ACTUALIZACIÓN DE INGENIERÍA DE DETALLE DE LA SUBESTACIÓN EL YARUMO DE LA EMPRESA DE ENERGÍA DEL BAJO PUTUMAYO.

Aura Valentina Diaz Trejos

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Eléctrico

Director
Jesús Abelardo Velazco Ochoa, Ingeniero eléctrico

Universidad de Pamplona
Facultad De Ingenierías Y Arquitectura
Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica, sistemas y telecomunicaciones
Programa de ingeniería eléctrica
Villa del Rosario, Norte de Santander, Colombia
2022

DEDICATORIA

A mis padres, Ruth Trejos y Jhony Díaz quienes me brindaron su apoyo incondicional desde mis primeras etapas académicas y su esfuerzo de ofrecerme oportunidades, compartiéndome sus consejos y acompañándome en sus oraciones diarias, forjándome en valores, aptitudes y actitudes, no puedo decir más que gracias a Dios por ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme cumplir diferentes metas y anhelos del corazón enfrentando diversos obstáculos y guiándome de la mejor forma. A mis familiares, amigos compañeros y docentes por estar presentes en cada etapa de conocimiento, dedicación hacia mi persona forjándome hacia el futuro, brindándome su apoyo con sus palabras de aliento y su confianza.

RESUMEN

La finalidad del proyecto es la actualización de ingeniería de detalle de la subestación eléctrica el Yarumo con el fin de renovar la información al detalle, que ésta sea clara, precisa y consistente para que en el momento de realizar prácticas, conservaciones o nuevas intervenciones, ésta sea de ayuda en fundamento, la información completa genera orden, mantenimiento adecuado y seguimiento apropiado siendo este llevado a cabo por medio de estudio, medición y seguimiento de diagramas respectivamente al cableado existente.

Para dar cumplimiento a los objetivos, necesitaba información relevante suministrada por la empresa como: manuales, folder, instructivos, lineamientos, información de expansión y anexo siendo ésta tomada de distintas páginas web con base al acatamiento de normas estipuladas y en actual vigencia para la regulación, instalación, construcción, mantenimiento y monitoreo de los activos de una subestación eléctrica, como también instrumentación en programas de descarga, diseño de planos, gestión de calidad de equipos, estado actual del tablero de control, entre otros.

Palabras clave — Actualización, Diagrama unifilar, Detalle, Subestación eléctricas, Transformador, Ingeniería, Tablero de control, Equipos eléctricos.

ABSTRACT

The purpose of the project is to update the detailed engineering of El Yarumo electrical substation in order to renew the detailed information, so that it is clear, precise and consistent so that at the time of carrying out practices, conservation or new interventions, it be of help in foundation, the complete information generates order, adequate maintenance and appropriate follow-up, this being carried out by means of study, measurement and follow-up of diagrams respectively to the existing wiring.

To get it meet the objectives, it needed relevant information provided by the company, such as: manuals, folders, instructions, guidelines, expansion information and annexes, this being taken from different web pages based on compliance with stipulated standards and in current force for regulation, installation, construction, maintenance and monitoring of the assets of an electrical substation, as well as instrumentation in discharge programs, plan design, equipment quality management, current status of the control panel, among others.

Keywords — Updating, Single line diagram, Detail, Electrical substation, Transformer, Engineering, Control panel, Electrical equipment.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN 3

ABSTRACT 4

GLOSARIO 14

I. INTRODUCCIÓN 16

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 18

A. Antecedentes 18

III. JUSTIFICACIÓN 21

IV. OBJETIVOS 22

A. Objetivo general 22

B. Objetivos específicos 22

V. MARCO TEÓRICO 23

A. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS 23

1. Tipos de subestaciones eléctricas: 24

1.1 Se pueden clasificar tres tipos de subestaciones: 24

1.2 Se pueden clasificar dos tipos de subestaciones según su asilamiento: 24

2. El Retie clasifica las subestaciones como: 25

B. ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 26

3. Interruptor de potencia (IN): 26

4. Seccionador (SE): 27

5. Pararrayos (PY): 27

6. Transformador de corriente (TC): 28

7. Transformador de potencia (TP): 28

8. Pruebas importantes en transformadores de potencia: 28

9. Transformadores de potencial (TP): 29

C. CONFIGURACIÓN DE CONEXIÓN DE BARRAS 29
10. Determinación del área: 30
11. Barra sencilla: 31
12. Barra principal o barra de transferencia: 32
13. Barra doble: 33
14. Barra doble más seccionador de By-Pass o paso directo: 35
15. Barra doble más seccionador de transferencia: 35
16. Barra doble más barra de transferencia: 37
17. Barra establecida en la subestación eléctrica El Yarumo: 37
D. BLOQUES DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 38
E. BAHÍAS DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 38
18. Bahía de entrada de línea: 38
19. Bahía acopladora: 39
20. Bahía de transformación: 39
21. Bahía de salida de línea: 40
22. Niveles de operación en bahías establecidas en la subestación El Yarumo: 40
22.1. Nivel 0: 41
22.2. Nivel 1: 41
22.3. Nivel 2: 41
22.4. Nivel 3: 41
F. FUNCIONES DE PROTECCIÓN DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 41
G. PRINCIPIOS Y OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 42
H. TABLERO DE CONTROL 42
23. Tipos de tableros eléctricos: 44

24. Debido al uso de energía eléctrica se presentan los siguientes tipos de tableros:.....45
24.1. Tableros de fuerza: 45
24.2. Tableros de señalización:.....45
24.3. Tablero de alumbrado:.....46
24.4. Tableros de calefacción: 46
24.5. Tableros de control: 46
I. DIAGRAMA UNIFILAR 46
25. A continuación de describen dos tipos de diagramas unifilares: 48
J. ELEMENTOS PRINCIPALES DEL TABLERO DE CONTROL 49
26. Relés:.....49
26.1. Clasificación de relés numéricos: 51
27. Borneras: 51
28. Seccionador porta fusible:.....52
29. Pulsadores: 52
30. Parada de emergencia: 52
31. Cablecanal:.....52
32. Pilotos luminosos:.....52
33. Medidores: 52
33.1. Medidores según la energía que miden: 52
33.2. Medidores según su exactitud: 52
33.3. Medidores según la conexión de red: 52
K. ELEMENTOS SECUNDARIOS DEL TABLERO DE CONTROL.....53
34. Interruptores automáticos pequeños: 53
35. Protector contra sobretensiones: 53
36. Cables:.....53

VI. NORMATIVA VIGENTE PARA EFECTUAR EL LEVANTAMIENTO DEL TABLERO DE CONTROL EN LA SUBESTACIÓN EL YARUMO 53
37. Terreno: 54
38. Adecuación: 54
39. Funcionamiento de equipos: 54
40. Diseñado detallado: 54
41. Diseño simplificado: 54
L. NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL 54
42. Normativa nacional: 54
43. Normativa internacional: 55
M. NORMATIVA PARA TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS 55
N. NORMATIVA PARA INTERRUPTORES 56
44. Para interruptores manuales de baja tensión: 57
45. Para interruptores automáticos de baja tensión: 57
O. NORMATIVA PARA SECCIONADORES 57
P. NORMATIVA PARA PARARRAYOS 58
Q. NORMATIVA PARA PULSADORES 58
R. NORMATIVA PARA TABLEROS ELÉCTRICOS 58
46. Para baja tensión: 59
46.1. Tablero de distribución: 59
46.2. Tablero de potencia: 60
46.3. Tableros para redes de distribución pública: 60
46.4. Tableros para instalaciones temporales: 60
47. Para media tensión: 61
48. Para condiciones de encerramiento o envolvente destinadas a tableros y celdas: 61

S. NORMATIVA PARA MEDIDORES 62

49. Según los tipos de medidores se presentas las siguientes normas: 63

T. NORMATIVA PARA RELÉS.....63

U. NORMATIVA PARA DPS 63

VII. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL TABLERO DE CONTROL DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA SUBESTACIÓN YARUMO 64

V. GESTIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN ASOCIADA A CONTRATOS 65

W. REVISIÓN DE LINEAMIENTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SG-SST 66

X. REVISIÓN DE OSCILOGRAFÍAS EN TIEMPO REAL.....67

VIII. ELEMENTOS REQUERIDOS DEL TABLERO DE CONTROL DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA SUBESTACIÓN YARUMO 69

Y. GESTIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN ESTABLECIDA A ELEMENTOS DEL TABLERO DE CONTROL ACTUALMENTE 70

Z. HOJAS DE VIDA DE ACTIVOS DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA EL YARUMO 73

50. Interruptor SF6 73

50.1. Características generales: 74

50.2. Operatividad tipo BLK: 74

50.3. Resistencia a las condiciones climáticas: 75

50.4. Temperaturas normales de servicio: 75

50.5. Tiempo estable de operación: 75

51. Seccionador 6321 75

51.1. Funciones: 76

51.2. Mecanismos de operación: 76

51.3. Prestaciones especiales: 76

52. Pararrayo 76
52.1. Aplicaciones: 77
52.2. Carga mecánica: 78
52.3. Datos de rendimiento: 78
52.4. Dispositivo de sellado y alivio de presión 78
52.5. Resistencia mecánica: 78
AA. GESTIÓN DE CALIDAD A ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL TABLERO DE CONTROL. 78
IX. ELABORACIÓN DE PLANOS AL TABLERO DE CONTROL DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA EL YARUMO 79
53. Plano de la subestación y caseta El Yarumo: 79
BB. REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DE INFORMACIÓN PLANOS EXISTENTES Y ANEXO DE PLANOS ACTUALIZADOS 80
54. Montaje de planos tablero de control: 81
55. Montaje de planos transformador de potencia tridevanado: 87
X. CONCLUSIONES 96
REFERENCIAS 98
XI. ANEXOS 104
56. Anexo de registro fotográfico de la zona de trabajo. Anexo 1 104
57. Programas utilizados por la empresa para el descargue de oscilografías. Anexo 5 ... 106
58. Anexo de fotografías de equipos asociados al tablero de control. Anexo 7 108
59. Gestión de la documentación asociada al tablero de control empresa Siemens. Anexo 2 110
60. Inventario de listado de equipos del contrato asociado al tablero de control. Anexo 3 118

61. Tabla de instructivos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo SG-SST. Anexo 4 133

62. Instructivo utilizado por la empresa para el levante de hoja de vida de los activos. Anexo 6 134

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Barra sencilla. [9] 31
Figura 2. Dispositivos asociados a la barra. [18] 31
Figura 3. Perfil bahía de línea y transformación de barra sencilla. [18] 32
Figura 4. Barra principal o barra de transferencia. [9] 33
Figura 5. Dispositivos asociados a la barra. [18] 33
Figura 6. Perfil de línea barra principal más transferencia. [18] 33
Figura 7. Barra doble. [9] 34
Figura 8. Dispositivos asociados a la barra. [18] 34
Figura 9. Perfil bahía de transformación doble barra. [18] 34
Figura 10. Barra doble más seccionador de By-Pass o paso directo. [9] 35
Figura 11. Dispositivos asociados a la barra. [18] 35
Figura 14. Bahía de línea y bahía de transformador-configuración barra doble con seccionador de transferencia tipo convencional. [18] 36
Figura 12. Barra doble más seccionador de transferencia. [9] 36
Figura 13. Dispositivos asociados a la barra. [18] 36
Figura 15. Barra doble más barra de transferencia. [9] 37
Figura 16. Vano de línea T1. [14] 39
Figura 17. Vano o bahía de acople. [14] 39
Figura 18. Vano o bahía de transformación T1. [14] 40
Figura 19. Vano o bahía de línea interfaz T2. [14] 40
Figura 20. Tablero de control y protección subestación El Yarumo. [13] 44
Figura 21. Diagrama unifilar subestación El Yarumo establecido en CSM. [13] 47
Figura 22. Indicadores de posición para interruptores. [21] 48
Figura 23. Diagrama de control. [19] 48
Figura 24. Diagrama de interconexión. [19] 49

Figura 25. Tablero de control y protección subestación El Yarumo [13]. Apertura del tablero para realización de estudio. Autor 65
Figura 26. Verificación de elementos según inventario de contratos. Autor 66
Figura 27. Verificación del sistema de puesta a tierra del transformador de potencia. [13] 67
Figura 28. Gráfica de oscilografías del transformador de potencia tridevanado. Autor 68
Figura 29. Estudio de gráfica de oscilografías del transformador de potencia tridevanado. Autor 69
Figura 30. Medidor, relé 86 y relés supervisores. [13] 71
Figura 31. Relé de distancia. [13] 72
Figura 32. Relé contra sobrecorrientes. [13] 72
Figura 33. Interruptor 6340. Autor 73
Figura 34. Seccionador 6321. Autor 75
Figura 35. Pararrayo. Autor 77
Figura 36. Plano en AutoCAD caseta de la subestación. [13] 79
Figura 37. Plano en AutoCAD subestación eléctrica. [13] 80
Figura 38. Revisión de planos y gestión al desarrollo del proyecto actualización de ingeniería. Autor 81
Figura 39. Montaje diagrama unifilar de uno de los equipos del tablero de control y realización de mancheta en AutoCAD. Autor 82
Figura 40. Montaje de portada del tablero de control. Autor 83
Figura 41. Montaje de entradas digitales de regulador de tensión tablero de control estudio a mano alzada. Autor 84
Figura 42. Montaje modificado de entradas digitales de regulador de tensión del tablero de control. Autor 85
Figura 43. Elementos modificados para el tablero de control. Autor 86
Figura 44. Montaje diagrama unifilar de uno de los equipos del transformador de potencia. Autor 87
Figura 45. Montaje de portada del transformador de potencia tridevanado. Autor 88
Figura 46. Montaje de señales mecánicas del cambiador de tomas transformador de potencia estudio a mano alzada. Autor 89

Figura 47.Montaje modificado señales mecánicas en el cambiador de tomas del transformador de potencia. Autor 90
Figura 48. Elementos modificados para el transformador de potencia tridevanado. Autor 91
Figura 49. Foto del tablero de control. Autor Figura 50. Foto transformador. Autor 104
Figura 51. Conmutador y posición del Tap. Autor 105
Figura 52. Celda de control de motores y sistema de refrigeración del transformador. Autor 105
Figura 53. Celda de control de motores y refrigeración forzada del transformador por dentro. Autor 106
Figura 54. Programa PCM600 para el descargue de oscilografías equipos ABB. [13] 107
Figura 55. Programa DIGSI 5 para el descargue de oscilografías equipos SIEMENS. [13] 107
Figura 56. Programa DIGSI 4 para el descargue de oscilografías equipos SIEMENS. [13] 108
Figura 57. Descripción del relé. [13].....109
Figura 58. Maniobra de equipos en diagrama unifilar. Autor 110
Figura 59. Placa del transformador de potencia tridevanado. Autor 139

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de dimensiones módulo común en subestaciones convencionales. 30
Tabla 2. Lineamientos de activos tablero de control y transformador de potencia tridevanado. Fuente EEBP 92
Tabla 3. Lista de equipos tablero de control otorgado por SIEMENS para la S/E El Yarumo. ..119
Tabla 4. Elementos y equipos de seguridad-emergencias. 133
Tabla 5. Hoja de vida del activo interruptor 6340 de la barra 34.5kV del transformador de potencia realizada en EXCEL. Fuente EEBP 135
Tabla 6. Esquema de la hoja de vida del activo interruptor 6340 de la barra 34.5kV del transformador de potencia realizada en EXCEL parte de observaciones. Fuente EEBP 137

GLOSARIO

Bahía: Conjunto conformado por equipos utilizados para conectar: un transformador, una línea de transmisión, un autotransformador o equipo de compensación, al barraje de una subestación, y los equipos que se utilizan para seccionar o acoplar barrajes, o para transferir la carga de un barraje a otro.

Bloqueo: Es el medio que obstruye el cambio ya sea parcial o total de la condición de operación de un equipo, dispositivo o instalación de cualquier tipo.

Campo de conexión: Es el conjunto de elementos y conexiones que unen una línea, un circuito, un transformador de potencia, un acoplamiento de barras, etc.

Celda de conexión: Grupo de elementos que conectan una barra de conexión de baja tensión o media tensión, una línea o un transformador, los cuales usualmente se encuentran confinados en un gabinete.

Centro de Supervisión y Maniobras (CSM): Es el sistema remoto de control, donde se realiza la operación, y la supervisión del sistema de distribución de energía de los municipios del Bajo Putumayo; se encarga de coordinar las maniobras operativas sobre los activos eléctricos de subestaciones y del Sistema de Distribución Local, en conjunto con el Centro Nacional de Despacho.

Circuito: Es una unión o conexión trifásica eléctrica entre dos subestaciones, cada circuito consta de tres conductores que corresponden a las 3 fases denominadas R, S, T.

Diagrama de unifilar: Planos que en un esquema muestran la ubicación de los equipos instalados en una subestación, estos diagramas incluyen la nomenclatura operativa de los equipos que componen un campo.

Equipos de maniobra: Son los equipos ubicados en el patio de conexiones de la subestación que pueden ser operados de manera mecánica de forma localmente o eléctrica de forma remota.

Evento: Causa indisponibilidad parcial o total de un activo de uso o de o conexión que ocurre de forma programada o no.

Falla: Daño o alteración temporal o permanente en cualquier parte del equipo, que generalmente causa un disturbio variando las condiciones normales de operación.

Fase: Denominación de un conductor o grupo de conductores, un terminal, o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

Instalación: Conjunto de equipos que asociados conforman grupos funcionales, estos usualmente son conocidos como bahías de líneas de transmisión, compensación, acople, transformación y de generación.

Interruptor: Cuenta con los elementos constructivos capaces de conectar y desconectar las corrientes eléctricas del circuito en condiciones de operación normal, en falla o de cortocircuito.

Maniobra: Actividad realizada para la conexión, desconexión y prueba de los equipos de maniobra y/o protección.

Operador: Es la persona dentro de la organización de la EEBP que ejecuta las maniobras requeridas en la subestación, en coordinación con el Ingeniero de Operaciones y el CSM, debe realizar la operación sobre los equipos que no tengan mando remoto siguiendo los enclavamientos y recomendaciones de seguridad.

Pararrayos o descargadores de sobretensión: Utilizado para impedir que las sobretensiones del sistema de potencia afecten la integridad de las personas y los componentes de la subestación.

Protección: Conjunto de relés y aparatos asociados que disparan los interruptores necesarios para separar un equipo en falla u operando fuera de los límites preestablecidos.

Seccionador: Aíslan el interruptor para la operación o para labores de mantenimiento. No pueden operar con carga normalmente.

Seguridad y Salud en el trabajo: Aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo.

Subestación eléctrica: Conformada por un conjunto de equipos o elementos, con labores como: transformación, direccionamiento y redistribución del flujo de energía como parte constructiva de un sistema de potencia.

Supervisión: Adquisición en forma directa o indirecta de información de variables operativas y posición de equipos y procesamiento de estas, sin que esto implique Control Operativo de algunas variables.

Transformadores de corriente: Transforman altas corrientes a valores normalizados para medidores y dispositivos de protección y medición.

Transformadores de tensión: La función principal es aislar el circuito de baja tensión del circuito de alta tensión y replicar fielmente los efectos transitorios y de régimen permanente aplicados al circuito de alta tensión.

I. INTRODUCCIÓN

Las fallas en los equipos eléctricos se presentan en momentos y de formas inesperadas, estas aparecen por diversas razones ya sean por afectaciones climáticas, malas gestiones o mal cuidado del equipo, entre otras, dichos eventos se reflejan en pérdidas económicas, atraso y aumento de labores para las empresas que comercializan la energía eléctrica como también presentarse inconformidad por parte de los consumidores del servicio de modo que, al establecer un seguimiento de inspección y cuidado, se satisfagan a usuarios y a la demanda requerida para mejorar la calidad de la servidumbre. La calidad energética requiere que las empresas comercializadoras se actualicen en infraestructura y actualización de detalle para el mejoramiento de sus acciones, hoy en día la tecnología ha aportado en grandes conocimientos siendo esta una herramienta que favorece a la industria.

Las actualizaciones de ingeniería de detalle en el proyecto planteado se justifican desde el punto de la necesidad e importancia de condición, mejora, cambio y modernización para el levantamiento de diversos elementos en una subestación eléctrica.

En la ingeniería básica se definen los lineamientos respecto al cuerpo de trabajo siendo este estructurado por la ideología, la especificación y la obra. El estudio de la red es sustancial para lograr planeaciones y expansiones en proyectos futuros donde se refleja la importancia de la técnica pues los nuevos sistemas son automatizados para realizar diferentes maniobras con supervisión óptima. La orientación, ubicación y definición de instrumentos eléctricos son de organización elemental y de efectuarse en cuanto a la norma. La elaboración de planos con especificaciones técnicas en los diagramas unifilares son pilares importantes para llevar detalladamente los procesos ejecutados por contratación o por ende el análisis de mantenimiento.

La ingeniería se realiza conforme a las reglas del arte concretadas por la normativa que rige tanto la fabricación, instalación y ejecución de equipos, de igual manera las que llevan su proceso en periodos de vida útil garantizando la seguridad en el trabajo, el levantamiento de las hojas de vida de cada equipo asegura el orden y seguimiento detallado de las condiciones físicas de cada

aparato perteneciente a la subestación eléctrica, el estudio oscilográfico ayuda a la ejecución de actividades para la solución de fallas examinando las condiciones fundamentales.

En este trabajo se publican las referencias de apoyo utilizadas para dar el esquema al cuerpo de trabajo, fotografías del área laboral, anexo de contratos siendo estos añadidos con aprobación de la empresa de energía del bajo Putumayo lugar donde se llevó a cabo el proyecto, y los anexos generales como soporte de los parámetros que se establecieron para dar cumplimento al mismo.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las deficiencias en los equipos de protección están relacionadas de forma contingente debido a las fallas de eventos, estas se pueden clasificar:1) Las programadas son las asociadas con cortes de suministro eléctrico. 2) Las no programas que se relacionan con fenómenos físicos esto debido a las sobrecargas atmosféricas, calentamiento de equipos, desastres naturales causados por medio ambiente y perdidas de monitoreo del puesto de control, entre otros. [1]

En el sistema de control, protección y monitoreo, que son requerimientos fundamentales en los tableros para garantizar el funcionamiento correcto en equipos; Las pérdidas que se generan por las fallas es una problemática que mantiene presente en distintas empresas ya sea a nivel nacional o internacional, puesto que generan afectaciones para las compañías que distribuyen y comercializan el servicio eléctrico. De modo que, se debe establecer un seguimiento de control y cuidado de equipos, con el propósito de satisfacer a usuarios y la demanda requerida, aunque este proceso genere sobrecostos. [2]

Por consiguiente, se desempeña la actualización de ingeniería en la subestación Yarumo por la EEBP y un análisis del levantamiento del tablero de control del transformador de potencia, estudiando la zona de trabajo para el mejoramiento de la subestación dando una disminución o recuperación progresiva en deficiencias persistentes causadas por las fallas.

La causa que motiva la propuesta se centra en la actualización de ingeniería de detalle de la subestación el Yarumo, y así la empresa prosiga al levantamiento del tablero de control del transformador de potencia para las bahías de 115kV, 34.5kV y 13.2kV, donde se realizará el planteamiento de este, en la región del Putumayo.

A. Antecedentes

El departamento del Putumayo está ubicado en un ecosistema de la cuenta de la región amazónica, La vereda el Yarumo está ubicada a 7 km del casco urbano del municipio de Orito Putumayo con una altura de 400 msnm aproximadamente, en la región la población productora es

pequeña, se dedican a actividades básicas como la agricultura (piña, yuca, plátano, caña), a la cría de aves de corral en especies menores (gallinas, pavos, patos), como también a la cría de cerdos y peces, algunas personas de esta vereda se dedican a la venta de alimentos en pequeños restaurantes y al comercio ambulante debido a que este sector está ubicado por un paso de transporte obligatorio de todo tipo de vehículos. [3]

Esta región es pluricultural, la población está compuesta por colonos venidos de diferentes regiones del país, por ende, se aportan diferentes costumbres y culturas, en su gran mayoría son de religión católica, sus festividades son por estas religiones (bautismos, matrimonios, primera comunión, etc.), respecto a la población escolar se ve reflejado los escasos recursos económicos, los padres de familia derivan de un sustento en labores de campo, obreros y/o jornaleros, y aunque sean diferentes la comunidad se une para dar solución a problemas, realizar gestiones ante entidades, a plantear proyectos como también administrar recursos obtenidos por medio de obras que la vereda requiera para su progreso y avance por medio de una junta de acción comunal. [3]

En la región putumayense el servicio de energía eléctricas que se brindada a los usuarios era por medio de plantas generadoras Diésel con una duración de 7 horas nocturnas aproximadamente, este servicio se brindada de forma sectorizada en días por medio en barrios. La interconexión de fluido eléctrico en el putumayo se presentó dadas a las protestas y exigencias de las comunidades ante el gobierno colombiano puesto a las fallas del servicio y las pérdidas que estas generaban en la comunidad.

Mediante una escritura pública en el año 1999 la EEBP S.A E.S.P. es constituida como una sociedad anónima. [4]

Para ese año presente la empresa de energía del bajo Putumayo inicia su operación de comercialización y operación en los municipios de Puerto Asís y Puerto Caicedo, pero en el año 2002 se expande a los municipios de Orito, Valle del Guamuez y San Miguel con un número de usuarios en la región de 9.500 aumentando en el año 2014 a 22.204 usuarios. [4]

En el Putumayo se ha requerido de mucho esfuerzo para lograr una transformación empresarial deseada brindando un servicio competente a los usuarios en el año de 1999 donde las subestaciones eléctricas se operaban de forma manual por el operador y que para el año 2013

empieza a operar el centro de supervisión y maniobras o también llamado centro de control, en el cual las condiciones operativas del sistema se han mejorado gracias a la CREG con la resolución 097 del 2008; sin embargo, en el año 2016 inicio el proyecto de repotenciación y modernización de la subestación eléctrica el Yarumo presentándose desactualización de muchos informes. [4]

Este trabajo se va a orientar en la actualización de ingeniera de detalle de la subestación el Yarumo de la empresa de energía del bajo Putumayo.

En los equipos de subestaciones una falla puede ocurrir en un momento imprevisto causando un mal funcionamiento y por ende un mal servicio de energía a los usuarios puesto que estas fallas implican la disminución de la capacidad operativa de la máquina, dichas fallas se pueden clasificar como destructivas que son la pérdida total del equipo y tener como consecuencia la restitución de este, o no severas las cuales se pueden realizar labores de recuperación ya sean por los operadores o los grupos de mantenimiento.

Para disminuir las fallas se debe prestar atención a estas por medio de un plan de estrategias se debe analizar cada elemento determinado para detectar las causas de estos y establecer las posibles soluciones. [5]

Para que un suministro eléctrico sea continuo este se relaciona con la atención a fallas para así garantizar la disponibilidad de los equipos, esta atención se realiza para reducir los tiempos que los equipos se encuentran por fuera de disposición y la forma de reducir dichos tiempos se realiza una iteración con programas de mantenimiento, capacitación de operadores de subestaciones y obtener estrategias de atención a fallas. [5]

Las pérdidas de energía generan grandes sobrecostos para las empresas que brindan este servicio ya que deben pagar al trasmisor de este y al generador, aunque este no sea cobrado a los usuarios y los consumidores que pagan por este. [5]

Las políticas que se han definido al pasar los años por la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG, hace un preciso análisis en las empresas que distribuyen este servicio mejorando la recuperación de pérdidas de energía eléctrica por medio de planes, acciones preventivas y correctivas actualizando su ingeniería debido al avance tecnológico para así ir mejorando la viabilidad financiera. [6]

III. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las compañías que brindan los servicios de suministro eléctrico llevan a cabo estrategias para las mejoras continuas, al proveer servicio de calidad, y obtener de estos, grandes beneficios en procesos de restablecimiento con el fin de alcanzar los objetivos empresariales decretados. Puesto que, las fallas que se presentan en el fluido eléctrico afectan primeramente a dichas organizaciones, como también a usuarios debido a los daños de sus aparatos electrónicos, afectaciones que se presentan por cortes de energía instantáneos o caídas de tensión. [7]

En la actualidad los grandes avances en las tecnologías han aportado a la calidad del servicio energético, ya que las empresas comercializadoras de energía han actualizado su infraestructura y actualización de detalle que estos requieran, para mejoramiento del control y protecciones de los elementos sensibles que conlleva la distribución de la energía eléctrica. [8] La Empresa de Energía del Bajo Putumayo se ha puesto firme antes estos inconvenientes, debido a la región y el comportamiento de diferentes mercados, seguir generando ganancias, evitar fallas y optar por mejoramiento del medio ambiente.

El mantenimiento de los activos de la empresa cada vez es más complejo, requiere de mejor habilidad, actualización de conocimiento constante, colaboración de terceros expertos en solución de problemas complejos, cambios en los métodos de mantenimiento y levantamientos de equipos, multidisciplinar de operarios, regirse a las normas actualizadas, teniendo un impacto en el sector teórico-práctico, ya que nos puede generar una pronta solución. [9]

Debido a esto, la ejecución del proyecto planteado se justifica desde el punto de la necesidad e importancia de calidad de energía y mejor servicio que conlleva como el motor del cambio desarrollado en la región, y la importancia de actualizar la ingeniera en detalle para el levantamiento del tablero de control logrando garantizar un adecuado funcionamiento de la subestación eléctrica.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Actualizar la ingeniería de detalles de la subestación el Yarumo, a cargo de la empresa de energía del bajo Putumayo.

B. Objetivos específicos

- Establecer la normativa vigente para efectuar el levantamiento del tablero de control.
- Diagnosticar el estado actual del tablero de control del transformador de potencia.
- Seleccionar los elementos requeridos del tablero de control.
- Elaborar los planos al tablero de control de la subestación Yarumo.

V. MARCO TEÓRICO

Los electrodomésticos, bombillos y diferentes equipos o elementos para que funcionen idealmente requieren de energía eléctrica, que el suministro y consumo sea continuo, de forma constante en sus tensiones para obtener una mejor calidad de vida. [6] En la generación mediante el uso de distintas tecnologías, realiza la producción de energía, la transmisión brindando el servicio a altos niveles de tensión que por medio del STN realiza el transporte, la distribución que, en bajos niveles de tensión consiste en llevar el servicio a usuarios y por último la comercialización, alude en la venta y compra de energía eléctrica en el mercado de energía mayorista, la participación en la prestación de dicho servicio público y que este sea digno y de calidad para los consumidores y así obtener grandes ganancias económicas a nivel nacional y lograr expansión de las empresas generando empleo. [10]

Sin embargo, para que estos proyectos sean posibles requiere que los elementos estén actualizándose constantemente debido a los avances tecnológicos y normativas que se establecen para estos ya sean en equipos de patios como las subestaciones, las grandes plantas de generación, capacitaciones a personal, entre otras.

A. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

En las subestaciones eléctricas se encuentran activos principales que son elementos importantes dado que depende de ellos para optimizar el rendimiento del equipo y cumplir con sus diferentes funciones sean estas de protección, mantenimiento, conexión, etc. en la subestación y brindar energía de calidad superior. [8]

Un nodo importante en las subestaciones de potencia dentro del sistema eléctrico es realizar la trasmisión y distribución de energía ejecutándose por medio de operaciones de forma automática en un puesto de control local llamado también sistema de supervisión y control de subestaciones de forma remota o manual ya sea por el operador encargado. La configuración de los equipos de patio que se integran para la respectiva conexión, como son los interruptores, seccionadores y barrajes, se dan por la estructuración para así obtener un mejor sistema de control dado su

operatividad, seguridad, disponibilidad y confiabilidad tanto para la empresa como para los usuarios. [11]

1. *Tipos de subestaciones eléctricas:*

1.1 Se pueden clasificar tres tipos de subestaciones:

- Transformación: el primordial objetivo es proveer a un sistema con diferentes niveles de tensión energía, cuando la tensión de salida es mayor a la tensión que entra también pueden ser llamadas subestaciones elevadoras y esta debe estar de acuerdo con la seguridad como una necesidad importante y esta sea propia del sistema de más alto nivel de tensión primeramente determinando las necesidades del sistema., de lo contrario es de carga, reductora o distribución. [11]
- Maniobra: desempeña interconexiones en un sistema o dentro de este para disponer energía a subestaciones de transformación, siendo esta un nodo del sistema que se acomoda a situaciones diferentes, y que recibe la energía de centrales generadoras o sistemas interconectados dispensándola a subestaciones de carga. [11]
- Generación: La flexibilidad y confiabilidad es un objetivo primordial en las subestaciones, en el sistema de una central generadora funciona como punto de conexión. Si la central de la subestación generadora tiene un gran número de circuitos de interconexión y requieren de un efectivo control de potencias activas o potencias reactivas y además pertenecen a sistemas y compañías diferentes se requiere respecto a longitudes diferentes optimizar la carga de los generadores, o necesita limitar los niveles de cortocircuitos. [11]

1.2 Se pueden clasificar dos tipos de subestaciones según su asilamiento:

- Subestación encapsulada: el aislamiento para el nivel de tensión es obtenido por un gas a presión por encima de la atmosfera como lo es SF6 diferente de aire puesto que los activos están instalados en ductos metálicos. [12]
- Subestación convencional: el aislamiento para el nivel de tensión es obtenido por un gas a presión por encima de la atmosfera como lo es el aire respecto a la conexión de los equipos. [12]

El reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) determina que la subestación de potencia es la unión de activos empleados para el transporte de energía eléctrica por diferentes rutas alternas que garantiza por medio de dispositivos automáticos la seguridad, protección y redistribución del flujo por si se presenta alguna contingencia. [13]

2. *El Retie clasifica las subestaciones como:*
    - Subestaciones de patio de alta y extra alta tensión: incluyen la manobra, compensación o transformación. [13]
    - Subestación de alta y extra alta tensión tipo interior o exterior encapsulada: son aisladas en gas, como por ejemplo el Hexafluoruro de azufre (SF6). [13]
    - Subestación de patio de distribución de media tensión: dependientemente si la subestación es de un operador o varios usuarios debe regirse por la normativa NTC 2050, IEC 62271-200, IEC 60298. [13] [14]
    - Subestación de patio híbridas de media y alta tensión: conformadas por bahías compactas o encapsuladas, más equipos de patio con aislamiento en aire; las compactas incluyen y están conformadas por todas las funciones necesarias para un campo de conexión sean: transformadores de corriente, transformadores de potencial, interruptores, seccionadores de barra o línea. [13]
    - Subestaciones de distribución en media tensión: subestaciones localizadas en interiores de edificadores bajo control, operan con el operador de red OR. [13]
    - Subestaciones tipo pedestal: diseñadas para servicio subterráneo y exterior, esto se visualiza más sobre bases de concreto. [13]
    - Subestaciones en interiores de edificaciones: son propias del usuario y operadas por el mismo. [13]
    - Subestaciones de distribución de poste: el transformador va montado sobre postes. [13]
    - Subestaciones sumergibles: deben ser de tipo IP X8 tanto el transformador por los elementos de operación y equipos de más. [13]
    - Subestaciones semisumergibles o a prueba de inundación: debe ser de tipo IP X7, el equipo debe estar protegido a una sumersión temporal y la bóveda debe garantizar de que en un tiempo menor al soportado este drene. [13]

B. ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Dependiendo la configuración en la que se trabaje una subestación en Colombia debe tener características especiales del funcionamiento operativo de los equipos, cantidad de equipos eléctricos fundamentales y disposición. La barra más usada en la subestación el Yarumo en el departamento del Putumayo es la barra sencilla; en la subestación el Yarumo se tienen estructuras y soportes que en cierto modo facilita la entrada y salida del suministro por medio de las líneas, y en estas subestaciones se presentas los equipos como: [15] [13]

3. *Interruptor de potencia (IN):* los interruptores automáticos son dispositivo mecánicos de corte, son manipulado de manera manual/remota si se presentan casos de condiciones de carga o sobre corriente, estos son capaces de interrumpir, conducir y disponer corrientes en condiciones normales; siendo también un dispositivo que a su vez es el único elemento apto para actuar en estas condiciones, el interruptor tiene salidas y entradas de señales de protección y control. Su función básica es conectar o desconectar de un sistema un circuito energizado en transformadores, líneas de transmisión, barrajes o reactores. Para poder realizar maniobras de cierre o por el contrario abrir este dispositivo cuenta con bobinas o resortes que se cargan ya sea por accionamiento de un motor eléctrico o por un sistema hidráulico y/o neumático después de enviar una señal que se transmite esta energía al elemento móvil de corte. [16] [11]

   Al realizar una desconexión en los interruptores se presentan fenómenos que hacen que una gran parte de moléculas de eliminación se separen por la alta temperatura producida; las partículas se vuelven a unir rápidamente cuando se enfrían y esto sucede cuando la corriente pasa por cero. [11] Se presentan dos tipos de interruptores según el diseño externo:

   - Interruptor de tanque muerto: son los más utilizados en EE. UU y en países que estén regidos por la normativa ANSI, este es un tanque con compartimiento aterrizado que contiene el medio de corte, estos aisladores y/o bujes hechos de porcelana pasan por medio de unas tapas para así conectarse en alta tensión; tiene ventajas de beneficio

como: su silueta es más baja y compacta ofreciendo un soporte sísmico, también se envían ya ensamblados respecto que ocupan poco espacio, entre otras. [11]

- Interruptor de tanque vivo: estos se presentan en países los cuales se rigen por la norma IEC, este tanque llamados polos tiene un diámetro pequeño que puede conectarse a alta tensión directamente pues su tanque ubicado en soportes aislantes presenta compartimiento sin aterrizar; también presenta ventajas de beneficio como: utilizar poco espacio y tienen un costo inferior además utilizan una menor cantidad de corte. [11]

El mecanismo de operación de los interruptores presenta tres tipos de almacenamiento de energía y son: hidráulico, resortes o neumáticos, y en menor escala el propio SF6. [11]

4. *Seccionador (SE):* La función principal de este dispositivo eléctrico es ejecutar o aislar un corte visible entre los distintos dispositivos que componen la instalación eléctrica de una subestación eléctrica, los seccionadores se pueden clasificar como: de operación de carga, tierra, puesta a tierra rápida y maniobra; una particularidad importante es diferir el interruptor del seccionador ya que no deben tener carga para operarse y realizar su apertura, estas operaciones se pueden realizar de forma motorizada o remota. Los aisladores para cada trabajo son ensamblados sobre aisladores de porcelana y permaneciendo aislados para cada nivel de tensión además sus contactos están cubiertos en un baño de plata para garantizar una mayor adaptabilidad evitando la corrosión del ambiente en climas tropicales como se presentan en Putumayo y al deterioro que es ocasionados por los ciertos arcos eléctricos en los momentos que se realizan operaciones. [17] [12] [11]

   Respecto a su construcción son seccionadores de: apertura central, tipo pantógrafo, semi pantógrafo, de apertura vertical, de doble apertura o rotación central; se presentan diferentes tipos de seccionadores que normalmente se usan en subestaciones de alta tensión y se deben establecer criterios para seleccionarlos de forma adecuada dependiendo su situación. [11]

5. *Pararrayos (PY):* la solución óptima para la protección de la subestación de potencia teniendo en cuenta la presencia de sobretensiones según el tipo atmosférico es garantizada y es aprobada por el fabricante. [12] [18] Es denominada bahía al conjunto

de activos según el espacio que ocupan y que pertenecen a una misma salida de la subestación, el cual se emplean para conectar una línea de transmisión, transformador de potencia, transformadores de corriente y tensión, el barraje de una subestación de forma similar a los equipos que se utilizan para dividir o acoplar barrajes para realizar transferencias de la carga una barra a otra. [19] [12]

6. *Transformador de corriente (TC):* empleados para medición de amperes en sistemas eléctricos. En estos equipos la corriente es proporcional en cierto modo a la corriente primaria, su principal función operando en condiciones normales transforma la corriente, separa dispositivos de protección y medición en forma diferente ya que están acoplados en circuitos de alto voltaje. Estos equipos tienen el circuito primario conectado en serie con el circuito que se desea medir la intensidad de corriente con el circuito de alta tensión y el circuito secundario debe estar conectado en serie con las bobinas de corriente de los dispositivos para proteger y medir. [12] [11] [19]

   Respecto a su construcción eléctrica se presentan variantes como: un secundario de relación múltiple o también llamada multi-relación con varios núcleos. Dada a su utilidad se pueden clasificar en dos tipos: [11]

   - Transformador de corriente para protección: alimentan relés de protección; para obtener protección estos núcleos pueden ser de distintos tipos: núcleos convencionales clase P, clase PR, clase PX, núcleos linealizados o de respuesta transitoria (tipo: TPS, TPX, TPY, TPZ). [11]
   - Transformadores de corriente para medida: alimentan instrumentos análogos, contadores de energía e instrumentos de medición. [11]

7. *Transformador de potencia (TP):* dispositivo amplio y principal, tiene como objetivo principal elevar o reducir el nivel de tensión, se puede ajustar la relación de transformación para la tensión primaria o secundaria a través de cambios de tomas. [11]

8. *Pruebas importantes en transformadores de potencia:* el funcionamiento del trasformador eléctrico en condiciones normales cambia sus niveles de corriente y tensión por niveles diferentes que permiten distribuir la energía; al presentarse un problema sea este por cortocircuito y/o sobrecarga el sistema de protección en general está en la capacidad de determinar cuál es la falla y así mismo aislarla evitando que se generen daños futuros en el transformador, en los demás equipos, como también a personas. Una

forma de comprobar si el sistema actúa mediante su protección a tiempo es por medio de distintas pruebas, simulaciones de fallas diferentes con instructivos, para poder localizarlas y por ende ser previamente corregidas.[20] [12]

9. *Transformadores de potencial (TP):* también llamado transformador de tensión y/o voltaje, en los transformadores de tensión se realiza la medición cuando sus tensiones son de 600 V de lo contrario su medición seria en la red primaria, este dispositivo eléctrico conectado en paralelo en el circuito según corresponda la red es utilizado para suministrar una alimentación a equipos de protección y medida con determinados voltajes, el circuito secundario con los devanados de tensión de los diferentes dispositivos para su respectiva protección y medición está conectado en paralelo. [12] [11] [19]

   Los tipos de transformadores pueden ser: divisores capacitivos, divisores resistivos, inductivos, divisores mixtos. Presentan una potencia que según la IEC sus valores preferidos son: 10-25-50-100-200-500 VA; según la ANSI: 12,5(W)-(X)-35(M)-75(Y)-200(Z)-400(ZZ) VA. [11] En la precisión de los transformadores de potencial se presentan:

   - Errores de tensión: se refleja cuando es remitida de la relación de transformación real a una asignada. [11]
   - Clase de precisión: se define en límites de tensión y desfase respecto a su precisión para medición que según la norma ANSI sus valores son: 0,3-0,6-1,2; y para IEC: 0,1-0,2-0,5-1,0 y 3,0. [11]
   - Desfase: la diferencia cuando se realiza el desplazamiento en este dispositivo se presenta entre las tensiones primarias y las tensiones secundarias en el ángulo de desfase dado que el vector secundario adelanto al primario. [11]
   - Clase de precisión para protección: representa el error de voltaje máximo, el cual no debe sobrepasar los límites de precisión de frecuencia siendo un valor expresado en porcentaje especificados por la normativa IEC que son: 3P y 6P. [11]

C. CONFIGURACIÓN DE CONEXIÓN DE BARRAS

Las conexiones de las barras en las cuales cada circuito tiene un interruptor puede conectarse a una o varias barras por medio de seccionadores, las configuraciones utilizadas en subestaciones de alta y extra alta tensión es: [11]

10. *Determinación del área:* Para las bahías de línea podemos obtener el área aproximada de las subestaciones de la siguiente manera: [21]

$$A = ÁREA\ DE\ LA\ BAHÍA$$
$$A = ANCHO\ DE\ CAMPO * LONGITUD\ DE\ CAMPO$$
$$A = X * Y\ [M]$$

El número de bahías de una subestación depende del módulo de baraje asociado.

Se presentan la siguiente ecuación para las cuadriculas de malla de puesta a tierra y obtener longitudes de materiales de la cantidad de conductor de cobre necesario para la malla y los elementos de conexión respectivamente. [21]

$$Cuadricula = es\ de\ orden\ de\ 5m\ x\ 5m$$

$$Longitud\ de\ cable\ malla\ tierra = 2\ x\left(\frac{Área}{cuadricula} + \frac{Área}{Lado\ largo} + Lado\ largo\right)$$

$$Conexión\ a\ malla\ de\ tierra = \left((\frac{Lado\ largo}{cuadricula} + 2)x(\frac{\frac{Área}{Lado\ largo}}{Cuadricula} + 2)\right)$$

la siguiente ecuación es para el cálculo de los metros lineales de malla o muro de cerramiento.

$$Longitud\ lineal\ cerramiento = 2x\left(\frac{Área}{Lado\ largo} + Lado\ largo\right)$$

Tabla 1. Cálculo de dimensiones módulo común en subestaciones convencionales. [21]

CÁLCULO DE DIMENSIONES MÓDULO COMÚN EN SUBESTACIONES CONVENCIONALES				
LARGO	20 METROS			
ANCHO	FIJO	TIPO 1 (2 BAHÍAS)	TIPO 2 (5 BAHÍAS)	TIPO 3 (7 BAHÍAS)
	8 METROS	2*x*4 [m]	5*x*4 [m]	7*x*4 [m]
ÁREA		20*x*(8+8)	20*x*(8+20)	20*x*(8+28)

	320	560	720

11. *Barra sencilla:* cuenta con un solo barraje colector fácil de proteger conectado a circuito por medio de interruptores ya que presenta pocos casos de operaciones incorrectas, respecto a su silueta es menos espacio el que ocupan, además que son muy económicas. La falta de seguridad, flexibilidad y confiabilidad es una desventaja principal presentada dada la suspensión del servicio de forma total que tendrían que hacer para realizar maniobras de operaciones o supervisiones en la barra o del circuito cuando dichas acciones anteriores se deben ejecutar en el interruptor. En cambio, para favorecer la operación de la misma subestación con un seccionado longitudinal se consigue una flexibilidad y por ende confiabilidad logrando separar en dos partes el barraje, primero se debe hacer reparaciones y trabajo de ampliación de forma cuidadosa puesto que durante la operación no se pueden cambiar los circuitos de una barra a la otra. [11] Esta barra se utiliza con muy pocos campos de conexión ordenando el retiro de todo el campo junto a los elementos conectados, puede ser un transformador o una línea al realizar maniobra en el interruptor o cualquier otro instrumento de conexión en el campo de ejecución. [11]

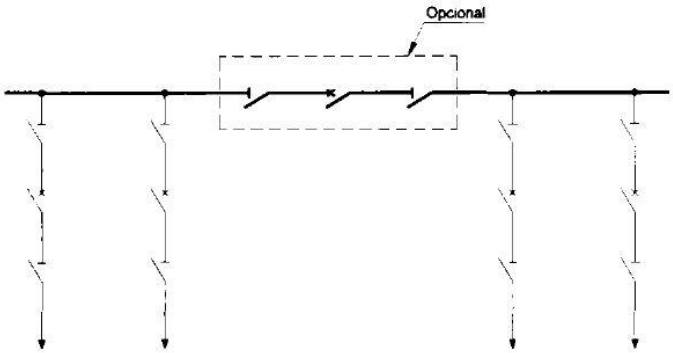


Figura 1. Barra sencilla. [11]

DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS	CREG097-08	Propuesta
Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (DPS)	3	3
Interruptor	1	1
Seccionador Tripolar	1	1
Seccionador Tripolar con Cuchilla de Puesta a Tierra	1	1
Transformador de corriente	3	3
Transformador de tensión	0	0

Figura 2. Dispositivos asociados a la barra. [21]

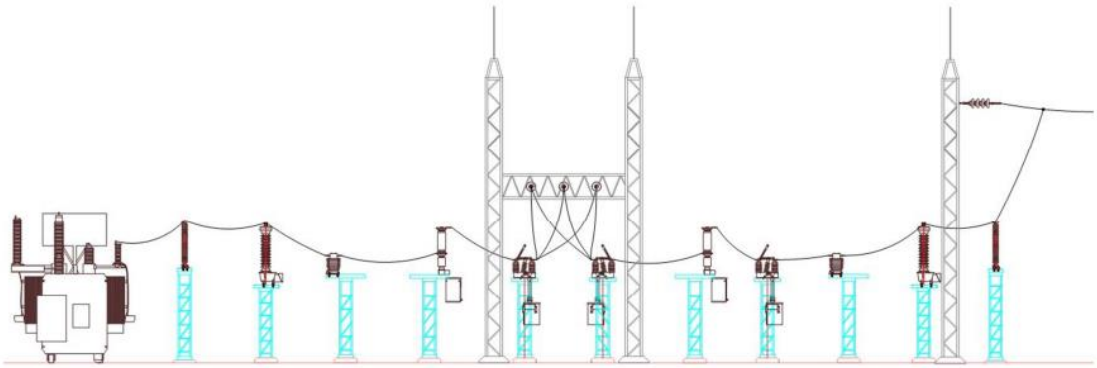


Figura 3. Perfil bahía de línea y transformación de barra sencilla. [21]

12. *Barra principal o barra de transferencia:* se añade una barra auxiliar o de transferencia a cada circuito, se conecta un interruptor en la barra utilizando el seccionador en transferencia mejorando la confiabilidad en interruptores en caso de reparaciones en barras sencillas y así lograr unir las dos barras. [11] El diseño proporciona la ubicación en el lado de la línea donde los transformadores de corriente no presenten problemas o inconvenientes en la protección a circuitos que se realizara la transferencia, dado el caso en que no se presente una precisión exacta de su ubicación se requiere estos transformadores en el campo de transferencia pues la capacidad del campo y la barra a otros circuitos o campos sería igual; para el caso de una desconexión para mantenimiento o reparaciones se divide la barra por medio de un seccionador al ser agregado en este un interruptor de transferencia, cabe aclarar que es en la barra principal, se puede realizar el mantenimiento establecido para las barras dejando solamente la mitad de la subestación desenergizada, sin embargo, aún se brinda el servicio eléctrico gracias a dicho interruptor y barra de transferencia que corresponde a la barra que se requiere aislar, este sistema es similar al de la barra sencilla en maniobra. Sin embargo, una consecuencia que se podría presenciar es que una falla en el interruptor o en el barraje dejaría a todo el circuito asociado a este como también toda la subestación sin servicio hasta que la falla sea aislada totalmente. En cuestión es económica su costo inicial y final es bajo a pesar de las exigencias en equipos. [11]

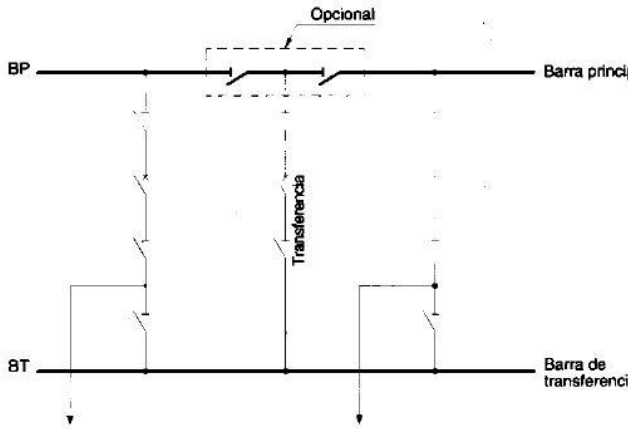


Figura 4. Barra principal o barra de transferencia. [11]

DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS	CREG097-08	Propuesta
Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (DPS)	3	3
Interruptor	1	1
Seccionador Tripolar	2	2
Seccionador Tripolar con Cuchilla de Puesta a Tierra	1	1
Transformador de corriente	3	3
Transformador de tensión	0	0

Figura 5. Dispositivos asociados a la barra. [21]

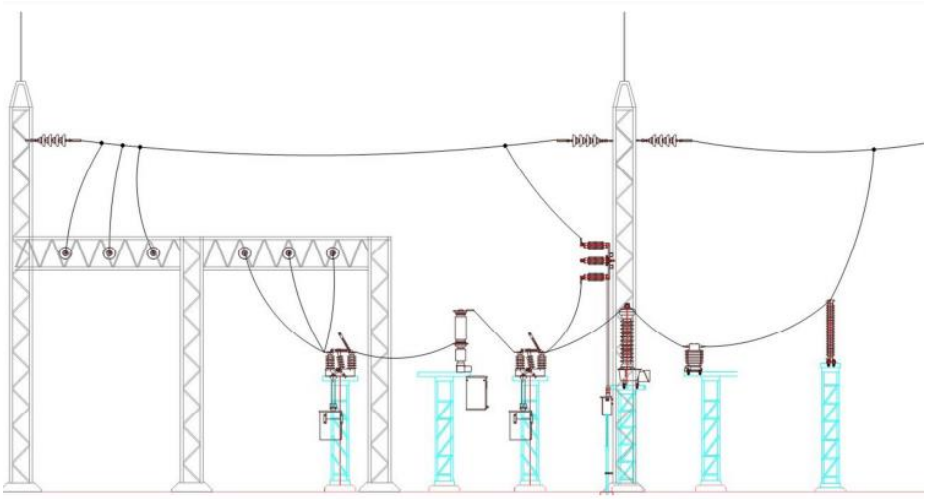


Figura 6. Perfil de línea barra principal más transferencia. [21]

13. *Barra doble:* en este tipo de barra se encaja un interruptor a dos barras (sencilla y principal) y de esta forma se prepara una configuración llamada doble barra en el cual en la barra sencilla se aumenta la flexibilidad, ya que separa circuitos en cada barra dividiendo el sistema combinando sistemas enmallados donde se requiere dicha flexibilidad, un acople como seccionador de barras permiten conectar diversas barras en circuitos que son alimentados por una misma fuente sin tener que realizar un cruce en la líneas a la entrada de la subestación siendo esta una ventaja pues se puede realizar esta acción en cualquier momento teniendo en cuenta el sistema operativo y las circunstancias que este conlleve. Éste tipo de barra es muy usada cuando se presenta temas de mucha contaminación ambiental, pues se logra realizar el mantenimiento sin

suspender el servicio dada su forma de operar. Se debe considerar en su diseño que el interruptor que tiene una capacidad equivalente a la máxima transferencia posible siendo este uno de acople y que en ambas barras deben tener la misma capacidad y al mismo tiempo la capacidad de toda la subestación, considerándose el cuidado especial con el tipo de protección diferencial en las barras a utilizar. [11] Para realizar el mantenimiento en los interruptores se debe suspender el servicio en la respectiva salida, pero si el sistema es muy enmallado y este se diseñará para operación continua la desconexión de un circuito no afectaría gravemente ya que no tiene mucho efecto en el comportamiento. [11]

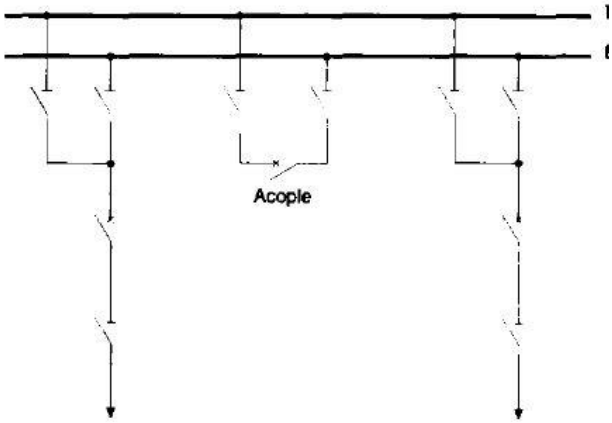


Figura 7. Barra doble. [11]

DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS	CREG097-08	Propuesta
Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (DPS)	3	3
Interruptor	1	1
Seccionador Tripolar	2	2
Seccionador Tripolar con Cuchilla de Puesta a Tierra	0	0
Transformador de corriente	3	3
Transformador de tensión	0	0

Figura 8. Dispositivos asociados a la barra. [21]

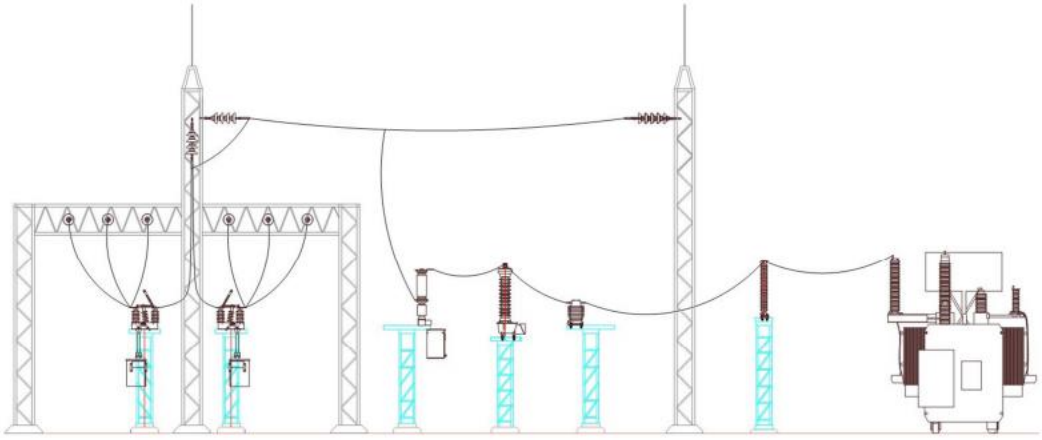


Figura 9. Perfil bahía de transformación doble barra. [21]

14. *Barra doble más seccionador de By-Pass o paso directo:* su característica es simultánea a la barra principal, de transferencia y doble barra, se logra conectando un paso directo al interruptor de cada salida añadiendo otro seccionador adyacente para lograr aislarlo o también conectando la barra doble con un seccionador by-pass, con esa ejecución se puede operar normalmente de forma completa toda la subestación en la doble barra, siendo una barra de transferencia y la otra la principal. Una desventaja que presenta es que para realizar su mantenimiento se debe suspender el servicio pues presenta conexión de circuitos en varias barras, además se requiere que una de las barras este libre completamente para usarse como transferencia pues requiere por campo un número de equipo ya que si este es el caso se presentarían varias probabilidades de incorrectas operaciones durante su ejecución. Este tipo de barra permite algunas variantes, la utilización de interruptores de acople en una o ambas mitades de la barra seccionada, esto implicaría grandes costos en la subestación y dificultad de operarla, no compensaría la alta inversión que requiere. [11]

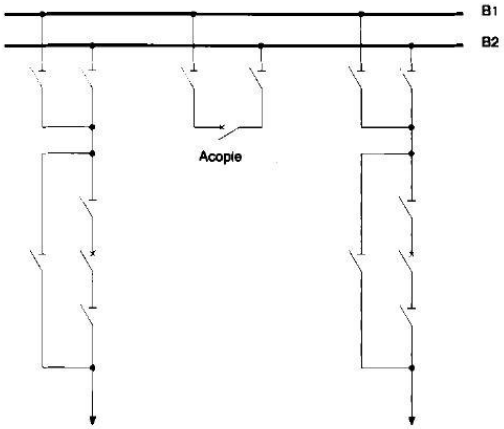


Figura 10. Barra doble más seccionador de By-Pass o paso directo. [11]

EQUIPO	CANTIDAD
Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (DPS) - N4	3
Interruptor - N4	1
Seccionador Tripolar - N4	4
Seccionador Tripolar con Cuchilla de Puesta a Tierra - N4	1
Transformador de corriente - N4	3
Transformador de tensión - N4	0

Figura 11. Dispositivos asociados a la barra. [21]

15. *Barra doble más seccionador de transferencia:* esta es una variante de la barra con seccionador de By-Pass o paso directo, pero si se requiere quitar un seccionador para poder ejecutar este montaje se debe usar seccionadores de tipo pantógrafo o semipantógrafo pues su conexión o desconexión se realiza de forma vertical, como

también instalado seccionadores en los pórticos de la subestación al menos en una conexión de las barras. [11]

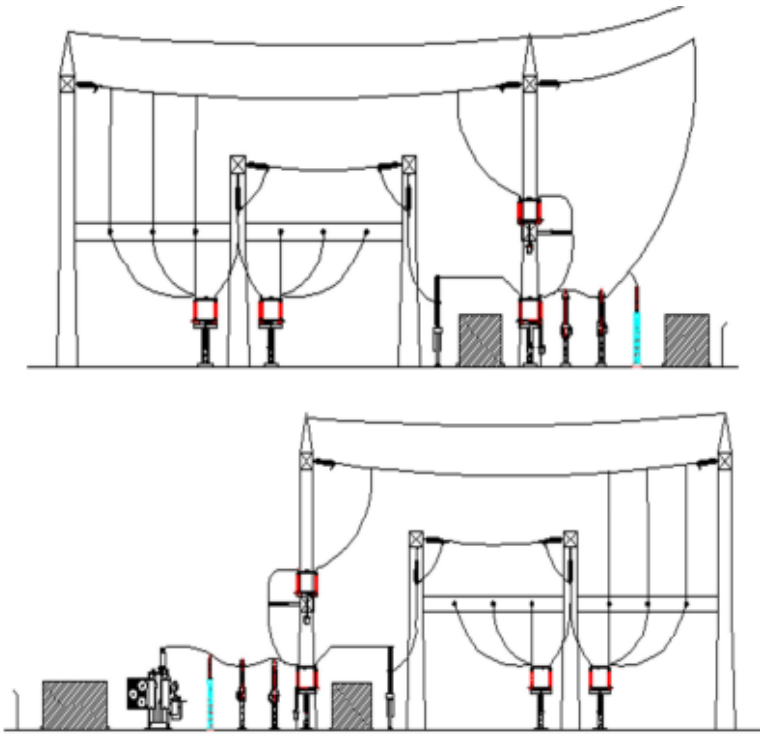


Figura 12. Bahía de línea y bahía de transformador-configuración barra doble con seccionador de transferencia tipo convencional. [21]

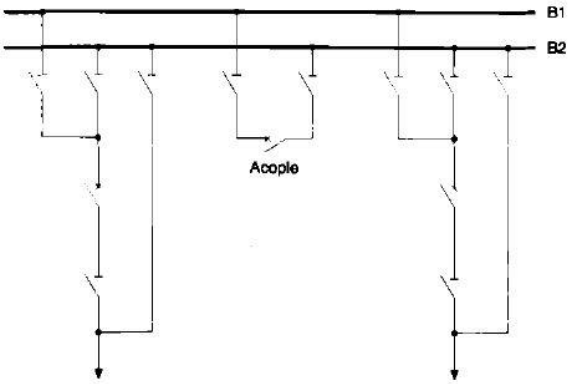


Figura 13. Barra doble más seccionador de transferencia. [11]

EQUIPO	CANTIDAD			
	Corte	transferencia	acople	seccionamiento
Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (DPS) - N4				
Interruptor - N4	1	1	1	1
Seccionador con cuchilla - N4				
Seccionador Tripolar - N4	2	2	2	2
Seccionador Tripolar con Cuchilla de Puesta a Tierra - N4				
Transformador de corriente - N4	3		3	6
Transformador de tensión - N4				

Figura 14. Dispositivos asociados a la barra. [21]

16. *Barra doble más barra de transferencia:* es una unión entre la barra principal, barra de transferencia y barra doble. Se usan dos interruptores que actúen de forma sincrónica para que la función de acople y transferencia ejecute ambas operaciones. Al dejar uno de los barrajes como reserva ya sea, por ejemplo: una zona altamente contaminada donde se efectúan limpiezas periódicamente, para disponer de un solo interruptor y este debe cumplir ambas funciones donde su solución sería muy económica. [11]

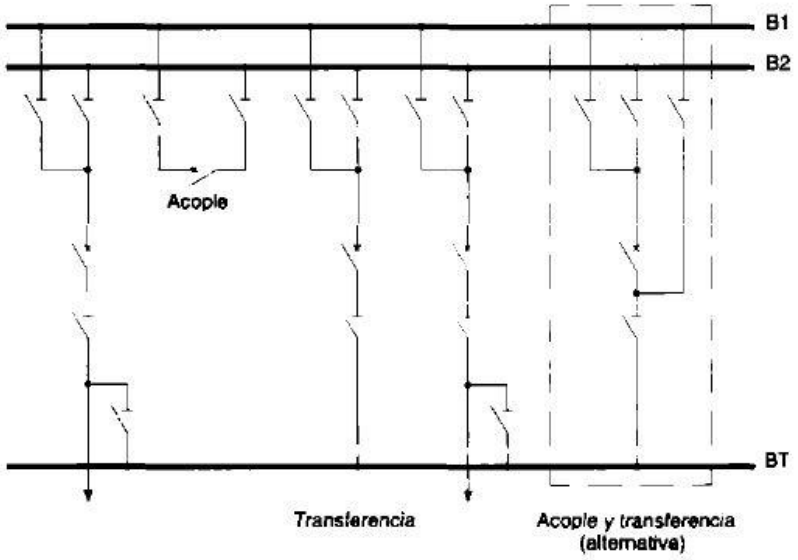


Figura 15. Barra doble más barra de transferencia. [11]

17. *Barra establecida en la subestación eléctrica El Yarumo:* La subestación el Yarumo cuenta con una configuración de barra sencilla para cada nivel de tensión, en el cual se distribuye para el campo y celdas de conexión
    - Nivel de tensión 115kV:
        - Campo de línea Puerto Caicedo tablero E01+R01
        - Campo del transformador tridevanado tablero E01+R02
    - Nivel de tensión 34.5kV:
        - Campo de transformación Barra 34.5 + Transformador tridevanado
        - Campo de línea Ecopetrol
        - Campo de línea La Hormiga Valle del Guamuez
    - Nivel de tensión 13.2kV:

- Circuito de entrada Barra 13.2 “K01” + Transformador tridevanado
- Circuito de salida C12 “K02”
- Circuito de salida CP45 “K04”
- Circuito de salida CP46 “K03”
- Circuito de transformador de servicios auxiliares “K06”
- Transformador Zigzag

D. BLOQUES DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Se presentas diferentes tipos de instalaciones que logran hacer transmisiones con grandes bloques de potencia o energía, este sistema debe responder por la seguridad, confiabilidad y flexibilidad requerido y establecido por el sistema eléctrico.

En las nuevas subestaciones su diseño está basado en unidades modulares los cuales se pueden denominar de la siguiente forma: [16]

- Bloque nº1: tensión primaria (T1), entradas y salidas en cables o líneas de media y alta tensión. [16]
- Bloque nº2: transformadores de potencias y accesorios, transformación en EAT/AT, AT/AT, AT/MT o MT/MT. [16]
- Bloque nº3: tensión secundaria (T2), únicamente salidas en cables o líneas de media y alta tensión. [16]

E. BAHÍAS DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Está conformada por equipos de maniobra y de protección, se debe considerar la cantidad de bahías según la cantidad de líneas que salen de una subestación. [16]

18. *Bahía de entrada de línea:* es el área donde se realiza la conexión de las líneas de tensión primaria y estas están compuestas por: [16]
    - Seccionador de entrada de línea con puesta a tierra.
    - Interruptor de entrada línea.
    - Seccionador a barra nº1 y nº2.

- Equipos de medida de acuerdo al esquema de control/protección. [16]

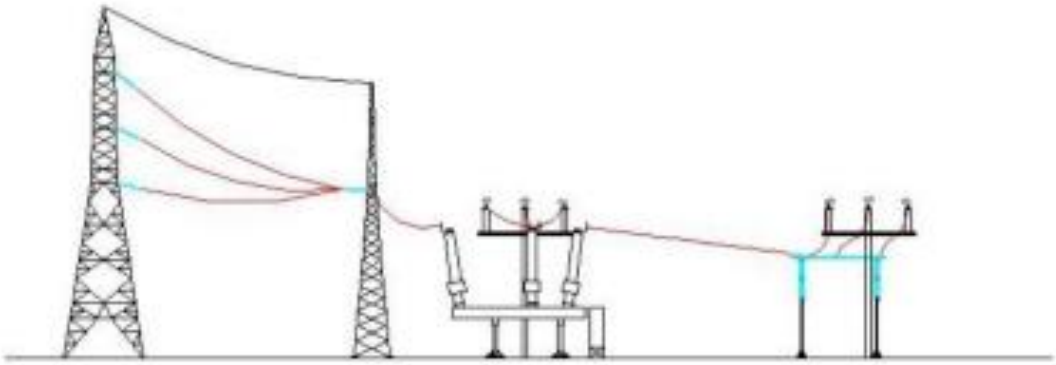


Figura 16. Vano de línea T1. [16]

19. *Bahía acopladora:* su principal función es transportar carga de una barra a otra dada su conexión en un vano y debe dimensionarse de forma equivalente a la potencia soportada en las barras. Estas están compuestas por: [16]
    - Seccionador a barra nº1 y nº2.
    - Interruptor de acoplamiento. [16]

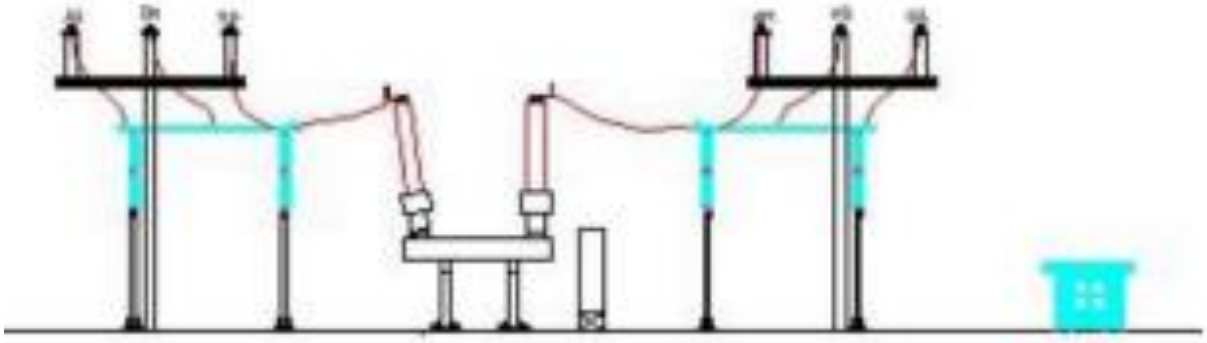


Figura 17. Vano o bahía de acople. [16]

20. *Bahía de transformación:* es el área donde se realiza la conexión del transformador a la barra de tensión principal. Esta está constituida por:
    - Seccionador a barra nº1 y nº2.
    - Interruptor de entrada al transformador.
    - Elemento de medida de acuerdo al esquema de control/protección. [16]

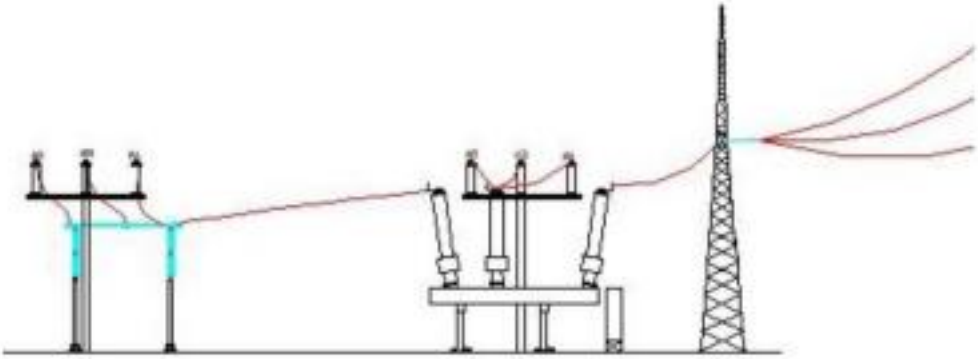


Figura 18. Vano o bahía de transformación T1. [16]

21. *Bahía de salida de línea:* es el área donde se realiza la conexión de las líneas de tensión secundarias. Esta está constituida por:
    - Seccionador a barra nº1 y nº2.
    - Interruptor de salida de línea.
    - Seccionador de salida de línea con puesta a tierra.
    - Elementos de medida de acuerdo al esquema de control/protección. [16]

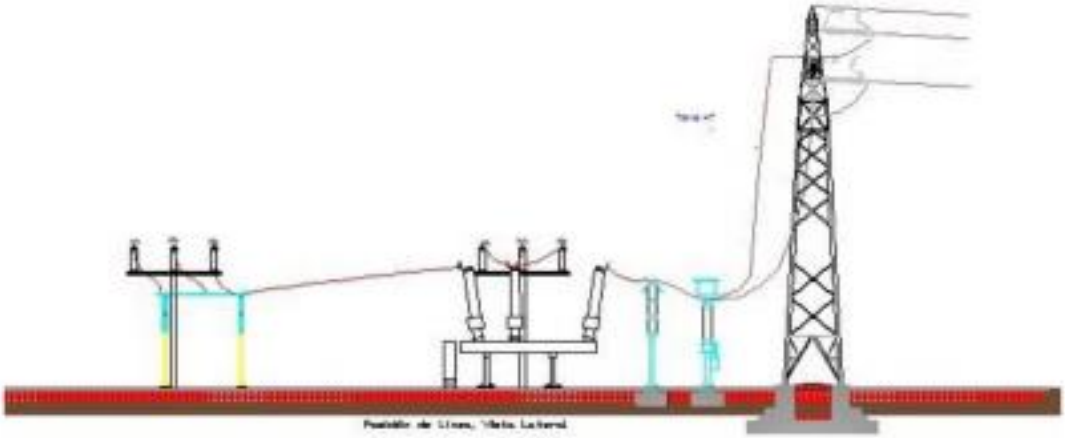


Figura 19. Vano o bahía de línea interfaz T2. [16]

22. *Niveles de operación en bahías establecidas en la subestación El Yarumo:* Se comprenden cuatro niveles de tensión en la subestación y se especifican:

22.1. *Nivel 0:* conduce la acción segura de toda maniobra por medio del operador de subestaciones, teniendo conocimiento optimo del equipo a operar, las condiciones seguras para ejecutar y ubicación del equipo, el operador debe verificar constantemente que los enclavamientos cumplen la orden de ejecución. Las maniobras se realizan en gabinetes de control de alta y medio tensión sobre elementos como interruptores, seccionadores y reconectadores, por medio de pulsadores mecánicos se lleva a cabo la apertura o cierre de estos en operación de bloqueo remoto u operación Local. [15]

22.2. *Nivel 1:* El controlador y protección de bahías de relés en las tensiones 115, 34.5, 13.2 kV corresponde al mando de los equipos que se encuentras ubicados en gabinetes de control, los relés son 7SJ de la empresa SIEMENS; para el caso de 115 y 34.5 kV requiere que la posición remota está autorizada, es crucial que la autorización en el nivel 0 este constantemente en posición remoto en los selectores remoto/local. [15]

22.3. *Nivel 2:* este nivel realiza operación en sistemas automatizados de interfaz Hombre-Máquina (IHM), la subestación El Yarumo no cuenta con este nivel. [15]

22.4. *Nivel 3:* es una configuración en equipos con un potente manejo de datos encargado por el centro de supervisión y maniobra remota el cual recopila toda información de la subestación que esté autorizado o por medio de concentradores de unidad de transmisión remota RTU perteneciente de la empresa de energía del bajo Putumayo recopilando la información análoga y digital cumpliendo los protocolos de comunicación establecidos. [15]

F. FUNCIONES DE PROTECCIÓN DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

El sistema eléctrico de potencia se debe operar de forma controlada puesto que forma parte del sistema de control para obtener la estabilidad en las variables de frecuencia y tensión, también presenta perturbaciones obtenidas en el sistema en estado transitorio generalmente causadas por cortocircuitos, transformadores, disparos en generadores, líneas de transmisión, entre otros.

Tiene como principal función realizar la respectiva interrupción automática de los SEP que sufren de alguna perturbación evitando que este afecte el resto del sistema y así minimizar los

daños a los equipos, como también evitar algún accidente a usuarios, esto se realiza con el fin de dar información acertada de la localización de la perturbación y la causa que lo está generando. [8]

G. PRINCIPIOS Y OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Su principio es que todo activo continúe en un adecuado desempeño con las actividades para los que fueron creados con el objetivo fundamental de fortalecer la competencia de la empresa ante otras. Para garantizar esto se debe obtener las funciones deseadas ante la confiabilidad, flexibilidad y disponibilidad, y que este sea un mayor beneficio de forma regional, nacional o global, además efectuar las normas de seguridad y salud en el trabajo, normas de gestión de calidad y medio ambiente, para así evitar sanciones, accidentes y malas operaciones.

En las empresas es fundamental ejecutar y efectuar las tareas de mantenimiento respecto a los tiempos establecidos y realizar seguimiento de las normas pues asegura que las inversiones de crecimiento de la misma sean efectivas a corto o largo plazo con mejoramiento en producción y por ende económico. [22]

H. TABLERO DE CONTROL

El reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, para efecto describe los tableros eléctricos y celdas como: tableros, cuadros, paneles, gabinetes o celdas, primordialmente se le denomina tablero cuando estos manejan baja tensión y celdas cuando manejan tensiones medias, si contiene una protección y un puente equipotencial principal este se denomina tablero principal. [13]

El tablero de control es el encargado de efectuar la distribución de forma adecuada para los elementos estructurales eléctricos o mecánicos, en general la mayoría o todos de los elementos eléctricos se encuentran instalados en un solo tablero y su distribución va de acuerdo a los parámetros establecidos y conectados dependiendo la aplicación que requieran. [2]

Estos tienen funciones de defensa, protección, aislamiento, separación, además de obtener una excelente relación de componentes las cuales son: proteger la inversión que se realiza para su

ejecución, que dichos equipos sean viables y económicamente factibles, asegure la continuidad del servicio y un correcto funcionamiento en los procesos productivos generalmente por la solución que estos prestan por medio de confiabilidad, seguridad y disponibilidad. [23]

La seguridad es una completa solución en los tableros de control dado que se realiza por medio de tareas generadas por personas administrando equipos y realizando su respectiva instalación para así generar una protección ante las resistencias de arco interno, resistencias mecánicas y segregación interna sean estas causadas por condiciones ambientales como: vibraciones, sismos, humedad, polvo, altitud geográfica, temperatura, entre otras. [23]

La confiabilidad es también una solución integral ya que en condiciones establecidas presenta la capacidad para desempeñar funciones requeridas como, por ejemplo, que el proceso productivo se mantenga abastecido con energía de calidad en un tiempo determinado para los elementos del sistema. Los resultados deseados dependen del funcionamiento, del suministro eléctrico, equipos eléctricos y sus conductores trabajando en conjunto. [23]

La disponibilidad en los equipos se presenta del tiempo en servicio diferente del tiempo total que el activo delibere, y para mejorar los componentes de este sistema se debe reducir la ejecución de modificaciones, como también aumentar los niveles de seguridad para así reducir los posibles accidentes y facilitar el acceso a mantenimientos para disminuir los tiempos de parada en equipos. [23]

Figura 20. Tablero de control y protección subestación El Yarumo. [15]

23. *Tipos de tableros eléctricos:* Como ya se ha mencionado antes los tableros dependen tanto para su instalación y su respectiva aplicación de que tipo sean estos:
    - Tablero principal de distribución: está conectado a los elementos primarios del sistema como también a la red principal, por ejemplo: los interruptores, estos tableros pueden pasar su distribución a tableros secundarios. [2]
    - Tableros secundarios de distribución: son encargados de realizar la distribución de subestaciones y protecciones siendo energizados por tableros principales. [2]
    - Tablero de comando: contiene dispositivos de seguridad y maniobra que incluye elementos eléctricos o mecánicos que son manipulados por operadores. [2]
    - Tablero de paso: su principal objetivo es proteger la subestación o los tableros secundarios por eso cuentan con fusibles para realizar protecciones de cortos eléctricos o de sobrecarga. [2]

- Gabinete individual del medidor: estos gabinetes alimentan primordialmente al circuito principal para realizar la medición que le corresponde, también miden la energía que consume en el trabajo mismo. [2]
- Tableros de distribución: su conexión es de enchufe tipo peine o atornillable, son alimentados desde un tablero principal, un secundario o también desde un empalme, contienen elementos de maniobra para operar los equipos y protección para proteger directamente los circuitos en donde se encuentra la división de la instalación. [24]
- Tableros de centro de control: estos contienen dispositivos de maniobra y control o únicamente de maniobra para permitir las operaciones de un grupo de artefactos ya sean de forma individual, en sub-grupos, en subconjunto, en forma programada o no programada. [24]
- Tablero de potencia: tales como centro de control de motores, transferencia, arrancadores, medidores, general de acometidas y alimentadores, correcciones del factor de potencia, entre otros. [25]

24. Debido al uso de energía eléctrica se presentan los siguientes tipos de tableros:

24.1. *Tableros de fuerza:* pueden ser trifásicos o monofásicos motivo por el cual soportan interruptores termo magnéticos tripolares, bipolares o monopolares, estos son utilizados para desconexiones y protecciones de pequeñas cargas de alumbrado como también eléctricas, [24]

24.2. *Tableros de señalización:* en encuentran en los dispositivos de seguridad realizados de forma manual y que dicha instalación eléctrica funcione de forma adecuada. [24]

- Al realizar consideraciones previas se presenta que la comunicación entre, máquina y hombre agrupa las funciones que un operador debe tener para realizar la respectiva vigilancia y control de un proceso en funcionamiento, como también el operador debe tener capacitación en la comprensión de sucesos y estos ser respondidos de forma eficaz ante un imprevisto determinado. [24]
- Al tener pulsadores y pilotos en un ambiente agresivo estos deben ser de plástico, ya que si su ambiente es de servicio intensivo estos pueden ser metálicos cromados, además los pulsadores se usan en mandos de parada y

arranque como también en paros de emergencia como circuitos de seguridad. [24]

- Al presentarse columnas luminosas estas se diferencian porque tienen avisador acústico y balizas que consta de un solo elemento luminoso, estos son elementos de visualización óptica que indican el estado en el que se encuentra un proceso. [24]

24.3. *Tablero de alumbrado:* pueden dirigirse a centros comerciales, oficinas, y negocios ya sean grades o pequeños; sirven para controlar circuitos y dividirlos en instalaciones eléctricas por zonas como también puede controlar y alimentar diferentes centros de carga, estas protecciones se controlan por medio de interruptores termomagnéticos de hasta tres polos. [24]

24.4. *Tableros de calefacción:* se considera que una envolvente satisface térmicamente a las necesidades térmicas del tablero contenido en su interior, cuando la potencia en vatios (watt) es capaz de evacuar la mayor perdida en vatios generada por todos los elementos que conforman el tablero eléctrico. Se deben verificar que en todos los tableros el balance térmico entre las pérdidas originadas por cables, conexiones, protecciones, juegos de barra, señales luminosas, etc. Se realiza un balance térmico en vatios y se deben extraer en catálogos o manuales de fabricación los datos de perdidas, la capacidad de evacuar el calor por medio del gabinete depende de los materiales en los que se encuentre fabricado y su respectiva instalación ya sea en pared o en el exterior. [24]

24.5. *Tableros de control:* sirven para realizar señalizaciones en la medicina, aviación, etc. Que permite por medio de alarmas y color la visualización de información e indicadores de diferentes situaciones y poder tomar decisiones respectivamente; son herramientas de monitoreo y diagnostico permitiendo obtener control en diferentes situaciones. [24]

I. DIAGRAMA UNIFILAR

El Diagrama unifilar o esquema unifilar como también suele ser llamado, es la ilustración de forma gráfica de un montaje, conexión o instalación eléctrica, estos son representando independientemente de la cantidad de diversos conectores por una única línea. [24]

A continuación, según la norma establecida IEC 60617 de simbología, se ilustra el diagrama unifilar establecido en la empresa de energía para una mejor operación por medio del CSM, en el cual podemos observar que, su distribución se realiza por diferentes tensiones en las barras, líneas de unión, indicando los interruptores, seccionadores, transformador tridevanado de potencia y servicios auxiliares con los nombres establecidos.

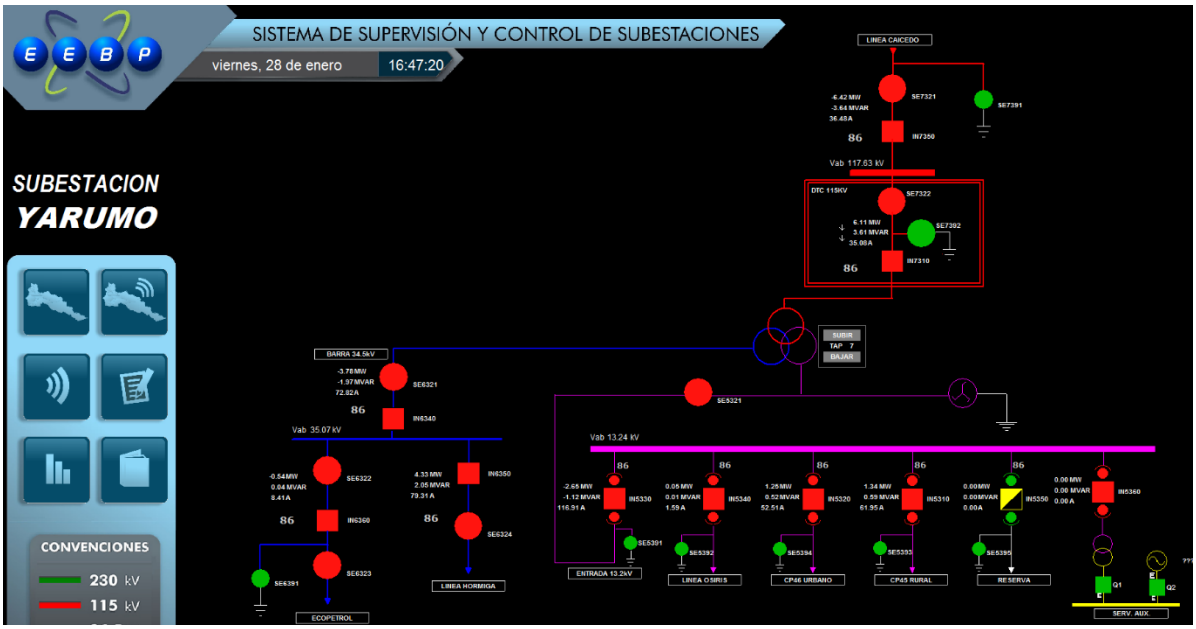


Figura 21. Diagrama unifilar subestación El Yarumo establecido en CSM. [15]

Para indicar el estado de posición de los interruptores tripolares presentes en la subestación, es decir su estado de abierto o cerrado en contactos auxiliares para dar información a los operadores sobre si una fase ejecuto la apertura o no se presenta la siguiente imagen:

Estado	Figura	Atributo	R	G	B
Abierto		Color Verde	0	255	0
Cerrado		Color Rojo	255	0	0
Tránsito (Intermitente entre dos colores)		Color Naranjo	255	128	0
		Color Gris	89	108	109
Invalido (Intermitente entre dos colores)		Color Amarrillo	255	255	0
		Color Gris	89	108	109

Figura 22. Indicadores de posición para interruptores. [26]

25. A continuación de describen dos tipos de diagramas unifilares:

- Diagrama de Control: brinda una representación del optimo trabajo en sistemas, su perfil es dinámico y de fácil comprensión, mejora el desarrollo en operaciones manuales que sean secuenciales reestableciendo la productividad. [24]

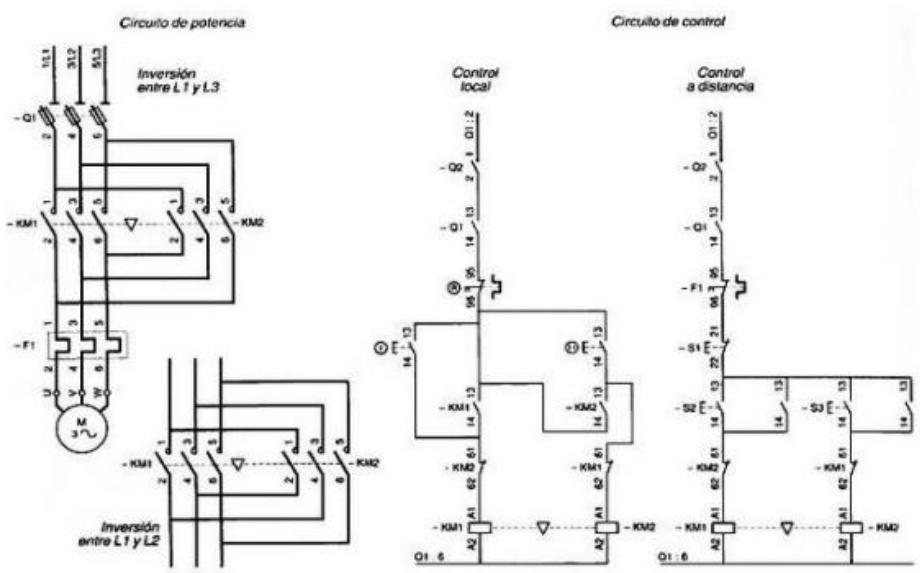


Figura 23. Diagrama de control. [24]

- Diagrama de conexión o interconexión: su perfil puede incluir simbología termo magnética en el caso de los interruptores señalando la capacidad de protección, se diferencia de los diagramas unifilares dado que los esquemas solo hacen referencia a las fases están unidos los circuitos. [24]

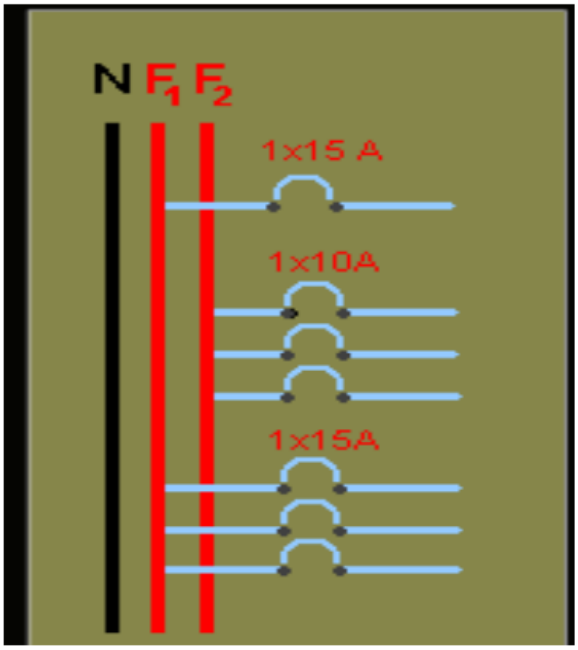


Figura 24. Diagrama de interconexión. [24]

J. ELEMENTOS PRINCIPALES DEL TABLERO DE CONTROL

Se presentan los siguientes dispositivos electrónicos que hacen parte del tablero de control:

26. *Relés:* son dispositivos electromagnéticos que al estar excitados por una corriente débil este cerrará o abrirá un circuito en el que se está disipando una potencia mayor que a la que esta excitado. [24]

- Relés de protección: dada la evolución de la tecnología los relés se han trasformado en dispositivos inteligentes y útiles en el campo laboral puesto que adquiere señales de campo y realiza varias funciones de control, medida y protección pues la

protección activa asignada a mantener una continuidad estable en el servicio y minimizar los daños en los equipos. Y estos presentan diversas formas que son: [24]

- Por su función: monitorear, re cierre, sincronizar, proteger, regular, entre otras. [27]
- Por su característica de actuación: baja tensión, distancia, direccional, inversión de tiempo, sobrecorriente, entre otras. [27]
- Por sus entradas: potencia, tensión, corriente, vibración, frecuencia, temperatura, entre otras. [27]
- Por su estructura o principio de operación: electromagnético, porcentajes, corrientes balanceadas, estado sólido, entre otras.

- Relés electromecánicos: respecto a cantidades medidas estos convierten las señales bajas, aunque sean similares, además de ser comparadas con valores de referencia que se presenten en detectores de nivel para general la salida que se desea. [27]
- Relés electrónicos: en estos dispositivos las cantidades medidas se operan de forma análoga y convertida de manera subsecuente en forma binaria. [27]
- Relés digitales: aquí los datos numéricos fueron convertidos debido a las cantidades medidas ya que el microprocesador con operaciones lógico matemáticas toma decisiones de disparo. [27]
- Relés de regulación: operan cuando las márgenes aceptables se salen de lo predeterminado dando instrucciones por medio de otros dispositivos para restaurar la magnitud en particular a sus límites usuales. [27]
- Relés auxiliares: su operación es de tipo instantánea, trabajan en condiciones de energizado o desenergizado normalmente, auxilian a dispositivos o relés en alguna función. [27]
- Relés numéricos (microprocesadores): se basan en la técnica micro procesadora. Representan la generación más potente y moderna en sistemas de protección ya que se caracterizan debido a las capacidades de relacionar enlaces matemáticos con valores de medida, adoptar decisiones lógicas y procesar operaciones aritméticas ofreciendo superioridad y precisión en técnicas digitales de protección frente a elementos convencionales de protección, sus propiedades son: [27]
    - Indicación de fallas mediante leds

- Medición de valores reales
- Tiempos rápidos de respuesta
- Precisión de medida de valores debido al procesamiento digital
- Técnica de comunicaciones con intercambio de datos
- Tensiones de alimentaciones con márgenes extremadamente amplias. [27]

26.1. Clasificación de relés numéricos:

- Relés de sobrecorriente: es el encargado de abrir el disyuntor que corresponde cuando la corriente que fluye por el dispositivo que se está protegiendo ya sea en transformador, barras o líneas de transmisión, supera el valor de la corriente de arranque predeterminada. [27]
- Relés de sobrevoltaje: su función es similar a los de sobrecorriente, pero se diferencia en su magnitud de medida, pues ahora es la tensión que es mucho mayor que la tensión de arranque. [27]
- Relé diferencial: diseñado para detectar la diferencia angular entre la corriente de medida, es decir que la ley de Kirchhoff de corriente debe cumplirse y es que las sumas de sus corrientes deben ser cero en los extremos de la zona cubierta por el sistema de protección excepto cuando exista una falla interna, estos deben dar protección a transformadores, barras y generadores en la subestación. [27]
- Relé de distancia: se basa en comparar la tensión suministrada de un transformador de potencial contra las corrientes de falla logrando medir la impedancia de línea. [27]
- Relé direccional: distingue la dirección del flujo de corriente, compara los ángulos de fase o las magnitudes, y cuentas con unidades de sobrecorriente que vigila el valor del módulo y la unidad direccional que detecta la dirección que circula la corriente comparando el ángulo eléctrico que genera el fasor I con el de magnitud que por lo general es el de voltaje. [27]

27. Borneras: su función es realizar una interconexión entre dos cables evitando empalmes, cintas aisladoras, se encuentran con variedad de accesorios como: tapas, conexión como tornillo o presión. Estos están diseñados dependiendo el calibre (tipo de cable a usar) y modelo. [28]

28. *Seccionador porta fusible:* su función es abrir o cerrar un circuito mediante un seccionado que conlleva un fusible protector, su instalación requiere de un conexionado de cables unidos por un tornillo gracias a un riel DIN. [28]
29. *Pulsadores:* botones utilizados para accionar o detener el circuito. [28]
30. *Parada de emergencia:* utilizados para detener el circuito sea este por un evento programado o una emergencia. [28]
31. *Cablecanal:* presenta dos tipos ranurados y no ranurados, este tipo se escoge según el uso a dar, estos cumplen con la función de canalizar cables y por ende conllevar un orden. [28]
32. *Pilotos luminosos:* requiere hacer señalamientos por medio de un circuito que realiza el funcionamiento de la luminosidad a los estados en los que se encuentre como: alarma, parada o marcha. Sus medidas varias según el diseño y color. [28]
33. *Medidores:* utilizados para medir el consumo de energía, y se clasifican según su precisión, medición, conexión y construcción. [29]
    - Medidores electrónicos (estáticos): operan en centros de energía ya que, son de mayor precisión que los electromagnéticos, la tensión y la corriente actúan de forma sólida para producir pulsos de salida donde su frecuencia debe ser proporcional al consumo de vatios por hora (Var-h). [29]
    - Medidores de inducción: su función es similar a los motores de inducción basándose de la teoría de relación de corriente eléctrica con campos magnéticos. [29]

    33.1. Medidores según la energía que miden:
    - Medidores de energía activa.
    - Medidores de energía reactiva, usualmente generan su acción con medidores estáticos. [29]

    33.2. Medidores según su exactitud: respecto a la determinación de su clase sean estos 0.2, 0.2s, 0.5, 0.5s, 1 y 2, la clase 0.2s hasta el momento es de mejor exactitud usado en el mercado. [29]

    33.3. Medidores según la conexión de red:
    - Medidor monofásico bifilar: generan registros de consumo cuando presentan estos en la acometida que por lo general presenta una sola fase o conducto activo y un conductor neutro. [29]

- Medidor monofásico trifilar: generan registros de consumo cuando presentan estos en la acometida monofásica que por lo general presenta una fase partida con diferentes tensiones y presentan dos conductores activos y uno neutro. [29]
- Medidor bifásico trifilar: generan registros de consumo cuando presentan estos en una acometida trifásica en baja tensión con dos fases y tres hilos alimentada de una distribución trifásica. [29]
- Medidor trifásico trifilar: generan registros de consumo cuando presenta estos de la acometida que por lo general son trifásicas de tres fases sin neutro. [29]
- Medidor trifásico tetrafilar: generan consumos cuando presenta estos de la acometida que por lo general son trifásicas en baja tensión de tres fases con cuatro hilos. [29]

K. ELEMENTOS SECUNDARIOS DEL TABLERO DE CONTROL

Se presentan los siguientes dispositivos electrónicos que hacen parte del tablero de control:

34. *Interruptores automáticos pequeños:* también llamados PIA, actualmente ya están marcados con simbología según su funcionamiento como: ventiladores, televisores, entre otros electrodomésticos. Se utilizan para realizar operaciones o mantenimientos sin necesidad de des energizar una vivienda completamente. [28]
35. *Protector contra sobretensiones:* también llamados PCS, en la actualidad son elementos complementarios, evitan el daño de los dispositivos especialmente los fusibles por los cambios de tensión regulando los voltajes. [28]
36. *Cables:* es el elemento por el cual se suministra la electricidad. [28]

VI. NORMATIVA VIGENTE PARA EFECTUAR EL LEVANTAMIENTO DEL TABLERO DE CONTROL EN LA SUBESTACIÓN EL YARUMO

Constantemente la tecnología avanza con el pasar de los años para beneficio de las grandes industrias, con ello llegan las nuevas normativas o sus modificaciones actualizadas que se implementan para tomar acción con los nuevos equipos, podemos evidenciarlo en el RETIE y

normativa internacional. En este proyecto especificaremos las normativas vigentes a la fecha correspondientes para el tablero de control y de la subestación eléctrica El Yarumo.

Todo proyecto presentado a la empresa debe tener especificado el reglamento: reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP, norma técnica colombiana NTC 2050, reglamento técnico de etiquetado RETIQ, reglamento de redes internas de telecomunicaciones RITEL. [30]

La normativa vigente para realizar el levantamiento respecto a toda instalación eléctrica se basa de varios estudios según el:

37. *Terreno:* se requiere la norma 388 de 1997 que dispone del terreno a trabajar. [13]
38. *Adecuación:* se requiere la norma RA8-014 de EPM que hace disposiciones generales para los locales de subestación tipo interior. [31]
39. *Funcionamiento de equipos:* se requiere la norma CNS-NT-04 de Cens-Norma Técnica, establece requisitos para subestaciones de media tensión tipo interior para el correcto funcionamiento de equipos. [14]
40. *Diseñado detallado:* se requiere la norma 51 de 1986 que establece que las obras deben ser realizadas por ingenieros profesionales especializados en las obras a ejecutar, la norma 842 del 2003 que establece el código de ética para dichos profesionales y sus labores. [13]
41. *Diseño simplificado:* se requiere la norma 1264 de 2008 que establece el trabajo auxiliar por los técnicos electricistas como apoyo a ingenieros en el ámbito de manejo aplicativo. [13]

L. NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL

42. *Normativa nacional:*

- NTSyCS: norma técnica de seguridad y calidad del servicio. [26]
- NCH ELEC.4: instalaciones de consumo en baja tensión. [26]
- NSEG.5: instalaciones de corrientes fuertes. [26]
- NSEG.8: tensiones normales para sistemas e instalaciones. [26]
- SEC: superintendencia de electricidad y combustibles. [26]

43. Normativa internacional:

- EIA: electronic industries Association. [26]
- IEEE: institute of electrical and electronic engineers. [26]
- IEC: international electro technical commission. [26]
- NEMA: national electrical manufactures association. [26]
- NFPA: national fire protection association. [26]
- UL: underwriter laboratories. [26]
- ICEA: insulated cable engineer's association. [26]
- IES: illumination engineer's society. [26]
- ASTM: American society for testing and materials. [26]
- ISA: instrument society or America. [26]

M. NORMATIVA PARA TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS

Esta rige para transformadores de potencia y distribución que usualmente son tensiones mayores de 100 V y potencias mayores o iguales a 3 kVA. [25]

- NTC 618: editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, respecto a la placa de características de transformadores eléctricos. [13]
- IEC 61000-5-2: pautas de instalación y mitigación, sección puesta a tierra y cableado. [13]
- NTC 1490: editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, electrotecnia para transformadores monofásicos tipo poste con relación a accesorios con potencias entre los 5kVA y 167kVA. [13]
- NTC 1656: editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, electrotecnia para transformadores trifásicos de distribución. [13]
- NTC 1954: editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, requisitos de electrotecnia para transformadores reparados y reconstruidos. [13]

- NTC 3607: editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, electrotecnia para transformadores trifásicos de potencias entre los 2001kVA y 10000kVA. [13]
- NTC 3609: editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, electrotecnia para ensayos mecánicos a transformadores de distribución. [13]
- NTC 3997: editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, transformadores trifásicos de distribución tipo pedestal, autorrefrigerados, con compartimentos, para uso con conectores elastómeros de alta tensión, separables, aislados, para proveer frente muerto (lado de alta tensión). [13]
- NTC 4907: editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, accesorios para transformadores monofásicos con potencias superiores a 167kVA y no mayores de 500kVA y transformadores trifásicos con potencias superiores a 150kVA y no mayores de 2000kVA. [13]
- IEC 60076-1: emitida por la UNE-EN que adopta la IEC anulando versiones desactualizadas, generalidades de transformadores de potencia. [13]
- IEC 60076-11: emitida por la UNE-EN que adopta la IEC anulando versiones desactualizadas, generalidades de transformadores de potencia tipo seco. [13]
- UL 1562: transformadores de distribución tipo seco: para tensiones mayores de 600V. [13]
- IEC 61850: protocolo de sistema de control de subestaciones basado en Ethernet, norma utilizada por Siemens para el uso de programas sistemáticos, DIGSI 4 y 5 para el descargue de oscilografías de la empresa EEBP subestación Yarumo. [32]
- ANSI C57.12: implementada por la norma IEEE que implementa requisitos generales estándar para transformadores reguladores, distribución sumergida en líquidos y energía. [33]

N. NORMATIVA PARA INTERRUPTORES

- IEC 62265-1: implementada por el RETIE, y establece el efecto en media tensión. [13]

- IEC 62271-100: implementada por el RETIE, dispositivos de conmutación y control de alta tensión para interruptores automáticos de corriente alterna. [13]
- ANSI/IEEE C37.06-2000: normativa estándar estadounidense para interruptores automáticos de alta tensión en CA-clasificados sobre una base de corriente simétrica-clasificaciones preferidas y capacidades requeridas relacionadas. [13]

44. Para interruptores manuales de baja tensión:

- NTC 1337: editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, requisitos generales para interruptores para instalaciones eléctricas fijas domésticas y similares. [13]
- IEC 60669-1: requisitos generales para interruptores para instalaciones eléctricas fijas domésticas y similares. [13]
- IEC 60947-5: dispositivos de maniobra y control de baja tensión. [13]
- UL 20: interruptores rápidos de uso general. [13]

45. Para interruptores automáticos de baja tensión:

- NTC 2116: editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, interruptores para protección contra sobrecorrientes en instalaciones domiciliarias y similares. [13]
- IEC 947-2: equipos de baja tensión, controladores e interruptores automáticos de baja tensión. [13]
- IEC 60898: interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades. [13]
- IEC 60947-2: interruptores automáticos, aparatos de conexión y mando de baja tensión. [13]
- UL 489: disyuntores de caja moldeada, interruptores de caja moldeada y cajas de disyuntores. [13]

O. NORMATIVA PARA SECCIONADORES

- IEC 62271-102: dispositivos de conmutación y control de alta tensión para seccionadores de corrientes alternas y seccionadores de puesta a tierra. [13]

- IEC 62271-105: dispositivos de conmutación y control de alta tensión para combinaciones interruptor-fusible de corriente alterna para voltajes nominales inclusive arriba de 1kV hasta 52kV. [13]

P. NORMATIVA PARA PARARRAYOS

- NTC 4552-2: manejo de riesgo para protección contra descargas eléctricas atmosféricas (rayos). [13]
- IEC 62305-2: gestión de riesgos de protección contra rayos. [13]
- IEC 62305-3: protección contra rayos, daño físico a estructuras y riesgo humano. [13]

Q. NORMATIVA PARA PULSADORES

La operación manual en baja tensión debe cumplir los siguientes requisitos: [25]

- IEC 60947-1: reglas generales de dispositivos de maniobra y control de baja tensión. [13]
- IEC 60947-5-1: dispositivos de maniobra y control de baja tensión, dispositivos de circuito de control y elementos de conmutación-electromecánicos dispositivos del circuito de control. [13]
- IEC 60947-5-4: dispositivos de maniobra y control de baja tensión, dispositivos de circuito de control y elementos de conmutación, método de evaluación, el desempeño de los contactos de baja energía-pruebas especiales. [13]
- UL 508: se rige para obtener un estándar de calidad en equipos de control de industria. [13]

R. NORMATIVA PARA TABLEROS ELÉCTRICOS

En el tercer anexo del RETIE nos especifica las normativas presentes para tableros de baja tensión o también llamados gabinetes, cuadros o paneles, para media tensión o llamados celdas,

los de encerramiento o también llamados envolventes no se deben considerar tableros como tableros o celdas; todos deben cumplir la normativa según su función, aplicación y requisitos establecidos. [25]

46. Para baja tensión:

46.1. Tablero de distribución:

- NTC 2050: código eléctrico colombiano, normativa acorde a la invención tecnológica de forma global con relación a la eficiencia energética, sin pasar por alto las técnicas y materiales que se pueden implementar en instalaciones eléctricas. Su nueva versión salió en el año 2020. [34]
- NTC 3278: editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, paneles de maniobra y de control de baja tensión, paneles tipo ensayado y tipo ensayado parcialmente. [13]
- NTC 3475: editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, electrotecnia, tableros eléctricos. [13]
- NTC-IEC 61439-1: reglas generales de conjunto de equipos de baja tensión. [13]
- IEC 60439-3: tableros de distribución, conjuntos de aparata y control de baja tensión, requisitos partículas para conjuntos de aparata y control de baja tensión destinados a ser instalados en lugares donde personas no calificadas tienen acceso para su uso. Esta normativa ahora es reemplazada por IEC 61439-3 conjuntos de dispositivos de control y aparata de baja tensión-cuadros de distribución destinados a ser operados por personas comunes (DBO). [13]
- UL 67: estándar de seguridad para tableros. [13]
- ISO/IEC 17065: acreditación ONAC, la corporación centro de innovación y desarrollo tecnológico del sector eléctrico CIDET certifica el tablero de baja tensión. [35]
- NTC 3444: electrotecnia, armarios para instalación de medidores de energía eléctrica. [36]
- NEMA PB1: publicación de estándares de tableros. [13]

46.2. Tablero de potencia:

- NTC 3278: Normativa ya mencionada. [13]
- NTC-IEC 61439-1: Normativa ya mencionada. [13]
- NTC-IEC 61439-2: editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, conjuntos de potencia de equipos de baja tensión, utilizada por grupo EPM. [13]
- IEC 60439-1: aparata de baja tensión y conjuntos de dispositivos de control. Esta normativa ahora es reemplazada por IEC 61439-1 define reglas generales para cuadros eléctricos o conjuntos de aparatas de baja tensión, proporciona definiciones e indica las condiciones de uso, requisitos de construcción, características técnicas y requisitos de verificación. [13]
- UL 508: Normativa ya mencionada. [13]
- UL 845: estándar de seguridad, centros de control de motores. [13]
- UL 891: estándar de seguridad, cuadros de distribución. [13]
- UL 1558: norma para dispositivos de distribución de disyuntores de potencia de bajo voltaje con gabinete metálico de seguridad. [13]
- NEMA PB2: cuadros de distribución de frente muerto. [13]

46.3. Tableros para redes de distribución pública:

- NTC 2050: Normativa ya mencionada. [34]
- NTC 3278: Normativa ya mencionada. [13]
- IEC 60439-5: conjunto de equipos de maniobra y control de baja tensión para la distribución de energía en redes públicas. Esta normativa ahora es reemplazada por IEC 61439-5, conjunto de dispositivos de control y conmutación de baja tensión, montajes para distribución de energía en redes públicas. [13]
- IEC 61439-1: Normativa ya mencionada. [13]

46.4. Tableros para instalaciones temporales:

- NTC 2050: Normativa ya mencionada. [34]
- NTC 3278: Normativa ya mencionada. [13]

- IEC 60439-4: conjunto de dispositivos de maniobra y control de baja tensión, requisitos particulares para conjuntos para obras de construcción (ACS). Esta normativa ahora es reemplazada por IEC 61439-4 con igual descripción. [13]
- IEC 61439-1: Normativa ya mencionada. [13]
- UL 1640: estándar de seguridad, equipo portátil de distribución de energía. [13]

47. Para media tensión:

- NTC 3274: especificaciones comunes para normas de equipos de maniobra y control de alta tensión. [13]
- NTC 3309: electrotecnia, equipo de control de corriente alterna y maniobra con encerramiento metálico para tensiones nominales mayores de 1kV y menores o iguales que 52kV. [13]
- IEC 62271-1: dispositivos de conmutación y control de alta tensión, especificaciones comunes para dispositivos de conmutación y control de corriente alterna. [13]
- IEC 62271-200: aparamenta de maniobra y control de corriente alterna con envolvente metálica para tensiones nominales superiores a 1kV y hasta inclusive 52kV. [13]
- IEC 60695-11-10: prueba de riesgo de incendio, llamas de prueba, método de prueba de llama horizontal y vertical de 50W. [13]
- UL 94: pruebas de inflamabilidad de materiales plásticos para piezas en dispositivos y aparatos. [13]
- UL 347: centro de control, controladores y contactores de CA de media tensión. [13]

48. Para condiciones de encerramiento o envolvente destinadas a tableros y celdas:

- NTC 1156: procedimiento para el ensayo en cámara salina. [13]
- IEC 60529: grados de protección proporcionados por las envolventes (código IP). [13]
- IEC 60695-2-11: prueba de riesgo de incendio, métodos de prueba basados en hilo incandescente/caliente-método de prueba de inflamabilidad de hilo incandescente para productos finales (GWEPT). [13]
- IEC 61439-1: Normativa ya mencionada. [13]
- IEC 62208: requisitos generales, recintos vacíos para conjuntos de dispositivos de control y aparamenta de baja tensión. [13]

- IEC 62262: grados de protección proporcionados por envolventes para equipos eléctricos contra impactos mecánicos externos (código IK). [13]
- UL 50: seguridad para gabinetes de equipos eléctricos, consideraciones no ambientales. [13]
- UL 65: armarios cableados. [13]
- ANSI/NEMA 250-2014: gabinete para equipo eléctrico (1000V máximo). [37]
- ASTM.B 117-11: corrosión acelerada en medio salino y adherencia de sistemas de pinturas depositadas sobre acero. [38]

S. NORMATIVA PARA MEDIDORES

La normativa para medidores de energía activa y reactiva deben cumplir los requisitos establecidos en las normas técnicas en reconocimiento internacional, CREG y/o NTC como:

- NTC 2147: equipo de medición de energía eléctrica CA, requisitos particulares, medidores estáticos de energía activa (clases 0,2s y 0,5s). [13]
- NTC 2205: transformadores para instrumentos, requisitos adicionales para transformadores de corriente. [13]
- NTC 2207: transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos. [13]
- NTC 4052: equipo de medición de energía eléctrica en CA, requisitos particulares, medidores estáticos de energía activa (clase 1 y 2). [13]
- NTC 4440: equipo de medición de energía eléctrica, intercambio de datos para la lectura de medidores, tarifa de control y de carga, intercambio de datos locales directos. [39]
- NTC 4540: transformadores de medida, transformadores combinados. [39]
- NTC 4569: equipo de medición de energía eléctrica en CA, requisitos particulares, medidores estáticos de energía reactiva (clases 2 y 3). [39]
- NTC 5019: selección de componentes del sistema de medición de energía eléctrica. [13]

- IEC 60044-3: transformadores de medida, transformadores combinados. Esta normativa ahora es reemplazada por IEC 61869-4, transformadores de medida, requisitos adicionales para transformadores combinados. [13]
- IEC 61869-5: transformadores de medida, requisitos adicionales para transformadores, de tensión de condensador. [13]
- IEC 61000-4-15: técnicas de ensayo y de medida. Medidor flicker, especificaciones funcionales y de diseño. [40]

49. Según los tipos de medidores se presentas las siguientes normas:

- Equipos de medición de energía eléctrica en corriente alterna para cumplir requisitos particulares electromecánicos de energía activa de clases 0.5, 1 y 2, NTC 2288 basados en la normativa IEC 62053-11. [13]
- Equipos de medición de energía eléctrica en corriente alterna para requisitos particulares estáticos de energía reactiva de clases 2 y 3, NTC 4569 basados en la normativa IEC 62053-23. [13]
- Medidores estáticos de energía activa para clases 0.2s y 0.5s, NTC 2147 basados en la normativa IEC 62053-22. [13]
- Medidores estáticos de energía activa para clases 1 y 2, NTC 4052 basados en la normativa IEC 62053-21. [13]

T. NORMATIVA PARA RELÉS

- IEC 60947-4-1: contactores y arrancadores electromecánicos de motor. [41]
- IEC 60068-2-27: ensayo, ensayo Ea y guía: choque. [42]
- RETIE, reglamento técnico de productos usados en instalaciones eléctricas. [13]
- NTC 2050: Normativa ya mencionada. [34]

U. NORMATIVA PARA DPS

- IEC 61643-1: dispositivos de protección contra sobretensiones de baja tensión, dispositivos de protección contra sobretensiones conectados a sistemas de

distribución de energía de baja tensión-requisitos y pruebas. Esta normativa ahora es reemplazada por IEC 61643-11 con misma denominación. [13]

- IEC 61643-12: dispositivos de protección contra sobretensiones de baja tensión, dispositivos de protección contra sobretensiones conectados a sistemas de alimentación de baja tensión, principio de selección y aplicación. [13]
- IEC 60099-4: descargadores de sobretensiones de óxido de metal sin espacios para AC, sistemas. [13]
- UL 1449: norma estándar para dispositivos de protección contra sobretensiones de seguridad. [13]
- IEEE C62.45: practica recomendada en pruebas de sobretensiones para equipos conectados a circuitos de alimentación de CA de bajo voltaje (1000V o menos). [13]

VII. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL TABLERO DE CONTROL DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA SUBESTACIÓN YARUMO

El diagnóstico se realiza con la intención de determinar diferentes situaciones que pueden estar presentando inconvenientes en la subestación eléctrica, también para llevar los datos, montajes y realizar las respectivas maniobras según las normas que se establecen actualmente, se deberían implementar de forma anual los análisis a equipos para evitar el mal estado, defectos o daños permanentes. El diagnóstico que rige cada empresa facilita la información requerida al momento de realizar mantenimientos, conocer el estado actual de cada elemento, llevar un seguimiento idóneo, y realizar análisis a fondo al presentarse problemas de fallas y dar solución de raíz, para esto se ingresan los datos obtenidos al realizar dichos estudios en los instructivos otorgados por la empresa.

En la empresa de energía en el tablero de control y protección del transformador tridevanado 115, 34.5, 13.2 kV lo ha establecido como =E01+R02 en la subestación El Yarumo; En su última intervención se realizaron maniobras por personal contratista, de las cuales se modificaron algunas conexiones en las borneras y por ende en el cambiador de tomas que corresponde al transformador, los cambios más relevantes fueron cambio de etiquetas, cambio de conexión de bornes, cambio de fases en algunos bornes y desconexión de algunos cables dejándolos como reserva a futuro, estas

maniobras dejaron desactualizada la información de la empresa en el momento de estudio de diagramas en equipos de control, a la fecha estas intervenciones fueron estudiadas y ya se encuentran especificadas en planos realizados a mano alzada.

En la figura 25 se puede observar el tablero de control mencionado anteriormente, y visualizar la apertura de este para realizar el proceso de actualización de datos especificados por el ingeniero a cargo. Se especifican estos equipos más a fondo en el ANEXO1.

Figura 25. Tablero de control y protección subestación El Yarumo [15]. Apertura del tablero para realización de estudio. Autor

V. GESTIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN ASOCIADA A CONTRATOS

Principalmente se empieza con un recorrido conociendo la subestación eléctrica el Yarumo por medio del operador, se indican los equipos que corresponden para las diferentes bahías, el terreno, caseta y celdas. al tener presente esto se lleva a cabo la revisión de contratos, toma de oscilografías, elementos que integran el tablero de control, entre otros. Una vez en terreno se

verifica que la contratación realizada para el transformador de potencia tridevanado con la empresa SIEMENS cumpla con lineamientos establecidos en el contrato por medio de un operador asignado. En la figura 26 se puede observar el seguimiento a informes presentados ante la empresa, observando respectivos ensambles, conexiones, estados, funcionamiento de equipos, entre otros. Más información en el ANEXO3.

Figura 26. Verificación de elementos según inventario de contratos. Autor

W. REVISIÓN DE LINEAMIENTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SG-SST

Se realiza visita de campo para verificar el estado actual tanto del tablero de control como del transformador, partiendo de una charla por medio de seguridad y salud en el trabajo SG-SST, verificando la adecuación de vestimenta, accesorios correspondientes y materiales a usar en buen estado, especificando peligros al no cumplir con el protocolo de la empresa en momento de ejecutar labores en el terreno puesto que algunos equipos en la subestación se encontraban energizados, garantizando así los mecanismos que aseguren una oportuna y adecuada prevención a accidentes

en el trabajo dando cumplimiento a las disposiciones legales vigentes no solo empresariales sino nacionales.

En la figura 27 se realiza revisión de la conexión a tierra del activo para realizar la apertura del Tap y Celda de enfriamiento para evitar accidentes al personal de trabajo o en el peor caso el daño humano como regla fundamental de las 5 establecidas como reglas de oro a ejercer en momentos de labor en terreno que los equipos no tengan tensión o puedan ser manipulados sin ningún riesgo de descarga eléctrica, de esta forma se respeta las condiciones propias de trabajo del equipo. La tabla con la descripción de elementos de vestuario de seguridad requeridos por la empresa en el ANEXO4. Y en las fotografías asociadas por el autor se logra evidenciar dicho vestuario.

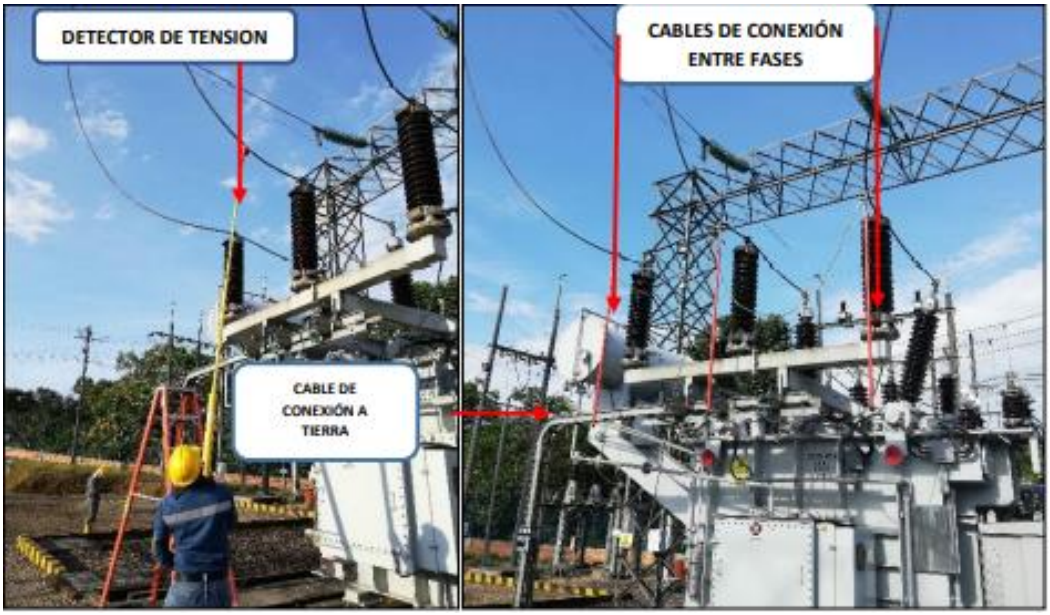


Figura 27. Verificación del sistema de puesta a tierra del transformador de potencia. [15]

X. REVISIÓN DE OSCILOGRAFÍAS EN TIEMPO REAL

Para el descargue de oscilografías utilizaremos los programas sistemáticos DIGSI 4, DIGSI 5 para los equipos implementados por la empresa SIEMENS y el programa PCM600 2.10 para los equipos implementados por la empresa ABB. Estos archivos son utilizados para realizar estudios de fallas que presenta el transformador, sean propias o externas presentadas por equipos asociados a este, con el fin de establecer que lo causa y realizar las labores pertinentes para dar solución

oportuna. Puesto que los equipos presentan fallas por diversas acciones, sean: operables de forma manual, sobre carga atmosférica por cambios climáticos o fallas no establecidas. Las oscilografías actualmente se han demostrado como una solución a los problemas de operación presentes en los sistemas eléctricos, dando un correcto análisis y generando solución de raíz mejorando la confiabilidad del sistema. En el ANEXO5 podemos observar como son los programas utilizados por la empresa para realizar el respectivo descargue.

En la figura 28 podemos observar el cuadro a la izquierda superior que nos indicara las mediciones de señal para corrientes y voltajes según la fase que escogemos, el valor instantáneo, tiempo en ms, como también valores R.M.S para su medición en alterna dando un valor más preciso en la curva, los cursores en color amarillo y azul nos permite medir en algún punto estratégico y en diferentes fases, tomando de ejemplo esta ilustración podemos describir las señales análogas y digitales tomadas de los registros descargados, evidenciamos el arranque de la corriente de forma continua, después de un instante de tiempo se evidencia el cambio de la curva de generación más alta por una perturbación obtenida por una falla en este caso de ejecución externa (generada por otro equipo) en el transformador.

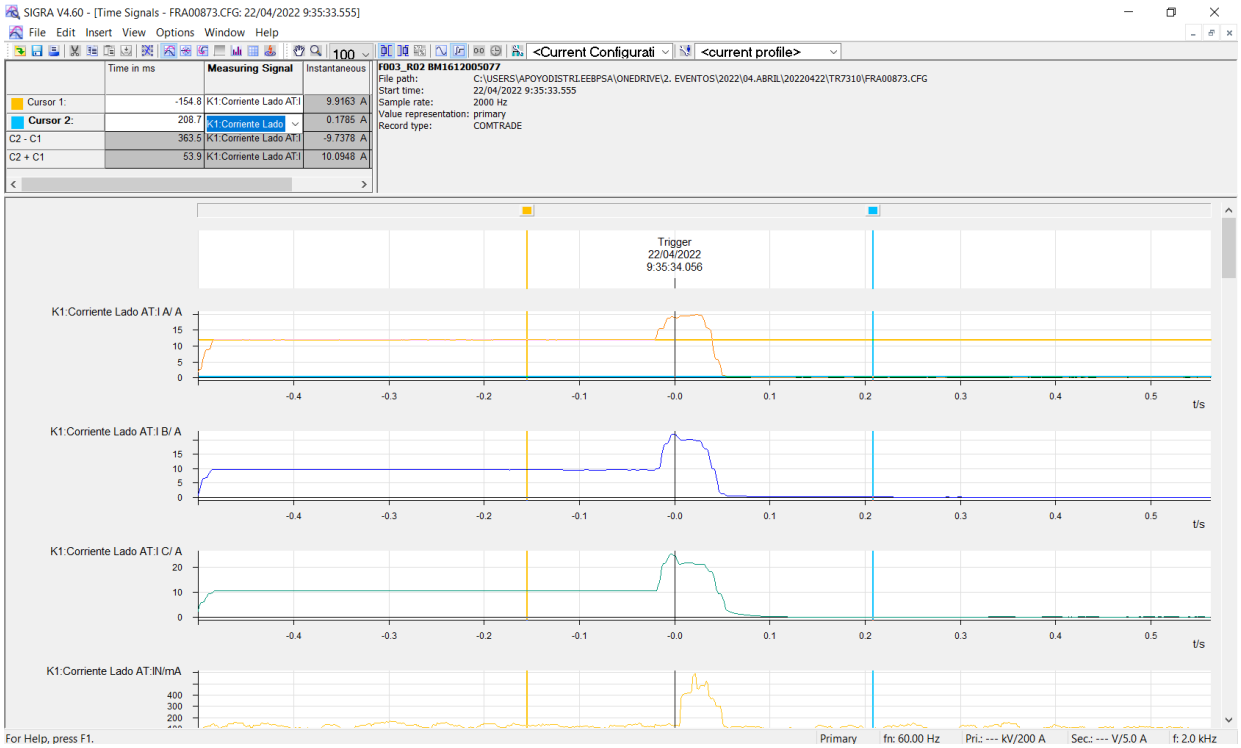


Figura 28. Gráfica de oscilografías del transformador de potencia tridevanado. Autor

En la figura 29 podemos observar la descripción de forma general al detalle, logramos evidenciar la posición abierta y cerrada justo cuando hace la interrupción del circuito con un levante de diferencia para la fase A siendo este su arranque general y luego la operación realizada por el equipo para las tres fases, el programa no identifico la variación del incremento del char ni la causa establecida.

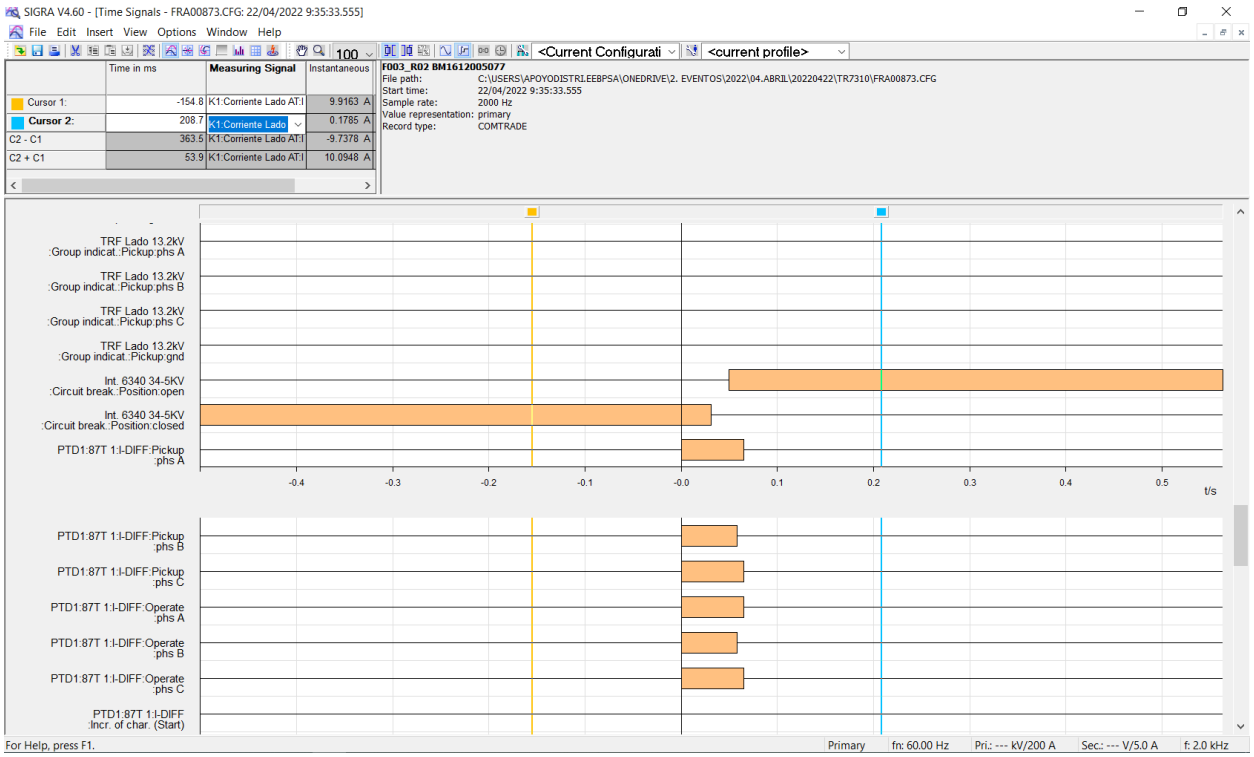


Figura 29. Estudio de gráfica de oscilografías del transformador de potencia tridevanado. Autor

VIII. ELEMENTOS REQUERIDOS DEL TABLERO DE CONTROL DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA SUBESTACIÓN YARUMO

Los elementos requeridos e igual de importantes se deben tener presentes para que este sea una ventaja en uso y manejo, tanto para el operador de subestaciones como para ingenieros a operar, al tener conceptos establecidos de los materiales a ejecutar en labor, se realiza de forma rápida y eficiente mejorando la fiabilidad y la disposición pues la capacidad de diagnóstico será precisa y la gama de funciones que los dispositivos ofrecen estén a capacidad total, mejor operabilidad de

los activos de las subestación puesto al tener un mantenimiento apropiado y realizado los equipos disminuirán en fallas, mejor seguridad tanto para la vida operaria del elemento como para los operadores que establecen las tareas de uso y manejo, costos de mantenimiento reducidos pues al operar de manera eficiente los indicadores de salud del activo serán positivos y sus fallas disminuyen en un gran porcentaje y el costo para solucionar problemas también se reduce siendo este un gran beneficio de ahorro financiero para la empresa, inversión optimizada pues el capital será invertido de manera inteligente y progresiva a proyectos de mejora y expansión, facilidad de renovación por si algún equipo falla tener los requerimientos de tipo de equipo, funcionalidad operativa, locación y posición, costo, entre otros para reemplazarlos sin ningún inconveniente por el cuerpo de trabajo, normalización e interoperabilidad cumpliendo con la norma IEC 61850 dando nuevamente la operabilidad digital a nuevos equipos estandarizados según la interfaz utilizada por la empresa, capacidades de comunicación mejoradas propiciando el cambio de datos con los nuevos equipos y el sistema CSM. [16]

Y. GESTIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN ESTABLECIDA A ELEMENTOS DEL TABLERO DE CONTROL ACTUALMENTE

En la tabla se describirán los datos técnicos, fabricantes, nombres, designación de la documentación establecida (“K”, “H” media tensión, “E” alta tensión), total de equipos, montaje y suministro respectivamente en la celda, diagrama unifilar y otros elementos establecidos en la mancheta característica, estos son los elementos actuales que contiene el tablero de control, son los mismos elementos que anteriormente no se le habían realizado cambios ni extraído alguno de ellos. La documentación actual en la base de datos de la empresa se encuentra en el ANEXO2.

Algunos elementos de control se presentan a continuación el cual se pueden evidencias de forma superficial en el tablero: en la figura 30, medidor ION 8650 mide la calidad de potencia y energía siendo este un analizador de redes de nueva generación brinda medición en RMS en facturación con alta precisión en corriente, tensión, energía y potencia, posee herramientas necesarias para el suministro complejo de calidad de energía; cómo se logra evidenciar tienen variedad de datos pre configurado y pantalla de medición el cual puede personalizar el mostrador de acuerdo a la necesidad particular. [43] El relé 86 tiene un pulsador de RESET con toma de

montaje empotrado en el tablero, es un relé de bloqueo rápido de 8 contactos de cambio de tiempo de operación de 10 ms de tensión auxiliar con 125 V en corriente continua. [44] Los relés supervisores están para montaje superficial, son relés de disparo rápido con tiempo de 8 ms en tensión auxiliar, contienen 4 conmutados, la tensión nominal es de 24/30 V en corriente directa. [45]

Figura 30. Medidor, relé 86 y relés supervisores. [15]

Fueron diseñados especialmente para la protección económica y compacta de las líneas de media y alta tensión, se fundamenta con el apoyo de ingeniería del programa DIGSI 5 mejorando también su flexibilidad, ofrece soluciones operativas en bajo costo y soluciones seguras orientadas en el futuro en temas de inversión. [46] La descripción y manipulación de este elemento se puede observar en el ANEXO7

Figura 31. Relé de distancia. [15]

En la figura 32, este relé contiene 43 entradas binarias y 25 salidas binarias 4 entradas de transformador de corriente y también 4 de tensión, en la protección de la línea por primera vez se puede realizar una configuración mixta entre los equipos de protección y los elementos siprotec versión 4 y 5. [47]

Figura 32. Relé contra sobrecorrientes. [15]

Z. HOJAS DE VIDA DE ACTIVOS DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA EL YARUMO

Se enfoca principalmente en la bahía del transformador de potencia de la barra 34.5kV para inspección de hojas de vida de activos, a esta barra pertenece interruptor, seccionador y pararrayo que se pueden visualizar en las siguientes figuras. Implantando un ordenamiento en la gestión de documentos pertenecientes de la subestación en la empresa, ayuda con la información en el momento que se requiere el cambio de algún equipo o en llevar una observación en orden realizada a estos. En el ANEXO6 se especifican los datos en la tabla de instructivo.

En las siguientes figuras, el interruptor 6340, el seccionador 6321 y los pararrayos están asignados al afloramiento de bahía 34.5kV del transformador de potencia.

50. Interruptor SF6

Figura 33. Interruptor 6340. Autor

El interruptor automático SF6 tipo LTB presenta un bajo requerimiento de energía al interrumpir las corrientes de cortocircuito se toma en gran medida del propio arco, lo que reduce la necesidad de energía de funcionamiento del dispositivo de funcionamiento a menos del 50% proporcionando alta confiabilidad, utiliza un almacenamiento de energía fiable y sencillo en resorte como mecanismo de accionamiento, el resorte es tipo BLK, el interruptor es el primer elemento automático de alta tensión desarrollado como proyecto común dentro del grupo ABB.

El interruptor LTB cumple con los estándares internacionales de acuerdo con IEC, Ofrece un diseño optimizado para funcionamiento tripolar o unipolar y cumple con otros estándares importantes como DIN, ANSI, etc. [12]

50.1. Características generales:

- "Interrupción libre de reactivación de las corrientes capacitivas debido a la rigidez dieléctrica inherente del gas SF6 y al movimiento de contacto optimizado.
- Sobretensiones bajas al conmutar corrientes inductivas como resultado de un enfriamiento óptimo a la corriente cero.
- Alta rigidez dieléctrica incluso a presión atmosférica de SF6 debido a un amplio espacio de contacto.
- Bajo nivel de ruido, por lo que es adecuado para su instalación incluso en áreas residenciales.
- Diseñado para condiciones ambientales extremas. Fácil instalación y puesta en servicio.
- Libre de mantenimiento en condiciones normales de funcionamiento". [12]

50.2. Operatividad tipo BLK: Se utiliza para el funcionamiento tripolar del interruptor automático, está encerrado en una carcasa limpia y compacta resistente a la corrosión a prueba de salpicaduras siendo unida a la estructura. Se caracteriza por componentes robustos como: [12]

- "Resorte espiral de cierre: actúa a través de un portador directamente en el brazo de operación sin ningún otro componente intermedio como discos de eslabones.

- Resorte en espiral cargado mediante un pequeño motor universal: Son a prueba de vibración, de acción extremadamente rápida, los pestillos de disparo y cierre son iguales”. [12]

50.3. *Resistencia a las condiciones climáticas:* Teniendo en cuenta el diseño está en la capacidad de ser instalados en una amplia variedad de condiciones climáticas, desde zonas polares dados sus variados climas tropicales a desiertos por diferentes partes del mundo. [12]

50.4. *Temperaturas normales de servicio:* Está diseñado para ser utilizado en temperaturas entre los -25°C y 40°C. [12]

50.5. *Tiempo estable de operación:* Los tiempos funcionales para que este realice las operaciones de cierre y de apertura sean mínimos y constantes son de carácter importante por ende se realiza conmutación controlada, por lo que este tipo de interruptor garantiza una reacción de ±1 ms entre la operación simultaneas para los interruptores LTB. [12]

51. Seccionador 6321

Figura 34. Seccionador 6321. Autor

Realiza transferencias de circuitos en una subestación entre los barrajes, realiza by-pass a equipos como interruptores de potencia, aísla los diferentes equipos para ejecutar actividades de mantenimiento, y se conecta los capacitores en serie para realizar las labores que por motivos de necesidades operarias que se presenten. [12]

51.1. *Funciones:* El seccionador tipo SGF de potencia giratoria de dos columnas el cual se puede acoplar a dos o tres polos de un grupo, son unipolares y utilizados para instalación en exteriores. [12]

51.2. *Mecanismos de operación:* El seccionador de tres polos solo necesita un mecanismo de operación. [12]

51.3. *Prestaciones especiales:* Respecto al manual de servicio del seccionador.

- "Duración mecánica extendida hasta 10.000 maniobras.
- Dispositivo de corte de corriente de transferencia de barras.
- Dispositivo de corte de corrientes inducidas para puestas a tierra.
- Diseño antisísmico hasta 0.5 g.
- Capacidad de funcionamiento en condiciones severas de formación de hielo (10mm) y a temperaturas límite (-25ºC, +40ºC).
- Anillos equipotenciales.
- Cuernos de arqueo para corte de pequeñas intensidades según IEC 62271-102. Instalación y operación
- Concepción tipo mecano de alta versatilidad con un mínimo de piezas y sin la necesidad de herramientas especiales.
- Todo tipo de montajes: paralelo, línea, invertido o vertical.
- Posibilidad de definir el tipo de montaje y transmisiones hasta dos meses antes de la entrega.
- Fácil instalación y ajuste en obra". [12]

52. Pararrayo

Figura 35. Pararrayo. Autor

En la subestación El Yarumo todos los campos de línea en 115kV cuentan con DPS, así como el transformador de potencia en sus tres devanados, también se cuenta con descargadores de sobretensión en las barras de 34.5 y 13,2KV.

A estos dispositivos se les efectúan pruebas de rutina durante su fabricación para garantizar el buen funcionamiento. Las unidades de estos equipos están compuestas por una capa de porcelana, la cual tiene columnas sencillas de bloques ZnO. [12]

52.1. *Aplicaciones:* Respecto al manual de servicio de los DPS:

- "Protección de transformadores.
- Apantallamiento y equipos en sistemas de media y alta tensión contra sobretensiones atmosféricas y de conmutación.
- Áreas con alta intensidad de rayos
- Instalaciones importantes donde las condiciones de puesta a tierra o blindaje son incompletas". [12]

52.2. *Carga mecánica:* el cálculo se realiza del momento máximo continuo mediante la mayor carga permitida, dividido entre el centro de la carga por la longitud entre la base del pararrayos. De esta manera, realizando la conexión en el descargador con una derivación más ligera y utilizando unas abrazaderas para los terminales más tenues se minimizan de forma considerable los aspectos en la resistencia mecánica. [12]

52.3. *Datos de rendimiento:* Respecto el manual de servicio de los DPS:

- "Voltajes del sistema (Um) 36 - 362 kV
- Voltajes nominales (Ur) 30-336 kV
- Corriente nominal de descarga (IEC) 10 kA cresta
- Corriente de clasificación (ANSI) 10KA cresta
- Resistencia a la corriente de descarga:
- Corriente alta 4/10 Us 100 kA cresta
- Baja Corriente 2400 Us 700 kA cresta
- Corriente baja 2000 Us 900 A cresta
- Capacidad energética: Clase de descarga de línea (IEC) Clase 3 7.8 kJ / kV (Ur)
- Energía de prueba nominal 5.6 kJ / kV (U,) 4.5 kJ / kV (Ur)
- Cumple / excede los requisitos de la línea de transmisión ANSI Energía de impulso simple: prueba de descarga para 362 Sistemas kV.
- Capacidad de alivio de presión 65 kA". [12]

52.4. *Dispositivo de sellado y alivio de presión*: está en la capacidad de servir como un sistema de disminución de sobrepresión, se crea un arco interno, pues el pararrayos es expuesto a grandes esfuerzos que sobrepasen la disponibilidad nominal del dispositivo. [12]

52.5. *Resistencia mecánica:* el momento de rotura por lo general igual al 120% de su capacidad nominal. es la carga máxima de servicio dinámica aceptable. [12]

AA. GESTIÓN DE CALIDAD A ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL TABLERO DE CONTROL.

Conocer el estado actual de la condición operativa del equipo para evaluar y prever posibles fallas, garantizando su disponibilidad, este procedimiento aplica para las celdas de media tensión de transformadores de potencia establecidas en la caseta de la subestación, cumpliendo con los lineamientos de gestión de calidad al verificar la mejoría en equipos, los mantenimientos generados en estas de forma periódica con seguimiento adecuado, estableciendo un mejor funcionamiento y por ende un mejor servicio a usuarios generando confianza.

IX. ELABORACIÓN DE PLANOS AL TABLERO DE CONTROL DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA EL YARUMO

53. Plano de la subestación y caseta El Yarumo:

Se puede visualizar en planos AutoCAD el diseño de cómo está organizada la caseta de la subestación y como toda esta está estructurada por bahías, barras y salidas de circuitos, figuras tomadas del manual de operaciones de la Empresa de Energía del Bajo Putumayo.

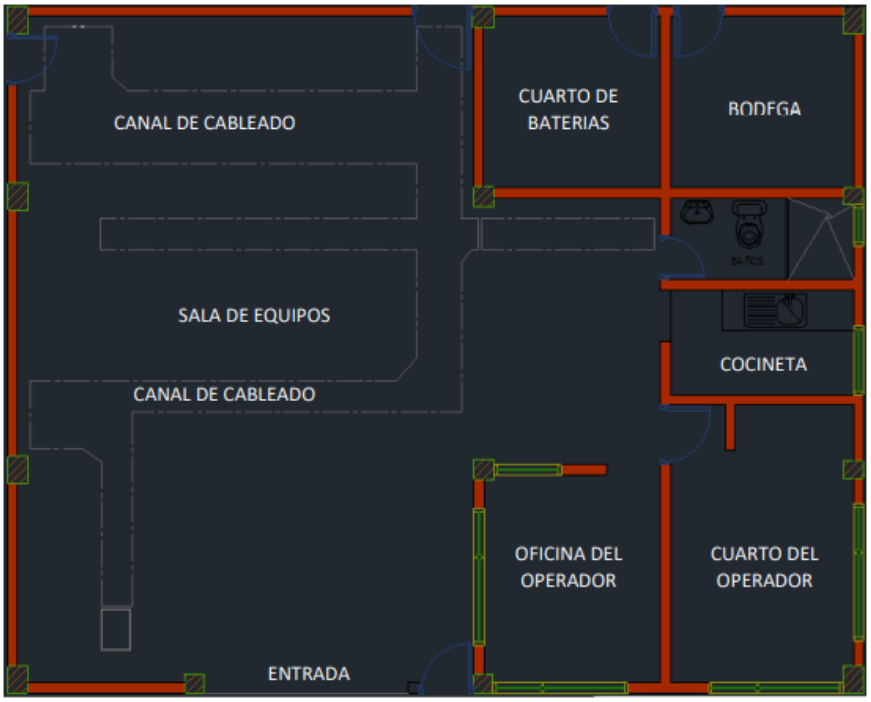


Figura 36. Plano en AutoCAD caseta de la subestación. [15]

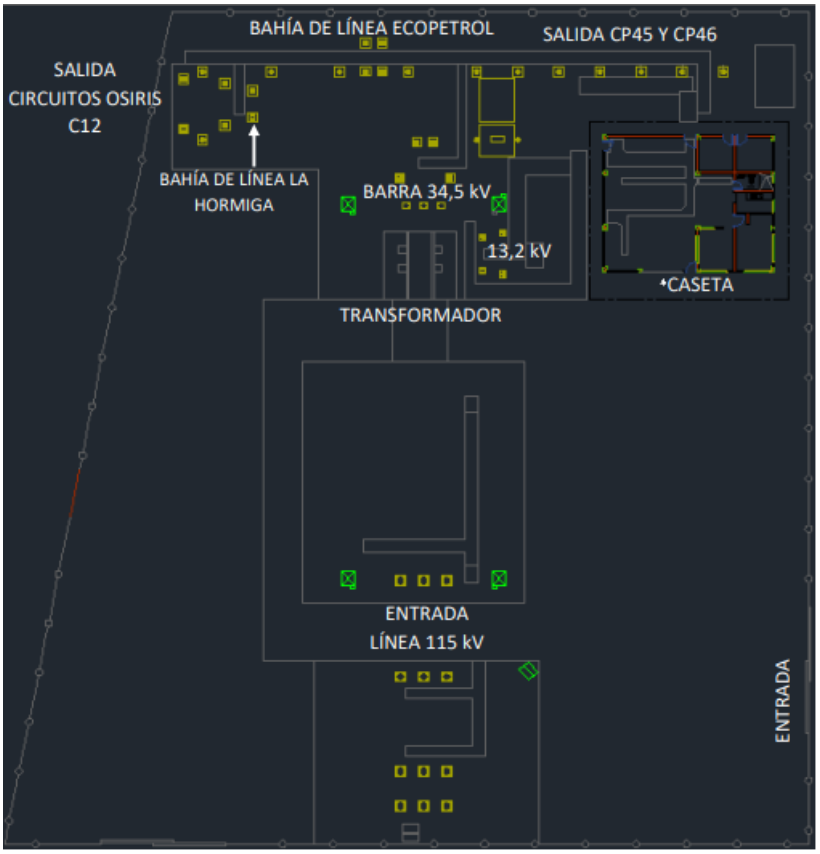


Figura 37. Plano en AutoCAD subestación eléctrica. [15]

BB.REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DE INFORMACIÓN PLANOS EXISTENTES Y ANEXO DE PLANOS ACTUALIZADOS

Se realiza la verificación de los planos unifilares existentes y se empieza con la actualización de los cambios establecidos en las conexiones de las borneras, etiquetas, fases entre otros a mano alzada para realizar el montaje de los nuevos planos en el programa AutoCAD y ser estos revisados por el ingeniero a cargo y anexados al folder actualizado en la ingeniera de detalle de la subestación el Yarumo. En la figura se puede evidenciar la revisión establecida por el autor y cuerpo de trabajo.

Figura 38. Revisión de planos y gestión al desarrollo del proyecto actualización de ingeniería. Autor

Los planos a actualizar se realizaron en AutoCAD verificando la normativa tanto para el diagrama unifilar como para la estructuración de la mancheta, siendo estos aprobados por un ingeniero a cargo, En la Figura 39 se puede observar una de las modificaciones según la versión de los planos a mano alzada realizadas en el momento de haber estudiado el estado actual del tablero, en total fueron 6 montajes realizados para el tablero de control y 4 para el transformador de potencia tridevanado.

Tendremos el total de planos actualizados en el programa para dar cumplimiento al proyecto. Siendo estos planos anexados al folder de la empresa junto a unos lineamientos que se establecieron para estructurar su totalidad.

54. Montaje de planos tablero de control:

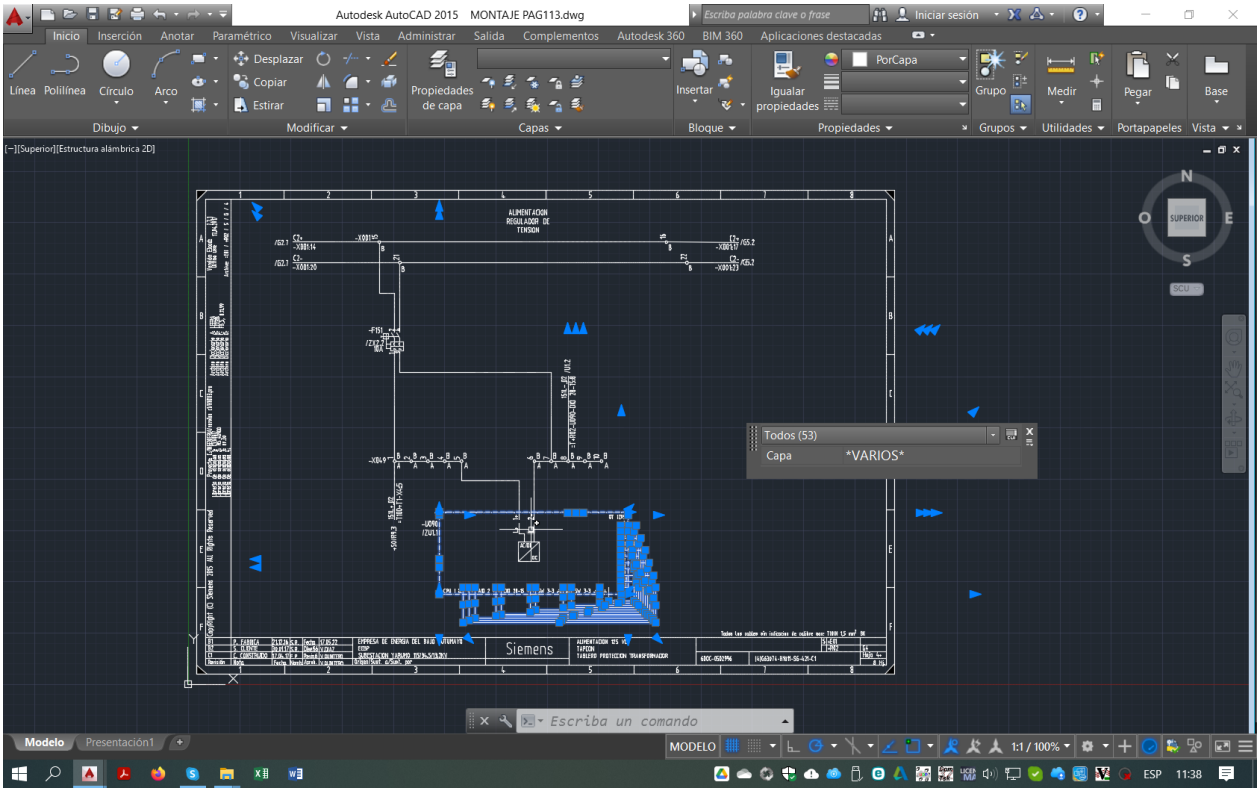


Figura 39. Montaje diagrama unifilar de uno de los equipos del tablero de control y realización de mancheta en AutoCAD. Autor

A continuación, se presenta una parte del proyecto realizado en el cual empieza con la portada realizada para terminar la aprobación del proyecto, como también uno de los montajes con la respectiva verificación mencionada anteriormente y el plano actualizado, para el caso del tablero de control.

SIEMENS

Diagramas Esquemático

Para

Cliente EMPRESA DE ENERGIA DEL BAJO PUTUMAYO

Usuario EEBP

Instalación SUBESTACION YARUMO 115/34.5/13.2 kV

Parte de la Instalación DIAGRAMA DE CIRCUITO
TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR

PARA APROBACION

Original firmado en folder del proyecto

B1	P. FABRICA	21.12.16	S.R.	Fecha	17.05.22
B2	S. CLIENTE	30.01.17	S.R.	Diseñó	V.DIAZ
C1	C. CONSTRUIDO	17.04.17	F.P.	Revisó	V.QUINTERO
Rev.	Nota	Fecha	Nomb.	Aprob.	V.QUINTERO

Pedido Número 600C-0502996

Fecha de Emisión 17.04.17

Documento del Cliente No.

Designación de la Documentación A / =E01 / A1

Documento de Fabricación No. (4)G63074-H1011-AA-421-C1

Figura 40. Montaje de portada del tablero de control. Autor

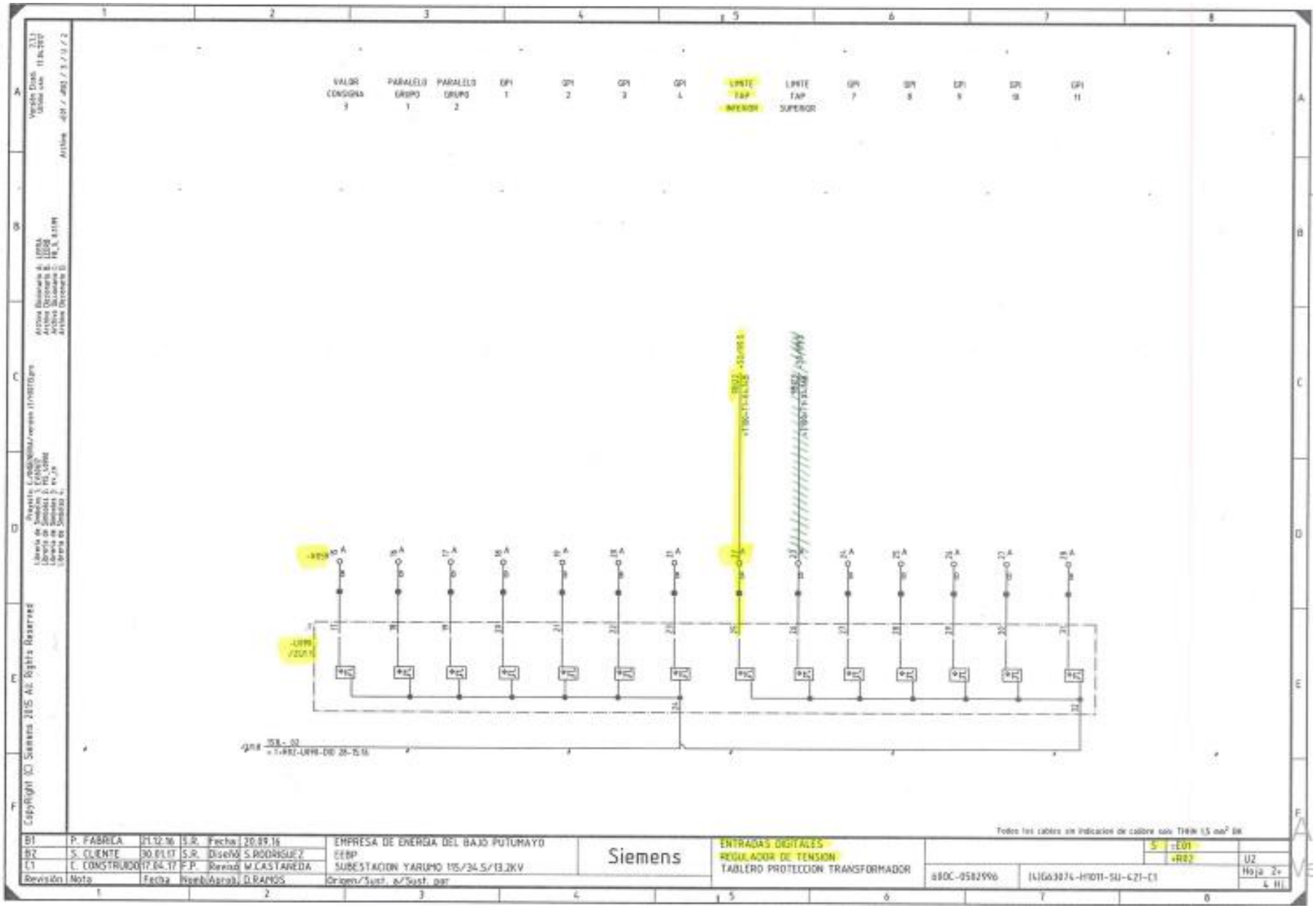


Figura 41. Montaje de entradas digitales de regulador de tensión tablero de control estudio a mano alzada. Autor

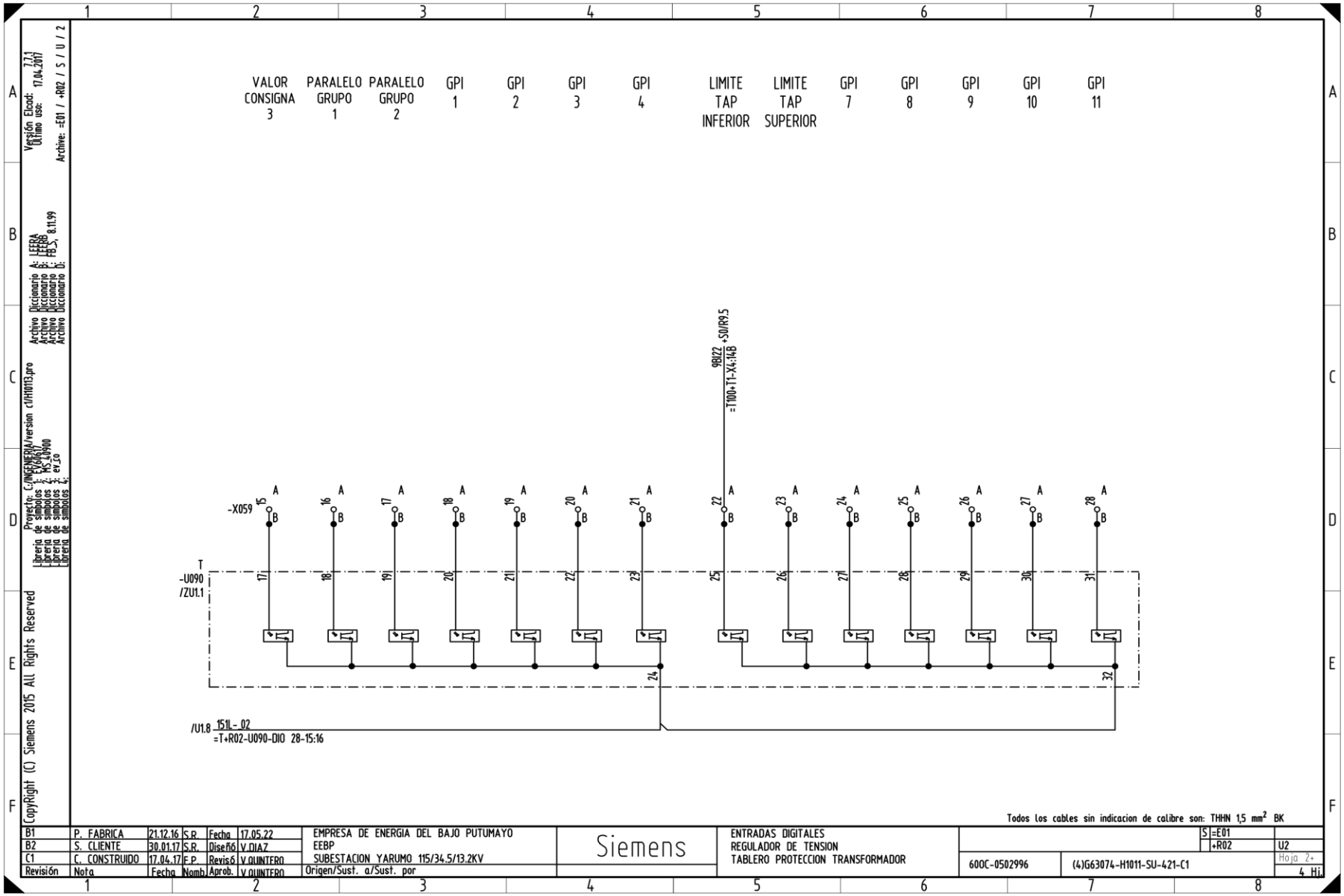


Figura 42. Montaje modificado de entradas digitales de regulador de tensión del tablero de control. Autor

Designación			Documento de Fabricación No. / Documento del Cliente No.	Hoja	Hojas	Fecha	Descripción	Diseñado por
B	=E01 +R02	B1	(4)G63074-H1011-BB-421-A0	1+	5	21.12.16	SIMBOLOGIA GENERAL DE ESQUEMAS ELECTRICOS	EM-EA
B	=E01 +R02	B2	(4)G63074-H1011-BB-421-A0	2+	5	21.12.16	SIMBOLOGIA GENERAL DE ESQUEMAS ELECTRICOS	EM-EA
B	=E01 +R02	B3	(4)G63074-H1011-BB-421-A0	3+	5	21.12.16	SIMBOLOGIA GENERAL DE ESQUEMAS ELECTRICOS	EM-EA
B	=E01 +R02	B5	(4)G63074-H1011-BB-421-A0	5-	5	21.12.16	IDENTIFICACION DE ESQUEMAS ELECTRICOS	EM-EA
S	=E01 +R02	G1	(4)G63074-H1011-SG-421-A0	1+	8	21.12.16	ALIMENTACION 125 VCC PROTECCION DE TRANSFORMADOR TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	G4	(4)G63074-H1011-SG-421-A0	4+	8	21.12.16	ALIMENTACION 125 VCC TAPCON TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N13	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	13+	28	21.12.16	EQUIPO AUXILIAR PROTECCIONES MECANICAS TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N19	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	19+	28	21.12.16	ENTRADAS DIGITALES B.I. PROTECCION PRINCIPAL 7UT86 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	U2	(4)G63074-H1011-SU-421-A0	2+	4	21.12.16	ENTRADAS DIGITALES REGULADOR DE TENSION TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	U4	(4)G63074-H1011-SU-421-A0	4-	4	21.12.16	SALIDAS REGULADOR DE TENSION TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA

Versión Elcad: 7.7.1
Último uso: 17.04.2017
Archive: =E01 / +R02 / A / AB / 1

Archivo Diccionario A: LEERA
Archivo Diccionario B: LEERB
Archivo Diccionario C: FB_S, 8.11.99
Archivo Diccionario D:

Proyecto: C:/INGENIERIA/version c1/H1011 3.pro
Libreria de simbolos 1: EV60617
Libreria de simbolos 2: MS_40900
Libreria de simbolos 3: ev_co
Libreria de simbolos 4:

CopyRight (C) Siemens 2015 All Rights Reserved

Revisión	Nota	Fecha	Nomb.	Aprob.	V.QUINTERO
B1	P. FABRICA	21.12.16	S.R.	Fecha	17.05.22
B2	S. CLIENTE	30.01.17	S.R.	Diseñó	V.DIAZ
C1	C. CONSTRUIDO	17.04.17	F.P.	Revisó	V.QUINTERO

EMPRESA DE ENERGIA DEL BAJO PUTUMAYO
EEBP
SUBESTACION YARUMO 115/34.5/13.2KV
Origen/Sust. a/Sust. por

Siemens

lista de Documentos

600C-0502996 (4)G63074-H1011-AAB-421-C1

A =E01 +
AB1
Hoja 1+
1 Hj.

Figura 43. Elementos modificados para el tablero de control. Autor

55. Montaje de planos transformador de potencia tridevanado:

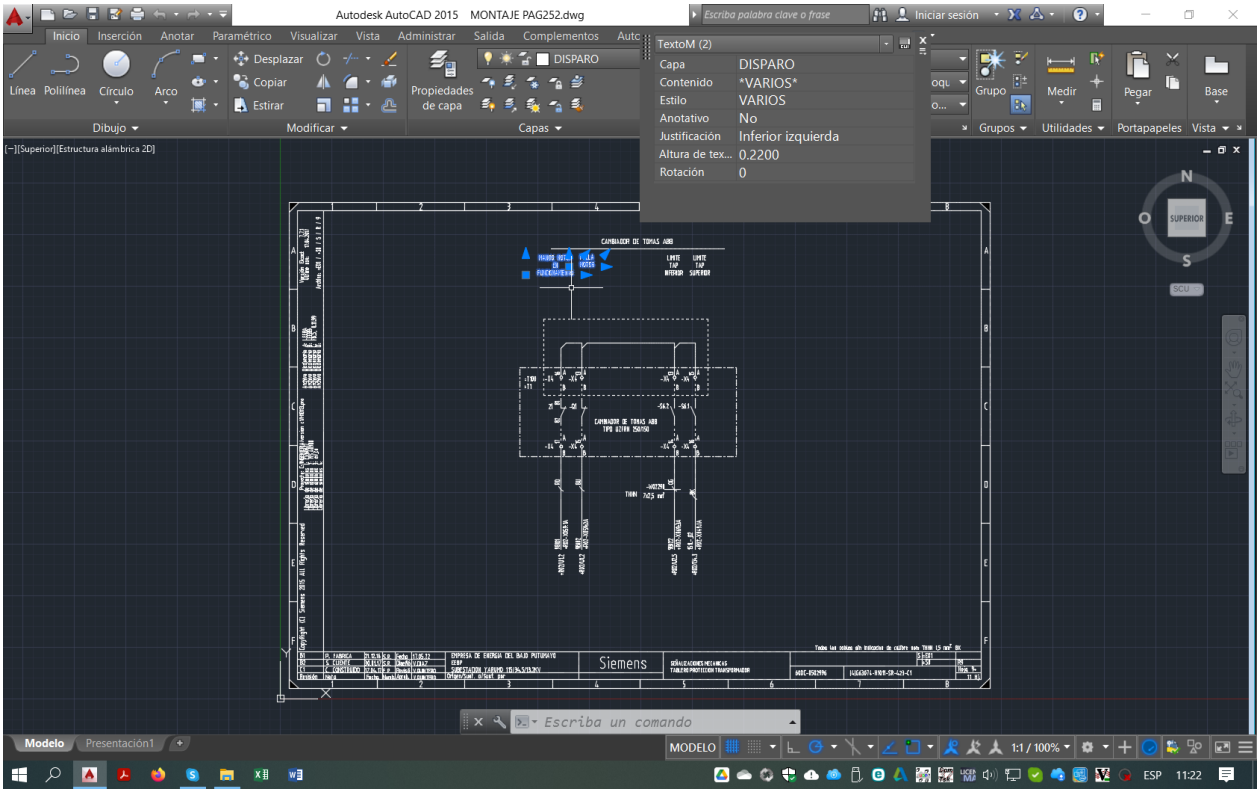


Figura 44. Montaje diagrama unifilar de uno de los equipos del transformador de potencia. Autor

A continuación, se presenta la otra parte del proyecto realizado en el cual empieza con la portada realizada para terminar la aprobación del proyecto, como también uno de los montajes con la respectiva verificación mencionada anteriormente y el plano actualizado, para el caso del transformador de potencia.

Las marquillas fueron previamente corregidas, el levantamiento del cableado fue exitoso para llevar a cabo el seguimiento de conexiones.

SIEMENS

Diagramas Esquemático

Para

Cliente EMPRESA DE ENERGIA DEL BAJO PUTUMAYO

Usuario EEBP

Instalación SUBESTACION YARUMO 115/34.5/13.2 kV

Parte de la Instalación ESQUEMAS DE CONEXION
EQUIPOS DE PATIO

PARA APROBACION

Original firmado en folder del proyecto

			S.R.	Fecha	17.05.22
A0	EMISION	11.11.16	S.R.	Diseñó	V.DIAZ
C1	C. CONSTRUIDO	17.04.17	F.P.	Revisó	V.QUINTERO
Rev.	Nota	Fecha	Nomb.	Aprob.	V.QUINTERO

Pedido Número 600C-0502996

Fecha de Emisión 17.04.17

Documento del Cliente No.

Designación de la Documentación A / =E01 / A1

Documento de Fabricación No. (4)G63074-H1011-AA-423-C1

Figura 45. Montaje de portada del transformador de potencia tridevanado. Autor

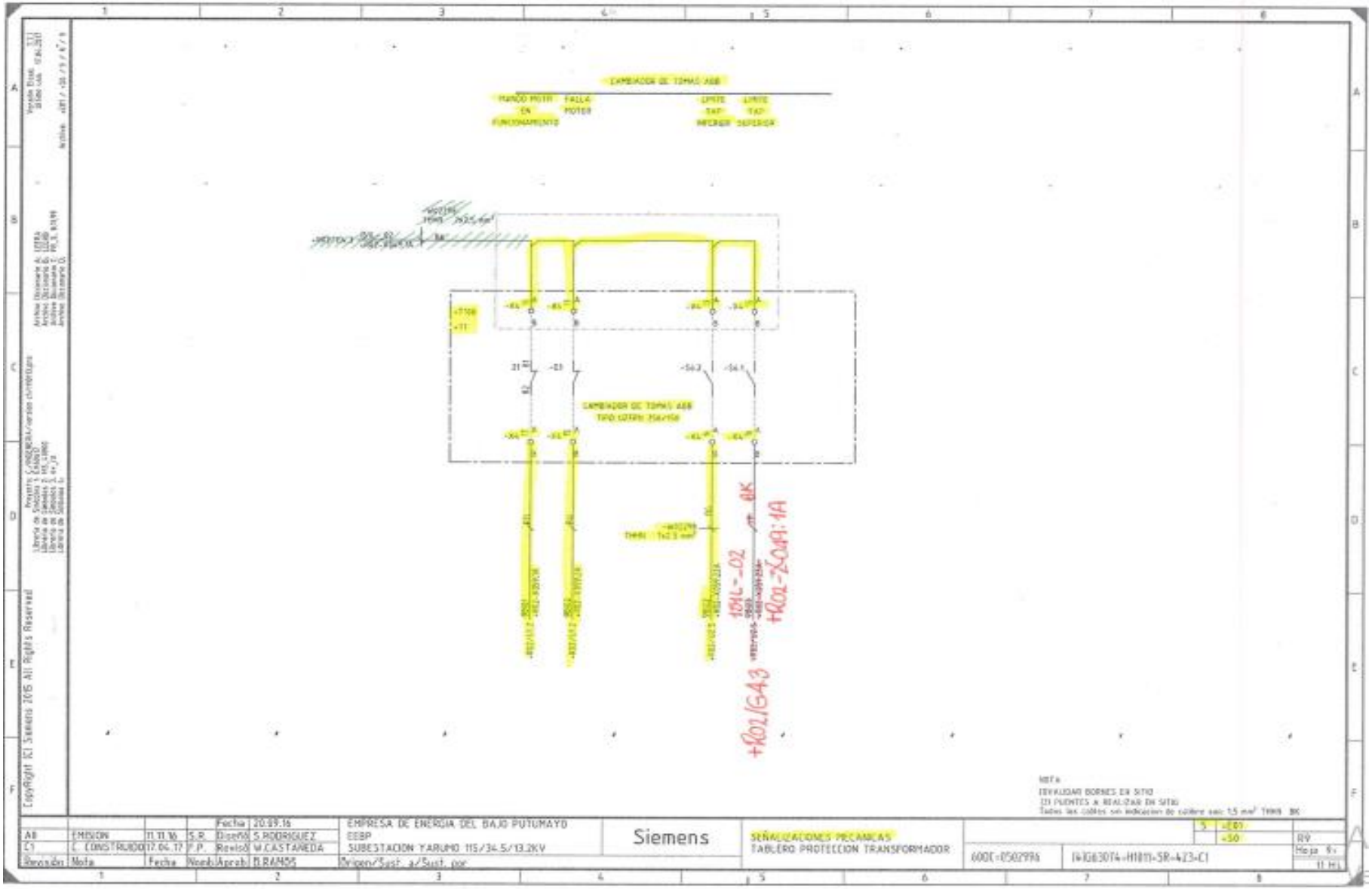


Figura 46. Montaje de señales mecánicas del cambiador de tomas transformador de potencia estudio a mano alzada. Autor

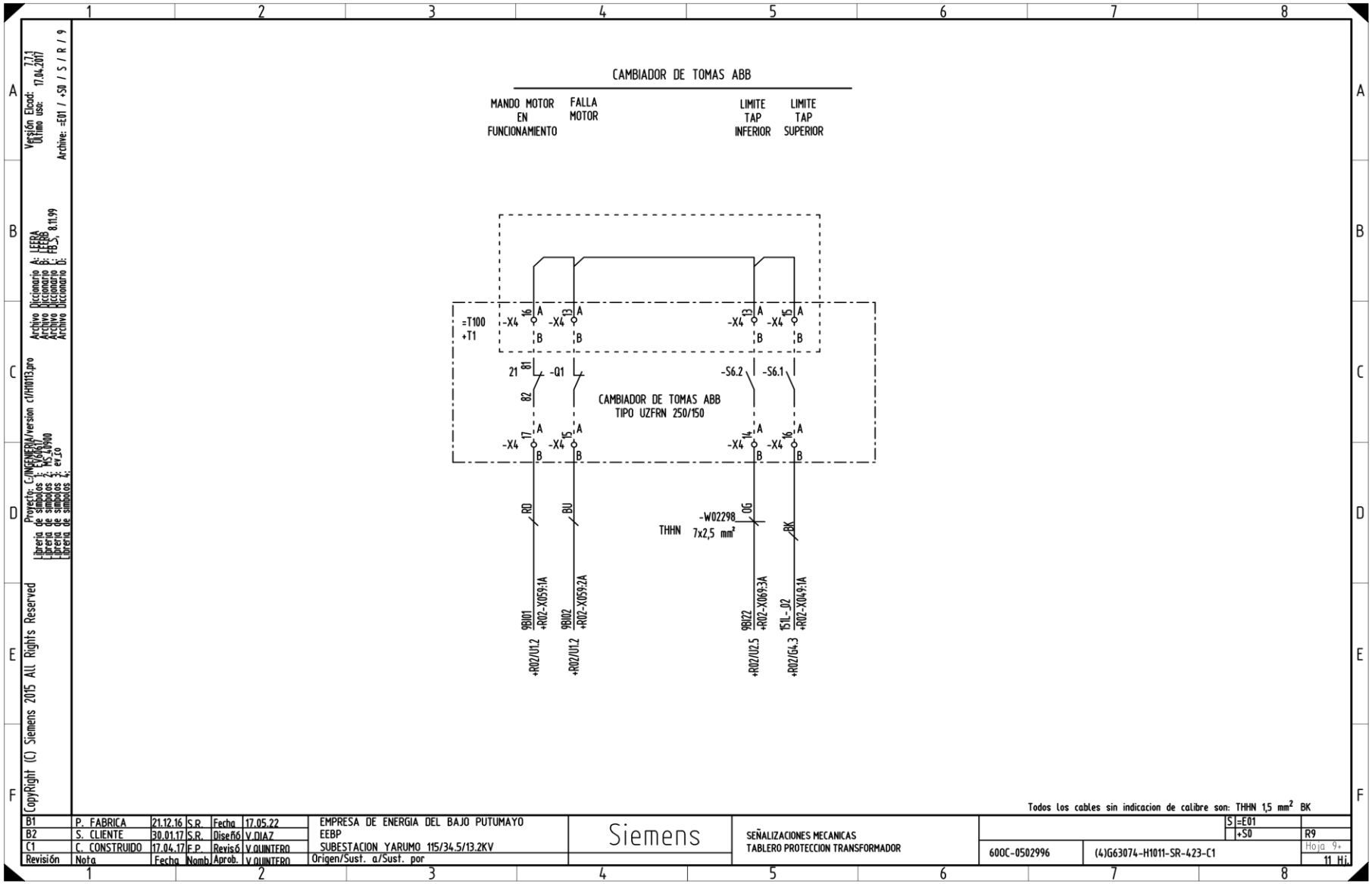
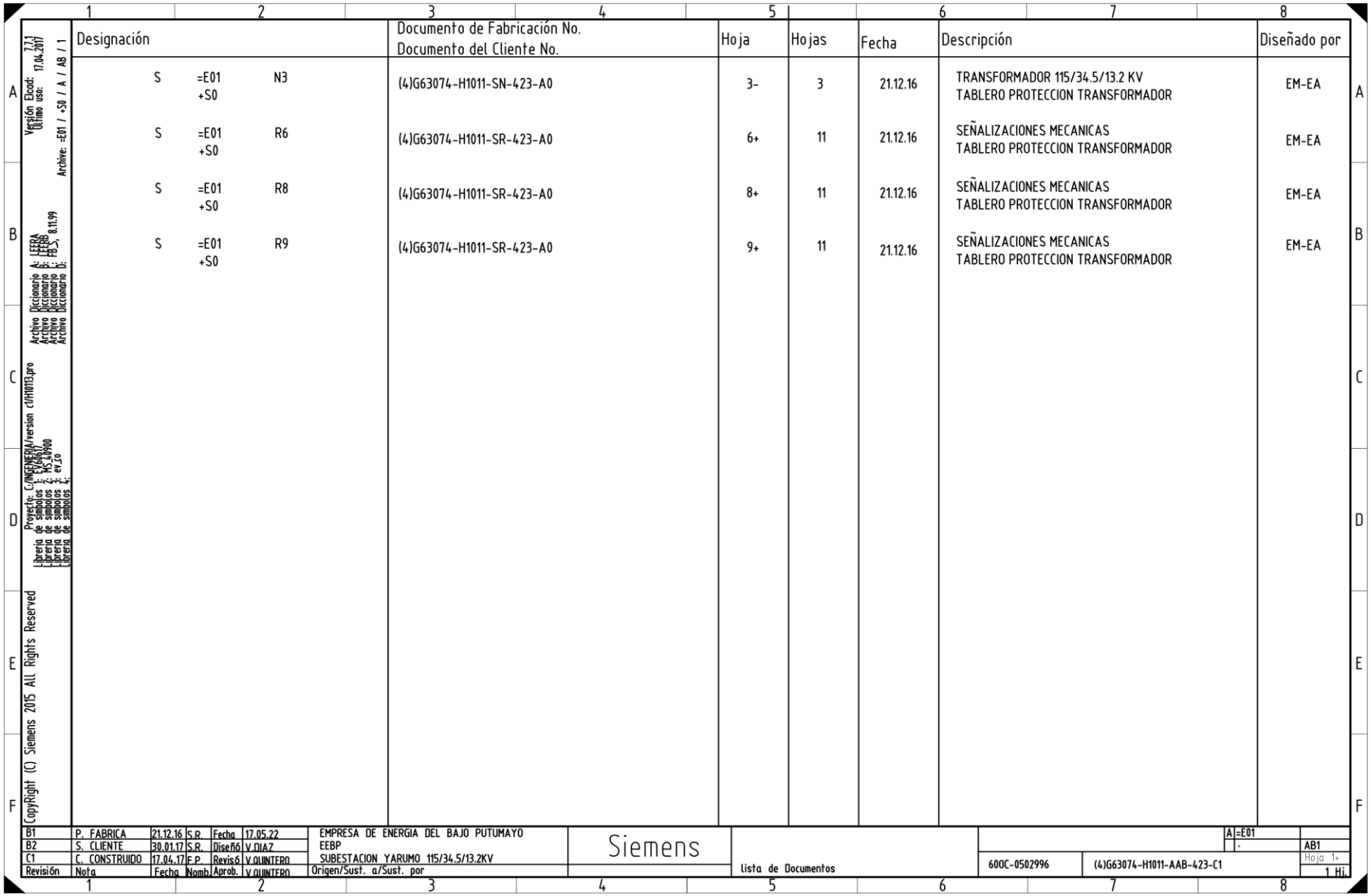


Figura 47.Montaje modificado señales mecánicas en el cambiador de tomas del transformador de potencia. Autor



Designación	Documento de Fabricación No. / Documento del Cliente No.	Hoja	Hojas	Fecha	Descripción	Diseñado por
S =E01 +S0 N3	(4)G63074-H1011-SN-423-A0	3-	3	21.12.16	TRANSFORMADOR 115/34.5/13.2 KV TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S =E01 +S0 R6	(4)G63074-H1011-SR-423-A0	6+	11	21.12.16	SEÑALIZACIONES MECANICAS TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S =E01 +S0 R8	(4)G63074-H1011-SR-423-A0	8+	11	21.12.16	SEÑALIZACIONES MECANICAS TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S =E01 +S0 R9	(4)G63074-H1011-SR-423-A0	9+	11	21.12.16	SEÑALIZACIONES MECANICAS TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA

Figura 48. Elementos modificados para el transformador de potencia tridevanado. Autor

Tabla 2. Lineamientos de activos tablero de control y transformador de potencia tridevanado. Fuente EEBP

	LINEAMIENTO ACTIVO DE SUBESTACIONES **DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TRANSFORMADOR T100**	INSTRUCTIVO	17/05/2022
		Versión 1,0	Pág. 1 de 1

SUBESTACIÓN:		**YARUMO**						
PARTE DE LA INSTALACIÓN		**TABLERO PROTECCIÓN TRANSFORMADOR 115, 34.5, 13.2 KV**						
DOCUMENTO DE FABRICACIÓN Nº		**60OC-0502996**			**(4)G63074-H1011-AA-421-C1**			
CÓDIGO	**DESIGNACIÓN**	**BORNE**	**PÁGINA PDF**	**REVISADO**	**EDITADO**	**RELACIÓN CON T100**		**OBSERVACIÓN**
						SI	**NO**	
(4)G63074-H1011-SG-421-C1	S =E01+R02 G1	X043:2A	110	SI	SI	X		corrección de marquilla X1:90B en plano tablero de control
		X043:1A		SI	NO	X		
		X043:4A		SI	NO	X		
(4)G63074-H1011-SG-421-C1	S =E01+R02 G4	X049:1A	113	SI	SI	X		conectado en borne X4:16B en cambiador de tomas; conexión en =T100+T1-X4:5 en =E01+R02 como su marquilla indica
	S =E01+R02 N13	X040:45A	131	SI	NO	X		

(4)G63074-H1011-SN-421-C1		X040:46A		SI	NO	X		
		X040:47A		SI	NO	X		
		X040:48A		SI	SI	X		corrección de marquilla X1:69B en plano tablero de control
		X040:49A		SI	NO	X		
		X040:50A		SI	NO	X		
		X040:51A		SI	NO	X		
(4)G63074-H1011-SN-421-C1	S =E01+R02 N19	X053:1A	132	SI	NO	X		
		X053:2A		SI	SI	X		esta conexión cambió de lugar, conectado en borne X1:67B
		X053:3A		SI	NO	X		
		X053:4A		SI	NO	X		
		X053:5A		SI	NO	X		
		X053:6A		SI	NO	X		
		X053:7A		SI	NO	X		
(4)G63074-H1011-SU-421-C1	S =E01+R02 U2	X059:22A	159	SI	NO	X		
		X059:23A		SI	SI		X	conectado en tablero pero no en trafo, ahora es reserva
(4)G63074-H1011-SU-421-C1	S =E01+R02 U4	X049:12A	161	SI	NO	X		
		X069:3A		SI	SI	X		corrección de marquilla X3:5A en plano tablero de control
		X069:4A		SI	NO	X		
	S =E01+S0 N3	X1:1A	243	SI	NO	X		

(4)G63074-H1011-SN-423-C1		X1:2B		SI	NO	X		
		X1:8B		SI	NO	X		
		X1:11B		SI	NO	X		
		X1:71B		SI	SI		X	en el trafo este borne ya está sin conexión, ahora conectado en X1:69B.
		X1:93B		SI	NO	X		
		X1:173B		SI	NO	X		
		X1:189AB		SI	NO	X		
(4)G63074-H1011-SR-423-C1	S =E01+S0 R6	X1:90A	249	SI	SI	X		corrección de marquilla X1:90B en plano trafo
		X1:91B		SI	NO	X		
		X1:69B		SI	SI	X		cambió de conexión, conectado en borne X1:67B en el trafo
		X1:9B		SI	NO	X		
		X1:175B		SI	NO	X		
		X1:6B		SI	NO	X		
		X1:4B		SI	NO	X		
		X3:83B		SI	NO	X		
(4)G63074-H1011-SR-423-C1	S =E01+S0 R8	X7:3B	251	SI	NO	X		
		X7:4B		SI	NO	X		
		X3:4A		SI	NO	X		

		X3:5B		SI	SI	X		corrección de marquilla X3:5A en el plano trafo
		X3:6B		SI	NO	X		
(4)G63074-H1011-SR-423-C1	S =E01+S0 R9	X4:16A	252	SI	SI		X	en el cambiador de tomas este borne se encuentra sin conexión
		X4:14B		SI	NO	X		
		X4:16B		SI	SI	X		en el cambiador de tomas este borne ya se encuentra una nueva conexión X049:1A
		X4:15B		SI	NO	X		
		X4:17B		SI	NO	X		

X. CONCLUSIONES

Se establece la normativa vigente para el levantamiento del tablero de control, el cual se fundamenta en los elementos que relaciona la subestación eléctrica, siendo este una regulación a la ejecución e instalación de equipos eléctricos de forma legítima y actualizada según el avance de la tecnología, de forma consecuente este nos ayudara a realizar el levante de forma correspondiente.

Por lo tanto, la empresa puede optar por las mejores medidas de seguridad, previniendo riesgos, pérdidas económicas, generando impactos favorables, cumpliendo su misión de gestión integrada mediante los objetivos organizacionales en ejecución establecidos por la normas nacionales e internacionales.

Cada elemento es diseñado para cumplir con una función específica y lograr la operación adecuada por largos periodos, esto es posible gracias a la garantía que cumple cada regla de fabricación, manipulación e instalación asociada a la subestación implantando garantía y calidad. Se concluye que, la normativa es la forma correcta de imponer una realización en situaciones de operación para toda estructuración de forma legal vigente al periodo decretado.

El estudio de oscilografías (información de anexo de los interruptores, relés o reconectadores) nos permite dar un entendimiento de cómo está operando el equipo ante una falla o eventos programados o no programados y como sus protecciones responden a dicha anomalía, al obtener las informaciones pertinentes se concluyen las diferentes alternativas de cómo solucionar los problemas y por ende realizar métodos de mejora en los equipos efectuando diagnósticos a diferentes actuaciones.

Se puede concluir que se realizó el levante correspondiente la hoja de vida de los activos donde podremos llevar una organización fundamental de cada equipo y el mantenimiento realizado a cada uno, sea este correctivo, preventivo o predictivo, esta información se anexa en el instructivo realizado en parte de observaciones para ir verificando que el mantenimiento sea el adecuado examinado de forma temprana cada anomalía presentada de diferentes defectos y lograr minimizar lo más posible cada falla, de esta forma ir reestructurando el plan de análisis de mantenimiento.

Las documentaciones asociadas para los equipos fueron realizadas exitosamente por empresas contratistas, de lo cual se puede concluir que, todos los equipos en el tablero de control

se encontraban en buen estado, en el estudio realizado solo se evidenció la desactualización de detalle en conexión y etiquetas de algunos elementos que relaciona el tablero de control con el transformador de potencia.

Finalmente se pudo elaborar de forma correcta el montaje de planos estudiados a mano alzada, con la actualización de la ingeniería de detalle, corrección de etiquetas, cambio de fases y bornes, estas se realizaron con revisión de normas solicitadas por la empresa y siendo anexadas al folder de la subestación.

La actualización de ingeniería de detalle favorece a la empresa en un orden constitutivo, puesto que, es de carácter fundamental tener planos modernizados, pues al ser una empresa con visión de crecimiento en los próximos años, las empresas contratistas para realizar dichas expansiones y planeaciones se optarán en mejor medida, la elaboración de actividades es más clara y efectiva cuando los datos son verdaderos y concluyentes al inventario asociado para la realización del plan laboral.

La importancia de la ingeniería se ve reflejada en la interpretación y la forma de brindar el conocimiento, apoyo y asesoramiento con terceras personas que también la ejecutan, como el realizar las visitas técnicas pertinentes que una operación requiera para gestionar de estas las soluciones a diferentes errores y desaciertos que se evidencian en los procedimientos, el trabajo en equipo es fundamental para obtener y nutrir diversas epistemologías y así efectuar un mejor plan de trabajo proyectando labores sociales ofreciendo un mejor servicio.

REFERENCIAS

[1] V. Mercado Polo, J. B. Peña, and L. Pacheco, “Calidad de la energía eléctrica bajo la perspectiva de los sistemas de puesta a tierra,” *Universidad de los Andes*, 2017. https://www.redalyc.org/journal/5075/507555007009/html/ (accessed Jun. 02, 2022).

[2] V. BRICEÑO SIMBAQUEVA and C. CHAPARRO PARADA, “TABLERO DE CONTROL DIDÁCTICO PARA MOTORES TRIFÁSICOS,” UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA, 2020. [Online]. Available: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10406/1/UPS-GT001454.pdf

[3] institución educativa rural El Yarumo, “Proyecto Educativo Institucional,” in *PEI Institución Educativa Rural El Yarumo*, 2019, pp. 1–52. doi: 10.25100/eg.v0i2.7586.

[4] Empresa de Energía del Bajo Putumayo, “Nuestra Empresa – EEBPSA,” *EEBP*. https://eebpsa.com.co/nuestra-empresa-2/ (accessed Jun. 02, 2022).

[5] J. J. Mora Flórez, G. Carrillo Caicedo, and J. O. Ariza Castillo, “Diseño metodológico de consignas para atención de fallas no destructivas en subestaciones eléctricas,” *Ing. y Compet.*, vol. 7, pp. 1–12, 2005, [Online]. Available: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291323470001

[6] P. A. MÉNDEZ FUENTES, W. MOJICA GÓMEZ, and F. Y. OLIVEROS PORRAS, “EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO DE REDUCCIÓN Y CONTROL DE PÉRDIDAS DE ENERGIA NO TÉCNICAS EN ESSA,” UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA, 2013. [Online]. Available: https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/11855/2013_Tesis_Mendez_Fuentes_Paola_Andrea.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[7] M. Santacruz Rojas and J. Ja. Agudelo Morales, “Ingeniería básica y de detalle para automatizar la subestación eléctrica didáctica del laboratorio de conversión de energía de la Universidad Autómona de Occidente,” 2011. [Online]. Available: https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/1374/TEL00508.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[8] V. G. MORALES SOLÍS, “ESTANDARIZACIÓN DE TABLEROS DE PROTECCIÓN, CONTROL Y MEDICIÓN PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE ACUERDO A ESPECIFICACIÓN CFE V6700-62, MEDIANTE EQUIPOS MARCA SEL,” 2008.

[Online]. Available: https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/568610/DocsTec_6386.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[9] J. G. Ardila Marín, M. I. Ardila Marín, D. Rodríguez Gaviria, and D. A. Hincapié Zuluaga, "La Gerencia Del Mantenimiento: Una Revisión," *Dimens. Empres.*, vol. 14, no. 2, pp. 129–144, 2016, [Online]. Available: http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/2399/LA GERENCIA DEL MANTENIMIENTO UNA REVISIÓN.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[10] D. J. ROMERO LÓPEZ and A. VARGAS ROJAS, "MODELO DE INCENTIVOS PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA," vol. 6, pp. 221–257, 2010, [Online]. Available: https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revmaescom/article/view/7172

[11] C. F. Ramirez, *Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión.pdf*, Segunda. BIBLIOTECA CENTRAL, 1991.

[12] E. A. Rodriguez Lazo, "PLAN DE MEJORA DEL MANTENIMIENTO EN LA SUBESTACIÓN PUERTO CAICEDO-PUTUMAYO," Universidad de Pamplona, 2021.

[13] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, *Anexo general del retie resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013 con sus ajustes*. 2013, pp. 1–211. [Online]. Available: https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/1179442/Anexo+General+del+RETIE+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13

[14] CENS GRUPO EPM, *SUBESTACIONES NORMA TÉCNICA - CNS-NT-04 CNS-NT-04*. 2016, pp. 1–44. [Online]. Available: https://www.cens.com.co/Portals/0/normas-y-especificaciones/norma/CAPITULO 4/CAPITULO-4-Subestaciones-CNS-NT-04.pdf?ver=2020-11-12

[15] empresa de energía del bajo putumayo, "MANUAL DE OPERACIÓN," 2016.

[16] Grupo de Investigación Orca Semillero de Investigación Barión, "Caracterización de Subestaciones Eléctricas," *Región Cent. RAPE*, pp. 1–105, 2020, [Online]. Available: https://regioncentralrape.gov.co/wp-content/uploads/2020/04/Subestaciones-Eléctricas.pdf

[17] M. L. Ibarra Gómez, "PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA QUE PERMITA OPTIMIZAR EL USO DE LOS RECURSOS ASOCIADOS AL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA SUBESTACIÓN LA ÍNSULA DE LA EMPRESA

CENTRALES ELÉCTRICAS DE NORTE DE SANTANDER," 2018. [Online]. Available: http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?EbscoContent=dGJyMNLe80Sep7Q4y9f3OLCmr1Gep7JSsKy4Sa6WxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGptk%2B3rLJNuePfgeyx43zx1%2B6B&T=P&P=AN&S=R&D=buh&K=134748798%0Ahttp://amg.um.dk/~/media/amg/Documents/Policies and Strategies/S

[18] W. Mahecha Méndez, "METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO APLICADO A SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA," 2019. [Online]. Available: https://repositorio.unibague.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12313/612/3/Tesis.pdf

[19] E. Ras Oliva, *Transformadores de potencia, medida y de protección- Enrique Ras.pdf*, Séptima. BOIXAREU EDITORES, 1994. [Online]. Available: https://dotorresg.files.wordpress.com/2011/12/transformadores-de-potencia-de-medida-y-de-proteccion.pdf

[20] A. Tabernero García, "Mantenimiento de los transformadores de potencia: ensayos de campo - Dialnet," *Dialnet*, 2005. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1155349 (accessed Jun. 02, 2022).

[21] CREG IEB, "Revisión Unidades Constructivas de Subestaciones del STN, STR y SDL," no. 006, pp. 1–145, 2014, [Online]. Available: www.ieb.com.co

[22] S. García Garrido, "ORGANIZACION Y GESTION INTEGRAL," *Diaz Santos*, vol. 4, no. 1, p. 47, 2003.

[23] ABB, "Generalidades de Tableros de Baja Tensión Certificados," 2016. https://new.abb.com/docs/librariesprovider78/eventos/seminario-desafios-en-instalaciones-electricas-eficiencia-energetica-seguridad/5--tableros-electricos.pdf?sfvrsn=2 (accessed Jun. 02, 2022).

[24] R. Aburto, *Instrumentos Para Tableros Eléctricos*. 2012. [Online]. Available: https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_DICIEMBRE_2012/IF_RODRIGUEZ ABURTO_FIEE/LIBRO INSTRUMENTOS PARA TABLEROS.pdf

[25] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, *ANEXO No. 3 DEL REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS*, no. 3. 2018, pp. 1–74. [Online]. Available: https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/23965915/310118_borrador_proy_RET

IE_instalaciones.pdf/ff508ff9-1bf1-44d4-a396-d17178a4094d

[26] Centro De Despacho Económico De Carga Sistema Interconectado Nacional CDEC SIC, “Criterios de Diseño para las Nuevas Subestaciones del Sistema de Transmisión Troncal del SIC,” pp. 1–48, 2016, [Online]. Available: https://sic.coordinador.cl/wp-content/uploads/2015/08/Guía-Técnica-Criterio-Diseño-Subestaciones.pdf

[27] J. Guerrero and P. Estupiñán Segura, “Guía de selección de sistema de protecciones en subestaciones por medio de relés basados en microprocesadores aplicado en subestaciones de transmisión.,” 2010. [Online]. Available: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2093/13/UPS-GT000155.pdf

[28] Energiza Corporativo, “¿Cómo se conforman los tableros de control eléctricos?,” *Instalaciones y Materiales Eléctricos*. https://www.energiza.com.mx/blog/partes-de-un-tablero-de-control-electrico/ (accessed Jun. 02, 2022).

[29] ENEL-CODENSA, “Medidores de energía eléctrica,” *Generalidades 7.4* , Sep. 04, 2014. https://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/medidores_energia_electrica/generalidades_7_4_medidores_energia_electrica (accessed Jun. 02, 2022).

[30] Empresa de Energía del Bajo Putumayo, *GESTIÓN DE DISTRIBUCIÓN PROCESO PLANEACIÓN Y EXPANSIÓN*. 2021, pp. 1–82. [Online]. Available: https://eebpsa.com.co/wp-eebp/atencionusuario/Normatividad/Consultoria/RQ1.pd

[31] EPM, *disposiciones generales para locales de subestación tipo interior*. 2011, pp. 1–22. [Online]. Available: https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8-014.pdf

[32] E. J. Molina Ochoa and O. D. Flórez Cediel, “Aplicación del Estándar IEC 61850 en los Sistemas de Protecciones Eléctricas para Subestaciones de Alta Tensión,” *Rev. Clepsidra*, vol. 5, no. 9, pp. 53–59, Dec. 2009, doi: 10.26564/19001355.204.

[33] Compañía energética de Occidente, *ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA TRANSFORMADOR CONVENCIONAL DE DISTRIBUCIÓN*. 2011, pp. 1–44. [Online]. Available: https://www.ceoesp.com.co/cargar_imagen.php?id=609&tipo=6&thumbnail=FALSE

[34] CONTE Consejo Nacional de Técnicos Electricistas, “Icontec lanza al mercado el nuevo

Código Eléctrico Colombiano 2050: 2020 ," Apr. 08, 2020. https://www.conte.org.co/icontec-lanza-al-mercado-el-nuevo-codigo-electrico-colombia-2050-2020/ (accessed Jun. 02, 2022).

[35] ISO/IEC, "Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios. ," *ISO*, Sep. 15, 2012. https://webstore.iec.ch/preview/info_isoiec17065%7Bed1.0%7Ds.pdf (accessed Jun. 02, 2022).

[36] Norma Técnica Colombiana NTC, "Armarios para instalación de medidores de energía eléctrica," *Icontec*, Oct. 21, 1992. https://docplayer.es/37466707-Norma-tecnica-colombiana-3444.html (accessed Jun. 02, 2022).

[37] Nema Standard, *Gabinetes para Equipo Eléctrico (1000 Volts Máximo)*. 2020, pp. 1–12. [Online]. Available: https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=ANSI%2FNEMA 250&item_s_key=00081211

[38] Y. Milano and H. J. Jiménez, "Corrosión acelerada en medio salino y adherencia de sistemas de pinturas depositadas sobre acero," vol. 0, no. 0, pp. 48–55, 2017, [Online]. Available: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6091011.pdf

[39] ICONTEC, *CARTILLA ADOPCIONES ICONTEC INTERNACIONAL*. 2017, pp. 1–49. [Online]. Available: https://www.icontec.org/wp-content/uploads/2019/07/CARTILLA-ADOPCIONES-NTC-EN-LA-WEB-DE-ICONTEC.pdf

[40] IEC, "Compatibilidad electromagnética (CEM) – Parte 4: Técnicas de prueba y medición – Sección 15: Flickermeter – Funcional y especificaciones de diseño," *International Electrotechnical Commission*, Feb. 2003. https://webstore.iec.ch/p-preview/info_iec61000-4-15%7Bed1.1%7Den_d.pdf (accessed Jun. 02, 2022).

[41] Iec, "INTERNATIONAL STANDARD Low-voltage switchgear and controlgear-Part 4-1: Contactors and motor-starters-Electromechanical contactors and motor-starters INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION," pp. 1–58, 2018.

[42] Iec, "Basic environmental testing procedures-Part 2: Tests-Test Ea and guidance: Shock including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher," 1987, Accessed: Jun. 02, 2022. [Online]. Available: www.iec.ch

[43] Power Logic, "Medidor ION 8650 ," Jul. 22, 2021. https://digital-energy-help.se.com/ion8650/fr-fr/content/01-overview/introduction.htm (accessed Jun. 02, 2022).

[44] Tokopedia, “Relé 86 de bloqueo Jual fast lockout relay siemens 7PA2251-1 125VDC .” https://www.tokopedia.com/nugrahautamashop/fast-lockout-relay-siemens-7pa2251-1-125vdc (accessed Jun. 02, 2022).

[45] SIEMENS, “Hoja de datos 7PA2712-0AA00-2,” pp. 30–31, 2022.

[46] Siemens Energy automation and smart grid, “Relé de protección diferencial - SIPROTEC 7SL series de tensión / de distancia / para línea eléctrica aérea.” https://www.directindustry.es/prod/siemens-energy-automation-and-smart-grid/product-30064-1199119.html (accessed Jun. 02, 2022).

[47] SIEMENS, *Siprotec 5 Protección, control, automatización, supervisión y Power Quality – Básico*, vol. 7. 2020. [Online]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/143/109792143/att_1051201/v1/SIDG-C10059-00-7800_SIPROTEC_5_Catlogo_ES.pdf

[48] SIEMENS, “Lista de equipo tablero EEBP S/E EL YARUMO,” in *CELDAS DE MEDIA TENSIÓN (4)G63074-H1011-354*, no. 4, 2017, pp. 1–4.

[49] Empresa de Energía del Bajo Putumayo, *GESTIÓN DE DISTRIBUCIÓN PROCESO DE MANTENIMIENTO*. 2022, pp. 1–12.

XI. ANEXOS

En esta parte realizaremos anexos para complementar la teoría presentada para soporte y validación de este proyecto.

56. Anexo de registro fotográfico de la zona de trabajo. Anexo 1

Se logra evidenciar la zona de trabajo en la Figura 49, se visualiza el tablero de control abierto por un operador asignado por la empresa de energía para empezar la revisión del estado actual en el que se encuentra. En la figura 50 se puede observar el transformador de potencia, sector donde se realizará el estado actual de este aprovechando el buen clima, dada las variaciones que este presenta al ser una zona tropical. En la figura 51 se logra visualizar la celda del tap del transformador de potencia y la apertura de este para continuar con el estudio de conexiones y verificaciones, en la figura 52 se observa el gabinete de refrigeración forzada del transformador en el cual se especifican en los botones las funciones que cumplen y la manipulación de estos por el operador para verificar el correcto funcionamiento, después se empieza a inspeccionar el estado de la celda, las conexiones y funciones para realizar la respectiva actualización de este equipo como se evidencia en la figura 53.

Figura 49. Foto del tablero de control. Autor Figura 50. Foto transformador. Autor

Figura 51. Conmutador y posición del Tap. Autor

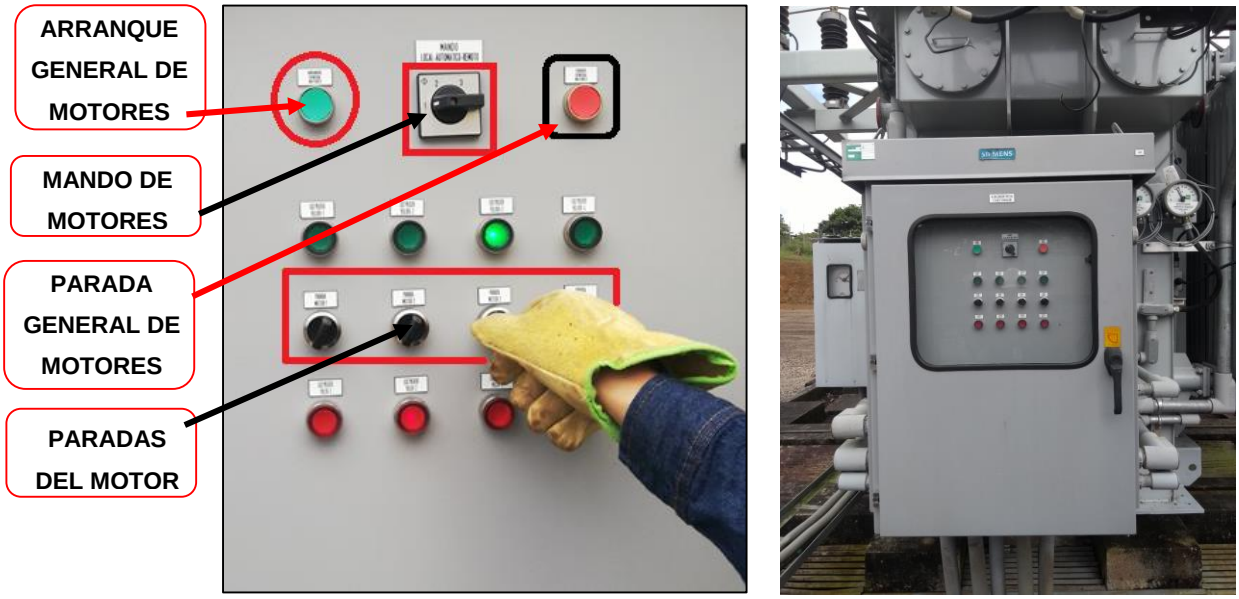


Figura 52. Celda de control de motores y sistema de refrigeración del transformador. Autor

Figura 53. Celda de control de motores y registro de placa celda de refrigeración del transformador por dentro. Autor

57. Programas utilizados por la empresa para el descargue de oscilografías. Anexo 5

El programa DIGSI 5 es una herramienta de ingeniería universal que sirve para la puesta en marcha, parametrización y funcionamiento de equipos SIPROTEC 5, el sistema se despliega conectándose a un sistema de red de equipos de protección, ofrece una operabilidad superior puesto que esta optimizado para los procesos de trabajo, estos se pueden ejecutar hasta por USB por medio de una simple conexión, solo se señalizan las informaciones que establezca el usuario para realizar las operaciones reales. [47]

A continuación, se anexa fotografías de los programas utilizados para realizar el descargue de oscilografías para realizar el respectivo análisis de falla a equipos.

En la figura 54 se logra apreciar el manejo del programa PCM600 que es utilizado para el descargue de oscilografías de interruptores de la subestación Gamma 1 ubicada en el municipio de Puerto Asís, se puede observar que están los diferentes circuitos establecidos en la barra de 13.8 kV.

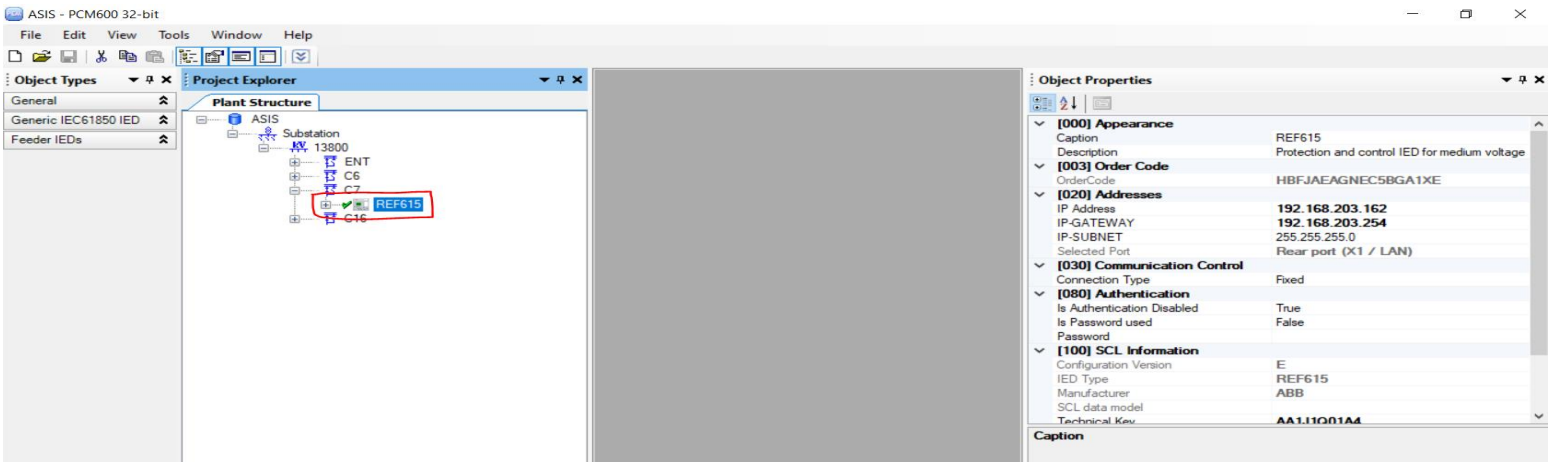


Figura 54. Programa PCM600 para el descargue de oscilografías equipos ABB. [15]

En la figura 55. Podemos visualizar el programa DISGI 5, sistema en el que se descargan las oscilografías de Gamma 3 subestación El Yarumo con el circuito establecido en C2 que es la entrada de la línea Caicedo-Yarumo, la entrada de C3 que es la línea Puerto Caicedo – Puerto Asís y la salida de C4 línea Yarumo-La Hormiga, como también realizamos el descargue de interruptores para Gamma 4 subestación La Hormiga Valle del Guamuez.

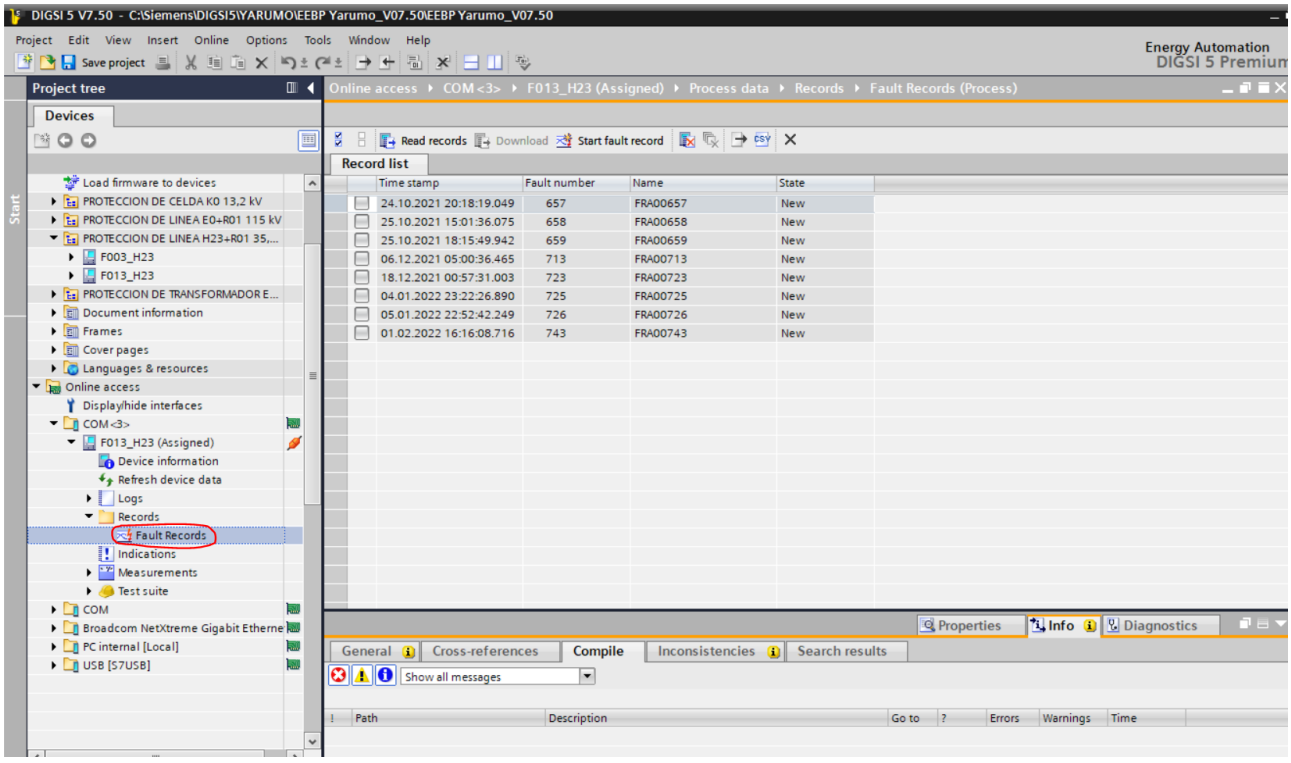


Figura 55. Programa DIGSI 5 para el descargue de oscilografías equipos SIEMENS. [15]

Podemos observar en la siguiente figura el programa DIGSI 4 en el cual estaremos realizando el descargue de oscilografías para la subestación Gamma 2 Puerto Caicedo para interruptores de diferentes bahías, además de descargar la línea de 115kV que es la salida del C1 Mocoa - Puerto Caicedo como también la salida del C3 Puerto Caicedo – Puerto Asís, permite el descargue del DTC 115kV en la Gamma 3 y del Shelter 34.5kV ubicado en Gamma 4 siendo este la entrada de C4.

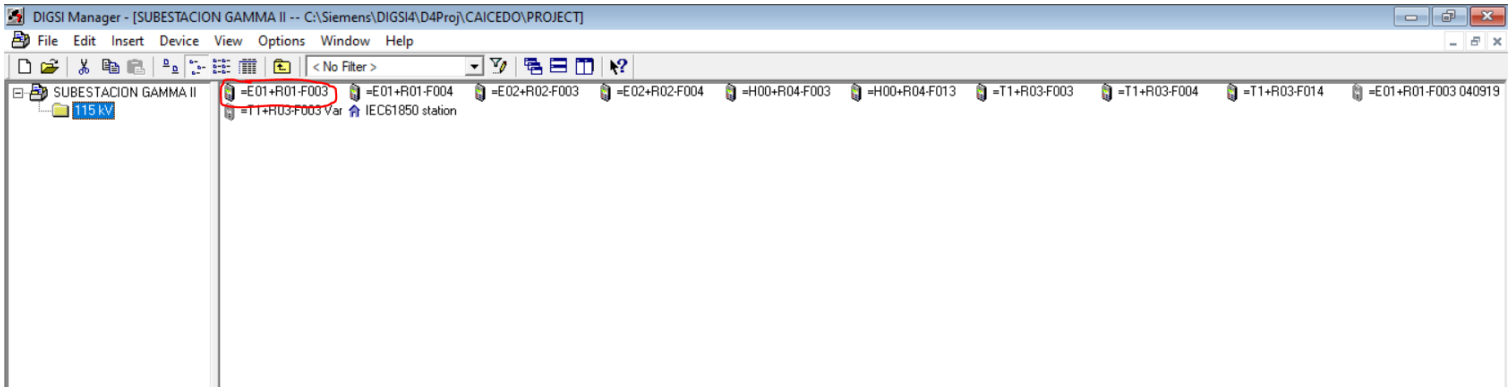


Figura 56. Programa DIGSI 4 para el descargue de oscilografías equipos SIEMENS. [15]

Estos archivos se guardan en carpeta de Eventos con la fecha en la que se presentan las fallas y el nombre del interruptor del que se le realizo el Fault Records que es la visualización de la gráfica, el Fault log donde realizaremos el descargue de Trip log que son datos guardados en archivos Excel el cual nos indican la fecha, la hora relativa en la que se presentó el evento, un número consecuente asignado por el programa que nos caracteriza el número de la falla, el número de entrada y las funciones, y también nos permite el descargue de Event log, también son archivos en Excel en el caso de DIGSI 5 dado que para DIGSI 4 son archivos pdf donde nos indica el registro de eventos.

58. Anexo de fotografías de equipos asociados al tablero de control. Anexo 7

En las siguientes figuras logramos observar el relé asociado al tablero de control y la manipulación de este por el operador de la subestación, este nos indica en la parte izquierda los indicadores de las fallas con un led color rojo, una pantalla donde nos indica el diagrama unifilar y las variables que fueron asociadas, los diferentes botones para realizar la operación de este equipo,

y los respectivos botones de navegación de la bahía, y el botón de comando para abrir o cerrar un circuito.

Figura 57. Descripción del relé. [15]

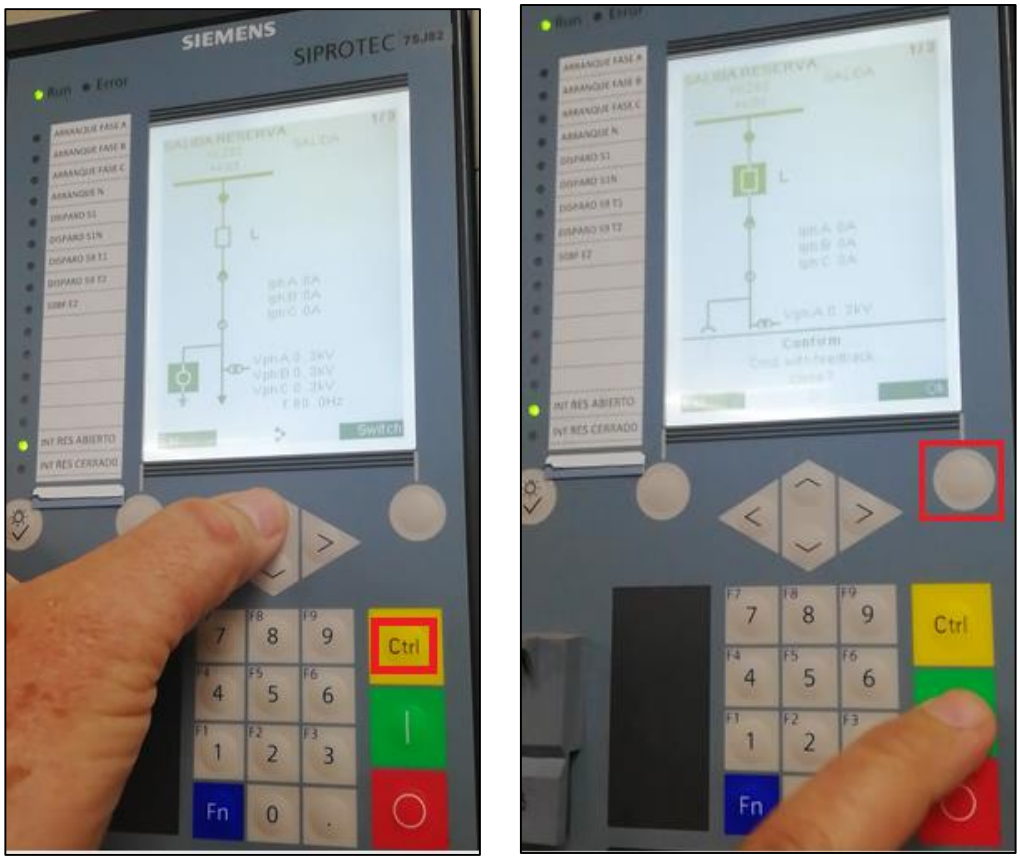


Figura 58. Maniobra de equipos en diagrama unifilar. Autor

59. Gestión de la documentación asociada al tablero de control empresa Siemens. Anexo 2

Se presenta la documentación que en este momento se encuentra en el tablero de control y sus respectivas conexiones a diferentes equipos.

En la mancheta utilizada por siemens ya se encuentran especificadas la biblioteca de normativa, la letra asignada según el nivel de tensión y el equipo operario, también el nombre del tablero asignado, la hoja específica y cuantas hojas están ejecutadas con la misma nomenclatura, además de los datos de anexo como nombres, fechas, entre otros.

= PRIMER BLOQUE
(CAMPO)

=□□□□

CONSECUTIVO

- B - >420kV...
- C - >=380kV...<420kV
- D - >=220kV...<380kV
- E - >=110kV...<220kV
- F - >=60kV...<110kV
- G - >=45kV...<60kV
- H - >=30kV...<45kV
- J - >=20kV...<30kV
- K - >=10kV...<20kV
- L - >=3kV...<10kV
- M - >=1kV...<3kV
- NA - 500 - 1000VAC
- NE - 480/277VAC
- NF - 380/220VAC
- NG - 220/127VAC ó 208/120VAC
- NK - 220 a 110VDC
- NQ - 60 a 48VDC

+ TERCER BLOQUE
(LOCALIZACION)

+□□□□

CONSECUTIVO

- H - CELDA DE MEDIA TENSION
- J - CELDA DE MEDIA TENSION
- K - CELDA DE MEDIA TENSION
- L - CELDA DE MEDIA TENSION
- N - ARMARIOS DE BAJA TENSION
- P - PUPITRES
- Q - ARMARIOS DE MEDIDA
- R - ARMARIOS DE PROTECCION
- S - CAJAS DE BAJA TENSION
- T - CAJAS DE CONTROL TRANSFORMADOR
- U - ARMARIOS DE REGULACION
- W - ARMARIOS DE CONTROL
- X - CONCENTRADORES DE SEÑALES
- Y - ARMARIOS TELECOMUNICACIONES

. SEGUNDO BLOQUE
(GRUPO FUNCIONAL)

.□□□□□

CONSECUTIVO

- A A - PORTADA
- A AB - LISTA DE PLANOS
- B B - EXPLICATIVOS
- B BB - UNIFILARES
- D BC - DISPOSICION DE CELDAS, PLACAS DE IDENTIFICACION
- S D - DISTRIBUCION AUXILIARES AC
- S G - DISTRIBUCION AUXILIARES DC
- S M - CONTROL
- S N - PROTECCION
- S R - ALARMAS, SEÑALIZACIONES
- S S - CIRCUITOS DE CORRIENTES Y TENSIONES
- S U - REGULACION DE TENSION, SINCRONIZACION
- S X - CONEXION FIBRA OPTICA
- S Z - ESQUEMATICOS EN GENERAL
- S ZA - ESQUEMATICOS INTERRUPTORES
- S ZB - ESQUEMATICOS SECCIONADORES
- S ZM - ESQUEMATICOS EQUIPO DE CONTROL
- S ZN - ESQUEMATICOS EQUIPO DE PROTECCION
- S ZR - ESQUEMATICOS EQUIPO ALARMAS, SEÑALIZACION
- S ZS - ESQUEMATICOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA
- S ZU - ESQUEMATICOS EQUIPOS DE REGULACION
- S ZX - ESQUEMATICOS EQUIPOS AUXILIARES
- S ZY - ESQUEMATICOS EQUIPOS AUXILIARES (ADICIONALES)
- S ZZ - ESQUEMATICOS EQUIPOS AUXILIARES (ADICIONALES)
- V B - HOJA EXPLICATIVA DE BORNES
- V X - LISTAS DE BORNES
- V YC - LISTAS DE CONEXIONADO INTERNO (CELDA)
- V YP - LISTAS DE CONEXIONADO INTERNO (PUERTA)
- X L - LISTAS DE MULTICONDUCTORES
- X W - LISTAS DE CONEXION DE MULTICONDUCTORES

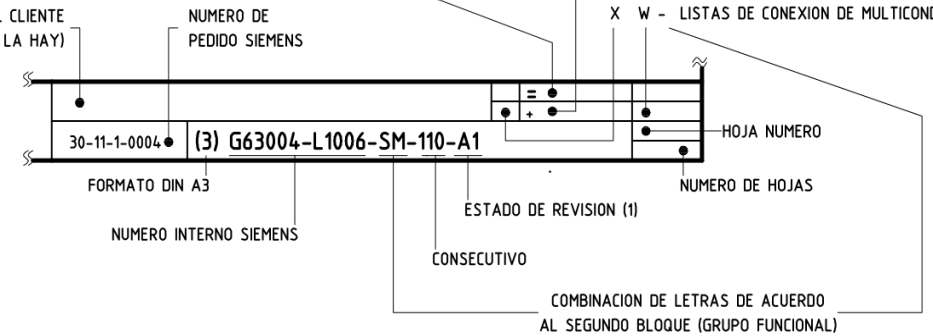
- CUARTO BLOQUE
(NOMBRE DEL EQUIPO)

-□□□□

CONSECUTIVO

- A - GRUPOS, COMBINACION DE APARATOS
- B - SENSORES
- C - CONDENSADORES
- D - ELEMENTOS BINARIOS, MEMORIAS
- E - ALUMBRADOS Y CALEFACTORES
- F - EQUIPOS DE PROTECCION
- G - GENERADORES, FUENTES DE ALIMENTACION
- H - SEÑALIZACION
- K - RELES AUXILIARES, CONTACTORES
- L - INDUCTANCIAS
- M - MOTORES
- N - AMPLIFICADORES
- P - APARATOS DE MEDIDA
- Q - INTERRUPTORES, SECCIONADORES
- R - RESISTENCIAS
- S - SELECTORES, PULSADORES
- T - TRANSFORMADORES
- U - REGULADORES, TRANSDUCTORES
- V - SEMICONDUCTORES
- W - CABLES
- X - BORNES, ENCHUFES
- Y - ACCIONAMIENTOS MECANICOS
- Z - VARIOS

DETALLE 1



CopyRight (C) Siemens 2015 All Rights Reserved

Proyecto: C:/INGENERIA/version c1/H10113.pro
Libreria de Simbolos 1: EV60617
Libreria de Simbolos 2: MS_40900
Libreria de Simbolos 3: ev_co
Libreria de Simbolos 4:
Libreria de Simbolos 0:

Archivo Diccionario A: LEERA
Archivo Diccionario B: LEERB
Archivo Diccionario C: FB_S; 8.11.99
Archivo Diccionario D:

Versión Elcad: 7.7.1
Último uso: 17.04.2017
Archive: =E01 / +R02 / B / 4

NOMBRE DEL CLIENTE Y PROYECTO

TITULO DEL PLANO

VER DETALLE 1

B1	P. FABRICA	21.12.16	S.R.	Fecha	20.09.16	EMPRESA DE ENERGIA DEL BAJO PUTUMAYO	Siemens	SIMBOLOGIA GENERAL		B	=E01
B2	S. CLIENTE	30.01.17	S.R.	Diseñó	S.RODRIGUEZ	EEBP		DE ESQUEMAS ELECTRICOS			+R02
C1	C. CONSTRUIDO	17.04.17	F.P.	Revisó	W.CASTAÑEDA	SUBESTACION YARUMO 115/34.5/13.2KV			600C-0502996	(4)G63074-H1011-BB-421-C1	
Revisión	Nota	Fecha	Nomb.	Aprob.	D.RAMOS	Origen/Sust. a/Sust. por					

B4

Hoja 4+
5 Hj.

Designación			Documento de Fabricación No. Documento del Cliente No.	Hoja	Hojas	Fecha	Descripción	Diseñado por
B	=E01 +R02	B1	(4)G63074-H1011-BB-421-A0	1+	5	21.12.16	SIMBOLOGIA GENERAL DE ESQUEMAS ELECTRICOS	EM-EA
B	=E01 +R02	B2	(4)G63074-H1011-BB-421-A0	2+	5	21.12.16	SIMBOLOGIA GENERAL DE ESQUEMAS ELECTRICOS	EM-EA
B	=E01 +R02	B3	(4)G63074-H1011-BB-421-A0	3+	5	21.12.16	SIMBOLOGIA GENERAL DE ESQUEMAS ELECTRICOS	EM-EA
B	=E01 +R02	B4	(4)G63074-H1011-BB-421-A0	4+	5	21.12.16	SIMBOLOGIA GENERAL DE ESQUEMAS ELECTRICOS	EM-EA
B	=E01 +R02	B5	(4)G63074-H1011-BB-421-A0	5-	5	21.12.16	IDENTIFICACION DE ESQUEMAS ELECTRICOS	EM-EA
D	=E01 +R02	D1	(4)G63074-H1011-DD-421-A0	1-	1	21.12.16	PLACAS DE IDENTIFICACION TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	D1	(4)G63074-H1011-SD-421-A0	1+	2	21.12.16	DISTRIBUCION DE CORRIENTE ALTERNA 208/120 VCA TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	D2	(4)G63074-H1011-SD-421-A0	2-	2	21.12.16	DISTRIBUCION DE CORRIENTE ALTERNA 208/120 VCA TABLERO PROTECCION LINEA 115KV	EM-EA
S	=E01 +R02	G1	(4)G63074-H1011-SG-421-A0	1+	8	21.12.16	ALIMENTACION 125 VCC PROTECCION DE TRANSFORMADOR TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	G2	(4)G63074-H1011-SG-421-A0	2+	8	21.12.16	ALIMENTACION 125 VCC PROTECCION SOBRECORRIENTE TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	G3	(4)G63074-H1011-SG-421-A0	3+	8	21.12.16	ALIMENTACION 125 VCC PROTECCION ZIG ZAG TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	G4	(4)G63074-H1011-SG-421-A0	4+	8	21.12.16	ALIMENTACION 125 VCC TAPCON TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	G5	(4)G63074-H1011-SG-421-A0	5+	8	21.12.16	ALIMENTACION 125 VCC CIERRE Y DISPARO TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	G7	(4)G63074-H1011-SG-421-A0	7+	8	21.12.16	ALIMENTACION 125 VCC INTERRUPTOR ABB 6340 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA

Versión Elcad: 7.7.1
Ultimo uso: 17.04.2017
Archive: =E01 / +R02 / A / AB / 1

Archivo Diccionario A: LEERA
Archivo Diccionario B: LEERB
Archivo Diccionario C: FB_S, 8.11.99
Archivo Diccionario D:

Proyecto: C:/INGENERIA/version c1/H1011 3.pro
Libreria de Simbolos 1: EV60617
Libreria de Simbolos 2: MS_40900
Libreria de Simbolos 3: ev_co
Libreria de Simbolos 4:

CopyRight (C) Siemens 2015 All Rights Reserved

B1	P. FABRICA	21.12.16	S.R.	Fecha	20.09.16	EMPRESA DE ENERGIA DEL BAJO PUTUMAYO	Siemens		A	=E01	
B2	S. CLIENTE	30.01.17	S.R.	Diseñó	S.RODRIGUEZ	EEBP				+	AB1
C1	C. CONSTRUIDO	17.04.17	F.P.	Revisó	W.CASTAÑEDA	SUBESTACION YARUMO 115/34.5/13.2KV		60OC-0502996	(4)G63074-H1011-AAB-421-C1		Hoja 1+
Revisión	Nota	Fecha	Nomb.	Aprob.	D.RAMOS	Origen/Sust. a/Sust. por	Lista de documentos				6 Hj.

Designación				Documento de Fabricación No. Documento del Cliente No.	Hoja	Hojas	Fecha	Descripción	Diseñado por
	S	=E01 +R02	G8	(4)G63074-H1011-SG-421-A0	8+	8	21.12.16	ALIMENTACION 125 VCC SECCIONADOR 6333 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	G9	(4)G63074-H1011-SG-421-A0	9-	8	21.12.16	ALIMENTACION 125 VCC SECCIONADOR 5331 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	M1	(4)G63074-H1011-SM-421-A0	1-	1	21.12.16	CIERRE INTERRUPTOR 6340 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	N1	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	1+	28	21.12.16	INTERRUPTOR 7350 CIRCUITO DE DISPARO 1 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	N2	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	2+	28	21.12.16	INTERRUPTOR 6340 CIRCUITO DE DISPARO 1 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	N3	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	3+	28	21.12.16	INTERRUPTOR -Q0 13.2 KV CIRCUITO DE DISPARO 1 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	N4	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	4+	28	21.12.16	INTERRUPTOR 7350 CIRCUITO DE DISPARO 2 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	N5	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	5+	28	21.12.16	INTERRUPTOR 6340 CIRCUITO DE DISPARO 2 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	N6	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	6+	28	21.12.16	INTERRUPTOR Q0 13.2 KV CIRCUITO DE DISPARO 2 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	N7	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	7+	28	21.12.16	INTERRUPTOR 7350 RELE DE DISPARO Y BLOQUEO TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	N8	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	8+	28	21.12.16	INTERRUPTOR Q0 13.2 KV RELE DE DISPARO Y BLOQUEO TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	N9	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	9+	28	21.12.16	INTERRUPTOR 6340 RELE DE DISPARO Y BLOQUEO TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	N10	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	10+	28	21.12.16	INTERRUPTOR 6340 ARRANQUES 50BF TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	N11	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	11+	28	21.12.16	RELÉ 7SJ85 DISPAROS ETAPA 2 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA

Versión Elcad: 7.7.1
Último uso: 17.04.2017
Archivo: =E01 / +R02 / A / AB / 2
Archivo Diccionario A: LEERA
Archivo Diccionario B: LEERB
Archivo Diccionario C: FB_S, 8.11.99
Archivo Diccionario D:
Proyecto: C:/INGENERIA/version c1/H1011 3.pro
Librería de Símbolos 1: EV60617
Librería de Símbolos 2: MS_40900
Librería de Símbolos 3: ev_co
Librería de Símbolos 4:

CopyRight (C) Siemens 2015 All Rights Reserved

B1	P. FABRICA	21.12.16	S.R.	Fecha	20.09.16	EMPRESA DE ENERGIA DEL BAJO PUTUMAYO	Siemens		A	=E01	
B2	S. CLIENTE	30.01.17	S.R.	Diseñó	S.RODRIGUEZ	EEBP				+	AB2
C1	C. CONSTRUIDO	17.04.17	F.P.	Revisó	W.CASTAÑEDA	SUBESTACION YARUMO 115/34.5/13.2KV		600C-0502996	(4)G63074-H1011-AAB-421-C1		Hoja 2+
Revisión	Nota	Fecha	Nomb.	Aprob.	D.RAMOS	Origen/Sust. a/Sust. por	Lista de documentos				6 Hj.

Designación			Documento de Fabricación No. Documento del Cliente No.	Hoja	Hojas	Fecha	Descripción	Diseñado por
S	=E01 +R02	N12	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	12+	28	21.12.16	RELÉ 7SJ85 DISPAROS ETAPA 0 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N13	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	13+	28	21.12.16	EQUIPO AUXILIAR PROTECCIONES MECANICAS TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N19	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	19+	28	21.12.16	ENTRADAS DIGITALES B.I. PROTECCION PRINCIPAL 7UT86 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N20	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	20+	28	21.12.16	ENTRADAS DIGITALES B.I. PROTECCION PRINCIPAL 7UT86 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N21	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	21+	28	21.12.16	ENTRADAS DIGITALES B.I. PROTECCION PRINCIPAL 7UT86 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N22	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	22+	28	21.12.16	ENTRADAS DIGITALES B.I. PROTECCION PRINCIPAL 7UT86 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N23	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	23+	28	21.12.16	SALIDAS DIGITALES B.O. PROTECCION PRINCIPAL 7UT86 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N24	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	24+	28	21.12.16	SALIDAS DIGITALES B.O. PROTECCION PRINCIPAL 7UT86 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N25	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	25+	28	21.12.16	SALIDAS DIGITALES B.O. PROTECCION PRINCIPAL 7UT86 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N26	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	26+	28	21.12.16	SALIDAS DIGITALES B.O. PROTECCION PRINCIPAL 7UT86 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N27	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	27+	28	21.12.16	ENTRADAS DIGITALES B.I. PROTECCION SECUNDARIA 7SJ85 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N28	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	28+	28	21.12.16	ENTRADAS DIGITALES B.I. PROTECCION SECUNDARIA 7SJ85 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N29	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	29+	28	21.12.16	ENTRADAS DIGITALES B.I. PROTECCION SECUNDARIA 7SJ85 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N30	(4)G63074-H1011-SN-421-A0	30+	28	21.12.16	SALIDAS DIGITALES B.O. PROTECCION SECUNDARIA 7SJ85 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA

Versión Elcad: 7.7.1
Último uso: 17.04.2017
Archivo: =E01 / +R02 / A / AB / 3

Archivo Diccionario A: LEERA
Archivo Diccionario B: LEERB
Archivo Diccionario C: FB_S, 8.11.99
Archivo Diccionario D:

Proyecto: C:/INGENERIA/version c1/H10113.pro
Librería de Símbolos 1: EV60617
Librería de Símbolos 2: MS_40900
Librería de Símbolos 3: ev_co
Librería de Símbolos 4:

CopyRight (C) Siemens 2015 All Rights Reserved

B1	P. FABRICA	21.12.16	S.R.	Fecha	20.09.16	EMPRESA DE ENERGIA DEL BAJO PUTUMAYO	Siemens		A	=E01	
B2	S. CLIENTE	30.01.17	S.R.	Diseñó	S.RODRIGUEZ	EEBP				+	AB3
C1	C. CONSTRUIDO	17.04.17	F.P.	Revisó	W.CASTAÑEDA	SUBESTACION YARUMO 115/34.5/13.2KV		600C-0502996	(4)G63074-H1011-AAB-421-C1		Hoja 3+
Revisión	Nota	Fecha	Nomb.	Aprob.	D.RAMOS	Origen/Sust. a/Sust. por	Lista de documentos				6 Hj.

Designación				Documento de Fabricación No. Documento del Cliente No.	Hoja	Hojas	Fecha	Descripción	Diseñado por
S	=E01 +R02	N31		(4)G63074-H1011-SN-421-A0	31+	28	21.12.16	SALIDAS DIGITALES B.O. PROTECCION SECUNDARIA 7SJ85 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N32		(4)G63074-H1011-SN-421-A0	32+	28	21.12.16	ENTRADAS DIGITALES B.I. PROTECCION SECUNDARIA 7SJ82 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	N33		(4)G63074-H1011-SN-421-A0	33-	28	21.12.16	ENTRADAS DIGITALES B.I. PROTECCION SECUNDARIA 7SJ82 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	R1		(4)G63074-H1011-SR-421-A0	1+	3	21.12.16	CIERRE INTERRUPTOR -Q0 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	R2		(4)G63074-H1011-SR-421-A0	2+	3	21.12.16	CIERRE SECCIONADOR 5331 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	R3		(4)G63074-H1011-SR-421-A0	3-	3	21.12.16	BLOQUES DE PRUBA TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	S1		(4)G63074-H1011-SS-421-A0	1+	8	21.12.16	SEÑALES DE CORRIENTE 115kV PROTECCION DIFERENCIAL DE TRAFO TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	S2		(4)G63074-H1011-SS-421-A0	2+	8	21.12.16	SEÑALES DE CORRIENTE 34.5kV PROTECCION DIFERENCIAL DE TRAFO TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	S3		(4)G63074-H1011-SS-421-A0	3+	8	21.12.16	SEÑALES DE CORRIENTE 13.2kV PROTECCION DIFERENCIAL DE TRAFO TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	S4		(4)G63074-H1011-SS-421-A0	4+	8	21.12.16	SEÑALES DE CORRIENTE 34.5 V PROTECCION SOBRE CORRIENTE 7SJ85 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	S5		(4)G63074-H1011-SS-421-A0	5+	8	21.12.16	SEÑALES DE CORRIENTE 34.5 V PROTECCION SOBRE CORRIENTE 7SJ85 TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	S6		(4)G63074-H1011-SS-421-A0	6+	8	21.12.16	SEÑALES DE TENSION 34.5kV -T15 PROTECCION DIFERENCIAL DE TRAFO TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	S7		(4)G63074-H1011-SS-421-A0	7+	8	21.12.16	SEÑALES DE TENSION 13.2kV PROTECCION DIFERENCIAL DE TRAFO TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	S8		(4)G63074-H1011-SS-421-A0	8-	8	21.12.16	DISTRIBUCION ANALOGAS REGULADOR DE TENSION TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA

Versión Elcad: 7.7.1
Último uso: 17.04.2017
Archive: =E01 / +R02 / A / AB / 4

Archivo Diccionario A: LEERA
Archivo Diccionario B: LEERB
Archivo Diccionario C: FB_S, 8.11.99
Archivo Diccionario D:

Proyecto: C:/INGENERIA/version c1/H1011.3.pro
Librería de Símbolos 1: EV60617
Librería de Símbolos 2: MS_40900
Librería de Símbolos 3: ev_co
Librería de Símbolos 4:

CopyRight (C) Siemens 2015 All Rights Reserved

B1	P. FABRICA	21.12.16	S.R.	Fecha	20.09.16	EMPRESA DE ENERGIA DEL BAJO PUTUMAYO	Siemens		A	=E01	
B2	S. CLIENTE	30.01.17	S.R.	Diseñó	S.RODRIGUEZ	EEBP				+	AB4
C1	C. CONSTRUIDO	17.04.17	F.P.	Revisó	W.CASTAÑEDA	SUBESTACION YARUMO 115/34.5/13.2KV		600C-0502996	(4)G63074-H1011-AAB-421-C1		Hoja 4+
Revisión	Nota	Fecha	Nomb.	Aprob.	D.RAMOS	Origen/Sust. a/Sust. por	Lista de documentos				6 Hj.

Designación			Documento de Fabricación No. Documento del Cliente No.	Hoja	Hojas	Fecha	Descripción	Diseñado por
S	=E01 +R02	U1	(4)G63074-H1011-SU-421-A0	1+	4	21.12.16	ENTRADAS DIGITALES REGULADOR DE TENSION TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	U2	(4)G63074-H1011-SU-421-A0	2+	4	21.12.16	ENTRADAS DIGITALES REGULADOR DE TENSION TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	U3	(4)G63074-H1011-SU-421-A0	3+	4	21.12.16	ENTRADAS REGULADOR DE TENSION TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	U4	(4)G63074-H1011-SU-421-A0	4-	4	21.12.16	SALIDAS REGULADOR DE TENSION TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	V1	(4)G63074-H1011-SV-421-A0	1+	2	21.12.16	BORNES DE RESERVA TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	V2	(4)G63074-H1011-SV-421-A0	2-	2	21.12.16	CONEXIONES A TIERRA TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	ZN1	(4)G63074-H1011-SZN-421-A0	1+	10	21.12.16	DIAGRAMA DE CONEXION PROTECCION 87T TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	ZN2	(4)G63074-H1011-SZN-421-A0	2+	10	21.12.16	DIAGRAMA DE CONEXION PROTECCION 87T TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	ZN3	(4)G63074-H1011-SZN-421-A0	3+	10	21.12.16	DIAGRAMA DE CONEXION PROTECCION 87T TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	ZN4	(4)G63074-H1011-SZN-421-A0	4+	10	21.12.16	DIAGRAMA DE CONEXION BLOQUE DE PRUEBA 87T TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	ZN5	(4)G63074-H1011-SZN-421-A0	5+	10	21.12.16	DIAGRAMA DE CONEXION PROTECCION RESPALDO TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	ZN6	(4)G63074-H1011-SZN-421-A0	6+	10	21.12.16	DIAGRAMA DE CONEXION PROTECCION RESPALDO TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
S	=E01 +R02	ZN7	(4)G63074-H1011-SZN-421-A0	7+	10	21.12.16	DIAGRAMA DE CONEXION BLOQUE DE PRUEBA PROTECCION RESPALDO	EM-EA
S	=E01 +R02	ZN8	(4)G63074-H1011-SZN-421-A0	8+	10	21.12.16	DIAGRAMA DE CONEXION PROTECCION ZIG ZAG TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA

CopyRight (C) Siemens 2015 All Rights Reserved

Proyecto: C:/INGENERIA/version c1/H1011.pro
Libreria de Simbolos 1: EV60617
Libreria de Simbolos 2: MS_40900
Libreria de Simbolos 3: ev_co
Libreria de Simbolos 4:
Archivo Diccionario A: LEERA
Archivo Diccionario B: LEERB
Archivo Diccionario C: FB_S, 8.11.99
Archivo Diccionario D:
Versión Elcad: 7.7.1
Ultimo uso: 17.04.2017
Archive: =E01 / +R02 / A / AB / 5

B1	P. FABRICA	21.12.16	S.R.	Fecha	20.09.16	EMPRESA DE ENERGIA DEL BAJO PUTUMAYO	Siemens		A	=E01
B2	S. CLIENTE	30.01.17	S.R.	Diseñó	S.RODRIGUEZ	EEBP				+
C1	C. CONSTRUIDO	17.04.17	F.P.	Revisó	W.CASTAÑEDA	SUBESTACION YARUMO 115/34.5/13.2KV				AB5
Revisión	Nota	Fecha	Nomb.	Aprob.	D.RAMOS	Origen/Sust. a/Sust. por	Lista de documentos	60OC-0502996	(4)G63074-H1011-AAB-421-C1	Hoja 5+ 6 Hj.

Designación				Documento de Fabricación No. Documento del Cliente No.	Hoja	Hojas	Fecha	Descripción	Diseñado por
	S	=E01 +R02	ZN9	(4)G63074-H1011-SZN-421-A0	9+	10	21.12.16	DIAGRAMA DE CONEXION PROTECCION ZIG ZAG TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	ZN10	(4)G63074-H1011-SZN-421-A0	10-	10	21.12.16	DIAGRAMAS DE CONEXION RELE DE DISPARO Y BLOQUEO TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	ZU1	(4)G63074-H1011-SZU-421-A0	1-	1	21.12.16	REGULADOR DE TENSION DIAGRAMA DE CONEXION TAPCON	EM-EA
	S	=E01 +R02	ZX1	(4)G63074-H1011-SZX-421-A0	1+	3	21.12.16	EQUIPO AUXILIAR TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	ZX2	(4)G63074-H1011-SZX-421-A0	2+	3	21.12.16	EQUIPO AUXILIAR TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA
	S	=E01 +R02	ZX3	(4)G63074-H1011-SZX-421-A0	3-	3	21.12.16	EQUIPO AUXILIAR TABLERO PROTECCION TRANSFORMADOR	EM-EA

Versión Elcad: 7.7.1
Último uso: 17.04.2017
Archivo: =E01 / +R02 / A / AB / 6

Archivo Diccionario A: LEERA
Archivo Diccionario B: LEERB
Archivo Diccionario C: FB_S, 8.11.99
Archivo Diccionario D:

Proyecto: C:/INGENERIA/version c1/H0113.pro
Librería de Símbolos 1: EV60617
Librería de Símbolos 2: MS_40900
Librería de Símbolos 3: ev_co
Librería de Símbolos 4:

CopyRight (C) Siemens 2015 All Rights Reserved

B1	P. FABRICA	21.12.16	S.R.	Fecha	20.09.16	EMPRESA DE ENERGIA DEL BAJO PUTUMAYO	Siemens			A	=E01
B2	S. CLIENTE	30.01.17	S.R.	Diseñó	S.RODRIGUEZ	EEBP					+
C1	C. CONSTRUIDO	17.04.17	F.P.	Revisó	W.CASTAÑEDA	SUBESTACION YARUMO 115/34.5/13.2KV			60OC-0502996	(4)G63074-H1011-AAB-421-C1	
Revisión	Nota	Fecha	Nomb.	Aprob.	D.RAMOS	Origen/Sust. a/Sust. por		Lista de documentos			

AB6
Hoja 6-
6 Hj.

60. Inventario de listado de equipos del contrato asociado al tablero de control. Anexo 3

A continuación, se presenta la Tabla 1 que especifica a más detalle el listado de los equipos del tablero de control que hace parte de la subestación El Yarumo nombrado =E01+R02 tablero de control y protección del transformador de potencia tridevanado, en el cual se especifican el total de elementos, descripción, fabricante, nomenclatura, nombre del equipo, montajes y suministro. La tabla muestra todos los equipos que fueros comprados y ensamblados por la empresa SIEMENS y están especificados de forma completa y precisa. Tabla obtenida de la base de datos de la Empresa de Energía del Bajo Putumayo.

Tabla 3. Lista de equipos tablero de control otorgado por SIEMENS para la S/E El Yarumo. [48]

	DESCRIPCION DATOS TECNICOS	**FABRICANTE No. DE PEDIDO (MLFB)**	**NOMBRE DEL EQUIPO**	KZ04 +K	KZ05 +K	KZ02 +K	KZ02 +K	KZ02 +K	KZ03 +K	**TOTAL**	MONTAJE	SUMINISTRO
5	Celda NXAIR, aislamiento en aire, 17.5KV, 25.0kA, 2500A	SIEMENS NXAIR		1	1	1	1	1	1	**6**		**M**
10	Controlador de Temperatura con contacto conmutable.	STEGO 8MR2170-2BA MEX_8MR21702BA	-B023	1	1	1	1	1	1	**6**	**.E**	**M**
15	Luminaria + lámpara fluorescente. V= 120 VAC, 15 W.	LUMMI 3TL5012A MEX_A7B033000000190	-E006	1	1	1	1	1	1	**6**	**. W**	**M**
20	Resistencia de calefacción	SIEMENS SN 72518	-E023 -E024	2	2	2	2	2	2	**12**	**.E .F**	**M**
25	Contactos auxiliares para mini-interruptor Tipo 5SY, 2 NC	SIEMENS 5ST3012 MEX_5ST3012	-F	6	6	6	6	6	5	**35**	**.B**	**M**
30			-F001	1	1	1	1	1	1	**18**	**.B**	**M**

	Interruptor automático bipolar In: 2 A, Un: 440 V DC, Ik: 10 kA	SIEMENS 5SY5202-7 MEX_5SY52027	-F011	1	1	1	1	1	1				
			-F031	1	1	1	1	1	1				
35	Interruptor automático monopolar In: 10 A, Un: 230 V AC, Ik: 6,0 kA	SIEMENS 5SY6110-7 MEX_5SY61107	-F002	1	1	1	1	1	1	**6**		**.B**	**M**
40	**Relé de protección Sobrecorriente SIPROTEC 5** Funciones de Protección: 50/51, 50N/51N, 27/59, 49, 81, 50BF, 67N, FL (75 PUNTOS) Un aux: DC 60 V-250 V, AC 100 V-230 V Señales Análogas: Estándar 4CT + 4VT	SIEMENS **SIPROTEC 5** Long: 7SJ85-DAAA-AA0-0AAAA0-AG0111-13111B-BAA000-000AC0-CB1BA1 Short: P1J196015	-F003	1						**1**		**.T**	**M**

	Señales Digitales: BI 11 + BO 9. Protocolo: IEC61850 ETH-BB-2FO: 2 x optic Ethernet 100 Mbit/s, 1300 nm, LC-Dúplex connector Montaje: En Puerta 1/3 x 19".											
45	**Relé de protección Sobrecorriente SIPROTEC 5** Funciones de Protección: 50/51, 50N/51N, 27/59, 49, 81 50BF, 79, 67N, FL (100 PUNTOS) Un aux: DC 110 V-250 V, AC 100 V-230 V Señales Análogas: Estándar 4CT + 4VT Señales Digitales: BI 11 + BO 9. Protocolo: IEC61850 ETH-BB-2FO: 2 x optic Ethernet 100 Mbit/s, 1300 nm, LC-Dúplex connector Montaje: En Puerta 1/3 x 19".	SIEMENS **SIPROTEC 5** Long: 7SJ82-DAAA-AA0-0AAAA0-AH0411-13111B-BAA000-000AB0-HB1BD4-JZ0 Short: P1J51721	-F003		1	1	1	1	1	**5**	**.T**	**M**
46	Relé de supervisión cto disparo.	SIEMENS	-F009	2	2	2	2	2	2	**12**	**.B**	**M**

	2 conmutables V aux: 125 VDC	7PA3032-1AA00-2	-F109										
50	Interruptor automático Tripolar In: 3 A, Un: 400 V AC, Ik: 10 kA	SIEMENS 5SY4303-5 MEX_5SY43035	-F012	1	1	1	1	1		**5**		**.B**	**M**
51	Interruptor automático tripolar In: 3 A, Un: 400 V AC, Ik: 50 kA	SIEMENS 3RV1611-1DG14	-F022	1	1	1	1	1		**5**		**.B**	**M**
55	Interruptor automático bipolar In: 4 A, Un: 440 V DC, Ik: 10 kA	SIEMENS 5SY5204-7 MEX_5SY52047	-F021	1	1	1	1	1	1	**6**		**.B**	**M**
56	Relé de Disparo y	SIEMENS 7PA2251-1	-F000	1	1	1	1	1	1	**6**		**.T**	**M**

	Bloqueo. 125VDC con Socket para montaje 8 contactos conmutables.											
60	Descargados de sobretensiones UR=22kV, UC=17,6kV, IN=10KA	SIEMENS 3EK7220-4CD0	-F5		3	3	3	3		**12**	**.F**	**M**
	DESCRIPCION DATOS TECNICOS	**FABRICANTE No. DE PEDIDO (MLFB)**	**NOMBRE DEL EQUIPO**	KZ04 +K	KZ05 +K	KZ02 +K	KZ02 +K	KZ02 +K	KZ03 +K	**TOTAL**	MONTAJE *	SUMINISTRO *
65	Caja de S/P fibra óptica MOS. 6 puertos, color marfil	LEVITON 41296-MMI	-GY001	1					1	**2**	**.B**	**M**

70	Módulo Quickport dúplex LC. Adaptador para fibra óptica, color marfil	LEVITON 41291-2QI	-GY	3					3	**6**	**.B**	**M**
75	Módulo Quickport dúplex LC, MARFIL	LEVITON 41085-MLI	-GY	6					6	**12**	**.B**	**M**
80	Módulo Quickport sin conexiones, color marfil	LEVITON 41291-1BI	-GY	3					3	**6**	**.B**	**M**
85	Patch cord de Fibra Óptica dúplex. Multi-modo, con conectores LC-LC, Longitud 2m, 1300nm.	-	-GY	1					1	**2**		**M**
90	Patch cord de Fibra Óptica dúplex. Multi-modo, con conectores LC-LC, Longitud 4m, 1300nm.	-	-GY	1	1	1	1	1	1	**6**		**M**
95	**Interruptor de potencia.** 1 bobina de cierre, 2 de apertura a 125 VDC. Motorizado a 125 VDC, 12 NA + 12 NC.	SIEMENS 3AE5624-1BQ99-0QN3-Z L1D+M1D+D91+F20+W63	-Q0	1	1	1	1	1	1	**6**	**.E**	**M**

	Un= 17.5 kV, In= 800 A, IkA= 25 kA. F = 60 Hz 12NC+12NO.											
100	Accesorio de montaje extraíble, motorizado 4NA + 4NC	SIEMENS	-Q1	1	1	1	1	1	1	**6**	**.E**	**M**
105	**Cuchilla de puesta a tierra** Cuchilla de puesta a tierra para montaje en compartimiento de cables.	SIEMENS	-Q8		1	1	1	1		**4**	**.E**	**M**
110	**Cuchilla de puesta a tierra** Cuchilla de puesta a tierra con bobina de enclavamiento 125VDC para montaje en compartimiento de cables.	SIEMENS	-Q8	1						**1**	**.E**	**M**
115	Selector de pruebas para relé -F003 sobrecorriente	SIEMENS 7XV7500-0CA00 MEX_7XV75000CA00	-S003	1	1	1	1	1	1	**6**	**.T**	**M**
120	Interruptor fin de carrera no encapsulado con carrera normal 1NA + 1NC	SIEMENS 3SE5250-0CC05 MEX_3SE52500CC05	-S006	1	1	1	1	1	1	**6**	**. W**	**M**

125	**Transformador de corriente** U:17.5/38/95 kV. Uservicio: 13,2 kV. Isc=25 kA (3s). F=60 Hz. Factor de sobrecarga= 1.2. **Núcleo 1:** 200/5A, 5VA / 0.5SFS10. **Núcleo 2:** 200/5A, 10VA / 5P20. **Núcleo** **3**: 200/5A, 10VA / 5P20.	ALCE 4MA72-S2	-T1			3	3	3		**9**		**.F**	**M**
	DESCRIPCION **DATOS TECNICOS**	**FABRICANTE** **No. DE PEDIDO (MLFB)**	**NOMBRE DEL EQUIPO**	KZ04 +K	KZ05 +K	KZ02 +K	KZ02 +K	KZ02 +K	KZ03 +K	**TOTAL**		MONTAJE	SUMINISTRO
126	**Transformador de corriente** U:17.5/38/95 kV. Uservicio: 13,2 kV. Isc=25 kA (3s).	ALCE 4MA72-S2	-T1	3						**3**		**.F**	**M**

	F=60 Hz. Factor de sobrecarga= 1.2. **Núcleo 1:** 600-400/5A, 5VA / 0.5SFS10. **Núcleo 2:** 600-400/5A, 10VA / 5P20. **Núcleo 3:** 600-400/5A, 10VA / 5P20.											
127	**Transformador de corriente** U:17.5/38/95 kV. Uservicio: 13,2 kV. Isc=25 kA (3s). F=60 Hz. Factor de sobrecarga= 1.2. **Núcleo 1:** 125/5A, 5VA / 0.5SFS10. **Núcleo 2:** 125/5A, 10VA / 5P20. **Núcleo 3:** 125/5A, 10VA / 5P20.	ALCE 4MA72-S2	-T1		3				3	**6**		**.F**	**M**
130	**Transformador de tensión montaje fijo** U:17.5/38/95 kV. Uservicio: 13.2/√3 / 0.12/√3 / 0,12/√3 kV. **Núcleo 1:** 10VA / Cl. 0,5. **Núcleo 2:** 10VA / Cl. 3P.	ALCE UCI-17	-T15	3	3	3	3	3		**15**		**.F**	**M**

	F: 60 Hz.											
135	Letrero en blanco para marcación de borneras	PHOENIX ESL 26X 6 08 08 10 5	-X....	10	10	10	10	10	10	**60**	**.B**	**M**
140	Placa final bornera (1xbornera)	PHOENIX E/UK 12 01 44 2	-X....	10	10	10	10	10	10	**60**	**.B**	**M**
145	Conector enchufable de seis puntos para borne UPCV3K	PHOENIX PCC 4-7,62	-X....	6	6	6	6	6	6	**36**	**.B**	**M**
150	Accesorio para conector PCC 4-7,62	PHOENIX STG-MTN 1,5-2,5	-X....	36	36	36	36	36	36	**216**	**.B**	**M**
155	Placa final borne VBST4	PHOENIX D/TP-VBS	-X....	3	3	3	3	3	3	**18**	**.B**	**M**
160	Letrero en blanco para marcación de bornes. 8.2mm	PHOENIX ZBFM 8/WH: UNBEDRUCKT Código: 08 00 73 4	-X....	15	15	15	15	15	15	**90**	**.B**	**M**

165	Puente móvil 4 polos bornera URTK/SP	PHOENIX SB 4-URTK/SP Código: 03 60 02 5	-X....	1	1	1	1	1	1	**6**		**.B**	**M**
170	Puente tipo peinilla 10 polos. 8.2mm. (recortar). Bornera URTK/SP	PHOENIX EB 10- 8 Código: 02 02 13 8	-X....	4	4	4	4	4	4	**24**		**.B**	**M**
175	Placa de partición. 2mm. Bornera URTK/SP	PHOENIX ATP-URTK/SP Código: 03 11 13 9	-X....	8	8	8	8	8	8	**48**		**.B**	**M**
180	Letrero en blanco para marcación de bornes. 6mm	PHOENIX ZBFM 6/WH: UNBEDRUCKT Código: 08 03 61 8	-X....	88	88	88	88	88	88	**528**		**.B**	**M**
185	Tapa final bornera UK 5 N	PHOENIX D-UK 4/10 Código: 30 03 02 0	-X....	1	1	1	1	1	1	**6**		**.B**	**M**

	DESCRIPCION **DATOS TECNICOS**	**FABRICANTE** **No. DE PEDIDO** **(MLFB)**	**NOMBRE DEL EQUIPO**	**KZ04 +K**	**KZ05 +K**	**KZ02 +K**	**KZ02 +K**	**KZ02 +K**	**KZ03 +K**	**TOTAL**	MONTAJE	SUMINISTRO

190	Puente de 20 polos. 6mm. (recortar). Bornera UK 5 N	PHOENIX FBI 20-6 Código: 02 01 86 7	-X....	10	10	10	10	10	10		**60**	**.B**	**M**
195	Placa de partición. 1.5mm. Bornera UK 5 N	PHOENIX ATP-UK Código: 30 03 22 4	-X…	1	1	1	1	1	1		**6**	**.B**	**M**
200	Placa de separación. Bornera UK 5 N	PHOENIX TS-K Código: 13 02 21 5	-X…	10	10	10	10	10	10		**60**	**.B**	**M**
205	Bornera universal (Puesta a tierra)	PHOENIX UDK4 -PE	-PEN	1	1	1	1	1	1		**6**	**.B**	**M**

	rra)												
210	Borne interrumpible con terminal de prueba 41A, 500V	PHOENIX URTK/SP Código: 03 11 12 6	-XT1	21	21	21	21	21	21		**126**	**.B**	**M**
			-XT5	16	16	16	16	16			**80**	**.B**	**M**
215	Borne de paso universal 32A, 800V	PHOENIX CONTACT UK 5 N Código: 30 04 36 2	-X3	100	100	100	100	100	100		**612**	**.B**	**M**
220			-X6	2	2	2	2	2	2				
225	Borne universal (Control y protección)	PHOENIX VBSTB 4-FS	-XQ0	60	60	60	60	60	60		**450**	**.B**	**M**
			-XT50	4	4	4	4	4					
			-XQ8		14	14	14	14	14				
230	Borne universal (Distribución de tensión) 4 puntos de conexión	PHOENIX UPCV 3K	-X9	12	12	12	12	12	12		**72**	**.B**	**M**

23 5	Toma corriente AC, 120VAC	STEGO SD 035 Art No: 03504.0-01 MEX_A7B91501340 251	-X106	1	1	1	1	1	1		**6**	**. B**	**M**
	Clave para la columna Montaje: **. B: Lámina de Montaje** **. T: Puerta de la celda** **. P: Piso de la celda** **. W: Techo de la celda** **. D Compartimiento seccionador** **. F: Compartimiento de alta tensión** **. E: Compartimiento del interruptor** **.L: Interruptor de potencia**	**Clave para la columna Suministro:** W: Fábrica de tableros I: Importación N: Compra nacional C: Cliente S: Servicio técnico M: SIEMENS MEXICO											

61. Tabla de instructivos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo SG-SST. Anexo 4

Tabla de especificación de protocolo 5 reglas de oro que se debe cumplir, los elementos de protección personal deben ser utilizados según las especificaciones pues son complementos que sirven para la protección y barrera ante un peligro.

Tabla 4. Elementos y equipos de seguridad-emergencias. [49]

Ítem	**Cantidad**	**Nombre**	**Descripción**
ES DE CARÁCTER OBLIGATORIO QUE CADA TÉCNICO DE MANTENIMIENTO, PERTENECIENTE A LA CUADRILLA CUENTE EN TERRENO CON EL EQUIPO CITADO A CONTINUACIÓN.			
ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL			
1	Para cada trabajador	Casco Dieléctrico con barbuquejo.	EPP-Tres puntos de apoyo.
2		Mono-gafas de seguridad con filtro UV y protección anti arco.	EPP-Transparentes u oscuras.
3		Careta protección facial.	EPP- Transparente u oscura, dieléctrica.
4		Ropa de dotación.	EPP-Camisa jean manga larga, camiseta 100% en algodón, pantalón jean sin accesorios metálicos.
5		Guantes de protección mecánica.	EPP-Tipo ingeniero, polipropileno.
6		Botas dieléctricas de seguridad.	EPP-Con puntera en fibra de vidrio.
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN CONTRA RIESGO ELECTRICO			
17	Un (1) elemento por cada trabajador designado para conexión y/o desconexión	Par de guantes dieléctricos.	EPP-Según nivel de tensión.
		Mangas dieléctricas	
		Tapete dieléctrico	
18	Una (1) por cuadrilla	Manta Dieléctrica	Clase 4 Tensión Max. De utilización 36.000 AC
LA CUADRILLA DE MANTENIMIENTO DEBE CONTAR CON ESTE EQUIPO EN CASO DE SER REQUERIDO			
19	Un (1) elemento por cada trabajador	Protección auditiva	Tipo copa y Tipo inserción
20		Traje de apicultura	Con bala clava y protección facial

21	designado para realizar la actividad.	Botas de caucho dieléctricas.	Con puntera de fibra.
22	Equipos para atención de emergencia.	Férula espinal larga rígida, botiquín de primeros auxilios, cuello cervical, inmovilizador de miembros inferiores y superiores, extintor de incendios.	Elementos necesarios para la activación del MEDEVAC.

62. Instructivo utilizado por la empresa para el levante de hoja de vida de los activos.

Anexo 6

A continuación, se anexa fotografía en el cual se puede observar el formato suministrado por la empresa para el levante de las hojas de vida de los activos de la subestación El Yarumo, en este formato se establecen los siguientes datos: código de formato, versión, número de páginas, especificaciones técnicas, datos obtenidos de placa para cada bahía conformada en la cual se presentas equipos como interruptor, seccionador, pararrayos, transformador de corriente y potencia en las fases A, B y C, seguido de las observaciones donde se precisa información detallada de los mantenimientos que se realizan en los equipos con la fecha, fase, ejecutor, y anexo de una fotografía por medio de una hipervínculo.

Las fotografías de los datos de placa son los utilizados para realizar el respectivo levante de los activos.

Tabla 5. Hoja de vida del activo interruptor 6340 de la barra 34.5kV del transformador de potencia realizada en EXCEL. Fuente EEBP

EEBP EMPRESA DE ENERGÍA DEL BAJO PUTUMAYO S.A. E.S.P.	**HOJA DE VIDA ACTIVOS DE SUBESTACIONES GESTIÓN DE ACTIVOS**	F13.MPM1.P3	28/03/2022
		Versión 1,0	Pág. 1 de 6

SUBESTACIÓN:	**YARUMO**
Número asignado / Nomenclatura CRD / Posición	**INTERRUPTOR 6340 BAHÍA TRANFORMADOR BARRA 34.5KV**

ITEM	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	DATOS DE PLACA / CATÁLOGO	NOTA
01	**Número asignado / Nomenclatura CRD / Posición**	**INTERRUPTOR 6340 BAHÍA TRANFORMADOR BARRA 34.5KV**	
02	Fabricante	ABB	
03	País de origen; Ciudad (si aparece en placa)	SWEDEN	
04	Nombre del equipo (el que aparece en placa)	INTERRUPTOR MANDO TRIPOLAR	
05	Tipo / Modelo de fabricación	EDF SK 1-1	
06	Nro. Fabricación / Serial No.	8327407	
07	Fecha de fabricación del interruptor (Año / Año - Mes)	1997	
08	Voltaje de aislamiento Nominal (Vn)		
09	Frecuencia Nominal (fn)	60HZ	
10	Voltaje a frecuencia industrial máximo Soportable (Urw)	52KV	
11	Voltaje de Impulso Soportable (Uw / BIL)	250KV	
12	Corriente Nominal (I_n)	2500A	
13	Corriente Térmica o de cortocircuito; duración	25KA - 60ms	
14	Corriente de corte, op. De fase	6.25ka	
15	Número de mecanismos de operación	8327411	
16	Mec. De operación tipo	FSA 1-F	

17	Año de fabricación del mecanismo de operación	1997	
18	Forma de desconexión y/o cierre (Tripolar / Monopolar)	TRIPOLAR	
19	Factor de primer polo		
20	Secuencia Nominal de maniobra		
21	Componente de c.c.		
22	Contrato	227 042/20	
23	Accionamiento: Clase (Hidráulico, Neumático, Resorte, Solenoide)	RESORTE	
24	Accionamiento: Fabricante (Proveedor); Tipo de Fabricación	ABB	
25	Accionamiento: Nro. Serie		
26	Accionamiento: Margen de presiones de trabajo		
27	Peso o cantidad de la carga de SF6 / Aceite	2.5KG	
28	Peso total con la carga de SF6 / Aceite	818KG	
29	Circuitos auxiliares: Voltaje de mando		
30	Circuitos auxiliares: Voltaje del accionamiento		
31	Circuitos auxiliares: Voltaje de la calefacción		
32	Altura de instalación		
33	Clase de Temperatura		
34	Normas de Fabricación		
35	Esquema de circuito noº (si aparece en placa)	1HSB543200-PN	
36	Nro. Referencia del catálogo y/o manual de diseño u O&M	5452 093-4	
37	Presión del SF6 abs +20ºC Máx. de operación	0.90MPa	
38	Presión del SF6 abs +20ºC Llenado	0.70MPa	
39	Presión del SF6 abs +20ºC Señal	0.62MPa	
40	Presión del SF6 abs +20ºC Bloqueo	0.60MPa	
41	Rango de voltaje de cierre	90-140VDC	
42	Rango de voltaje de disparo	70-140VDC	

43	Corriente de cierre/disparo	4/4A	
44			
45			

Tabla 6. Esquema de la hoja de vida del activo interruptor 6340 de la barra 34.5kV del transformador de potencia realizada en EXCEL parte de observaciones. Fuente EEBP

HOJA DE VIDA ACTIVOS DE SUBESTACIONES **GESTIÓN DE ACTIVOS**		F13.MPM1.P3	28/03/2022
		Versión 1,0	Pág. 2 de 6

SUBESTACIÓN:	**YARUMO**
Número asignado / Nomenclatura CRD / Posición	**INTERRUPTOR 6340 BAHÍA TRANFORMADOR BARRA 34.5KV**

Nº	**DESCRIPCIÓN**	**NOMENCLATURA CRD**	**FASE**	**FECHA INICIO**	**FECHA FINAL**	**EJECUTOR**	**REG. EJECUCIÓN**
1	Equipo en servicio con pruebas eléctricas y dinámicas de análisis de SF6, resistencia de contactos, resistencia de aislamientos, tiempos, prueba tangente delta, resultados	INTERRUPTOR BAHÍA TRAFO BARRA 34.5		7/04/2012	7/04/2012	Ing. Luis Barbosa Téc. Adriano Caviativa	..\3_BAHÍA_DE_TRAFO_34.5KV_BARRA\Barra 115kv transformador\interruptor 6340 34.5kv Bahía transformador\interruptor 6340.jpg

	adecuados para el funcionamiento						
2	En la última inspección se tiene un registro de 354 operaciones	INTERRUPTOR BAHÍA TRAFO BARRA 34.5		7/04/2012	7/04/2012	Ing. Luis Barbosa Téc. Adriano Caviativa	..\3_BAHÍA_DE_TRAFO_34.5KV_BARRA\Barra 115kv transformador\interruptor 6340 34.5kv Bahía transformador\la misma placa.jpg
3							
4							

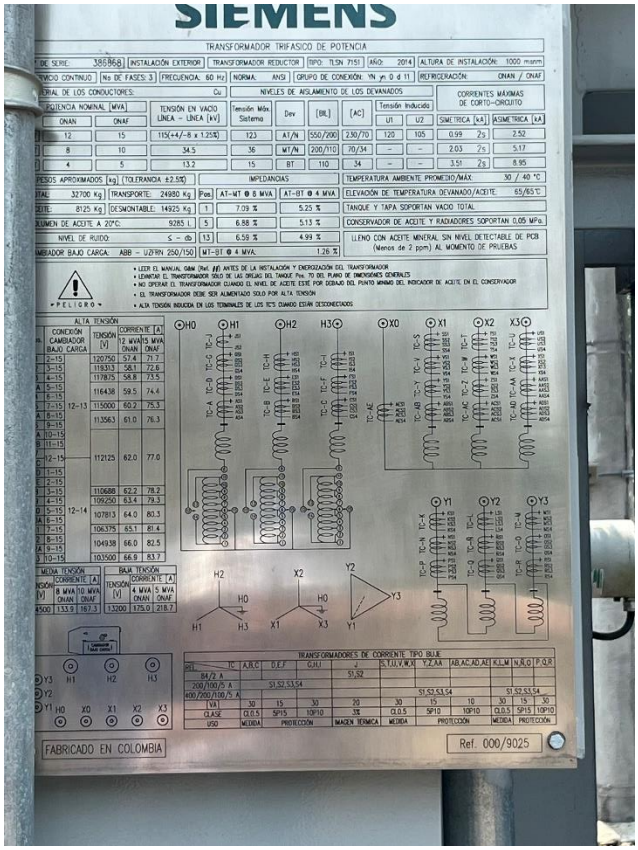


Figura 59. Placa del transformador de potencia tridevanado. Autor

Los datos de activos en un orden elemental nos ayudaran al momento de realizar compra de equipos puesto que se tiene información clara y completa.