado elevadas.

La maniobra de operación con estas cuchillas implica abrir antes los interruptores que las cuchillas en el caso de desconexión, y cerrar antes las cuchillas y después los interruptores en el caso de conexión.

Esto es debido a que los seccionadores son un tipo de aparataje eléctrica más de seguridad, que de corte propiamente dicho, pues su objetivo es proporcionar una seguridad visual de desconexión real ante operaciones que requieren desconexión. De esta forma, un operario trabajando puede ver visualmente que la desconexión se ha llevado a cabo, y que no sufrirá ninguna clase de daños, esto es caso de mantenimientos o reparaciones por emergencias. (Fig.02).

C).- Seccionadores Bajo Carga (SBC).- El seccionador para montaje en poste de apertura bajo carga aislado en gas SF₆, es un seccionador confiable y conveniente para el uso a la intemperie, pueden ser conectados con las líneas aéreas. El recinto se fabrica con acero inoxidable AISI 304, con paredes de 3mm de espesor y tiene un grado de protección IP67 (protegido contra golpes e ingreso de polvo y puede ser

sumergido bajo el agua hasta un metro de profundidad), el mecanismo de operación tiene un grado de protección IP54 (protegido del polvo y la lluvia).

Las conexiones eléctricas se realizan a través de aisladores poliméricos o aisladores tipo enchufables. Trabajan con un nivel de tensión de 12-24-36kV / 630A / 20kA

Los SBC son montados horizontalmente a una altura de tierra permitiendo que el trabajo sea realizado con seguridad en soportes o armazones y que sean manualmente operados con una pértiga aislada. En la versión vertical se operan vía una barra de transmisión fijada a la base del poste.

La posición de los contactos (abierto/cerrado) es visible en la base del poste vía dos ventanas de inspección, equipadas de lentes que mejoran la observación Conforme a la norma IEC 60265-1, IEC. (Fig.03).

D).- Los Re conectadores Automáticos.- Más conocidos como Recloser (**RCL**), es un interruptor de recierre provisto de cámaras de interrupción en vacío aisladas mediante gas SF₆.

Es un equipo eléctrico para corte y maniobra en media tensión. Su diseño, concebido para operar de modo automático brinda al usuario una alta confiabilidad y seguridad eléctrica.

Los reconectadores automáticos están diseñados para uso en líneas de distribución aéreas y en aplicaciones de subestaciones con voltajes de 15kV, 27kV y 38kV respectivamente.

Están diseñados para usarse como un equipo independiente con una muy fácil integración en sistemas de control remoto y en esquemas de automatización avanzada usando las funciones de comunicaciones ya incorporadas. (Fig.04)

E). Características de un recloser

a).- Su diseño, hecho con lo último de la tecnología, combina lo más avanzado de la interrupción en vacío, el empleo de un actuador magnético biestable aislado en gas SF₆, y un control en base a microprocesador.

- b).-** El recloser utiliza energía proveniente de su batería o de una fuente auxiliar en baja tensión, que puede provenir de un transformador conectado a la misma línea de distribución o de alguna instalación eléctrica cercana.
- c).-** Los transformadores de corriente y de tensión capacitivos van moldeados en los aisladores tipo “bushing”. Estos transformadores envían las señales necesarias para la actuación del relé de protección en caso de sobrecorriente, falla a tierra, falla sensitiva a tierra, así como para medir la corriente de la línea, el voltaje, la potencia activa y reactiva, el factor de potencia, la demanda, la frecuencia, etcétera.
- d).-** El gabinete de control está aislado térmicamente mediante espuma de poliuretano para reducir las variaciones de temperatura. Está protegido de la acción del sol, por medio de una cubierta protectora contra la radiación solar exterior y, mediante el aislamiento térmico, para el interior del gabinete.
- e).-** Los respiraderos del gabinete tienen rejillas que impiden el paso de elementos extraños, tales como insectos o roedores. La puerta del gabinete lleva una empaquetadura especial de goma, que garantiza su hermeticidad.
- f).-** Los reclosers con controlador a base de microprocesador ofrece una capacidad de coordinación y aplicación superior al estándar en el mercado, cumple con las curvas para relés y reclosers según IEC 255-3; y está diseñado en base a la norma ANSI / IEEE C37.60, y fabricado conforme a los estándares de calidad ISO 9001.
- g).-** El control electrónico es tropicalizado los componentes electrónicos están protegidos completamente, contra el ingreso de la humedad y la condensación, por consiguiente, el recloser puede ser instalado en zonas con climas tropicales, con humedad severa o moderada, o en cualquier otro tipo de clima.
- h).-** Todos los valores medidos y los eventos registrados son almacenados en la memoria del control del microprocesador para ser transmitidos o para un análisis posterior. Las funciones del recierre, los ajustes y los registros de datos pueden ser programados y leídos con una PC, o a través de una comunicación remota.
- i).-** En el caso de pérdida de la tensión auxiliar, el sistema cuenta con el respaldo de una batería permanentemente cargada, que en combinación con los capacitores de cierre y apertura, permiten al recloser realizar las maniobras, de apertura y cierre, mientras se repone la fuente auxiliar. Ello garantiza la autonomía del recloser,

indispensable en casos de operación tratándose de sistemas automatizados de distribución o de tipo SCADA.

j).- El paquete de software instalado en una computadora personal, permite trabajar, en línea o fuera de ella, la programación, supervisión, medición y/o el control del recloser, a través del puerto serial RS232, en el gabinete de control. La comunicación en telemetría puede ser hecha empleando protocolos DNP 3.0 basados en IEC870-5.

F). Beneficios de los recloser o reconectadores

- **Menor Costo de Adquisición.-** El módem y la Unidad Terminal Remota (RTU) están incluidos en el equipo estándar. No se requieren RTUs, módems, fuentes de energía, baterías, cableado, conectores o gabinetes adicionales.

Como parte del paquete estándar, se provee un kit de cables aislados de conexión de 400 A. Sin embargo, también se dispone de kits de cables de 250 A, 630 A y 800 A así como un kit de terminales desnudos para instalaciones de hasta 15kV.

- **Menores Costos de Instalación.-** Dentro del paquete estándar se provee la estructura para el montaje de los descargadores de sobretensiones (pararrayos), los tramos de cable aislado de hasta 630 A y la estructura para el montaje en poste.

La configuración de la unidad se realiza desde el Panel de Control del Operador, haciendo que la puesta en marcha sea simple.

Los reconectadores se adecuan en forma ideal como interruptores de bajo costo para alimentadores de subestaciones en intemperie. En éste caso, la conexión con el control de la subestación o con el sistema de automatización es simple y de bajo costo.

- **Menores Costos de Operación.-** El relé de protección integral permite un rápido aislamiento de la falla, reduciendo así los daños.

El reconectador monitorea constantemente las corrientes y las tensiones de línea sin que sea necesario instalar elementos de medición adicionales. Estos datos pueden ser luego utilizados para la planificación futura y para la optimización de las redes existentes, y de éste modo, reducir las pérdidas en el sistema de distribución.

Un equipo con una larga vida útil y bajo mantenimiento reduce el costo durante toda su vida operativa.

➤ **Compatibilidad DSA/SCADA.-** Cuando es utilizado con un Sistema de Automatización de Redes de Distribución (DSA), o con un sistema SCADA, el reconectador permite el control remoto y el monitoreo para brindar las siguientes ventajas:

- La información sobre el estado del reconectador y el valor de las corrientes de falla transmitidas al sistema de control permiten una rápida localización de la sección de la línea donde se encuentra la falla, lo cual reduce el tiempo de traslado del personal de línea.

- Esta misma información permite realizar operaciones en forma remota, o la transferencia automática de las líneas (con información), lo que reduce el área afectada y reestablece el suministro o servicio eléctrico rápidamente. Como resultado, se mejora la calidad del servicio.

- Los reconectores pueden ser configurados y manejados desde el sistema de control, sin la necesidad que los técnicos deban visitar a cada equipo en sitio para cambiar la configuración de los parámetros. Esto permite una reducción en el personal y una mejor integridad del sistema.

➤ **Mayores Ingresos.-** • Dado que se puede reestablecer rápidamente el suministro en las áreas no afectadas, los tiempos de corte se reducen y los ingresos aumentan.

➤ **Diferimiento de las Inversiones de Capital.-** Los reconectores controlados y monitoreados en forma remota mejoran el conocimiento del sistema y aumentan el control del mismo.

La carga de los alimentadores y de las subestaciones puede entonces ser manejada por control remoto, proporcionando un refuerzo cruzado de las subestaciones y mejorando la utilización de la red existente. La compra de nuevos equipos de planta puede ser, muy probablemente, diferida por un período de tiempo considerable.

➤ **Interfaz de Telemetría.-** El reconectador puede ser interconectado a su sistema SCADA ya sea a través del módem V23 incorporado y una radio, o a través de su puerto RS232 y un módem a su elección. Para la radio y el módem, los cuales pueden ser montados dentro del gabinete de comunicaciones, se incluye una fuente

de energía ininterrumpible de tensión variable. Se admiten casi todos los protocolos de telemetría. Dos de los protocolos disponibles son DNP3 e IEC870.

- **Interfaz con Computadora.-** El Sistema Operativo para Windows (WSOS) es un software avanzado para computadoras personales que permite la programación, el monitoreo y el control "en línea" y "fuera de línea" de un reconectador a través del puerto RS232.
- **Control Remoto.-** Adicionalmente, y en forma opcional, los reconectadores ofrece el paquete de software WSOS (Windows Comunicación del sistema operativo) para conexión a múltiples PCs para controlar y monitorear en forma individual un conjunto de reconectadores y/o seccionalizadores. El sistema se comunica con un gabinete de control ya sea por cable, fibra óptica, línea telefónica o radio. El WSOS provee funciones adicionales como ser el manejo de alarmas y eventos, facilidades de discado de entrada y de salida y generación de reportes.

También se proporcionan, como sigue, tres niveles de interfaz entre el usuario y el Panel de Control del Operador:

1. Nivel Operador.- Este permite la operación básica, como Abrir, Cerrar, y mostrar las configuraciones, tales como:

- Ajustes de protección e historial de fallas
- Mediciones de línea y datos históricos
- Funciones del reconectador, como por ejemplo:

Control Remoto SI

Control Local SI

Falla a Tierra de Alta Sensibilidad SI/NO

Falla a Tierra SI/NO

Modo auto recierre SI/NO

Cerrar/Abrir AISLAR

- Alarmas/Estados tales como:

Falla en la fuente auxiliar / Falla en la batería

Bloqueo

Pérdida de gas

2. Nivel Técnico.- Este nivel está protegido por una contraseña a criterio del usuario en el "Nivel Ingeniero" y permite la configuración de todos los parámetros relacionados con la protección.

3. Nivel Ingeniero.- Este nivel es accesible mediante una computadora portátil o una PC que permite una personalización avanzada del panel del operador, configuración de contraseñas, y todas las funciones de los niveles Operador y Técnico.

1.4.6. Sistema eléctrico de Chimbote

El sistema eléctrico para el suministro de energía eléctrica de la empresa Hidrandina en Chimbote, en el cual se basa nuestra propuesta, está comprendido por los siguientes subestaciones de transformación:

- ✓ SS.EE Chimbote Norte.
- ✓ SS.EE Chimbote Sur
- ✓ SS.EE Gran Trapecio.

Subestación Chimbote Norte.- Es el centro de control de Hidrandina Chimbote, está ubicado en la Av. Chimú S/N, frente a las Urbanizaciones Laderas del Norte y al costado de la Beneficencia Pública de Chimbote.

A esta subestación llega una línea de transmisión codificada como L-1108 la cual viene desde la subestación Chimbote 1 (de la empresa REP – Cambio Puente) con un nivel de tensión de 138 kV. Y cuenta con un transformador de potencia de 21 MVA ONAN / 26 MVA ONAF, con un nivel de tensión 138 / 13.8 kV.

En esta subestación se encuentra ubicado las oficinas de las áreas de: mantenimiento, operaciones, distribución, emergencias y alumbrado público

Desde esta subestación se distribuyen siete alimentadores en media tensión (AMT) tal como se muestra en el diagrama unifilar del Anexo VI, la cual se extiende por una gran parte de Chimbote, estos alimentadores están codificados y tiene una denominación tal como se muestra a continuación.

Tabla N° 02.

Nos detalla los nombres de los alimentadores que salen de la subestación Chimbote Norte, su código y el recorrido.

Nombre del AMT	Código	Recorrido del AMT por sector
Olaya	CHN023	PP.JJ Bolívar alto y Bolívar bajo, el Acero, la caleta, barrio fiscal N°5 y parte del casco urbano
Florida	CHN022	PP.JJ La Florida, 2 de Mayo, Urb. 21 de Abril, San francisco, pueblo libre
Industrial	CHN021	Urb. El Carmen, Pensacola, la unión, la Campiña, la Esperanza baja, el Porvenir
Pardo	CHN011	Casco Urbano, parte de Caleta, El Acero, Ramón Castilla , Laderas del Norte
Humboldt	CHN013	PP.JJ El Progreso, 21 de abril, Bolívar alto, Pueblo Libre
8va Norte	CHN024	PP.JJ San Miguel, La victoria, Tangay bajo y alto, Fraternidad
9na Norte	CHN025	PP.JJ 2 de Junio, San pedro, Los pinos, esperanza alta

Subestación Trapecio.- Esta Subestación es la más reciente en Chimbote ya que entra en servicio el año 2003 para abastecer la zona industrial.

Se encuentra ubicado en la urbanización trapecio, frente al centro comercial “los Ferroles”, hoy en día esta Subestación alimenta a toda la zona industrial, parte de Chimbote y Nuevo Chimbote.

A esta subestación llega una línea de transmisión codificada como L-1129 la cual viene desde la subestación Chimbote Sur con un nivel de tensión de 138 kV. Y cuenta con dos transformadores de potencia:

- Transformador de 30MVA ONAN / 40MVA ONAF, y tensión de 138/13.8 kV.
- Transformador de 10MVA ONAN / 12MVA ONAF, y tensión de 138/13.8 kV.

Esta subestación es la base para retroalimentar en caso de falla a otros alimentadores de las otras subestaciones.

En el Anexo VII, se muestra el diagrama unifilar de la Subestación Trapecio.

De esta subestación se distribuyen siete alimentadores en media tensión la cual cinco corresponden al transformador de 30/40 MVA y dos al transformador de 10/12 MVA y se extienden por diversos sectores del distrito de Chimbote y Nuevo Chimbote tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla N° 03

Nos detalla los nombres de los alimentadores que salen de la subestación Trapecio, su código y el recorrido.

Nombre del AMT	Código	Recorrido del AMT por sector
Banhero	TRA007	Una parte de la zona industrial 27 de Octubre
Libertad	TRA003	Urb. La libertad, Trapecio, Miraflores, La Florida
Huascaran	TRA004	Otra parte de la zona industrial 27 de Octubre
San Juan	TRA005	PP.JJ San Juan, 3 Estrellas, Ppao, 3 de Octubre, El Satélite, 1° de Mayo.
Meiggs	TRA006	Empresa TASA, La Florida entre otros.
Pescadores	TRA001	Otra parte de la zona industrial 27 de Octubre, SIMA
Lacramarca	TRA002	Villa María, las Brisas, Urb. Buenos aires, Casuarinas

Subestación Chimbote Sur.- Es una subestación de transformación y de reparto; está ubicada en Bellamar, por la salida a Tangay, frente a la planta de tratamiento de agua de Seda Chimbote y abastece a todo el distrito de nuevo Chimbote.

A esta subestación llega una línea de transmisión codificada como L-1111 la cual viene desde la subestación Chimbote 1 (de la empresa REP – Cambio Puente).

De la subestación Chimbote Sur salen dos líneas de transmisión las cuales tienen el código de L-1129 que va a la Subestación Trapecio y la L-1112 que va a la subestación Nepeña, con un nivel de tensión de 138 kV. Y cuenta con un

transformador de potencia con terciario de 24/14.4/10.4 MVA-ONAN, / 31/18/13 MVA ONAF con un nivel de tensión 138 / 66/13.8 kV.

En el Anexo VIII, Se muestra diagrama unifilar de la subestación Chimbote Sur.

De esta subestación se distribuyen tres alimentadores en media tensión la cual se extienden por diversos sectores del distrito de Nuevo Chimbote.

Tabla N° 04.- *Nos detalla los nombres de los alimentadores que salen de la subestación Chimbote Sur, su código y el recorrido*

Nombre del AMT	Código	Recorrido del AMT por sector
7ma Sur	CHS032	Urb. Casuarinas, Bruces, San Rafael, San Luis y todos sus barrios, Peaje
8va Sur	CHS031	Urb. Bellamar, Garatea, Villa Victoria, UNS, H. regional, canalones entre otros
9na sur	CHS033	Condominio Domus Hogares y los portales, Ppao, El Satelite entre otros

1.4.7.- Operación actual del sistema eléctrico de Hidrandina

Actualmente el sistema de distribución eléctrica de Hidrandina es de tipo radial, pero con la posibilidad de anillarse en caso de fallas o contingencias, además se puede transferir cargas de una subestación a otra a través de los Seccionadores bajo carga (SBC), o los Recloser (RCL) que están instalados en puntos estratégicos ubicados por la empresa, estos equipos son operados manualmente.

Hoy en día para hacer los traslados de cargas o anillar el sistema, se necesita dos unidades móviles, dos técnicos en cada unidad, cada unidad con un equipo de comunicación, y en la coordinación intervienen cinco personas las cuales son:

- El operador de la subestación de origen del alimentador que falla o que transfiere la carga.
- El operador de la subestación que asume la carga.
- El técnico de la móvil uno
- El técnico de la móvil dos

➤ Finalmente con el operador del centro de control.

La empresa para llevar monitoreo del sistema, cuenta con un diagrama unifilar donde identifica los equipos a maniobrar y el estado o posición en la que se encuentran (abierto / cerrado), este diagrama se encuentra en la sala de control en un cuadro con un vidrio transparente, marcados con plumón el estado actual en el que se encuentra el equipo. Tal como se muestra *en anexo IX*. Cuando se maniobra un equipo lógicamente cambia de estado, entonces el operador borra del vidrio en forma manual el estado anterior y escribe con plumón el estado actual.

Las maniobras en alimentadores de media tensión por transferencias de carga o retroalimentación por falla, se realizan mayormente por varias razones las cuales son:

- ✓ Por mantenimiento programado
- ✓ Por fallas imprevistas
- ✓ Por actos vandálicos (hurto de conductor)
- ✓ Por contingencias o déficit en una subestación
- ✓ Incremento de carga en tiempo de pesca, entre otros.

Con el método actual, que viene trabajando la empresa Hidrandina, no es bueno debido a que se pierde mucho tiempo y carece las últimas tecnologías; como ejemplo podemos mencionar en caso de una falla o una contingencia que se requiera realizar transferencia de carga, el tiempo para llegar al punto determinado de la maniobra es aproximado de 30 a 40 minutos dependiendo el lugar donde se encuentra la móvil.

Es decir que si la móvil se encuentra realizando trabajos de reparación en baja tensión en Santa y hay un problema en media tensión en Nuevo Chimbote, entonces la demora será el tiempo que tarda en trasladarse dicha móvil.

En el caso de los mantenimientos programados, las maniobras que se realizan hoy en día es en base a un documento que se denomina “secuencia de maniobras” y es elaborado por el centro de control con anticipación.

1.4.8. La automatización

Jorge Calderón Mendoza, en su tesis “control y monitoreo Scada de un proceso experimental, utilizando PLC siemens S7-300 y software labview” en el 2009 nos dice:

El término Automatización se refiere a una amplia variedad de sistemas y procesos que operan con una mínima o ninguna intervención del ser humano.

Los sistemas más modernos de automatización, el control de las máquinas es realizado por ellas mismas gracias a sensores de control que le permiten detectar cambios en su alrededor respecto a ciertas variables tales como temperatura, volumen y corriente eléctrica entre otros, los cuales le permiten a la máquina realizar los ajustes necesarios para poder compensar los cambios. Enormes máquinas de este tipo hoy en día se utilizan para el desarrollo de procesos industriales.

Esquema general de un sistema automatizado

Según el ingeniero D. Felipe Mateos Martín, profesor de la Universidad de Oviedo, en su artículo informativo publicado en el 2008, denominado “Ingeniería de automatización” nos muestra algunas de las ventajas y desventajas de un sistema automatizado.

Ventajas:

- Amplia gama de componentes.
- Sencillez de los sistemas de mando
- Muy extendida, experiencia en el sector

Desventajas:

- Mantenimiento complejo.
- Requiere espacio considerable en cuadro eléctrico y abundante mano de obra.
- Para aplicaciones sencillas.

Causas de la automatización

* Liberación de los recursos humanos para que realicen tareas que requieran mayores conocimientos

* Eliminación de trabajos desagradables – peligrosos

Sistema automatizado.- La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automático supone siempre la presencia de una fuente de energía, de unos órganos de mando, que son los que ordenan el ciclo a realizar, y de unos órganos de trabajo, que son los que los ejecutan.

Podemos definir un sistema como un conjunto de componentes físicos, unidos o relacionados de tal manera que forman y/o actúan como una unidad completa.

Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a cambios en las condiciones externas en tres etapas u operaciones: medición, evaluación y control.

1. Medición.- Para que un sistema automatizado reaccione ante los cambios en su alrededor debe estar apto para medir aquellos cambios físicos.

Las medidas realizadas, suministran al sistema de ingreso de alguna maquinaria o instrumento, la información necesaria para poder realizar un control.

Este sistema es denominado retroalimentación (feedback), donde la información obtenida de las medidas es retroalimentada al sistema de ingresos del sistema de la máquina para después realizar el respectivo control.

2. Evaluación.- La información obtenida en la etapa de medición es evaluada para así poder determinar las acciones correspondientes previstas.

3. Control.- El último paso de la automatización es la acción resultante de las operaciones de medición y evaluación. En muchos sistemas de automatización, estas operaciones son muy difíciles de identificar, por lo que un sistema puede involucrar la interacción de más de una vuelta de control (control loop), que es la manera en la que se le llama al proceso de obtener la información desde el sistema de salida de una máquina y llevarla al sistema de ingreso de la misma.

Cabe señalar, que todos los sistemas automatizados incluyen estas tres etapas.

Partes de la automatización

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

✓ Parte de mando

✓ Parte operativa

La parte de mando.- suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace muy poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

La parte operativa.- es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, fin de carrera, etc.

Objetivos de la automatización

- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Tendencia de mano de obra con respecto al sector de servicios
- Seguridad
- Mejora la calidad del producto
- Reduce el tiempo de manufactura
- Reducción del proceso de inventarios

Tipos de automatización:

Automatización fija.- Se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.

La justificación económica para la automatización fija se encuentra en productos con grandes índices de demanda y volumen.

La automatización programable.- se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a la variaciones de configuración del producto; ésta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).

La automatización flexible.- es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada. Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora.

1.4.9. Sistema de control

Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados.

Un sistema de control ideal debe ser capaz de conseguir su objetivo cumpliendo los siguientes requisitos:

➤ Garantizar la estabilidad y, particularmente, ser robusto frente a perturbaciones y errores en los modelos.

➤ Ser tan eficiente como sea posible, según un criterio preestablecido.

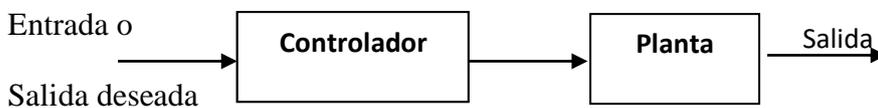
Normalmente este criterio consiste en que la acción de control sobre las variables de entrada sea realizable, evitando comportamientos bruscos e irreales.

➤ Ser fácilmente implementable y cómodo de operar en tiempo real con ayuda de un ordenador.

Tipos de sistemas de control.

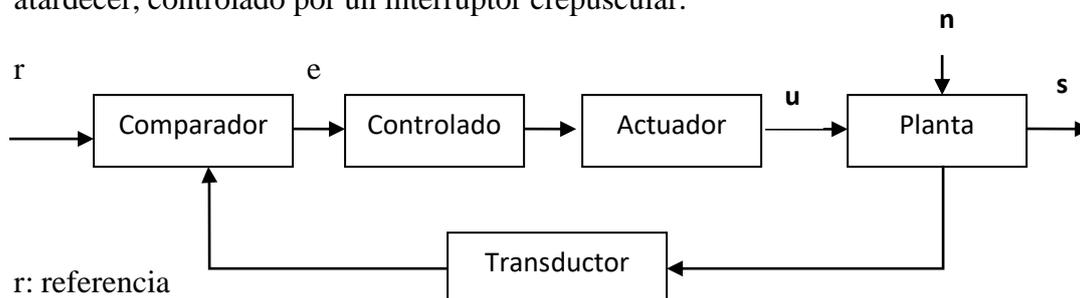
Varios son los criterios que pueden seguirse para clasificar los sistemas de control: en función de que el estado de la salida intervenga o no en la acción de control (lazo abierto o lazo cerrado); según las tecnologías puestas en juego (mecánicos, neumáticos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos); atendiendo a las técnicas de procesamiento de la señal (analógicos y digitales); según la forma de establecer la relación entre los elementos del sistema (cableados y programados), etc. Atendiendo a la dependencia del control respecto a la variable de salida, los sistemas de control se clasifican en dos categorías:

Sistemas de control en lazo abierto.- Son aquellos en los que la acción de control es independiente de la salida, es decir, la señal de salida no tiene influencia sobre la señal de entrada. Su esquema se ilustra en la siguiente figura se muestra un ejemplo de este tipo es el sistema de encendido del timbre de entrada/salida a clase, controlado por un reloj.



Sistemas de control en lazo cerrado.- Son aquellos en los que la acción de control depende, de alguna manera, de la salida (existe una realimentación de la señal de salida, tal como se representa en la figura.

Por ejemplo, el ya comentado sistema de encendido de las lámparas del patio al atardecer, controlado por un interruptor crepuscular.



r: referencia

e: error

u: variable de control

s: salida

n: perturbación o ruido

Según Jimmy Alex Gómez Canchihuaman, en su tesis “Automatización de redes de distribución de Satipo para mejorar el servicio eléctrico” Marzo, 2012.

1.5. Operacionalización de la variable

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones/Indicadores
Automatización del servicio eléctrico	Sistemas eléctricos que operan con una mínima o ninguna intervención del ser humano.	Sistemas y procesos para mejorar las condiciones de servicio eléctrico en alimentadores de media tensión, incrementando la seguridad, mejorando la calidad de oferta, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.	Análisis del tiempo de reposición del servicio eléctrico. Mejoras de la parte operativa Selección de equipos a utilizar.

1.6. Hipótesis

Con la implementación del sistema de automatización en los alimentadores de media tensión, mejorará el tiempo de reposición del servicio eléctrico de Hidrandina S.A.

1.7. Objetivos:

1.7.1. Objetivos Generales:

Se propone elaborar un sistema de automatización en alimentadores de media de tensión para disminuir el tiempo de reposición del servicio eléctrico a los clientes de la empresa Hidrandina.

1.7.2. Objetivos Específicos:

- Realizar un análisis del tiempo de reposición del servicio eléctrico en los alimentadores de media tensión de la Empresa Hidrandina.
- Mejorar la parte operativa del servicio eléctrico en los alimentadores de media tensión de acuerdo al avance tecnológico.
- Selección de equipos a utilizar en la implementación.

II.- Metodología del trabajo.

2.1. Tipo y diseño de la investigación:

TIPO: Aplicada, descriptiva y con una propuesta.

DISEÑO: No experimental de corte transversal.

LINEA: Ingeniería eléctrica y electrónica

2.2.- Población - muestra:

Población: Reportes o informes de fallas imprevistas en los alimentadores de media tensión del año 2014. Registradas en la empresa.

Se trabajará con toda la población.

“Cantidad total de alimentadores de media tensión en la ubicación actual”, sería la población y la muestra sería la cantidad de alimentadores de MT que fallaron y que se tendrán en cuenta para el informe.

A continuación se presenta un modelo de un informe de perturbación (falla) del sistema eléctrico de Hidrandina:

Ejemplo: AMT San Juan

		FORMATO	Código: F11-04-02
	INFORME DE PERTURBACIONES DEL SISTEMA ELECTRICO DE HIDRANDINA		Versión: 01/10-07-06
	CCR/O - OTR – N° 026-2014		Página: 34 de 71 FECHA: 14/03/2014 HORA: 13:00:00Hrs.

1. **FECHA** : 14/03/2014
2. **HORA INICIO** : 10:19:00 Hrs
3. **INSTALACION** : AMT SAN JUAN TRA005
4. **UNIDAD DE NEGOCIO** : CHIMBOTE
5. **CAUSA DE LA PERTURBACIÓN:** Cortocircuito entre fases **R-S**
6. **CONFIGURACION PRE- FALLA:**
AMT SAN JUAN TRA005 en servicio con 2.24 Mw.

DESCRIPCION:

10:19h Queda F/S el AMT San Juan (Trap005), con una carga de 2.24 Mw. Señalizando en el Relé de Marca Alstom, Modelo Micom P-142 lo siguiente: Fase arrancada ABCN, Fase Disparada ABC, Trip 50/51. **MOTIVO:** Al momento de retirar el puente provisional de la fase “R” de la SED CH7517 (ULADECH), para regulación de Taps, hubo acercamiento del alambre (puente) con la fase “S” provocando cortocircuito entre fases y como consecuencia queda pegado las fases R-S, A la vez se seccionaron los conductores a la entrada del Secc. cutout de la SED antes mencionada, las fases R-S.

7. CONFIGURACIÓN POST- FALLA:

AMT SAN JUAN TRA005 Fuera de Servicio.

8. SEÑALIZACION DE LAS PROTECCIONES:

Relé de Marca Alstom, Modelo Micom P-142 lo siguiente: Fase arrancada ABCN, Fase Disparada ABC, Trip 50/51.

9. MANIOBRAS REALIZADAS PARA NORMALIZAR EL SERVICIO:

RETROALIMENTACIÓN:

10:30:00h	Se Abre el SBC "San Juan" I-341974 / AMT San Juan (sin tensión)
10:30:10h	Se cierra el SBC " Callao" I-341614 / AMT 8va Norte, subiendo la carga de 1.23 Mw - 1.96 Mw.
10:37:00h	Se Abre el SBC "Fe y Alegría" I-341583 / AMT San Juan(sin tensión)
10:37:10h	Se cierra el SBC " Ostolaza" I-341604 / AMT Pardo, subiendo la carga de 2.63 Mw - 3.16 Mw.
10:54:00h	Se Abre el RCL "Los Ferroles" I-341782 / AMT San Juan (sin tensión)
10:54:10h	Se cierra el SBC " Cervello" I-341602 / AMT 8va sur, subiendo la carga de 2.72 Mw - 3.79 Mw.

NORMALIZACIÓN:

11:28:00h	Se Energiza el AMT San Juan en forma parcial con 0.18 Mw.
13:10:00h	Se Abre el SBC " Ostolaza" I-341604 / AMT Pardo, 4.45Mw - 2.77 Mw
13:10:10h	Se Cierra el SBC "Fe y Alegría" I-341583 / AMT 8va Norte 2.02 Mw – 2.62 Mw.
13:17:00h	Se Abre el SBC "Callao" I-341614 / AMT 8va Norte, 2.60 Mw - 1.28 Mw.
13:17:10	Se Cierra el SBC "San Juan" I-341974 / AMT San Juan 0.48 Mw – 1.38 Mw.
13:32:00h	Se Abre el SBC " Cervello" I-341602 / AMT 8va sur, 3.70 Mw – 2.84 Mw.
13:32:10h	Se Cierra el RCL "Los Ferroles" I-341782 / AMT San Juan 2.29 Mw – 3.27Mw.

10. OBSERVACIONES:

- Cabe indicar que no se hizo intento de reposición debido a que las fases R-S, se quedaron pegado entre sí por cortocircuito.
- Se hizo las maniobras de retroalimentación para reparar la falla ya que dicha avería se encontrada en la troncal del AMT san Juan.

- Solamente quedaron aproximadamente 5 SEDs F/S, lo demás estuvo retroalimentado.

11. ENERGÍA NO SUMINISTRADA:

Nº	Unidad Negocio	Instalación	POTENCIA (MW)	DURACION (Hor/Min/Seg)
1	CHIMBOTE	AMT San Juan TRA005	2.24Mw.	01:09:00
T O T A L			2.4	

Elaborado por : Op. Aldo Escobedo Mejía. **OP.CCR**

Revisado por : Ing. Erick Dominguez Morillo **SUP.CCR**

2.3. Técnica e instrumentación de investigación.

La técnica para esta investigación será el Análisis documental.

Se verificarán los reportes de fallas imprevistas donde se analizará:

- Tipos reposición del sistema en forma parcial o total.
- Duración de la falla
- Análisis de las señalizaciones en el sistema de protección.
- Motivos y/o causa de la falla
- Entre otros.

2.4. Procesamiento y análisis de la información.

Los datos fueron procesados con el software Excel.

El análisis se realizó con tablas, gráficos, promedios.

III. Resultados

3.1. Propuesta de automatización del servicio eléctrico en alimentadores de media de tensión de la empresa Hidrandina.

La propuesta se basa en un análisis del tiempo en que se tarda para reponer el servicio de energía eléctrica en los alimentadores de media tensión.

Si bien es cierto que en la empresa no existe una propuesta en automatización del servicio eléctrico en alimentadores de media tensión, hay proyectos tales como la implementación del sistema SCADA, que está dirigido a subestaciones de potencia para monitorear, operar los equipos de maniobra y sacar información de los relés de protección.

Sin embargo la propuesta que planteamos está dirigida a las redes de distribución en media tensión para mejorar los tiempos de reposición del servicio eléctrico ante fallas, utilizando las nuevas tecnologías para así poder operar los equipos desde la sala de control, reducir los gastos por compensación, y dar buena imagen a la empresa.

3.2. Análisis del tiempo de reposición del servicio eléctrico en los alimentadores de media tensión de la Empresa Hidrandina.

Cuadro N°.01.- *En el siguiente cuadro se observa la duración de la interrupción por cada alimentador y se aprecia que la demora es mayor a los 3 minutos.*

Código del AMT	AMT que falla	SS.EE Origen	Fecha	Hora de Falla	Hora de Reposición	Duración de la interrupción hh/mm/ss	Motivo
CHN025	9na Norte	Chim- Norte	24/01/2014	02:52:00	03:09:00	00:17:00	Hurto de conductor
CHN021	Industrial	Chim- Norte	30/01/2014	17:05:00	17:55:00	00:50:00	Conductor caído por deterioro
TRA002	Lacramarca	Trapecio	28/02/2014	13:50:00	14:15:00	00:25:00	Conductor caído por deterioro
CHN022	Florida	Chim- Norte	11/03/2014	09:10:00	09:40:00	00:30:00	Poste Chocado
CHN025	9na Norte	Chim- Norte	24/03/2014	02:52:00	03:09:00	00:17:00	Hurto de conductor
CHN024	8va Norte	Chim- Norte	15/04/2014	23:05:00	23:42:00	00:37:00	Conductor caído por deterioro
CHN013	Humboldt	Chim- Norte	28/04/2014	08:00:00	08:15:10	00:15:10	Cometa entre las líneas
CHS032	7ma Sur	Chim-Sur	22/05/2014	15:10:00	15:50:00	00:40:00	Transformador quemado
TRA005	San Juan	Trapecio	18/06/2014	03:10:00	03:40:00	00:30:00	Poste Chocado
CHN011	Pardo	Chim- Norte	30/06/2014	05:40:00	05:55:00	00:15:00	Poste Chocado
TRA003	Libertad	Trapecio	10/07/2014	22:15:00	22:45:30	00:30:30	Hurto de conductor
CHS031	8va Sur	Chim-Sur	28/07/2014	03:20:00	03:42:10	00:22:10	Conductor caído en la troncal
TRA002	Lacramarca	Trapecio	15/08/2014	20:16:00	20:33:20	00:17:20	Poste Chocado
CHN022	Florida	Chim- Norte	01/09/2014	18:09:00	18:33:10	00:24:10	Árbol en contacto con la línea
TRA005	San Juan	Trapecio	25/09/2014	05:20:00	06:05:30	00:45:30	Hurto de conductor
CHN021	Industrial	Chim- Norte	10/10/2014	22:10:00	22:27:40	00:17:40	Poste Chocado

CHN011	Pardo	Chim- Norte	22/10/2014	15:10:00	15:33:33	00:23:33	Conductor caído en la troncal
CHN013	Humboldt	Chim- Norte	31/10/2014	23:40:00	23:55:10	00:15:10	Poste Chocado
CHN025	9na Norte	Chim- Norte	10/11/2014	15:10:00	15:23:20	00:13:20	Conductor caído
TRA003	Libertad	Trapecio	16/11/2014	04:01:00	04:22:14	00:21:14	Poste Chocado
TRA005	San Juan	Trapecio	22/11/2014	08:44:00	09:01:23	00:17:23	Árbol en contacto con la línea
CHN024	8va Norte	Chim- Norte	02/12/2014	22:45:00	23:03:15	00:18:15	Conductor caído en la troncal
TRA002	Lacramarca	Trapecio	21/12/2014	03:33:00	04:02:13	00:29:13	Hurto de conductor
CHN021	Industrial	Chim- Norte	26/12/2014	02:38:00	03:10:11	00:32:11	Poste Chocado

A continuación se muestra en los siguientes gráficos la comparación de los tiempos antes y después de la automatización.

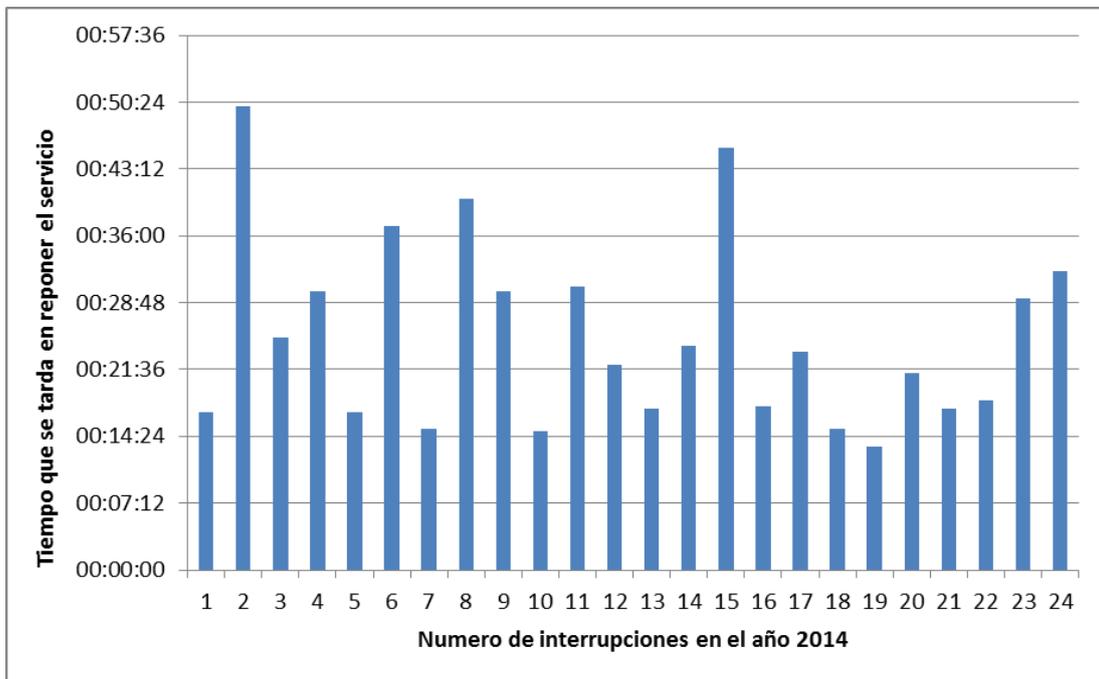


Gráfico N°1.- Se muestra como varía los tiempos en cada caso para reponer el servicio eléctrico en los alimentadores antes de implementar la automatización.

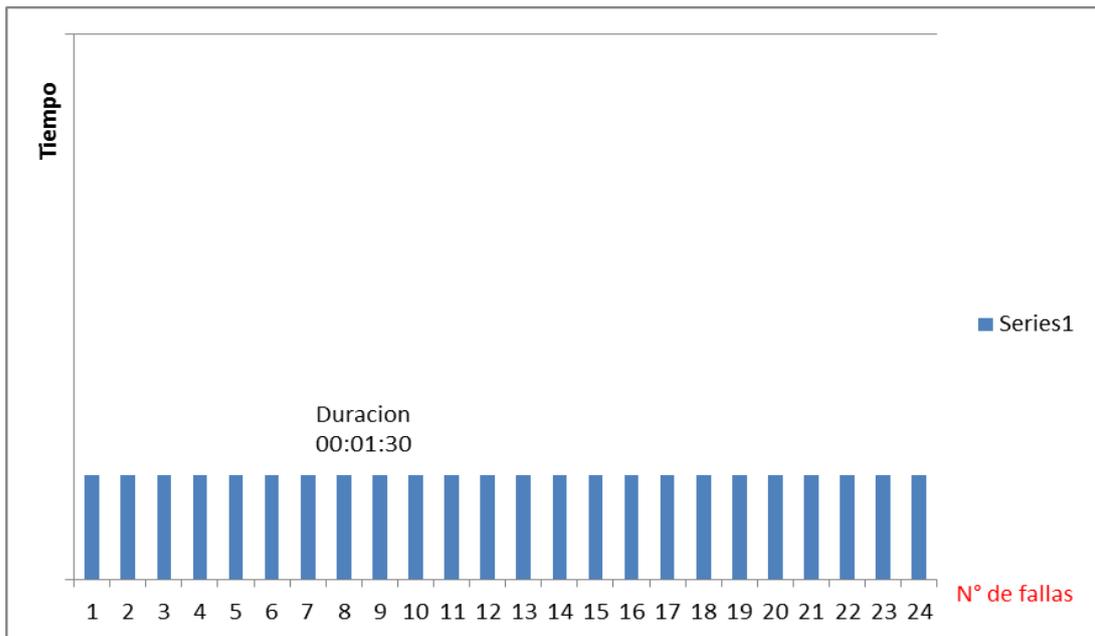


Gráfico N°2.- Se muestra como el tiempo de duración en reponer el servicio eléctrico es constante y no pasa de un minuto y medio.

Luego del análisis y la comparación del tiempo en restablecer el suministro eléctrico en los alimentadores de media tensión, tenemos como consecuencia mayores Ingresos dado que se puede reestablecer rápidamente el suministro en las áreas no afectadas por la falla, los tiempos de corte se reducen y los ingresos aumentan debido a que ya no se pagaran las compensaciones a los clientes ni multas al OSINERGMIN.

Cuadro N°.02.- Se muestra la comparación de la compensación por la mala calidad de servicio a los usuarios; antes y después de la implementación. (fuente: elaboración propia)

Datos para el calculo	Antes de la implementación	Después de la implementación
AMT	TRAP-005	TRAP-005
Potencia (kW)	1200	1200
Energía (kW.h)	28800	28800
Hora salida	14:00	14:00
Hora reposición	14:25	14:02
Duración	00:25	00:02
N° de Clientes	3850	3850
Monto total a compensar	10080	0
Monto a compensar por cliente	3.15	0

Cabe mencionar que el costo por incumplimiento en la calidad del servicio electrico según la norma tecnica de calidad de suministro de energia electrica (NTCSE), en el titulo sexto, numeral 6 – 6.1 – 6.1.8 nos dice que cuesta 0.35 \$/Kw-h.

3.3. Evaluar la parte operativa y mando.

La parte operativa, es la parte que actúa directamente sobre los equipos a maniobrar, en este caso serán los recloser. Ya que para cerrar o aperturar se necesitará dar la orden desde el comando de la sala de control.

El mando está dado por la parte lógica (programas o software) utilizado en el sistema y es proporcionado por el proveedor del equipo.

En el anexo X, se muestra el centro de control donde se encuentra el mando para la operación del sistema.

3.4. Selección de equipos a utilizar

El equipo que se ha seleccionado para esta propuesta son los reconectores automáticos más conocidos como recloser, debido a que ofrecen grandes ventajas y son apropiados para la automatización en comparación a los otros equipos de maniobras, tales como los cutout y los seccionadores bajo carga (SBC), que no ofrecen lo mismo.

Los criterios tomados en cuenta son:

- Menores Costos de Operación
- Compatibilidad DSA/SCADA (Sistema de Automatización de Redes de Distribución, o con un sistema SCADA)
- Interfaz de Telemetría
- Interfaz con Computadora
- Control Remoto
- Fácil instalación
- Seguridad en la operación

IV. Análisis y discusión

El propósito fundamental de esta tesis, es proponer la automatización del servicio eléctrico en alimentadores de media tensión de la empresa Hidrandina s.a. teniendo

como principal objetivo disminuir los tiempos que se tarda en reponer el servicio eléctrico ante fallas a los clientes.

Para esto se reemplazaría los seccionadores bajo carga (SBC) por recloser (RCL), en los puntos de enlace proporcionado por la empresa.

Cabe mencionar que; Collantes, R. (2010). De la Universidad Nacional de Ingeniería en su tesis “Análisis de mejora de la confiabilidad de los sistemas de distribución eléctrica de alta densidad de carga”, indica que la norma técnica de calidad del servicio eléctrico (NTCSE) dispone la evaluación de la calidad de suministro o servicio eléctrico a través de dos indicadores individuales, Número Total de Interrupciones en el Cliente por Semestre (N) y Duración Total Ponderada de Interrupciones en el Cliente por Semestre (D). Cabe mencionar que la NTCSE define como interrupción a toda falta de suministro con una duración mayor o igual a los tres minutos.

Para esto se optó utilizar los recloser debido a que ofrecen grandes ventajas y son apropiados para la automatización en comparación a los otros equipos de maniobras, tales como los cutout y los seccionadores bajo carga (SBC), que no ofrecen lo mismo.

Los criterios tomados en cuenta son:

- Menores Costos de Operación
- Compatibilidad DSA/SCADA (Sistema de Automatización de Redes de Distribución, o con un sistema SCADA)
- Interfaz de Telemetría
- Interfaz con Computadora
- Control Remoto
- Fácil instalación
- Seguridad en la operación.

En el anexo XI, se muestra el diagrama unifilar de protección del sistema eléctrico en media tensión de Chimbote, antes de la implementación.

En el anexo XII, se muestra el diagrama unifilar de protección del sistema eléctrico en media tensión de Chimbote, después de la implementación.

4.1. Procedimientos que se realizan ante una falla de un alimentador

Antes de la implementación. (Ejm. AMT TRAP-005 San Juan)

Al momento de salir fuera de servicio un alimentador suena una alarma y señala en su relé de protección.

1°.- El operador cancela la alarma, verifica el alimentador que salió fuera de servicio, toma nota de la señalización y resetea el relé.

2°.- comunica a la móvil de emergencia para la revisión de dicho alimentador y luego comunica al Ing. supervisor de operaciones para que autorice el intento de reposición o las maniobras de retroalimentación.

3°.- Dependiendo el tipo de señalización el supervisor decide autorizar o no el intento de reposición.

4°.- Si en el intento de reposición el resultado es positivo la móvil continua con la revisión del alimentador y si el resultado es negativo se coordina para las maniobras de retroalimentación o energización por tramos.

5°.- Si la móvil en la revisión encontró la falla, se aísla la zona de falla para posterior reparación.

Ejemplo de una falla en un alimentador, extraído del cuaderno de ocurrencias del operador, donde se toma en cuenta los tiempos de las maniobras para la retroalimentación.

10:19h Queda F/S el AMT San Juan (Trap005), con una carga de 1.20 MW. Señalizando en el Relé de Marca Alstom, Modelo Micom P-142 lo siguiente: Fase arrancada ABCN, Fase Disparada ABC, Trip 50/51.

Motivo: Al momento de retirar el puente provisional de la fase “R” de la SED CH7517 (ULADECH), para regulación de Taps, hubo acercamiento del alambre (puente) con la fase “S” provocando cortocircuito entre fases y como consecuencia

se queda pegado las fases R-S, A la vez se seccionaron los conductores a la entrada del Secc. cutout de la SED antes mencionada, las fases R-S.

10:30:00h Se Abre el SBC “San Juan” I-341974 / AMT San Juan (sin tensión)

10:30:10h Se cierra el SBC “Callao” I-341614 / AMT 8va Norte, subiendo la carga de 1.23 MW - 1.96 MW.

10:37:00h Se Abre el SBC “Fe y Alegría” I-341583 / AMT San Juan (sin tensión)

10:37:10h Se cierra el SBC “Ostolaza” I-341604 / AMT Pardo, subiendo la carga de 2.63 MW - 3.16 MW.

10:54:00h Se Abre el RCL “Los Ferroles” I-341782 / AMT San Juan (sin tensión)

10:54:10h Se cierra el SBC “Cervello” I-341602 / AMT 8va sur, subiendo la carga de 2.72 MW - 3.79 MW.

Después de la implementación.

Ejemplo de los tiempos de las maniobras para la retroalimentación.

10:19:00h Queda F/S el AMT San Juan (Trap005), con una carga de 2.24 MW.

10:20:30h Se Abre el SBC “San Juan” I-341974 / AMT San Juan (sin tensión)

10:20:35h Se cierra el SBC “Callao” I-341614 / AMT 8va Norte, subiendo la carga de 1.23 MW - 1.96 MW.

10:20:40h Se Abre el SBC “Fe y Alegría” I-341583 / AMT San Juan (sin tensión)

10:20:50h Se cierra el SBC “Ostolaza” I-341604 / AMT Pardo, subiendo la carga de 2.63 MW - 3.16 MW.

10:21:00h Se Abre el RCL “Los Ferroles” I-341782 / AMT San Juan (sin tensión)

10:21:10h Se cierra el SBC “Cervello” I-341602 / AMT 8va sur, subiendo la carga de 2.72 MW - 3.79 MW.

En el anexo XIII, se muestra el diagrama unifilar solamente del AMT San Juan (TRAP-005) antes y después de la implementación.

V. Conclusiones

1.- La automatización de sistemas de distribución con alimentadores en media tensión adquiere cada vez más importancia, dadas las exigencias sobre la calidad del servicio eléctrico que tiene la empresa Hidrandina.

2.- Dado los requerimientos sociales y la tendencia mundial de nuevas tecnologías es necesario tener en cuenta la urgente necesidad de automatizar los sistemas de distribución en el Perú, a través de la automatización en redes de distribución en media tensión.

3.- Son prioritarios para la automatización los estudios profesionalmente realizados en cuanto sistema de comunicación, ubicación de los recloser y la adecuada selección de los equipos de protección y automatización.

4.- Al automatizar el suministro o servicio de energía eléctrica a través de alimentadores en media tensión se obtendrá:

- El sistema de control y monitoreo es más sencillo y seguro
- Se reducirá las penalización ante el OSINERGMIN
- El servicio eléctrico será más confiable y de corta duración ante un apagón.
- Mejor imagen de la empresa.

VI. Recomendaciones:

- Se recomienda cambiar los seccionadores bajo carga por recloser, en los puntos de enlace.
- Utilizar monitores grandes en la sala de control para visualizar mejor el sistema eléctrico de distribución.
- Personal operador tiene que estar debidamente capacitado.
- Dar mantenimiento a los recloser cada cierto tiempo, verificando sus baterías, conexiones, configuraciones, entre otros.

Dedicatoria

A Dios por ser mi guía espiritual.

A mi esposa Janira por ser comprensiva y apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi carrera.

A mis hijos Giuseppe & Vicelli, por ser el motor para seguir adelante en mi carrera profesional.

A mis padres por su ejemplo de conducta, valores, honestidad, honradez y laboriosidad que he seguido en todos mis actos.

A mis hermanos quienes durante todos estos años confiaron en mí, comprendiendo mis ideales y el tiempo que no estuve con ellos.

ALDO VICENTE ESCOBEDO MEJIA.

Agradecimientos

En esta etapa de mi vida me permito manifestar mi gratitud y respeto a mis seres queridos (Mis padres, mis hermanos y mi esposa) por brindarme su apoyo en todo momento.

A la Universidad San Pedro, quien me albergó generosamente haciendo posible los conocimientos adquiridos y la formación académica, dándome la oportunidad de conocer a Profesores y amigos.

A la empresa Hidrandina por ser mi centro de labor y me permite aplicar lo aprendido en la USP.

ALDO VICENTE ESCOBEDO MEJIA.

VII. Referencias bibliográficas.

- Canchihuaman, J. A. (Marzo, 2012). *"Automatización de redes de Distribucion de satipo para mejorar el servicio electrico"*. Huancayo.
- Collantes Véliz, R. S. (2010). *"Análisis de mejora de la confiabilidad de los sistemas de distribución eléctrica de alta densidad de carga"*. LIMA - PERU.
- Hidrandina. (2002). *"Manual de normas y procedimientos de operacion y mantenimiento de los sistemas electricos"*. Trujillo: Hidrandina.
- Hidrandina. (19 de Abril de 2015). *www.Distriluz.com.pe*. Obtenido de http://www.distriluz.com.pe/hidrandina/01_empresa/zona.html
- Ingeniería de automatización por Felipe Mateos Martín de la Universidad de Oviedo-2008
- Jorge Calderón Mendoza, en su tesis “control y monitoreo Scada de un proceso experimental, utilizando PLC siemens S7-300 y software labview” en el 2009
- Lira, A. D., Aristondo, F. M., & Navarro, M. A. (2011). Fundamentos técnicos y económicos del sector eléctrico peruano. En O. (. Minería), *Fundamentos técnicos y económicos del sector eléctrico peruano* (pág. 21; 44). Lima - Perú: Grapex Peru S.R.L.
- Ortiz, J. (20 de Mayo de 2010). *www.ptolomeo.unam.mx*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/784/A4%20SISTEMAS%20DE%20DISTRIBUCION.pdf>
- Pedro Reyes Sánchez “Automatización del sistema de la red de distribución primaria de la ciudad de Cienfuegos” Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas; Santa Clara, Cuba, 2015.
- Salazar, G., & Pacheco, C. (Año V Agosto - Septiembre 2012). "Redes inteligentes" (Smart Grids). *Bloetin informativo OLADE (Organización Latinoamericana de Energia)*, 1-4-6.

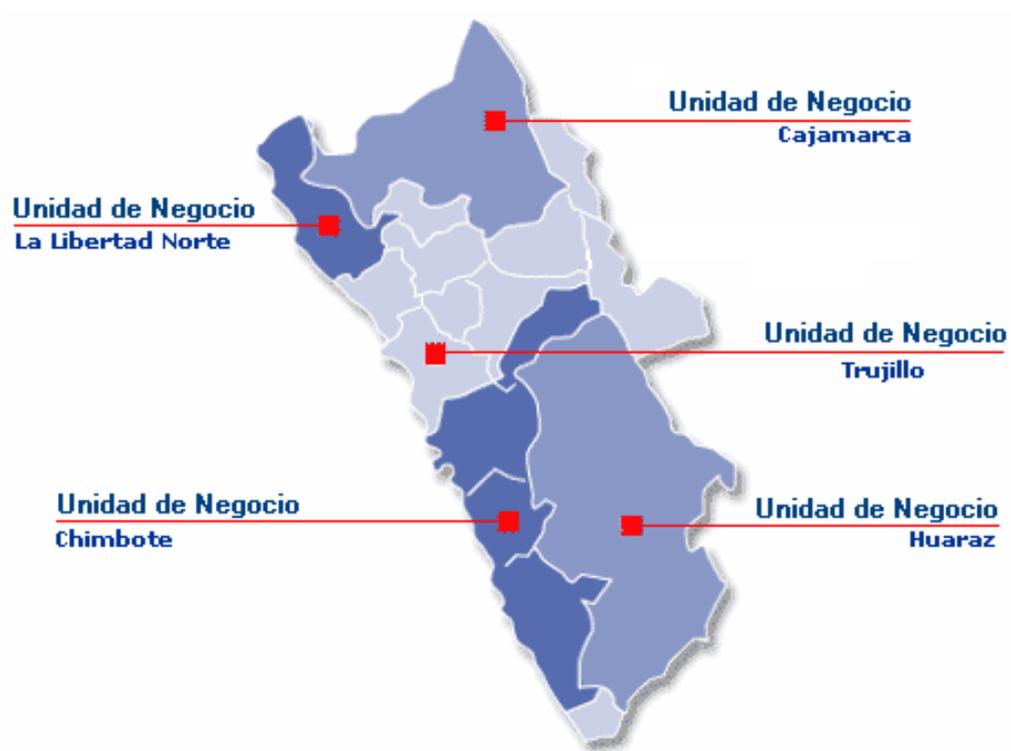
VIII. Anexos

Anexo I



Se muestra el mapa del Perú donde se observa el área que abarcan las cuatro empresas del grupo Distriluz.

Anexo II



Se muestra el mapa de la zona de concesión de la empresa Hidrandina con las 5 unidades de negocio.

Anexo III



Muestra un centro de transformación de alta tensión a media tensión, en este caso es de 138 kV a 13.8 kV. (fuente Hidrandina).

Anexo IV

Fig. N°01.- Sistema de Distribución Radial

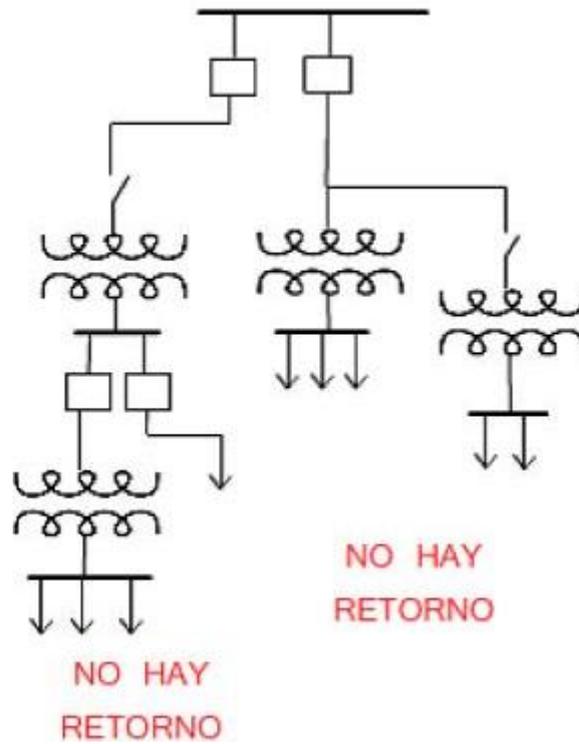
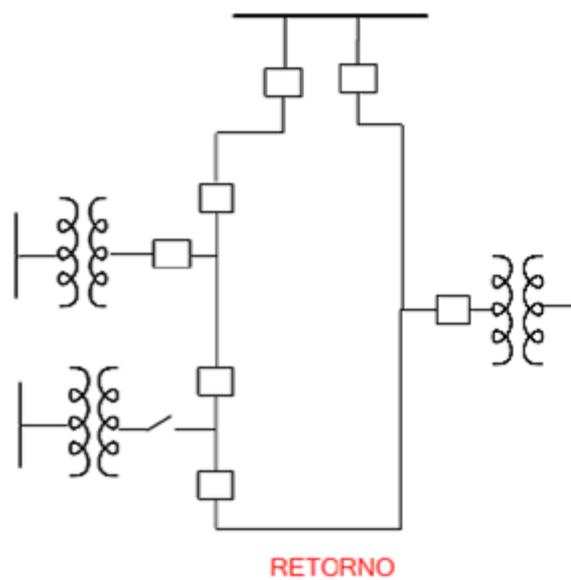


Figura 2. - Sistema de Distribución Anillo



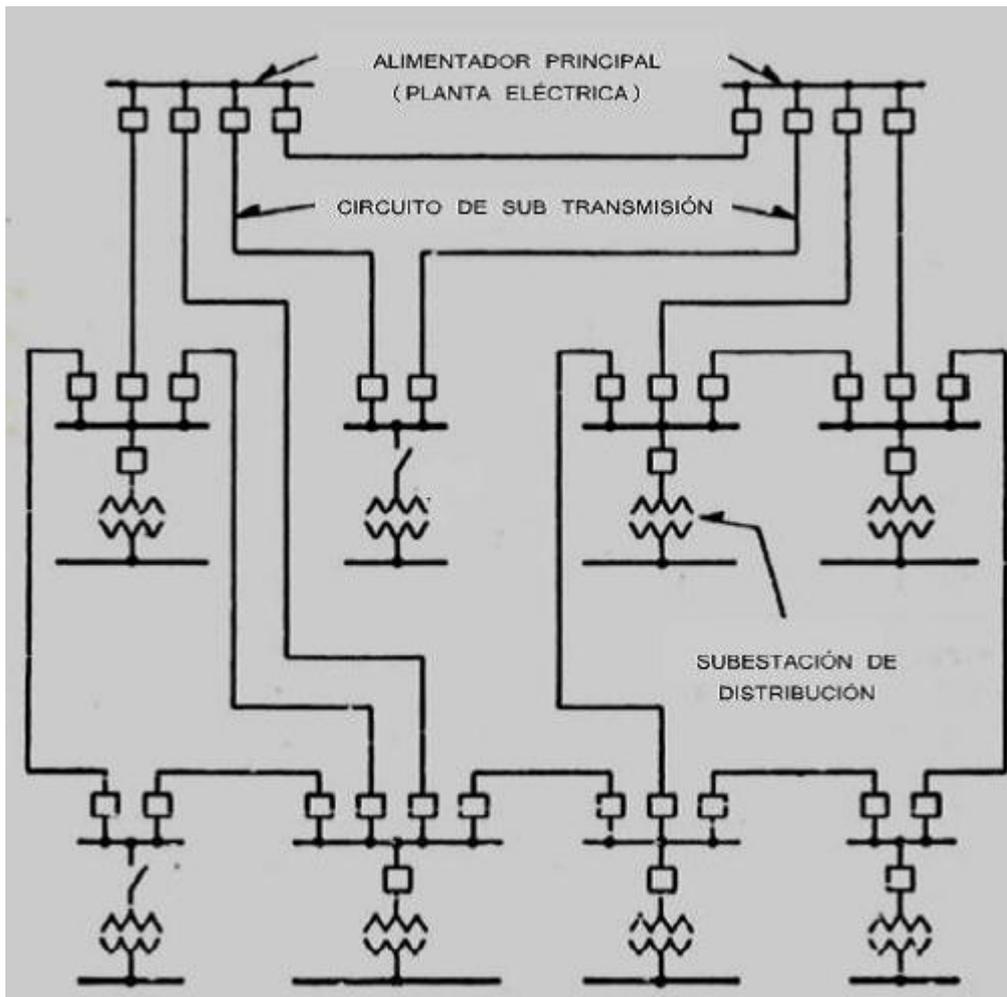


Figura 3. – *Sistema de Distribución en red o Malla*

Anexo V

Equipos de maniobras en media tensión



Figura 1 - Seccionador tipo cutout

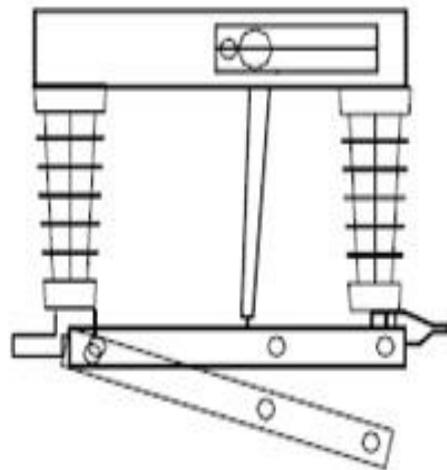
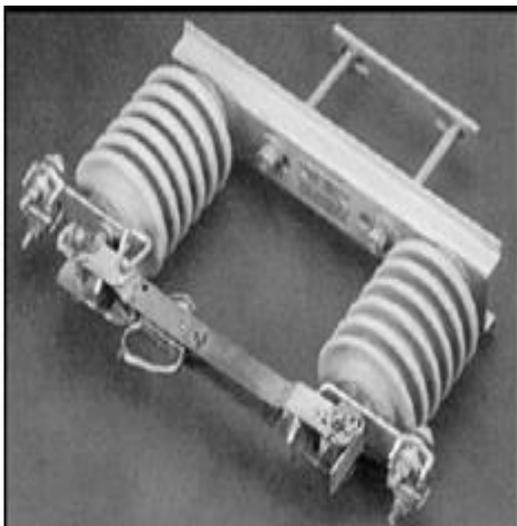


Figura 2 - Seccionador tipo Cuchilla

Figura. 3 - Seccionador bajo carga (SBC)

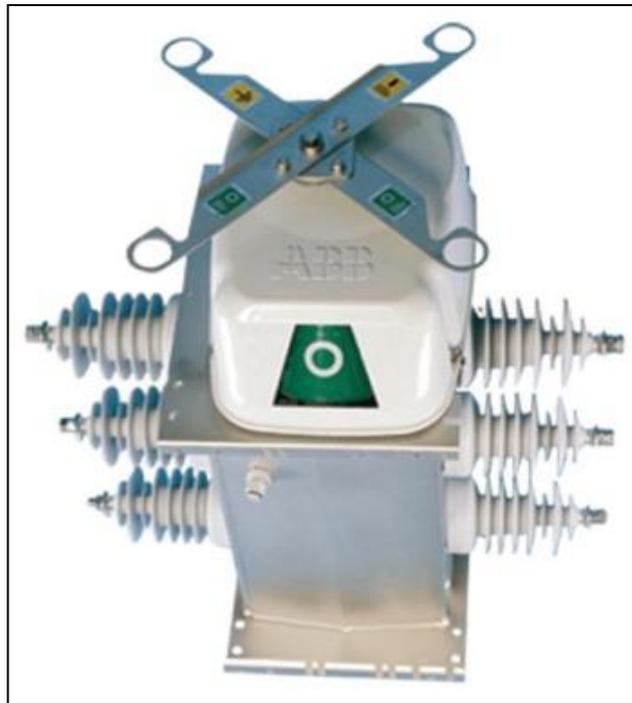


Figura 4 - Recloser (RCL)



Anexo VI

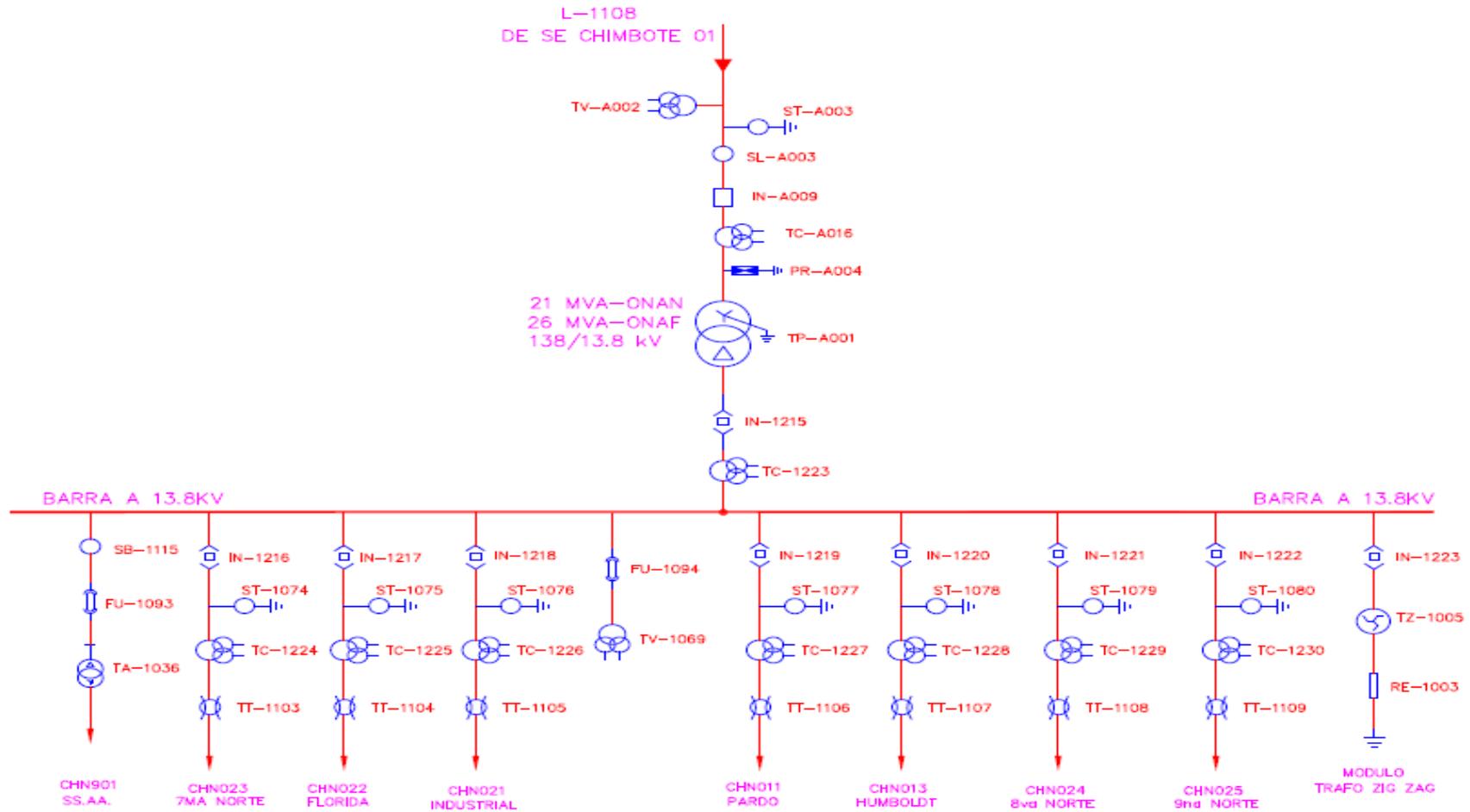


Diagrama unifilar de la subestación Chimbote Norte

Anexo VII

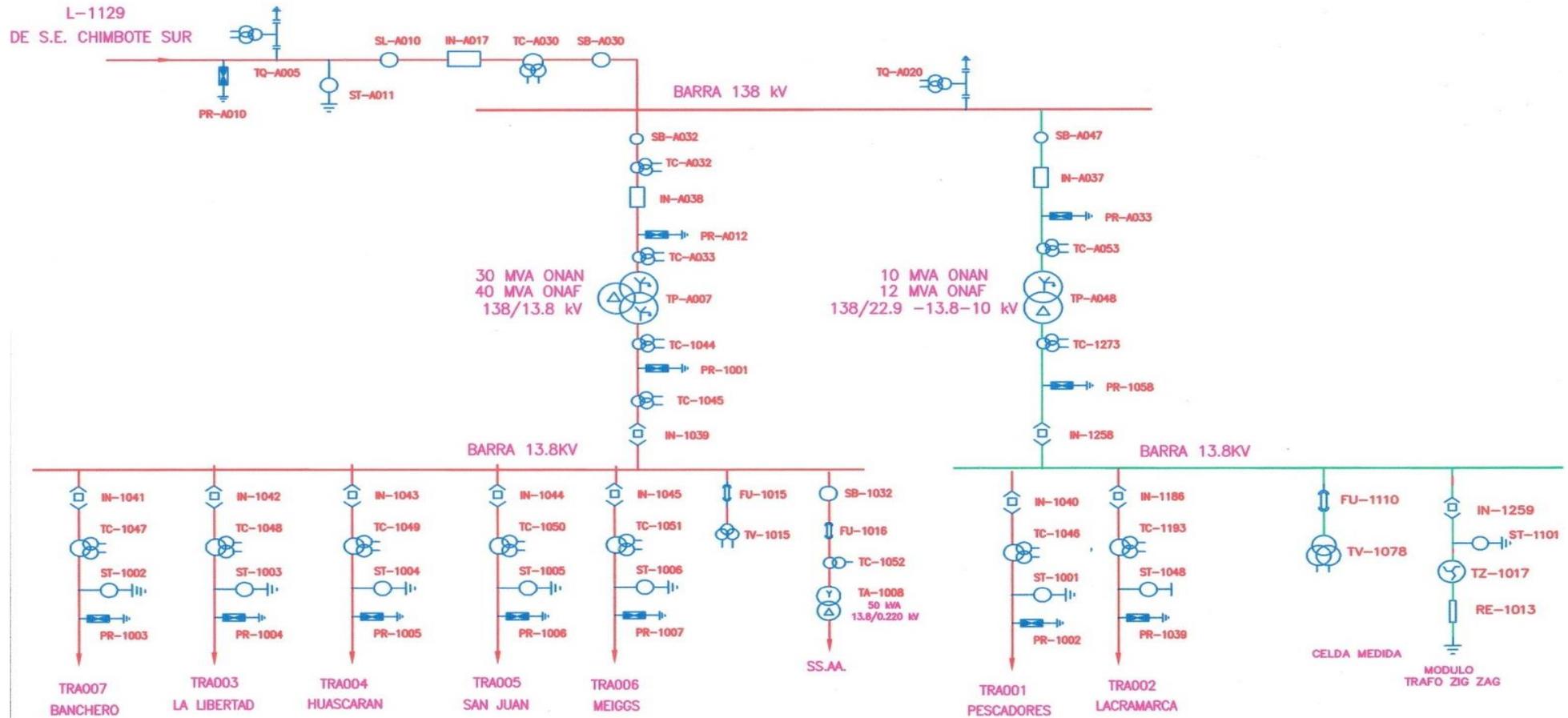


Diagrama unifilar de la Subestación Trapecio

Anexo VIII

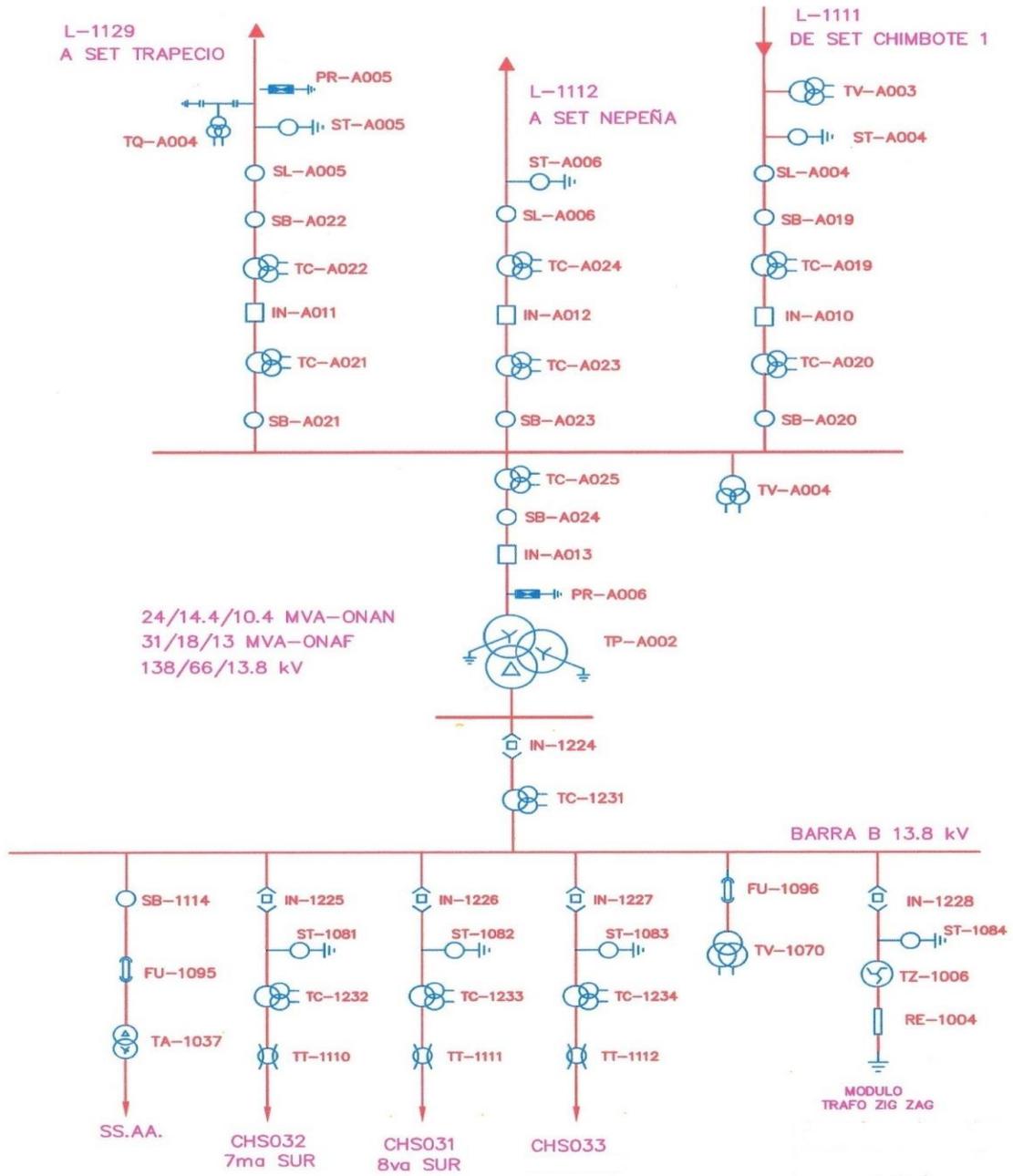


Diagrama unifilar de la SET Chimbote Sur

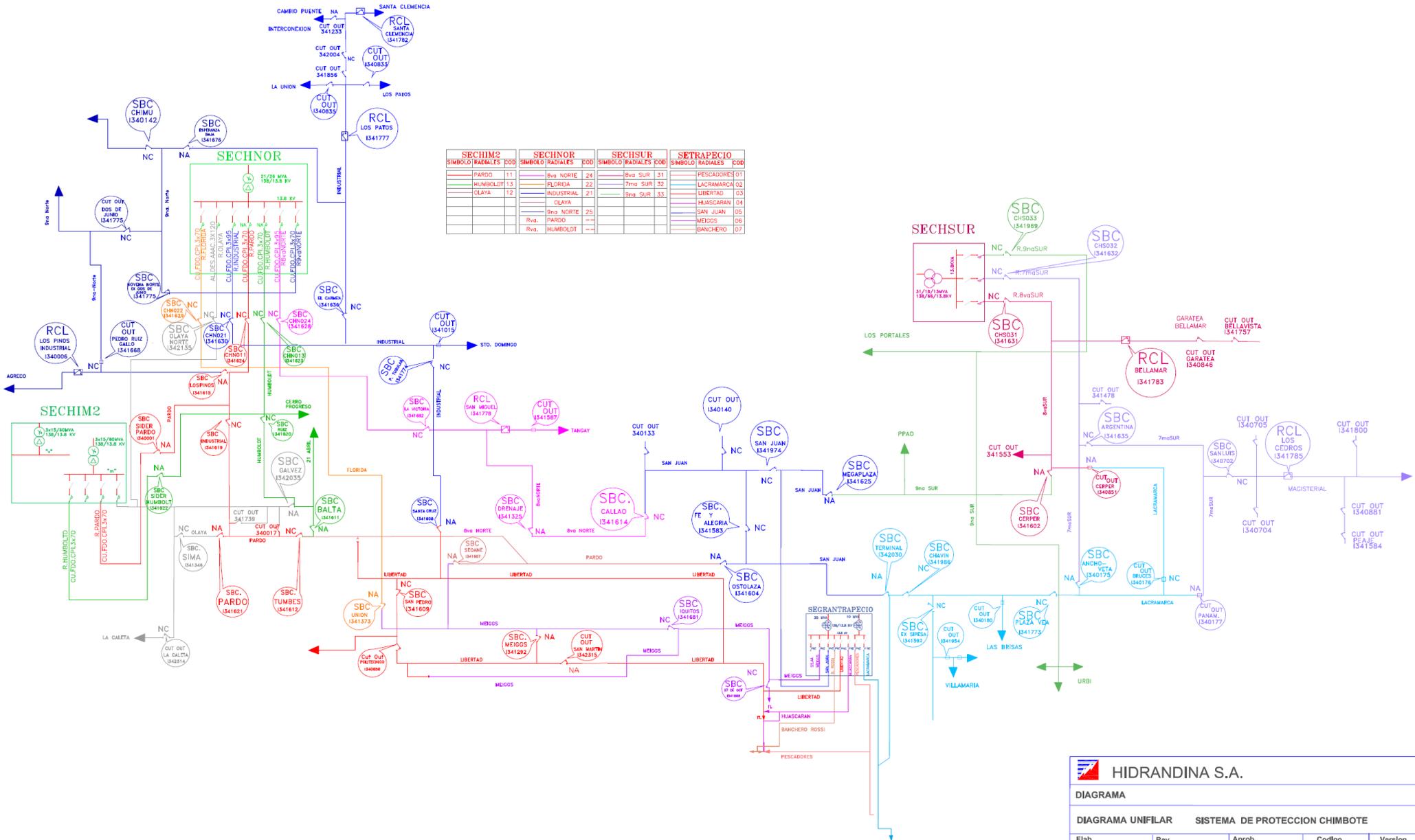
Anexo X



Con la implementación de la propuesta de automatización de los alimentadores en media tensión quedara así el centro de control donde se encuentra el mando para la operación del sistema.

Anexo XI

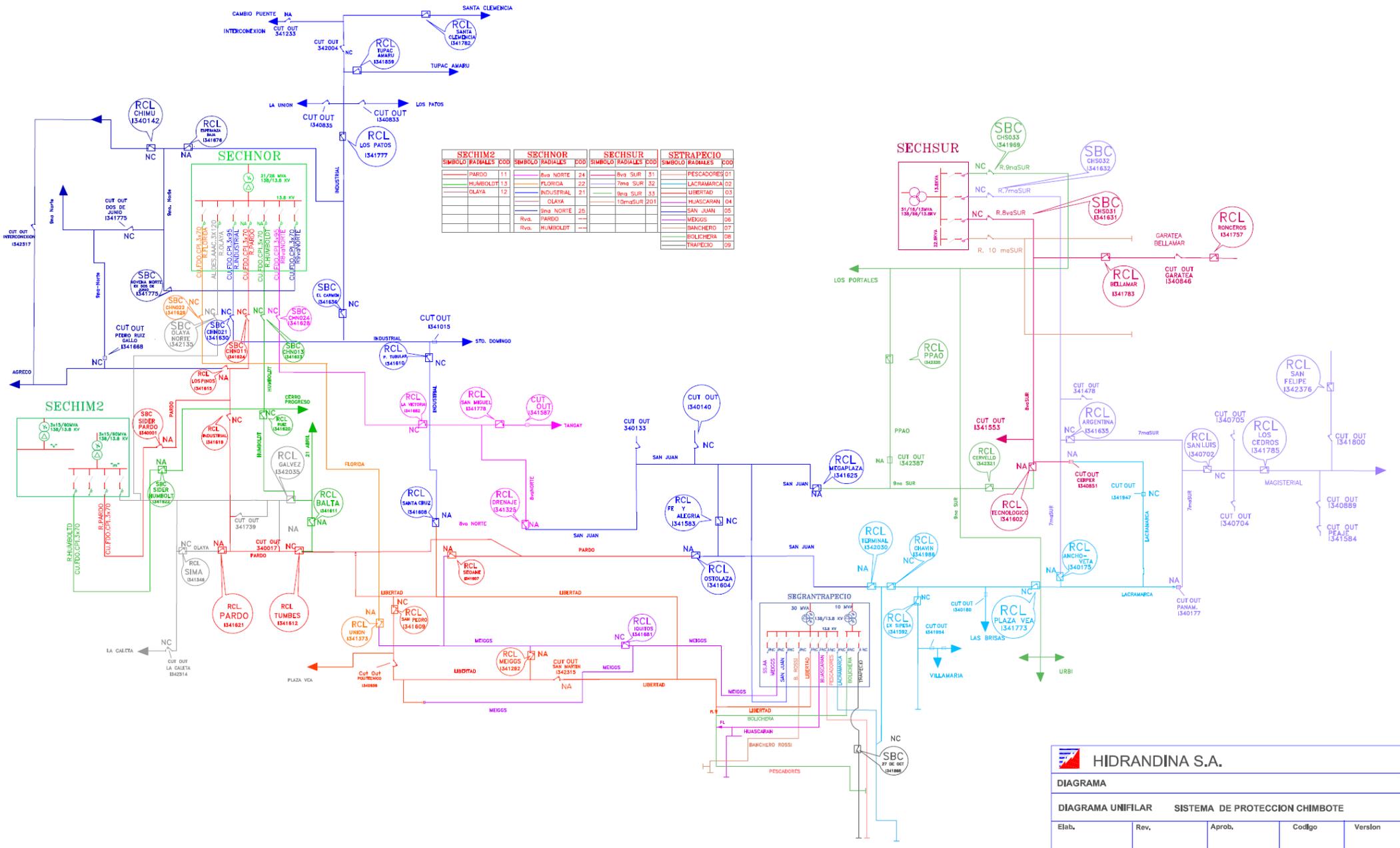
Diagrama unifilar de protección del sistema eléctrico de media tensión de Chimbote con seccionadores antes de la elaboración de la tesis.



HIDRANDINA S.A.				
DIAGRAMA				
DIAGRAMA UNIFILAR		SISTEMA DE PROTECCION CHIMBOTE		
Elab.	Rev.	Aprob.	Codigo	Version
ING. ERIB DOMINGUEZ	ING. CESAR MARCELO	ING. MARCO SALAZAR	DU-SP-1-01	02/07-04-16

Anexo XII

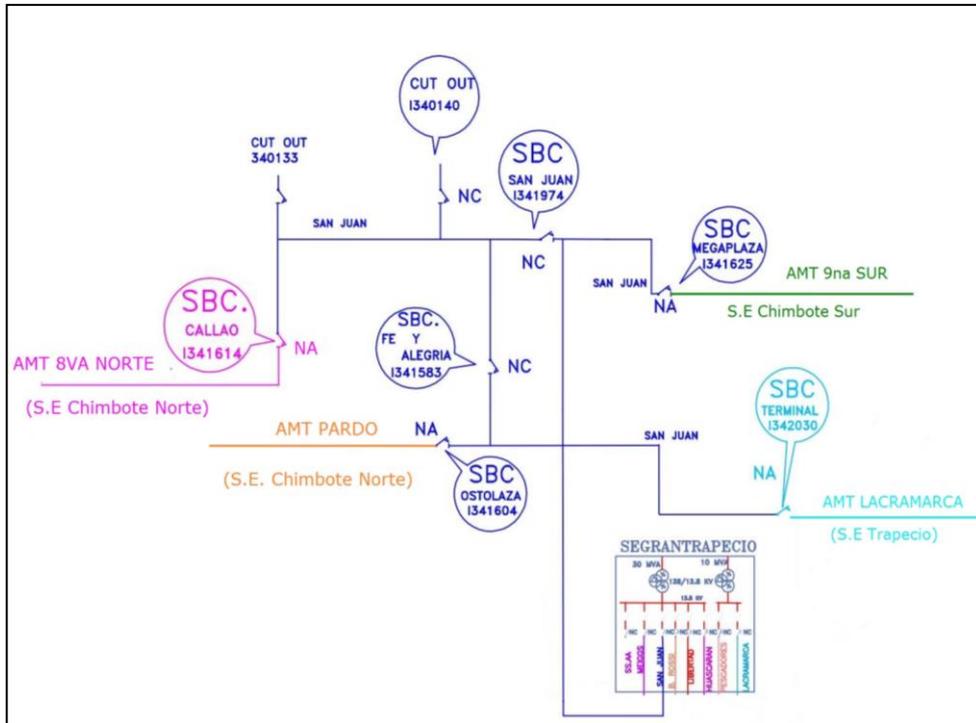
Diagrama unifilar de protección del sistema eléctrico de media tensión de Chimbote con recloser después de la elaboración de la tesis.



 HIDRANDINA S.A.				
DIAGRAMA				
DIAGRAMA UNIFILAR		SISTEMA DE PROTECCION CHIMBOTE		
Elab.	Rev.	Aprob.	Codigo	Version

Anexo XIII

➤ *Antes de la implementación.*



➤ *Después de la implementación.*

