

**DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN DE CONSIGNAS DE OPERACIÓN Y FALLA DE
LAS SUBESTACIONES DEL CTE CENTRO.**

JOHAN SEBASTIÁN LÓPEZ SICUA

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELÉCTRICA
BOGOTÁ D.C
2019**

**DISEÑO Y ACTUALIZACIÓN DE CONSIGNAS DE OPERACIÓN Y FALLA DE
LAS SUBESTACIONES DEL CTE CENTRO.**

**JOHAN SEBASTIÁN LÓPEZ SICUA
CÓDIGO: 20131007108**

**TRABAJO DE PASANTÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO
ELÉCTRICO**

**DIRECTOR INTERNO:
ING. OSCAR DAVID FLÓREZ CEDIEL**

**DIRECTOR EXTERNO:
ING. RAÚL GUERRERO SILVA**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELÉCTRICA
BOGOTÁ D.C**

2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL DIRECTOR INTERNO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

AGRADECIMIENTOS

A mi familia que siempre me inculco la importancia de estudiar y esforzarme para alcanzar los objetivos y metas propuestas durante mi vida. Les agradezco por forjarme como la persona que soy actualmente, llena de valores como el respeto, compromiso, dedicación y puntualidad. Y por qué siempre me acompañaron en todo los momentos buenos y malos que viví en la universidad.

Agradecer a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por la formación académica y personal que me brindaron durante los últimos años. Por ser mi segundo hogar y el lugar donde más me sentí cómodo y viví experiencias maravillosas.

Agradecer a mis amigos y compañeros que de forma directa o indirecta me ayudaron para conseguir este logro tan importante en mi vida; en especial agradecer a Laura Urrego Hincapie por ser la persona que siempre me motivo a lograr las cosas, a perseverar por alcanzar los sueños y a siempre hacer las cosas con dedicación y amor.

Agradecer de manera significativa a todos los profesores universitarios que estuvieron involucrados en mi formación académica, en especial al profesor William Alfonso Riaño quien me deja una huella importante.

Agradecer al profesor e ingeniero Oscar David Flórez Cediél quien fue el director interno y que siempre tuvo la disposición y dedicación para sacar este trabajo adelante.

A la empresa ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P por darme la oportunidad de realizar mi proyecto de grado, por formarme como profesional y por permitirme cumplir el sueño de conocer una central eléctrica y ser parte de un equipo de trabajo tan consolidado.

Agradecer de manera muy especial al Ingeniero Raúl Guerrero Silva director externo del proyecto de la pasantía y quien fue una guía muy importante para lograr que mi estadía en la empresa valiera cada momento.

Finalmente agradecer a los ingenieros Moisés Barrera, Edgar Andrés Zúñiga, German Medina, Jorge Gonzales, Libardo Ortiz Y Carlos Mauricio Salazar; por compartir meses maravillosos durante mi estadía en la empresa y por qué me brindaron mucho apoyo profesionalmente y personalmente.

CONTENIDO

GLOSARIO.....	10
1. INTRODUCCIÓN	18
2. OBJETIVOS DE LA PASANTÍA.....	19
2.1 Objetivo General.....	19
2.2 Objetivos Específicos.....	19
3. DESARROLLO DEL PROYECTO DE LA PASANTÍA.....	20
3.1 Nomenclatura de la empresa para nombrar los equipos de la subestación.....	20
3.1.1 Identificación de barras.....	21
3.1.2 Identificación de interruptores.....	21
3.1.3 Identificación de seccionadores.....	22
3.2 Estructura de las consignas de operación y falla de las subestaciones.....	23
3.2.1 Formato para la presentación de una consigna de operación.....	23
3.2.2 Formato para la presentación de una consigna de falla.....	24
3.3 Clasificación y contenido de las consignas operativas y de falla.....	24
3.3.1 Volumen I: GENERALIDADES.....	25
3.3.2 Volumen II: CONSIGNAS DE OPERACIÓN DE EQUIPOS DE PATIO.....	26
3.3.3 Volumen III: CONSIGNAS DE OPERACIÓN DE EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES.....	28
3.3.4 Volumen IV: CONSIGNAS DE FALLA EQUIPOS DE PATIO, DE PROTECCION Y MEDIDAS.....	30
3.3.5 Volumen V: CONSIGNAS DE FALLA DE EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIRAES.....	31
3.3.6 Volumen VI: CONSIGNAS DE FALLA EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES.....	33
3.3.7 Volumen VII: CONSIGNAS DE FALLA EN SISTEMAS DE CONTROL COORDINADO O SISTEMAS AUTOMATICOS DE SUPERVISIÓN.....	34
3.3.8 Volumen VIII: MANUALES DE USUARIO.....	36
3.4 Consignas y actividades desarrolladas en las subestaciones del CTE CENTRO.....	37
3.4.1 SUBESTACION BETANIA.....	38
3.4.2 SUBESTACIÓN BACATA.....	40
3.4.3 SUBESTACIÓN TORCA.....	42
3.4.4 SUBESTACIÓN LA MIEL.....	43
3.4.5 SUBESTACIÓN PURNIO.....	43
3.4.6 STATCOM.....	44
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS, PRODUCTOS, ALCANCES E IMPACTOS DEL TRABAJO DE GRADO, DE ACUERDO AL PLAN DE TRABAJO.....	45
4.1 Análisis de resultados y productos.....	45
4.1.1 SUBESTACION BETANIA.....	45
4.1.2 SUBESTACIÓN BACATA.....	45
4.1.3 SUBESTACIÓN TORCA.....	46

4.1.4 SUBESTACIÓN LA MIEL.....	46
4.1.5 SUBESTACIÓN PURNIO.....	47
4.1.6 STATCOM.....	47
4.2 Alcances del trabajo de grado.	47
4.3 Impactos del trabajo de grado.	48
5. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS	49
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	50
6.1 Conclusiones.	50
6.2 Recomendaciones.	51
7. BIBLIOGRAFIA	52
8. ANEXOS	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estructura encabezado consigna operativa.	23
Figura 2 Estructura pie de página consigna operativa.	23
Figura 3 Estructura encabezado consigna de falla.	24
Figura 4 Estructura pie de página consigna de falla.	24
Figura 5 Ejemplo consigna operativa.	28
Figura 6 Ejemplo de consigna de operación de equipos auxiliares.	29
Figura 7 Ejemplo de consigna de falla equipos de patio.	31
Figura 8 Ejemplo de consigna de falla de equipos de servicios auxiliares.	32
Figura 9 Ejemplo de consigna de falla de equipo de telecomunicación.	34
Figura 10 Verificación de comunicación con equipo.	36
Figura 11 Manuales de usuario subestación TORCA.	36
Figura 12 Manual de usuario interruptores de la subestación TORCA.	37
Figura 13 Diagrama unifilar bahía Ecopetrol.	38
Figura 14 Diagrama unifilar Bahía Nueva Esperanza.	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Número de equivalencia de acuerdo al nivel de tensión.	20
Tabla 2 Código de Barras.	21
Tabla 3 Grupos operativos y sus códigos.	21
Tabla 4 Códigos interruptor, seccionadores y cuchilla de puesta a tierra.	22
Tabla 5 Caracteres equivalentes para cada Subestación.	27
Tabla 6 Equipos de patio con su código de 3 caracteres.	27
Tabla 7 Códigos de equipos de telecomunicación.	34
Tabla 8 Listado de consignas falla de equipos de patio S/E Betania.	39
Tabla 9 Listado de consignas falla de SSAA S/E Betania.	40
Tabla 10 Listado de consignas de operación de equipos de patio S/E Bacata.	41
Tabla 11 Listado de consignas de falla en SSAA de la S/E Torca.	42
Tabla 12 Listado de consignas de falla en SCC de la S/E La Miel.	43
Tabla 13 Listado de consignas de falla en equipos de telecomunicación de la S/E Purnio.	44

LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1 Formato para consigna de operación.....	53
Anexo 2 Formato de consigna de falla.....	54
Anexo 3 Tabla de estado consignas CTE CENTRO.....	54
Anexo 4 Tabla de estado consignas CTE CENTRO actualizada.....	55
Anexo 5 Subestación Betania y Casa de Maquinas Central.....	55
Anexo 6 Consigna Disparo Relé Buchholz (TR3) BET1-F473-PRO.....	56
Anexo 7 Consigna falla auxiliares seccionador de barra, transformador o transferencia BET-F008-SSAA.....	57
Anexo 8 Consigna Especial Mantenimiento Banco de Baterías 125 VDC Betania.....	58
Anexo 9 Visita estudiantes Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bacata.....	59
Anexo 10 Consigna Energizar el circuito Nueva Esperanza por su propio Interruptor a través de la Barra 1, BAC5-047-LIN.....	60
Anexo 11 Consigna Falla Inversor 1 125 VDC/120VAC, TOR-F021-SSAA.....	61
Anexo 12 Mantenimiento bahía Guavio I, S/E Torca.....	62
Anexo 13 Cambio Interruptor Guavio I, S/E Torca.....	63
Anexo 14 Cableado Interruptor Guavio I S/E Torca.....	64
Anexo 15 Consigna Pérdida de comunicación con controlador de Bahía, MIE2-F001-SAS.....	65
Anexo 16 Consigna Falla equipo PLP La Sierra 1 PRN2-F012-TP.....	66
Anexo 17 Módulos del Convertidor STATCOM.....	67
Anexo 18 STATCOM VISTA EXTERIOR.....	68
Anexo 19 Mantenimiento Banco de baterías STATCOM.....	69

GLOSARIO

A continuación se presentan de forma alfabética una serie de definiciones que son importantes en la consecución de los objetivos del proyecto de la pasantía y son de vital importancia para la realización de las consignas operativas y de falla de las diferentes subestaciones eléctricas del CTE Centro. Estas definiciones fueron realizadas por la empresa ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

Activos de Conexión al STN: Son los bienes que se requieren para que un Generador, Operador de Red, Usuario Final, o varios de los anteriores, se conecten físicamente al Sistema de Transmisión Nacional. Los Activos de Conexión al STN se remunerarán a través de contratos entre el propietario y los usuarios respectivos del activo de conexión. [1]

Activos de Uso del STN: Son aquellos activos de transporte de electricidad que operan a tensiones iguales o superiores a 220 kV, son remunerados mediante Cargos por Uso del STN y pueden estar constituidas por una o varias Unidades Constructivas. [1]

Anillo: En esta configuración de subestaciones no existe una barra colectora propiamente dicha, los circuitos se conectan alternadamente a un anillo formado por interruptores. Se opera normalmente con todos los interruptores cerrados. [1]

AOM: Administración Operación y mantenimiento. [1]

Área Despejada: Área de Trabajos libre de personal ejecutor, equipos, herramientas, maquinaria, tierras portátiles, condenas y bloqueos y cualquier objeto extraño, dejando los activos en condiciones aptas para la operación. [1]

Área Operativa: Conjunto de Activos de Uso y Activos de Conexión, recursos de generación y/o demanda, que para asegurar niveles de calidad y seguridad en más de una Sub-Área Operativa, presentan alguna restricción, que exige generaciones forzadas en el Área Operativa y/o limita los intercambios con el resto del SIN. [1]

ATR: Autotransformador. [1]

Bahía: Conjunto conformado por los equipos que se utilizan para conectar una línea de transmisión, equipo de compensación, un transformador, o un autotransformador, 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. [1]

Bahía o circuito de acople: Conjunto conformado por los equipos que se utilizan para acoplar barrajes (en el caso de subestaciones con topología de doble barra). [1]

Bahía o circuito de compensación capacitiva: Conjunto conformado por los equipos que se utilizan para conectar un equipo de compensación capacitivo al barraje de una subestación. [1]

Bahía o circuito de compensación inductiva: Conjunto conformado por los equipos que se utilizan para conectar un equipo de compensación inductivo al barraje de una subestación. [1]

Bahía o circuito de generación: Conjunto conformado por los equipos que se utilizan para conectar un dispositivo de generación al barraje de una subestación. [1]

Bahía o circuito de línea: Conjunto conformado por los equipos que se utilizan para conectar una línea de transmisión al barraje de una subestación. [1]

Bahía o circuito de seccionamiento: Conjunto conformado por los equipos que se utilizan para seccionar barrajes. [1]

Bahía o circuito de transferencia: Conjunto conformado por los equipos que se utilizan para transferir la carga de un barraje a otro (en el caso de subestaciones con topología de barra principal más barra de transferencia). [1]

Bahía o circuito de transformación: Conjunto conformado por los equipos que se utilizan para conectar un transformador o un autotransformador al barraje de una subestación. [1]

Bahía o circuito en servicio: Conjunto de equipos en operación con una respectiva carga asociada. [1]

Bahía o circuito vacío: Conjunto de equipos sin carga conectada. [1]

Barra o barraje: Son conductores generalmente en aluminio, que sirven para efectuar las conexiones eléctricas entre los equipos de la Subestación. Es un punto común al cual llegan varios circuitos. [1]

Barra de conexión: Punto común de la subestación al cual llegan varios circuitos. [1]

Barra sencilla: Configuración de subestación con una sola barra y un solo interruptor por circuito. [1]

Barra principal más barra de transferencia: Configuración de subestaciones constituidas por una sola barra principal (B1). Adicionalmente se instala una barra auxiliar que sirve para transferir cualquier circuito por medio de un interruptor que puede reemplazar el del circuito transferido. [1]

Bloqueo y condena: El bloqueo y condena de equipos es el conjunto de acciones destinadas a impedir el cambio de estado (abierto, cerrado) de un equipo, manteniéndolo en una posición determinada, al restringir físicamente la posibilidad de accionamiento mecánico y eléctrico con el uso de candados, evitando la posibilidad de accidentes eléctricos ocasionados por un error en la operación del equipo. Dentro de este procedimiento se incluye la instalación de un disco de color rojo con la nomenclatura “No Operar”. [1]

Centro de Supervisión y Maniobras – CSM: Centros a través de los cuales se supervisa la operación y se ejecutan o coordinan las maniobras en las redes y subestaciones de propiedad del Transmisor Nacional, con sujeción a las instrucciones impartidas por el CND y teniendo como objetivo una operación segura y confiable del SIN, con sujeción a la reglamentación vigente y los Acuerdos del Consejo Nacional de Operación – CNO. [1]

Cierre de cuchilla o instalación de puestas a tierra: Para controlar el riesgo de contacto eléctrico, es decir, reducir la probabilidad de circulación de electricidad por el cuerpo humano, se debe poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión que inciden en la zona de trabajo. Se debe instalar un sistema de puesta a tierra en las proximidades del punto de corte visible y otra en las proximidades inmediatas del lugar donde se realizan los trabajos. Se deberá instalar sistemas de puesta a tierra en cada zona de trabajo que se haya programado. [1]

CND: Centro Nacional de despacho. [1]

Consignación: Es el documento mediante el cual se solicita, se estudia y se autoriza la intervención de un equipo, de una instalación o de parte de ella. [1]

Consignación local: Es el nombre que se le da a los trabajos de mantenimiento que sin ser considerados Consignación Nacional, se deben coordinar con CSM en el contexto del alcance dado en este documento. [1]

Consignación nacional: Es el nombre que se da al mantenimiento de los equipos del SIN, cuya intervención afecta los límites de intercambio de las áreas operativas, las generaciones mínimas de seguridad de las plantas térmicas e hidráulicas, disminuye la confiabilidad de la operación del SIN, o cuando limitan la atención de la demanda. La consignación Nacional es aprobada y autorizada por el CND. [1]

Consignación nacional de emergencia: Es el procedimiento mediante el cual se aprueba y autoriza por parte del CND, previa declaración del agente responsable, la realización del mantenimiento y/o desconexión de un equipo, de una instalación o de parte de ella, cuando su estado ponga en peligro la seguridad de personas, de equipos o de instalaciones, no pudiéndose cumplir con el procedimiento de programación del mantenimiento respectivo. [1]

CT: Transformador de Corriente (Current Transformer). [1]

CTE: Centro de Transmisión de Energía. [1]

Desconexión: Interrupción de la corriente eléctrica a través de un activo de Conexión o de Uso del sistema de potencia. [1]

Desenergización parcial: Es un estado operativo de los activos que no implica interrupción del servicio, con realización de maniobras en equipos de una Bahía. Actualmente se utiliza para los casos en que se realiza Energización por Transferencia o por Acople y cuando se realiza apertura de un corte en una subestación de configuración de interruptor y medio o anillo. [1]

Desenergización total: Es un estado operativo en el que se deja sin energía totalmente uno o más equipos. [1]

Distancia de seguridad: Distancia mínima alrededor de un equipo eléctrico o de conductores energizados, necesaria para garantizar que no habrá accidentes por acercamiento de personas, animales, estructuras, edificaciones o de otros equipos. [1]

Doble barra: Configuración de subestación donde las dos barras son igualmente importantes. Se puede operar la subestación con una cualquiera o ambas barras energizadas. [1]

Doble barra combinada con transferencia: Configuración de subestaciones con dos barras principales que pueden operar como doble barra. Adicionalmente durante mantenimiento, un seccionador de transferencia puede transferir un circuito de una barra a otra, con el uso de un interruptor. [1]

Doble barra con doble interruptor: Configuración de subestaciones con dos barras principales y dos interruptores por salida. Se opera normalmente con todos los interruptores cerrados y las dos barras energizadas. [1]

Doble barra más barra de transferencia: Configuración de subestación con dos barras principales y una barra de transferencia (tres barras). Se independizan las funciones de acople y transferencia. [1]

Doble barra más seccionador de *by-pass*: Configuración de subestaciones con dos barras principales que pueden operar como doble barra. Adicionalmente durante mantenimiento, un seccionador de *by-pass* puede transferir un circuito de una barra a otra, con el uso de un interruptor. [1]

Edificio de control: Lugar donde están ubicadas las salas de comunicaciones, control y la de servicios auxiliares en algunas ocasiones. [1]

Enclavamiento eléctrico: Serie de acciones que inmovilizan el mando eléctrico del equipo. [1]

Enclavamiento mecánico: Serie de acciones o dispositivos que inmovilizan el mando mecánico del equipo. [1]

Energizar un circuito: Se llamará energizar un circuito, la puesta bajo tensión de ese circuito desde uno cualquiera de sus extremos. [1]

Equipo disponible: Es un activo fuera de servicio, pero que en cualquier momento se puede conectar con la sola autorización del Centro Nacional de Despacho (CND). [1]

Equipo indisponible: Es un activo que no se encuentra preparado para operar correctamente. [1]

Equipos de maniobra: Son los equipos eléctricos de potencia (interruptores, seccionadores y cuchillas de puesta a tierra) que de acuerdo con las consignas de accionamiento manual o automático, conectan o desconectan componentes en una unidad operativa. [1]

Grupo Electrónico: Conjunto de máquinas que transforman la energía mecánica producida en un motor de combustión, en energía eléctrica a través de un generador síncrono. [1]

IHM: Interfaz Hombre-Máquina. [1]

Indisponibilidad parcial: Se define como el tiempo equivalente sobre un período dado, durante el cual un Activo de Conexión al STN o de Uso del STN, estuvo disponible pero con capacidad inferior a su capacidad nominal. [1]

Indisponibilidad total: Se define como el tiempo total sobre un período dado, durante el cual un Activo de Conexión al STN o de Uso del STN no estuvo en servicio o disponible para el servicio. [1]

Interruptor: Dispositivo capaz de interrumpir o establecer las corrientes eléctricas del circuito, tanto nominales como de falla o cortocircuito. [1]

Levantar tierra: Aislar eléctricamente de la tierra un equipo que ha sido previamente conectado a la misma. [1]

Línea: Unión eléctrica entre dos subestaciones. [1]

Línea bajo tensión en vacío: Es una línea que está bajo tensión por un extremo solamente, y en el otro extremo está abierto el interruptor. [1]

Línea en servicio: Línea energizada en los dos extremos y en condiciones de transportar energía. [1]

Malla a tierra: Es la conexión a tierra de estructuras y equipos, brindando seguridad al personal contra descargas y mejor confiabilidad del sistema. [1]

Maniobra: Son todas las actividades realizadas para la conexión, desconexión y prueba de los equipos de maniobra y protección. [1]

Mímico de la sala de control: Tablero que obtiene información del estado de algunos equipos en patio y la reproduce visualmente para gráficamente observar el estado de los mismos. [1]

Pararrayos: Es un dispositivo cuya función es la de prevenir daños en el aislamiento de los equipos, ocasionados por sobretensiones, descargando a tierra lo más rápido posible. [1]

Patio de conexiones: Conjunto de equipos y barras de conexión de una subestación que tienen igual nivel de tensión y están localizados en un mismo sector de ésta. [1]

Perilla o selector de enclavamiento: Selector que permite enclavar o bloquear la realización de maniobras en algún equipo. [1]

Perilla o selector de mando: Dispositivo que permite elegir entre dos o más opciones de operación de un equipo. [1]

Propio interruptor: Interruptor asignado para la operación en una bahía correspondiente. [1]

PT: Transformador de Potencial o Voltaje (Potential Transformer). [1]

Registrador de fallas - RDF: Dispositivo en el que se almacena información particular de los equipos involucrados en eventos con el objetivo de realizar un análisis posterior del (los) evento(s) mencionado(s). [1]

Restablecimiento: Es el procedimiento empleado para llevar al sistema de potencia de un estado de emergencia al estado normal de operación. [1]

RTU: Unidad Terminal Remota. [1]

SAS: Sistemas automáticos de supervisión. [1]

SCC: Sistema de control coordinado. [1]

Sala de comunicaciones: Lugar donde se agrupan las funciones y dispositivos de comunicación del sistema eléctrico. [1]

Sala de control: Lugar donde se agrupan las funciones y dispositivos de control de los equipos en patio de una subestación. [1]

Sala de servicios auxiliares: Lugar donde se agrupan las funciones y dispositivos que son necesarios para garantizar la correcta operación de la instalación. [1]

Seccionador: Dispositivo que aísla parte de la subestación para mantenimiento. No tiene la capacidad de interrumpir o establecer corrientes, salvo casos especiales. [1]

Seccionador con cuchilla de puesta a tierra: Dispositivo que mediante accionamiento manual, permite conectar a la malla de tierra, en un punto fijo, la instalación o parte de ella, un equipo (línea o transformador) para mantenimiento. [1]

Selector de modo de operación: Dispositivo a partir del cual se puede elegir el modo en el que operará un equipo o un conjunto de estos. [1]

Servicio de Transporte de Energía Eléctrica en el STN: Es el servicio de transmisión de energía que se presta a través de los Activos de Uso del STN. [1]

SINTEC: Sistema integrado de normalización técnica donde se dispone de la información estandarizada para los procesos de diseño, construcción, operación, mantenimiento y logística. Es responsabilidad del equipo de Desarrollo Tecnológico de la Subgerencia Técnica la actualización y conservación de la información. [1]

Sistema SCADA: (Supervisory Control and Data Acquisition) Conjunto de equipos utilizados para supervisar y controlar de forma remota un sistema o unas instalaciones a través de señales análogas y digitales, que llegan a él a través de Unidades Terminales Remotas (RTU) o a través de un Gateway. [1]

SOE: (Sequence Of Events) Es un reporte del sistema SCADA, que muestra información de operación de relés de protección, cambios de estado en interruptores y otras alarmas útiles de las subestaciones, con estampa de tiempo en milisegundos, usado comúnmente para los análisis de eventos en el sistema de transmisión de energía. [1]

SSAA: Servicios Auxiliares. [1]

Subestación eléctrica: Conjunto de equipos utilizados para dirigir y redistribuir el flujo de energía en un sistema de potencia garantizando la seguridad de éste por medio de equipos de protección. [1]

Tensión de instantánea: Es la tensión en un punto del sistema en un momento cualquiera. [1]

Tensión nominal: Tensión con la cual se diseña el sistema o equipo. [1]

Tierras portátiles: Son equipos formados por cables o conectores que con ayuda de una pértiga facilita la puesta a tierra de una instalación en cualquier sitio. [1]

Transferencia: La operación transferencia se ejecuta cuando haya necesidad de poner fuera de servicio el interruptor propio de la bahía sin suspender el servicio, al conectar dicha bahía a través del interruptor del acople. También cuando se requiera energizar el circuito directamente mediante el campo de acople. A su vez, al interruptor de acople se transfieren automáticamente las protecciones de la bahía que queda en transferencia. [1]

Transformadores de instrumentación: Dispositivos de monitoreo que miden mediante acople capacitivo o inductivo el cambio de estado de los parámetros del sistema, generalmente corriente y tensión. [1]

UMD: Uninterruptible Motor Drive, Dispositivo usado para la operación ininterrumpida de motores, este basa su funcionamiento en convertidores de frecuencia que pueden alimentarse bien sea de la red eléctrica o de baterías. [1]

UPS: Uninterruptible Power System, Sistema de Alimentación ininterrumpida, equipo que mediante el uso de baterías, inversores y rectificadores, permite tener autosuficiencia energética. [1]

Verificar ausencia de tensión: Consiste en la comprobación de ausencia de tensión para cada una de las fases de la instalación mediante un detector de tensión por proximidad o toque ubicado en el rango adecuado de acuerdo al nivel de tensión. Siempre se debe verificar la ausencia de tensión en aquellos puntos en donde inmediatamente después se van a instalar las puestas las tierras. [1]

Zona de operación: Indica el área de cubrimiento de un relé de protección en una línea de transmisión de energía. Por ejemplo, una zona de protección de línea está caracterizada por unos valores específicos de impedancia de línea a proteger y de tiempo de operación del relé. La zona de protección de un relé diferencial de un transformador comprende generalmente el área de los diferentes devanados del equipo limitada por los transformadores de corriente de cada nivel de tensión. [1]

1. INTRODUCCIÓN

La transmisión de energía a alta tensión se desarrolló en Colombia hacia la década de los 60 cuando se pensó en interconectar los sistemas regionales del país y así consolidar un sistema anillado, robusto y que brindara la posibilidad de tener energía en todas las ciudades del país. Es donde nace la empresa ISA, la cual toma los negocios de la generación, transmisión y control de los sistemas de alta tensión en el país.

El transporte de energía eléctrica es fundamental para el funcionamiento de un mercado de energía; es el punto de encuentro entre la generación y la demanda, y el medio a través del cual se realizan los intercambios de energía eléctrica. ISA y sus empresas se constituyen en uno de los mayores transportadores internacionales de energía eléctrica de Latinoamérica gracias a que operan una red de transmisión a alta tensión de 42,064 km de circuito en Colombia, Perú, Bolivia y Brasil; y las interconexiones internacionales entre Venezuela y Colombia, Colombia y Ecuador, Ecuador y Perú. [2]

En el año 2013 ISA constituyó la sociedad ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P, filial que tiene por objeto prestar el servicio público de transmisión de energía eléctrica, así como la prestación de servicios conexos, complementarios y relacionados; desarrollar actividades inherentes al ejercicio de la ingeniería; prestación de servicios técnicos o no técnicos afines con las anteriores actividades; y representar, administrar, operar y mantener los activos de uso y de conexión del Sistema de Transmisión Nacional –STN– de propiedad de otros transmisores de energía. [3]

La empresa actualmente se divide en cuatro Centros de Transmisión de Energía (CTE), CTE ORIENTE, CTE NOROCCIDENTE, CTE SUROCCIDENTE Y CTE CENTRO. En este último es donde se desarrolla el proyecto de la pasantía, el CTE cuenta con 11 subestaciones eléctricas distribuidas por el centro del país las cuales son Torca, Bacata, Sochagota, Purnio, La Miel, Chivor, La Reforma, Betania, Ibagué, La Mesa y San Felipe; además este CTE cuenta con el compensador estático sincrónico STATCOM ubicado en la subestación Bacata.

Las subestaciones cuentan con equipos de alta tensión como interruptores, seccionadores, transformadores de corriente, transformadores de tensión, descargadores de sobre tensión, protecciones, servicios auxiliares y otros. A estos equipos se pretende realizar o actualizar las consignas operativas y de falla, con el fin de mantener la confiabilidad y seguridad del sistema eléctrico colombiano.

2. OBJETIVOS DE LA PASANTÍA

2.1 Objetivo General.

Presentar un manual para las Subestaciones Eléctricas del CTE CENTRO en el cual se especifique de manera detallada como se debe proceder ante eventos como fallas, mantenimientos y daños; de acuerdo con la normatividad del RETIE.

2.2 Objetivos Específicos

- Definir los lineamientos básicos que deben tener las consignas operativas y de falla en las subestaciones eléctricas de acuerdo a la normatividad Eléctrica Colombiana.
- Establecer los principales eventos y escenarios que se puedan presentar en las subestaciones eléctricas del CTE CENTRO y que requieran la intervención de operarios para poder solucionarlos
- Implementar un proceso secuencial, lógico y simple que permita solucionar o afrontar cualquier evento que se pueda presentar en las subestaciones eléctricas del CTE CENTRO.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO DE LA PASANTÍA

En este capítulo se mostrarán los resultados obtenidos en la pasantía, abordando de manera secuencial el cumplimiento y desarrollo de los objetivos de forma ordenada y clara; teniendo en cuenta las políticas de privacidad y derechos de autoría de los documentos de la empresa ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P.

En el desarrollo del trabajo se ilustrarán algunas consignas, planos, unifilares permitidos por la empresa y que serán de evidencia de la ejecución y desarrollo del proyecto de la pasantía. Además se visualizarán algunas fotografías del autor de la pasantía en labores de mantenimiento, visitas técnicas y ejecución de labores para desarrollar el objetivo principal de la pasantía.

3.1 Nomenclatura de la empresa para nombrar los equipos de la subestación.

Este punto se desarrolla con el fin de conocer la forma en cómo se nombran los diferentes equipos de maniobra y así poder referenciarlos en las consignas operativas y de falla que se tendrán al final de la pasantía.

Para determinar la nomenclatura de los equipos de maniobra es necesario conocer los siguientes datos de las subestaciones:

- Niveles de tensión.
- Configuración física (actual y futura).
- Ubicación de la sala de control, con respecto a patio de conexiones.

La nomenclatura de cada equipo de maniobra se compone de 4 ó 5 caracteres alfanuméricos dependiendo de los niveles de tensión de la subestación. [2]
En la tabla 1 se muestra el número equivalente a los diferentes niveles de tensión.

Tabla 1 Número de equivalencia de acuerdo al nivel de tensión.

NIVEL DE TENSIÓN	NÚMERO
115, 110 Y 138 KV	1
230 KV	2
500 KV	5
34,5 KV	3
OTROS	4

Fuente: Manual de nomenclatura operativa ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

El primer paso para asignar la nomenclatura operativa de los equipos de maniobra en la subestación, es identificar las barras y enumerar los interruptores. Una vez realizado lo anterior, se procede a asignar la nomenclatura tanto a los interruptores como a los seccionadores, cuchillas de puesta a tierra y campos. [2]

3.1.1 Identificación de barras.

Cada barra o sección de barra de una subestación se identifica con un dígito de acuerdo con el código indicado en la tabla 2.

Tabla 2 Código de Barras.

FUNCIÓN	CÓDIGO
Barra Virtual o Ficticia	0
Barra Sencilla Barra Principal 1 Sección 1 de Barra...	1
Barra Principal 2 Sección 2 de Barra...	2
Barra Principal 3 Sección 3 de Barra... Barra de Reserva Barra de Transferencia	3
Barra Principal 4 Sección 4 de Barra...	4
Sección 5 de Barra...	5
Sección 6 de Barra...	6

Fuente: Manual de nomenclatura operativa ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

3.1.2 Identificación de interruptores.

La nomenclatura de los interruptores de una subestación está compuesta por 4 caracteres cuando solo se tiene un nivel de tensión y en algunos casos especiales se le antepone un quinto carácter cuando se tienen 2 ó más niveles de tensión. [2]

- Primer Carácter: Indica la función de la conexión del grupo operativo o campo del interruptor. Ver Tabla 3.
- Segundo y tercer carácter: Indican la codificación del interruptor o grupo operativo o campo en el ordenamiento de la subestación.
- Cuarto carácter: Indica que el equipo es un interruptor y siempre es el número cero (0).

Tabla 3 Grupos operativos y sus códigos.

FUNCIÓN	CODIGO
Acoplador	I
Seccionamiento de barras	S
Transferencia de interruptores	B
Acoplador de barras y transferencia de interruptores	M
Interruptor de generador	G

Circuito de unidad de generación	U
Circuito de transformador	T
Circuito de autotransformador	A
Circuito de Línea	L
Circuito de reactor	R
Circuito de condensador	C

Fuente: Manual de nomenclatura operativa ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

3.1.3 Identificación de seccionadores.

Los seccionadores o cuchillas de puesta a tierra se las subestaciones, se identifican con 4 caracteres cuando se tiene un solo nivel de tensión o 5 caracteres cuando se tienen 2 o más niveles de tensión, sucede de igual manera como los interruptores. [2]

- Primer a tercer carácter: son los mismos tres primeros del interruptor asociado al campo al cual pertenece el seccionador.
- Cuarto carácter: Indica la función del seccionador o cuchilla de puesta a tierra en cada uno de los grupos operativos. Ver tabla 4. .

Tabla 4 Códigos interruptor, seccionadores y cuchilla de puesta a tierra.

FUNCIÓN	CÓDIGO
Interruptor	0
Conexión a barra principal 1 o sección 1 de barra	1
Conexión a barra principal 2 o sección 2 de barra	2
Conexión a barra de reserva, o de transferencia, o sección 3 de barra	3
Conexión en serie a nodo intermedio como primera opción o conexión a sección 4 de barra	4
Conexión en paralelo al interruptor (By-Pass)	6
Conexión a circuito de salida de línea, transformador, etc.	7
Cuchilla de puesta a tierra como segunda opción	8
Cuchilla de puesta a tierra como primera opción	9

Fuente: Manual de nomenclatura operativa ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

La identificación de la nomenclatura propia de la empresa permite identificar de forma clara y certera el equipo de maniobra tanto en planos como físicamente, brindando mayor facilidad para realizar las

consignas operativas y de falla de las subestaciones eléctricas del CTE CENTRO.

3. 2 Estructura de las consignas de operación y falla de las subestaciones.

La empresa ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P estableció en el año 2014 un manual de elaboración de operación de subestaciones donde muestra los requerimientos que deben tener las consignas operativas y de falla. Teniendo un formato base para las consignas operativas y otro formato para las consignas de falla.

En este capítulo se abordaran las especificaciones estructurales que deben tener los formatos para la elaboración de las consignas.

3.2.1 Formato para la presentación de una consigna de operación.

El idioma a utilizar en las consignas es en español, los textos se presentaran con tipo de letra Arial tamaño 12, los títulos en Arial 14 resaltado, subtítulos en Arial 12 resaltado y la orientación de la página es vertical. [3]

El formato para la consigna de operación se presenta en el ANEXO 1. Este formato contiene las medidas y la ubicación de cada rotulo.

El encabezado contiene el logotipo vigente de ISA-INTERCOLOMBIA, el título de la consigna operativa, el código de la consigna operativa, revisión y pagina (hoja_de_). En la figura 1 se ilustra la estructura del encabezado.

	Título de la consigna	Código consigna
		Revisión
		Página __ de __

Figura 1 Estructura encabezado consigna operativa.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

El pie de página contiene quien elaboro la consigna, fecha de elaboración, quien reviso la consigna, fecha de revisión, quien aprobó la consigna, fecha de aprobación y numero de página. En la figura 2 se ilustra la estructura del pie de página.

Elaboró:	Revisó:	Aprobó:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

1

Figura 2 Estructura pie de página consigna operativa.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

3.2.2 Formato para la presentación de una consigna de falla.

El idioma a utilizar en las consignas es en español, los textos se presentaran con tipo de letra Arial tamaño 12, los títulos en Arial 14 resaltado, subtítulos en Arial 12 resaltado y la orientación de la página es horizontal. [3]

El formato para la consigna de falla se presenta en el ANEXO 2. Este formato contiene las medidas y la ubicación de cada rotulo.

El encabezado contiene el logotipo vigente de ISA-INTERCOLOMBIA, el título de la consigna de falla, el código de la consigna de falla, revisión y pagina (hoja_de_). En la figura 3 se ilustra la estructura del encabezado.


	Título consigna de falla	Código consigna Revisión Página de
---	--------------------------	--

Figura 3 Estructura encabezado consigna de falla.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

El pie de página contiene quien elaboro la consigna, fecha de elaboración, quien reviso la consigna, fecha de revisión, quien aprobó la consigna, fecha de aprobación y numero de página. En la figura 4 se ilustra la estructura del pie de página.

Elaboró:	Revisó:	Aprobó:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Figura 4 Estructura pie de página consigna de falla.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

3.3 Clasificación y contenido de las consignas operativas y de falla.

La empresa ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P estableció un manual de operación por cada subestación eléctrica del CTE CENTRO en donde ubica todas las consignas operativas y de falla, este manual es de vital importancia ya que permite a operarios y asistentes de subestación ejecutar las maniobras necesarias y oportunas en caso de presentarse eventos como alarmas y disparos que cambian la condición operativa del sistema.

El manual de operación estará compuesto de ocho volúmenes perfectamente diferenciados que muestran los eventos que se pueden presentar en los equipos como anomalías, alarmas y de manera secuencial muestra una manera de actuar para la solución del problema. Además los volúmenes deben separar equipos de patio, servicios auxiliares, telecomunicaciones y control coordinado. [3]

En este capítulo se abordaran y se especificara que contienen cada volumen y de igual manera se darán a conocer los eventos más comunes que se presentan en los equipos de maniobra, servicios auxiliares, telecomunicaciones y control coordinado.

3.3.1 Volumen I: GENERALIDADES.

Este volumen contiene las siguientes especificaciones técnicas de la subestación concediendo al operario o asistente de subestación una visión general de las bahías y equipos que se encuentran en la subestación.

1. Localización geográfica: Indica la ubicación de la subestación en función de coordenadas, se ilustra una imagen y mapa de la subestación.
2. Configuración: presenta la configuración actual de la subestación diferenciada por los niveles de tensión que tenga, además se detallan los diagramas unifilares por bahía con su respectiva nomenclatura y descripción.
3. Parámetros del sistema: Incluye los parámetros que tiene cada una de las bahías que componen la subestación (Generación, Autotransformador, Acople, Compensador), incluyendo tablas de parámetros de líneas.
4. Sistema de control: Especifica los niveles de control que tiene la subestación (Nivel 0, Nivel I, Nivel II, Nivel III).
5. Sistema de protección: Muestra las protecciones que tienen los equipos de la subestación, haciendo una descripción detallada de cada una.
6. Sistema de medidas: Una descripción de los sistemas de medida que tiene la subestación.
7. Sistema de servicios auxiliares: Muestra una descripción breve de las fuentes que alimentan los servicios auxiliares.
8. Sistema de registro de fallas: contiene la descripción de los equipos encargados de registrar las fallas y eventos que sucedan en la subestación.
9. Sistema de telecomunicaciones: Descripción del sistema de tele protección instalados en la subestación.
10. Diagramas unifilares: Contiene el diagrama unifilar general diferenciados por niveles de tensión, con la nomenclatura propia de la empresa ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P. [3]

3.3.2 Volumen II: CONSIGNAS DE OPERACIÓN DE EQUIPOS DE PATIO.

Contiene las maniobras secuenciales necesarias para cambiar la condición operativa de un equipo a otra. Estas maniobras se realizan cuando el sistema está en condiciones normales de operación y no se presentan alarmas o fallas en el sistema. Se tiene en cuenta la configuración de la subestación, los niveles de control y la alternancia de circuitos en ciertas bahías.

Características del volumen II:

- ✓ Las consignas deben ser separadas de acuerdo al nivel de tensión.
- ✓ Los transformadores y autotransformadores deben estar en las consignas con mayor nivel de tensión.
- ✓ Los equipos de maniobra se identificaran como el literal 3.1.
- ✓ Las consignas de operación son presentadas en una sola hoja a dos columnas mostrando, las condiciones iniciales en lista de chequeo (estado de los equipos involucrados en la maniobra), procedimiento o maniobras (maniobras secuenciales para cada nivel de control haciendo énfasis en la maniobra de cierre del interruptor automático o manual), diagrama unifilar en presentación SCADA en condiciones finales en forma de chequeo (presentando los equipos donde fue realizada la maniobra).

Título de la consigna:

El título debe contener alguno de los siguientes términos, enmarcados en las posibles maniobras que se puede realizar en una bahía, barra o equipo de la subestación. El título va en orden de acción a realizar, nombre del equipo a través del cual se realiza la acción. [3]

- ✓ Energizar.
- ✓ Desenergizar y aterrizar.
- ✓ Sincronizar.
- ✓ Transferir un campo.
- ✓ Deshacer transferencia.
- ✓ Realizar.
- ✓ Conectar.
- ✓ Cerrar.
- ✓ Abrir.

Código de la consigna:

Es la unión secuencial de cuatro ítems importantes que permiten definir a que subestación pertenece la consigna.

- ✓ Identificación de la subestación: son tres caracteres alfabéticos equivalentes al nombre completo de la subestación. En la tabla 5 se

muestran los caracteres alfabéticos equivalentes a las 11 subestaciones del CTE CENTRO.

Tabla 5 Caracteres equivalentes para cada Subestación.

CARACTERES EQUIVALENTES	SUBESTACIÓN
TOR	TORCA
BAC	BACATA
MIE	LA MIEL
CHV	CHIVOR
SFP	SAN FELIPE
BET	BETANIA
LME	LA MESA
IBG	IBAGUE
PRN	PURNIO
REF	LA REFORMA
SCG	SOCHAGOTA

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

- ✓ Número equivalente de tensión: se escoge de acuerdo al nivel de tensión de la Tabla 1.
- ✓ Consecutivo: un numero de tres cifras desde 001 hasta el 999.
- ✓ Identificación del equipo a intervenir: se compone de tres caracteres alfabéticos de acuerdo a la Tabla 6.

Tabla 6 Equipos de patio con su código de 3 caracteres.

EQUIPIO DE PATIO	CÓDIGO
Barra	BAR
Línea	LIN
Autotransformador	ATR
Transformador	TRF
Reactor	REA
Capacitor	CAP
Seccionador	SEC
Interruptor	INT
Protecciones	PRO
Contadores de energía	CON
Instrumentos de medida	MED

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

Se presenta una consigna de operación como ejemplo en la figura 5.

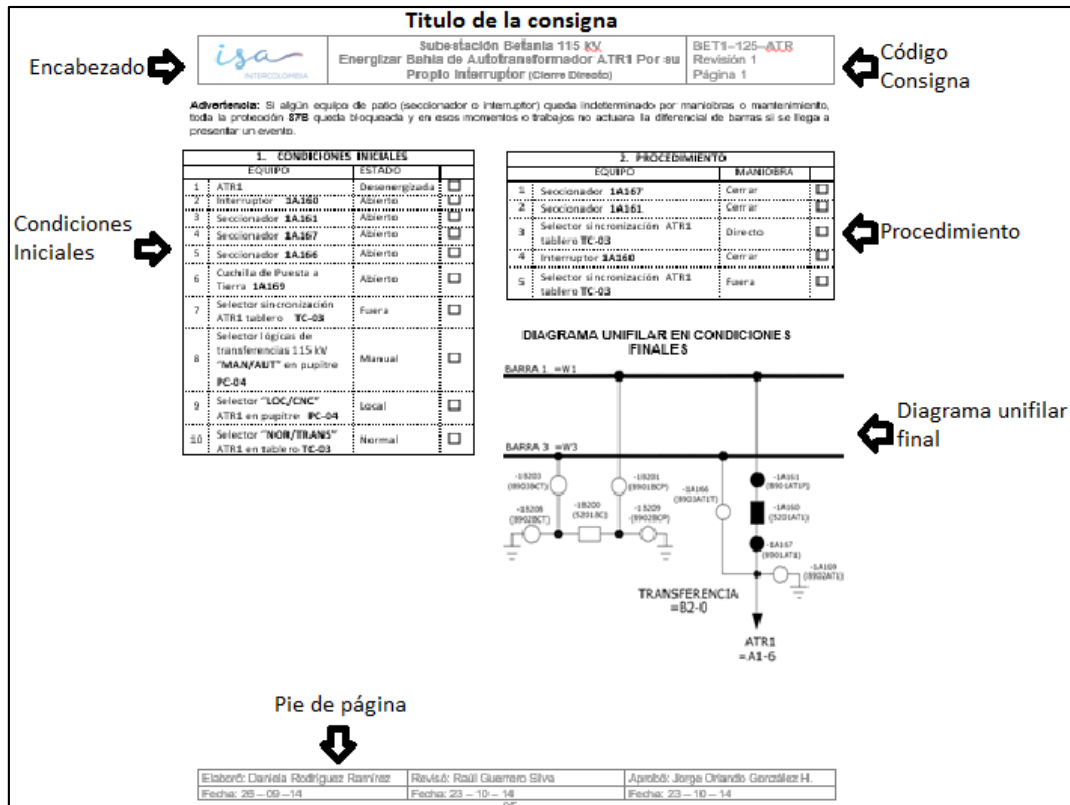


Figura 5 Ejemplo consigna operativa.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A.E.S.P

3.3.3 Volumen III: CONSIGNAS DE OPERACIÓN DE EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES.

Contiene las maniobras secuenciales necesarias para cambiar la condición operativa de un equipo de servicios auxiliares, de corriente continua y alterna inferior a 13,8 KV AC. Estas maniobras se realizan cuando el sistema está en condiciones normales de operación y no se presentan alarmas o fallas en el sistema. [3]

Características del Volumen III:

- ✓ Las consignas operativas de servicios auxiliares deben estar separadas por niveles y tipo de tensión (AC, DC).
- ✓ Los equipos de maniobra se identificaran como el literal 3.1.
- ✓ Las consignas de operación son presentadas en una sola hoja a dos columnas mostrando, las condiciones iniciales en lista de chequeo (estado de los equipos involucrados en la maniobra), procedimiento o maniobras (maniobras secuenciales), diagrama unifilar en presentación SCADA en condiciones finales en forma de chequeo (presentando los equipos donde fue realizada la maniobra).

Título de la consigna:

El título debe contener alguno de los siguientes términos, enmarcados en las posibles maniobras que se puede realizar en los equipos de servicios auxiliares. El título va en orden de acción a realizar, nombre del equipo a través del cual se realiza la acción. [3]

- ✓ Energizar.
- ✓ Desenergizar.
- ✓ Transferir a un circuito.
- ✓ Deshacer transferencia.


Código de la consigna:

Es la unión secuencial de 5 ítems importantes que permiten definir a que subestación pertenece la consigna. Los primeros tres ítems corresponden exactamente al código de las consignas de operación de equipos de patio (Identificación de la subestación, número equivalente de tensión, consecutivo), el cuarto ítem corresponde a la sigla (SSAA) correspondiente a las consignas de servicios auxiliares y el quinto ítem corresponde a (AC o DC) separando las fuentes de corriente alterna y continua.

Se presenta una consigna de operación de servicios auxiliares como ejemplo en la Figura 6.

Título de la consigna

Encabezado →



Energizar Servicios Auxiliares 208 Vca desde el Autotransformador 13,8KV -300KVA a través del Interruptor Q1100

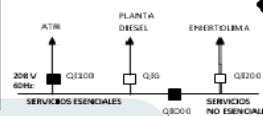
IBGT-001-SSAA
AC
Rev#01 n: 3
Página 1

← Código
Consigna

Condiciones Iniciales →

1. CONDICIONES INICIALES		
EQUIPO	ESTADO	
1. Verificar tensión correcta y frecuencia en motor de circuito integrado #1, tablero #NEI proveniente de sistema Transformador 13,8KV/208V-300KVA	Correcto	<input type="checkbox"/>
2. Interruptor Q1000	Abierto	<input type="checkbox"/>
3. Interruptor Q1000	Abierto	<input type="checkbox"/>
4. Interruptor Q100	Cerrado	<input type="checkbox"/>

DIAGRAMA UNIFILAR EN CONDICIONES FINALES



← Diagrama unifilar final

← Procedimiento

EQUIPO	MANIOBRA	
1. Posición del selector (manual-auto mático) del tablero #NEI	Manual	<input type="checkbox"/>
2. "PU" selector de corte "Q1000" en tablero #NEI	Cerrar	<input type="checkbox"/>
3. Interruptor Q1000 en tablero #NEI	Cerrar	<input type="checkbox"/>

Pie de página

Elaboró:
F-400122

Revisó:
F-400122

Aprobó:
F-400122

Figura 6 Ejemplo de consigna de operación de equipos auxiliares.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A.E.S.P

3.3.4 Volumen IV: CONSIGNAS DE FALLA EQUIPOS DE PATIO, DE PROTECCION Y MEDIDAS.

Contiene la descripción de las maniobras secuenciales y las acciones necesarias para responder ante cualquier evento de falla que altere la condición normal de los equipos de la subestación. Estas maniobras se realizan cuando el sistema está en condiciones anormales de operación y se presentan alarmas o fallas en el sistema. [3]

Características del volumen IV:

- ✓ Las consignas deben estar separadas de acuerdo al nivel de tensión y clases de equipos.
- ✓ Los transformadores y autotransformadores deben estar en las consignas de falla con mayor nivel de tensión.
- ✓ Contiene una nota muy importante en este tipo de consignas para garantizar el seguimiento al evento (Coordinar acciones con el CSM y el disponible general del CTE).
- ✓ Imagen del equipo de falla.
- ✓ Descripción del modo de falla (Alarma, disparo, maniobra), indicando valores de referencia de los equipos donde aplique.
- ✓ Causas probables que originaron el evento de falla o alarma.
- ✓ Soluciones posibles que se pueden hacer para tratar de quitar la condición de falla
- ✓ Referencia de planos: se mostraran una ruta para buscar los planos donde se evidencien gráficamente los equipos en falla.

Título de la consigna:

El título debe contener alguno de los siguientes términos, enmarcados en las posibles fallas que puedan presentar los equipos de la subestación. El título describe la anomalía que presenta el equipo y al cual se le hará una intervención por los grupos de mantenimiento de la subestación. [3]

- ✓ Alarma.
- ✓ Disparo.
- ✓ Mando apertura no responde.
- ✓ Mando cierre no responde.

Código de la consigna:

Es la unión secuencial de 5 ítems importantes que permiten definir a que subestación pertenece la consigna. Los primeros dos ítems corresponden exactamente al código de las consignas de operación de equipos de patio (Identificación de la subestación, número equivalente de tensión), el cuarto ítem corresponde a la sigla (F) correspondiente a la condición de falla que puedan presentar los equipos, el cuarto ítem corresponde al consecutivo de

001 hasta 999 y el quinto ítem corresponde a la identificación del equipo a intervenir (Tabla 6).

Se presenta una consigna de falla de equipos de patio como ejemplo en la Figura 7.



Título de la consigna			
	Alarma Falla Interruptor 50BF	ANC2-F001-PRO Revisión 1 Página 1 de 2	Código consigna
Encabezado →			←
EQUIPO	DESCRIPCION DEL MODO DE FALLA	CAUSAS PROBABLES	SOLUCIONES
 <p>Falla interruptor 50 BF</p>	<p>La protección falla interruptor se encarga de supervisar y controlar que el interruptor si dispara ante la presencia de una falla (por acción de la operación de los relés de protección encargados de cesar las fallas). Esta protección cuenta con dos etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etapa de disparo 1. Es activada por la operación del relé de sobre corriente cuando no se produce apertura del interruptor L110, después de haber recibido orden de disparo de las protecciones de dicho circuito. En esta etapa, la protección de falla interruptor le repite el disparo al interruptor L110 a través del relé de disparo y bloqueo. • Etapa de disparo 2. La operación de la protección da orden de disparo a los interruptores asociados en el momento al interruptor en falla, bien sea conectados a la misma barra, o en el extremo remoto de la línea. 	<ul style="list-style-type: none"> • FALLA EN LA APERTURA DEL INTERRUPTOR L110, DESPUES DE HABER RECIBIDO ORDEN DE DISPARO DE UNA DE LAS SIGUIENTES PROTECCIONES A TRAVES DEL RELÉ DE DISPARO Y BLOQUEO (86): • RELÉ DE SOBRECORRIENTE (51-51N). - Relé diferencial hilo piloto. (87 L). - Discrepancia de polos. - Relé diferencial de Barras. (87B1). • Falla en las bobinas de disparo (BD1, BD2). 	<ul style="list-style-type: none"> • Pulse el botón de reposición del relé Disparo y Bloqueo (86) ubicado en tablero de servicios auxiliares. • Verifique que en la caseta de relés No 1, no esté actuada ninguna de las protecciones. • Si se encuentra una alarma actuada, remítase a la consigna de dicha alarma. • Disparo etapa 1. Se debe evaluar y verificar el estado de los equipos en patio, de las bobinas BD1 y BD2 de los circuitos de disparo; en el interruptor verifique el mecanismo de accionamiento del interruptor, el sistema de control y operación. • En nivel cero realice una prueba de cierre y apertura del interruptor L110 con los seccionadores adyacentes abiertos, con el fin de descartar o corroborar problemas en el mecanismo de accionamiento o en las bobinas de disparo. • Si el mecanismo y las bobinas actúan bien, normalice el circuito por su propio interruptor.
Nota: Coordinar acciones con el CSM y el Disponible General del CTE.		Planos: Libro ASEA 5211B2300030, plano 7052.004 XBC 200.505 – ABG, Página 176	Manuales: Ver manual del equipo
Elaboró: _____ Fecha: _____	Revisó: _____ Fecha: _____	Aprobó: _____ Fecha: _____	Pie de Página

Figura 7 Ejemplo de consigna de falla equipos de patio.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A.E.S.P

3.3.5 Volumen V: CONSIGNAS DE FALLA DE EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES.

Contiene la descripción de las maniobras secuenciales y las acciones necesarias para responder ante cualquier evento de falla que altere la condición normal de los equipos de servicios auxiliares de la subestación. Estas maniobras se realizan cuando el sistema está en condiciones anormales de operación y se presentan alarmas o fallas en el sistema. [3]

Características del volumen V:

- ✓ Las consignas deben estar separadas por los diferentes niveles de tensión AC y DC.
- ✓ Contiene una nota muy importante en este tipo de consignas para garantizar el seguimiento al evento (Coordinar acciones con el CSM y el disponible general del CTE).
- ✓ Imagen del equipo de falla.
- ✓ Descripción del modo de falla (Alarma, disparo, maniobra), indicando valores de referencia de los equipos donde aplique.
- ✓ Causas probables que originaron el evento de falla o alarma.

- ✓ Soluciones posibles que se pueden hacer para tratar de quitar la condición de falla
- ✓ Referencia de planos: se mostraran una ruta para buscar los planos donde se evidencien gráficamente los equipos en falla.

Título de la consigna:

El título debe contener alguno de los siguientes términos, enmarcados en las posibles fallas que puedan presentar los equipos de servicios auxiliares de la subestación. El título describe la anomalía que presenta el equipo (Cargadores, inversores, transformadores, planta diésel, banco de baterías, tableros de distribución AC, DC) y al cual se le hará una intervención por los grupos de mantenimiento de la subestación. [3]

- ✓ Alarma.
- ✓ Disparo.
- ✓ Mando apertura no responde.
- ✓ Mando cierre no responde.

Código de la consigna:

Es la unión secuencial de 5 ítems importantes que permiten definir a que subestación pertenece la consigna. El primer ítem corresponde exactamente al código de las consignas de operación de equipos de patio (Identificación de la subestación), el segundo ítem a la sigla (F) correspondiente a la condición de falla que puedan presentar los equipos de servicios auxiliares, el tercer ítem corresponde al consecutivo de 001 hasta 999, el cuarto ítem a la sigla (SSAA) correspondiente a las consignas de servicios auxiliares y el quinto ítem corresponde a (AC o DC) separando las fuentes de corriente alterna y continua.

Se presenta una consigna de falla de equipos de servicios auxiliares como ejemplo en la Figura 8.



Titulo de la consigna			
 <small>INTERCOLOMBIA</small>	Falla Rectificador	BET-F001-SSAA Revisión 1 Página 1 de 1	Código Consigna
 Falsa Rectificador	Cuando el rectificador no responde ni realiza bien su función.	La alarma falla rectificador de es activada por alguna de las siguientes causas: <ul style="list-style-type: none"> Defecto rectificador. Baja tensión. Alta tensión Defecto aislamiento. Cableado de alimentación defectuoso o con averías en el camino de circuito. 	<ul style="list-style-type: none"> Reponer y cerrar el interruptor que se haya disparado. Inspeccionar el cable N° 770022 48-49 correspondiente al rectificador, ubicado en los tableros de los cargadores 1 y 2. Verificar en los tableros de los cargadores 1 y 2 que los interruptores Q03, Q04, Q05 y Q02 se encuentren cerrados; en caso de encontrar uno de estos interruptores disparado normalícelo; si se dispara nuevamente coordine con el grupo de protecciones la solución de la falla. Si no hay solución, informar al GEM respectivo para la solución de la falla.
Nota: Coordinar acciones con el CSM y el Disponible General del CTE.		Planos: Libro: C725-AC-011. Plano: C725-AC-011 pág. 8, línea 06.	Manuales: Ver manual del equipo
Elaboro: Daniela Rodríguez Ramírez Fecha: 12-11-12	Reviso: Raul Guerrero Silva Fecha: 01-12-12	Aprobo: Jorge Orlando González Herreño Fecha: 10-12-12	Pie de Página

Figura 8 Ejemplo de consigna de falla de equipos de servicios auxiliares.

3.3.6 Volumen VI: CONSIGNAS DE FALLA EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES.

Contiene la descripción de las maniobras secuenciales y las acciones necesarias para responder ante cualquier evento de falla que altere la condición normal de los equipos de telecomunicación de la subestación. Estas maniobras se realizan cuando el sistema está en condiciones anormales de operación y se presentan alarmas o fallas en el sistema. [3]

Características del volumen VI:

- ✓ Las consignas deben estar separadas de acuerdo a los diferentes equipos como PLP, microondas, Fibra óptica, Cargadores de 48 VDC, inversores.
- ✓ Para cada evento de falla se debe indicar que servicios se ven afectados.
- ✓ Contiene una nota muy importante en este tipo de consignas para garantizar el seguimiento al evento (Coordinar acciones con el CSM y el disponible general del CTE).
- ✓ Imagen del equipo de falla.
- ✓ Descripción del modo de falla (Alarma, bloqueo), indicando valores de referencia de los equipos donde aplique.
- ✓ Causas probables que originaron el evento de falla o alarma.
- ✓ Soluciones posibles que se pueden hacer para tratar de quitar la condición de falla
- ✓ Referencia de planos: se mostraran una ruta para buscar los planos donde se evidencien gráficamente los equipos en falla.

Título de la consigna:

El título debe contener alguno de los siguientes términos, enmarcados en las posibles fallas que puedan presentar los equipos de telecomunicaciones de la subestación. El título describe la anomalía que presenta el equipo. [3]

- ✓ Alarma o bloqueo.
- ✓ Falla canal de comunicación.

Código de la consigna:

Es la unión secuencial de 5 ítems importantes que permiten definir a que subestación pertenece la consigna. El primer y segundo ítem corresponde exactamente al código de las consignas de operación de equipos de patio (Identificación de la subestación, número del nivel de tensión), el tercer ítem a la sigla (F) correspondiente a la condición de falla que puedan presentar

los equipos de telecomunicación, el cuarto ítem corresponde al consecutivo de 001 hasta 999 y el quinto ítem corresponde a la identificación del equipo a intervenir, un código de tres caracteres que se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7 Códigos de equipos de telecomunicación.


EQUIPO DE TELECOMUNICACIONES	CÓDIGO
Portadora por línea de potencia	PLP
Microondas	MIC
Fibra óptica	FOP
Cargador 48 VDC	CAR
Inversores	INV

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A.E.S.P

Se presenta una consigna de falla de equipos de servicios auxiliares como ejemplo en la Figura 9.

Título de la consigna

Encabezado →



Falla equipo PLP Noroeste 1

PRN2-F004-TP
Revisión 1
Página 1 de 1

← Código Consigna


EQUIPO	DESCRIPCIÓN DEL MODO DE FALLA	CAUSAS PROBABLES	SOLUCIONES
 <p>Falla equipo PLP Noroeste 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> Esta alarma indica falla o indisponibilidad en el equipo de teleprotección de la bahía de línea Noroeste 1. 	<ul style="list-style-type: none"> Falla en la polaridad de alimentación. Falla interna del equipo de teleprotección de la línea. 	<ul style="list-style-type: none"> Debe verificarse la alimentación de equipo de comunicaciones ubicado en el armario #72. Verificar alimentación de 125 VDC sobre las bornas de la fuente de alimentación del equipo de teleprotección. Para la reposición se deberá sacar el mini interruptor que se encuentre operado luego de haber solucionado la causa del problema. Si no se repone la alarma deberán revisarse las demás alarmas activadas, el cableado, los rines repetidores y las conexiones para hallar la causa del problema y realizar las reparaciones necesarias. Solicitar revisión interna del equipo de protección por parte del G.E.M. S.P.A.T., en caso de no poder solucionar la falla. No es prudente operar un equipo sin el esquema completo de protección, por esto se debe consignar el equipo, previa autorización del Centro de Control.
<p>Nota: Coordinar acciones con el CSM y el Disponible General del CTE.</p>		<p>Planos: SENALES EQUIPO – PLP LINEA NOROESTE 1 (018735) Pag 455,456</p>	<p>Manuales: Ver manual del equipo</p>
<p>Elaboró: Cristian Alexander Caserio Pérez Fecha: 15-1-2017</p>	<p>Revisó: Patricio Medina-Jooj Rolinos Fecha: 15-12-2017</p>	<p>Aprobó: Jorge Orlando Gonzalez Herroin Fecha: 06-11-2018</p>	<p>← Pie de Página</p>

Figura 9 Ejemplo de consigna de falla de equipo de telecomunicación.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A.E.S.P

3.3.7 Volumen VII: CONSIGNAS DE FALLA EN SISTEMAS DE CONTROL COORDINADO O SISTEMAS AUTOMATICOS DE SUPERVISIÓN.

Este volumen en particular contiene el manual de operación del sistema automatizado de la subestación (SAS) y del sistema de control coordinado (SCC) de la misma. Contiene la descripción de las acciones necesarias para responder ante cualquier evento de falla que altere la condición normal del hardware o software del sistema de control coordinado (SCC) y los sistemas de supervisión de la subestación.

El manual esta categorizado de la siguiente manera:

- ✓ Arquitectura del sistema de hardware o software (verificación de dirección IP del equipo).
- ✓ Nivel 1: se establecen los equipos físicos que componen este nivel, el software para el control de las bahías y sus respectivos equipos, y una serie de pantallazos de la IHM para solucionar un problema cuando se pierda la supervisión de los equipos.
- ✓ Nivel 2: establece los equipos físicos y la arquitectura de los mismos, muestra la comunicación que existe entre nivel 1 y nivel 3 con el propio nivel, como es el sistema SCADA, y los pantallazos de la representación visual del software que controla las bahías y campos de la subestación. La representación grafica anterior contiene el respectivo paso a paso para recuperar la perdida de supervisión o restablecer el sistema ante un bloqueo o alarma. [3]
- ✓ Nivel 3: muestra el protocolo de comunicación y la norma que lo rige, visualiza el software de comunicación SCADA, el pantallazo de toda la subestación y las bahías o campos que se pueden controlar desde este nivel. Finalmente presenta las posibles soluciones secuenciales cuando se tenga perdida de supervisión en niveles inferiores.

Nota: Se aclara que no todas las subestaciones cuentan con un sistema de control coordinado y los equipos que se pueden controlar desde nivel 1 no son todos de la subestación. Por ejemplo en la subestación TORCA desde nivel 1 se pueden operar todos los seccionadores pero no los interruptores, estos últimos son operados directamente desde nivel 2 o nivel 3.

Se presenta una verificación de comunicación con equipo (software) en la Figura 10. Esta verificación se realiza en CMD del sistema luego de verificar la dirección IP del equipo y digitando PING seguido de la dirección IP con la que se quiere comunicar, si la comunicación física se encuentra en buen estado, aparecerá el dialogo rojo número 2. Si no aparece indicaría que la conexión física no existe o está en malas condiciones.

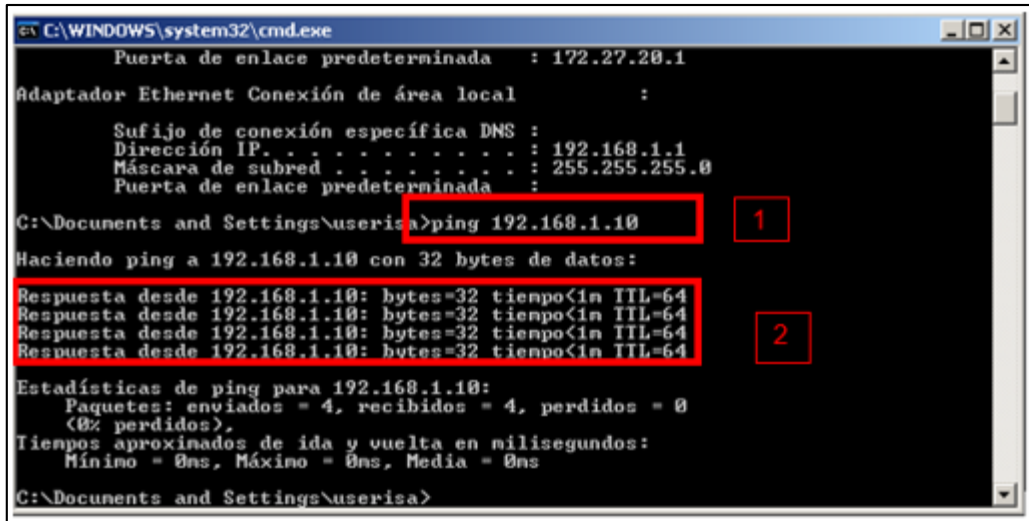


Figura 10 Verificación de comunicación con equipo.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A.E.S.P

3.3.8 Volumen VIII: MANUALES DE USUARIO.

Este volumen contiene los manuales propios de los equipos de patio que componen la subestación (Interruptores, Seccionadores, Transformadores de Potencia, Transformadores de Corriente, Descargadores, RTU, etc), describiendo en cada uno el principio de funcionamiento, operación, características, arquitectura y diagramas básicos. Estos manuales de usuario se presentan como documentos diferentes y son guía esencial para los operarios o asistentes de subestación permitiendo conocer en detalle el equipo y la forma de operarlo. [3]

Los manuales de usuario varían entre las subestaciones eléctricas del CTE CENTRO ya que todas tienen configuraciones y equipos diferentes.

En la figura 11 se muestran los manuales de usuario para la subestación TORCA, perfectamente diferenciados entre equipos. En la figura 12 se muestran los diferentes manuales que se tienen para los interruptores instalados en la misma subestación, diferenciados principalmente por los fabricantes.

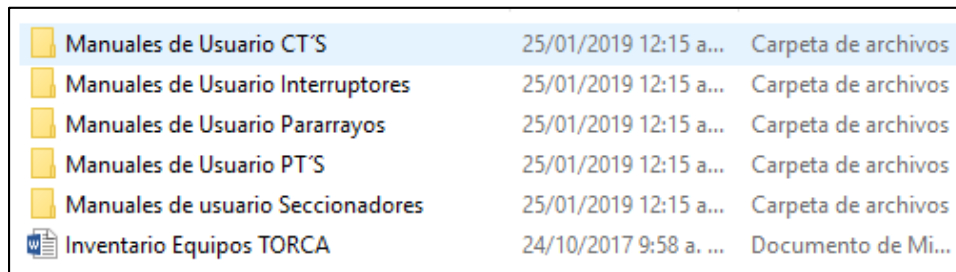


Figura 11 Manuales de usuario subestación TORCA.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestación Torca ISA
INTERCOLOMBIA S.A E.S.P







 Manual INT ABB HPL 245 25B1	06/07/2017 4:11 p...	Adobe Acrobat D...
 Manual INT ALSTHOM ATLANTIQUE FL2...	06/07/2017 3:36 p...	Adobe Acrobat D...
 Manual INT Alstom GL314	24/03/2015 11:06 a...	Adobe Acrobat D...
 Manual INT CROMPTON 200-SFM-40S	06/07/2017 3:52 p...	Adobe Acrobat D...
 Manual INT GEC ALSTHOM FX12	06/07/2017 3:25 p...	Adobe Acrobat D...
 Manual INT SIEMENS 3AP1FI	06/07/2017 3:59 p...	Adobe Acrobat D...
 TORCA INT CROMPTON 245kV _145kV	06/07/2017 3:53 p...	Adobe Acrobat D...

Figura 12 Manual de usuario interruptores de la subestación TORCA.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestación Torca ISA
INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

3.4 Consignas y actividades desarrolladas en las subestaciones del CTE CENTRO.

En el presente capítulo se evidenciara el desarrollo de las consignas operativas, de falla y algunas especiales de las subestaciones eléctricas BETANIA, BACATA, STATCOM, TORCA, PURNIO, LA MIEL. Se trabajan estas subestaciones de acuerdo a la tabla de estados de las consignas del CTE CENTRO (ANEXO 3), esta tabla evidencia los faltantes que hay por subestación, dado que esta proyecto de pasantía lleva varios años y muchos estudiantes de práctica han completado los manuales de operación de las subestaciones.

De igual manera se presentara la tabla de estados de las consignas del CTE CENTRO (ANEXO 4) actualizada a la fecha de terminación de la pasantía.

Para realizar estas consignas operativas se utiliza todo el procedimiento mencionado desde el apartado 3.3 del presente documento, teniendo en cuenta los formatos para cada tipo de consigna y ubicando de manera asertiva las consignas en su respectivo volumen.

Se mencionaran en este capítulo las actividades adicionales e ingenieriles realizadas en las subestaciones eléctricas, que hicieron parte de la formación académica y profesional del pasante. Estas actividades contribuyeron a la operación, mantenimiento y buen funcionamiento de los activos físicos de la empresa.

NOTA: De acuerdo a las políticas de privacidad de los documentos de la empresa ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P, por cada subestación se permitirá poner una sola consigna ya sea de operación o de falla, se mencionan en un listado las consignas realizadas.

Cabe aclarar que está prohibido el uso para cualquier fin de las imágenes, planos, diagramas, consignas y procedimientos ilustrados en el presente documento.

3.4.1 SUBESTACION BETANIA.

Esta subestación eléctrica está localizada en el departamento del Huila, municipio de Yaguara, tiene 2 patios con niveles de tensión de 115 KV y 230 KV, en el ANEXO 5 se muestra una fotografía de la subestación junto al cuarto de máquinas de la central. En la figura 13 se presenta el diagrama unifilar de la bahía de Ecopetrol (El Viso) donde se realizaron las consignas de falla de equipos de patio y SSAA.

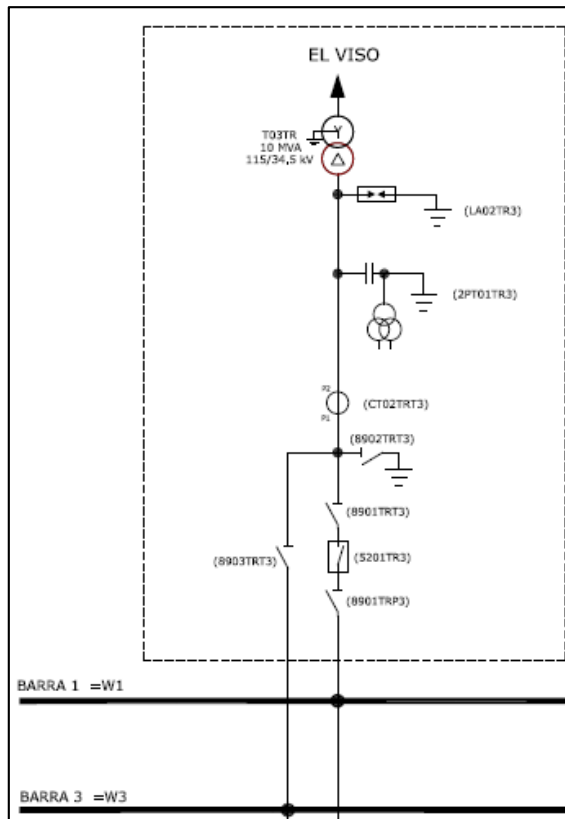


Figura 13 Diagrama unifilar bahía Ecopetrol.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestación Betania Volumen I, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

En esta subestación se realizaron las siguientes consignas y actividades ingenieriles.

- ✓ Se realizaron 29 consignas de falla de equipos de patio (Volumen IV) 115 KV bahía Ecopetrol, en el ANEXO 6 se muestra la consigna BET1-F473-PRO Disparo Relé Buchholz (TR3). En la tabla 8 se presenta el listado de las consignas realizadas para esta bahía.

Tabla 8 Listado de consignas falla de equipos de patio S/E Betania.

DOCUMENTO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
BET1-F450-PRO	Alarma Bloque de Pruebas (campo de línea 34,5KV)
BET1-F451-PRO	Alarma Protección Distancia Operada (campo de línea 34,5KV)
BET1-F452-PRO	Alarma Protección Sobrecorriente Direccional Operada (Campo de línea 34,5KV).
BET1-F453-PRO	Alarma Protección Falla Interruptor Operada (Campo de línea 34,5KV).
BET1-F454-PRO	Relé 86 Disparado (Campo de línea 34,5KV).
BET1-F455-PRO	Falla Circuito Disparo B1/B2 (Campo de línea 34,5KV)
BET1-F456-PRO	Falla Mecanismo Interruptor (Campo de línea 34,5KV).
BET1-F457-PRO	Falla Secundaria Transformadores de Potencial (Campo de línea 34,5KV).
BET1-F458-PRO	Falla Interna Relés (Campo de líneas 34,5Kv).
BET1-F459-PRO	Protección Diferencial Transformador Operada (campo de transformador).
BET1-F460-PRO	Protección de Sobrecorriente Lado de Alta 115KV operada (Campo de Transformador).
BET1-F461-PRO	Protección de Sobrecorriente Lado Baja Operada (Campo de Transformador).
BET1-F462-PRO	Protección Falla Interruptor Operado 115/34,5 KV (Campo de transformador).
BET1-F463-PRO	Rele 86 Disparado (Campo de transformador).
BET1-F464-PRO	Falla Relé de Sobrecorriente lado de baja tension (Campo de transformador).
BET1-F465-PRO	Falla Relé Diferencial del Transformador (campo de transformador).
BET1-F466-PRO	Falla Circuito 1 y 2 Interruptor 115KV (Campo de transformador).
BET1-F467-PRO	Alarma Baja Presion SF6 Etapa 1 Interruptor 115KV (Campo de transformador).
BET1-F468-PRO	Disparo y Bloqueo baja Presion SF6 Interruptor 115KV (Campo de Transformador).
BET1-F469-PRO	Falla Mecanica Interruptor 115KV (Campo de transformador).
BET1-F470-PRO	Disparo Válvulas Sobrepresion (TR3).
BET1-F471-PRO	Disparo Alta Temperatura Aceite (TR3).
BET1-F472-PRO	Disparo Alta temperatura Devanados (TR3).
BET1-F473-PRO	Disparo Relé Buchholz (TR3).
BET1-F474-PRO	Alarma Alta temperatura Aceite (TR3).
BET1-F475-PRO	Alarma Alta Temperatura Devanados (TR3).
BET1-F476-PRO	Alarma Relé Buchholz (TR3).
BET1-F477-PRO	Bajo Nivel Aceite Transformador (TR3).
BET1-F478-PRO	Seccionador de Barra, Transformador o Transferencia Manivela Insertada.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestación Betania Volumen IV, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

- ✓ Se realizaron 7 consignas de falla de SSAA (Volumen V) bahía Ecopetrol, en el ANEXO 7 se muestra la consigna BET-F008-SSAA Falla auxiliares seccionador de barra, transformador o transferencia. En la tabla 9 se presenta el listado de las consignas realizadas para esta bahía.

Tabla 9 Listado de consignas falla de SSAA S/E Betania.

DOCUMENTO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
BET-F004-SSAA	Falla Auxiliares Interruptor (Campo de línea 34,5KV).
BET-F005-SSAA	Falla Alimentación 125 VCC. Control.
BET-F006-SSAA	Falla Alimentación 125 VCC. Protecciones.
BET-F007-SSAA	Falla Auxiliares Interruptor –Q01 de 115KV.
BET-F008-SSAA	Falla Auxiliares Seccionadores de Barra, Transformador o Transferencia.
BET-F009-SSAA	Falla AC Equipos de Patio y Gabinete de Agrupamiento.
BET-F010-SSAA	Falla Alimentación SICAM PAS.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestación Betania Volumen V, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

- ✓ Se realizó una consigna especial llamada MANTENIMIENTO PREVENTIVO 6 MESES BANCO DE BATERÍAS 1 Y 2 125 VDC SUBESTACIÓN BETANIA. Esta consigna se puede visualizar en el ANEXO 8.
- ✓ Toma de muestras de aceite de autotransformadores ATR1, ATR2 Y T03TR.
- ✓ Inspección operativa a todos los equipos de patio de la subestación para identificar daños o mal funcionamiento de los equipos.
- ✓ Levantamiento de información para realización de la subestación en 2D y 3D.

3.4.2 SUBESTACIÓN BACATA.

Esta subestación eléctrica está localizada en el departamento de Cundinamarca, municipio de Tenjo, tiene 2 patios con niveles de tensión de 230 KV y 500 KV. En la figura 14 se presenta el diagrama unifilar de la bahía de Nueva Esperanza donde se realizaron las consignas de operación de equipos de patio. En el ANEXO 9 se presenta una fotografía de la visita de la Universidad Distrital a la subestación.

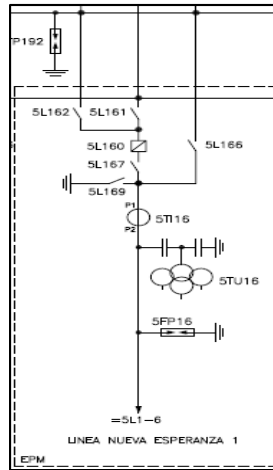


Figura 14 Diagrama unifilar Bahía Nueva Esperanza.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestación Bacata Volumen I, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

En esta subestación se realizaron las siguientes consignas:

- ✓ 14 Consignas de operación de equipos de patio (Volumen II) 500 KV bahía Nueva Esperanza, en el ANEXO 10 se muestra la consigna BAC5-047-LIN Energizar el Circuito Nueva Esperanza por su Propio Interruptor a través de la Barra 1. En la tabla 10 se presenta el listado de las consignas realizadas para esta bahía.

Tabla 10 Listado de consignas de operación de equipos de patio S/E Bacata.

DOCUMENTO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
BAC5-047-LIN	Energizar el Circuito Nueva Esperanza por su Propio Interruptor a través de la Barra 1.
BAC5-048-LIN	Levantar tierra y energizar el Circuito Nueva Esperanza por su Propio Interruptor a través de la Barra 1.
BAC5-049-LIN	Desenergizar y aterrizar el Circuito Nueva Esperanza cuando está energizado por su Propio Interruptor a través de la Barra 1.
BAC5-050-LIN	Energizar el Circuito Nueva Esperanza por su Propio Interruptor a través de la Barra 2.
BAC5-051-LIN	Levantar tierra y energizar el Circuito Nueva Esperanza 1 por su Propio Interruptor a través de la Barra 2.
BAC5-052-LIN	Desenergizar y aterrizar el Circuito Nueva Esperanza cuando está energizado por su Propio Interruptor a través de la Barra 2.
BAC5-053-LIN	Transferir el Circuito Nueva Esperanza 1 de la Barra 1 a la Barra 2 a través de su Propio Interruptor.
BAC5-054-LIN	Transferir el Circuito Nueva Esperanza 1 de la Barra 2 a la Barra 1 a través de su Propio Interruptor.
BAC5-055-LIN	Energizar el Circuito Nueva Esperanza 1 por la bahía de transferencia a través de la Barra 2

BAC5-056-LIN	Levantar tierra y energizar el Circuito Nueva Esperanza por la bahía de transferencia a través de la Barra 2
BAC5-057-LIN	Desenergizar y aterrizar el Circuito Nueva Esperanza cuando está energizado por la bahía de transferencia a través de la Barra 2
BAC5-058-LIN	Transferir Circuito Nueva Esperanza al Propio Interruptor a través de la Barra 1.
BAC5-059-LIN	Transferir el Circuito Nueva Esperanza desde su Propio Interruptor a través de la Barra 2 por la bahía de transferencia a barra 2.
BAC5-060-LIN	Transferir el Circuito Nueva Esperanza desde la bahía de Transferencia a su Propio Interruptor a través de la Barra 2

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestación Bacata Volumen II, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

3.4.3 SUBESTACIÓN TORCA

Esta subestación eléctrica está localizada en Bogotá D.C en el departamento de Cundinamarca, tiene un patio con nivel de tensión de 230 KV.

En esta subestación se realizaron las siguientes consignas y actividades ingenieriles.

- ✓ 2 Consignas de falla en SSAA (Volumen V), en el ANEXO 11 se muestra la consigna TOR-F021-SSAA Falla Inversor 1 125 VDC/120VAC. En la tabla 11 se presenta el listado de las consignas realizadas para este volumen.

Tabla 11 Listado de consignas de falla en SSAA de la S/E Torca.

DOCUMENTO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
TOR-F021-SSAA	Falla Inversor 1 125 VDC/120VAC
TOR-F022-SSAA	Falla Inversor 2 125 VDC/120VAC

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestación Torca Volumen V, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

- ✓ Participación en mantenimiento y cambio de Interruptores de potencia de las bahías Guavio 1 y Guavio 2. En el ANEXO 12,13 y 14 se evidencias 3 fotografías correspondientes a esta actividad.
- ✓ Toma de muestras de aceite de autotransformadores ATR1, ATR2, ATR3 Y ATR4.
- ✓ Modernización de la iluminación perimetral de la subestación.
- ✓ Se realizaron las siguientes consignas especiales de mantenimiento de servicios auxiliares:

MANTENIMIENTO DE 1 AÑO CARGADORES DE BATERÍAS TORCA.

MANTENIMIENTO DE LOS INVERSORES 1 Y 2 125 VDC / 120 VAC SUBESTACIÓN TORCA.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 6 MESES DE LAS BATERÍAS DE RESERVA DE LA SUBESTACIÓN TORCA

3.4.4 SUBESTACIÓN LA MIEL.

Esta subestación eléctrica está localizada en el municipio de Norcasia en el departamento de Caldas, tiene un patio con nivel de tensión de 230 KV.

En esta subestación se realizaron las siguientes consignas.

- ✓ 5 Consignas de falla en sistema de control coordinado (Volumen VII), en el ANEXO 15 se muestra la consigna MIE2-F001-SAS Pérdida de comunicación con Controlador de Bahía. En la tabla 12 se presenta el listado de las consignas realizadas para este volumen.

Tabla 12 Listado de consignas de falla en SCC de la S/E La Miel.

DOCUMENTO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
MIE2-F001-SAS	Pérdida de Comunicación con Controlador de Bahía.
MIE2-F002-SAS	Pérdida Sincronización Tarjetas de Eventos.
MIE2-F003-SAS	Pérdida Comunicación con Computador de Respaldo.
MIE2-F004-SAS	Pérdida Comunicación con Medidor Multifuncional BITRONICS.
MIE2-F005-SAS	Alarma Falla Equipo de Comunicación.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestación La Miel Volumen VII, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

3.4.5 SUBESTACIÓN PURNIO

Esta subestación eléctrica está localizada en el municipio de La Dorada en el departamento de Caldas, tiene dos patios con niveles de tensión de 115 KV y 230 KV.

En esta subestación se realizaron las siguientes consignas.

- ✓ 2 Consignas de falla en equipos de telecomunicación (Volumen VI), en el ANEXO 16 se muestra la consigna PRN-F012-TP Falla Equipo PLP La Sierra 1. En la tabla 13 se presenta el listado de las consignas realizadas para este volumen.

Tabla 13 Listado de consignas de falla en equipos de telecomunicación de la S/E Purnio.

DOCUMENTO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
PRN2-F001-TP	Falla equipo PLP La Sierra 2
PRN2-F012-TP	Falla equipo PLP La Sierra 1

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestación Purnio Volumen VI, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

3.4.6 STATCOM

Este compensador estático sincrónico está ubicado en la subestación eléctrica Bacata, localizada en el municipio de Tenjo en el departamento de Cundinamarca, tiene dos patios con niveles de tensión de 230 KV y 500 KV. En el ANEXO 17 se muestran los módulos convertidores del STATCOM. En el ANEXO 18 se muestra el STATCOM visto desde la parte exterior.

En esta compensador se realizaron las siguientes consignas y actividades ingenieriles.

- ✓ Se realizaron las siguientes consignas especiales de mantenimiento de servicios auxiliares:

MANTENIMIENTO BANCO DE BATERÍAS DE LAS UMD 1 Y 2 DEL STATCOM SUBESTACIÓN BACATÁ.

MANTENIMIENTO BANCO DE BATERÍAS SISTEMAS 1 Y 2, 125 VDC PROTECCIÓN Y CONTROL STATCOM SUBESTACIÓN BACATÁ.

MANTENIMIENTO BANCO DE BATERIAS UPS (SISTEMAS DE SERVICIOS SUPER ESÉNCIALES) STATCOM SUBESTACIÓN BACATÁ

- ✓ Levantamiento de información y participación en mantenimientos preventivos de los sistemas de servicios auxiliares del STATCOM. En el ANEXO 19 se evidencia la actividad de mantenimiento en un banco de baterías.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS, PRODUCTOS, ALCANCES E IMPACTOS DEL TRABAJO DE GRADO, DE ACUERDO AL PLAN DE TRABAJO.

4.1 Análisis de resultados y productos:

Los resultados del trabajo de la pasantía se evidencian en la cantidad de consignas realizadas para las subestaciones eléctricas trabajadas en el CTE CENTRO y en la comparación de las tablas de estados de las consignas del CTE CENTRO ANEXO 3 Y ANEXO 4. En las dos tablas anteriores se evidencia un inicio y una finalización de la práctica, cumpliendo el objetivo de actualizar los manuales de operación y falla de las subestaciones.

Es válido mencionar que las subestaciones del CTE CENTRO están en constante cambio y modernización; el cambio de un equipo o una condición operativa de las subestaciones, modificaría las consignas y como tal la tabla de estados de las consignas operativas y de falla.

A continuación se realizara un análisis detallado de cada subestación trabajada.

4.1.1 SUBESTACION BETANIA.

En el transcurso de la pasantía se planteó terminar por completo los volúmenes IV y V del manual de operación de la subestación, dado que la bahía Ecopetrol (El Viso) no contaba con estas consignas. Para realizarlas la empresa y el Ingeniero a cargo de la subestación Raúl Guerrero facilitaron los planos de los equipos de la bahía y sus respectivas especificaciones. Se empezaron a crear las posibles consignas para ambos volúmenes y se programó una visita a la subestación para tomar las fotos respectivas para anexarlas a las consignas. Finalizadas las consignas fueron revisadas, corregidas y aprobadas por el ingeniero a cargo.

Además en una visita se programó un mantenimiento preventivo de los bancos de baterías de 125 VDC y durante la ejecución del mantenimiento se desarrolló la consigna especial que especificara paso a paso como se realizó dicha labor, la cual fue acompañada y siempre dirigida por el ingeniero a cargo de la subestación. Este manual fue revisado, corregido y aprobado para cargarlo al manual de operación y mantenimiento de la subestación.

Finalizadas las consignas mencionadas se completó al 100% los volúmenes del manual de operación y mantenimiento de la subestación.

4.1.2 SUBESTACIÓN BACATA.

En la tabla de estados de las consignas del CTE CENTRO se tenía que el volumen II se encontraba en un 100%, pero la empresa en el último año

cambio la condición operativa del sistema. La condición anterior tenía las dos barras totalmente separadas y bajo esta premisa se realizaron las consignas; la nueva condición establecía que las dos barras siempre estarían unidas por medio de la bahía de acople, bajo esta condición fue necesario cambiar y actualizar las consignas del volumen II para todas las bahías de 500KV.

Las consignas se empezaron a actualizar por la bahía de Nueva Esperanza, estas fueron revisadas, corregidas y aprobadas por el ingeniero de la subestación el señor Moisés Barrera. De lo anterior se cambia el porcentaje de avance a un 50% del volumen II de la subestación, ya que la actualización de las consignas faltan las bahías Primavera, ATR1 Codensa, ATR1 ISA, ATR2 Codensa, STATCOM y Acople.

4.1.3 SUBESTACIÓN TORCA.

Mirando la tabla de estados de las consignas para esta subestación se encontraba que el volumen V estaba al 90%, se consultó con el ingeniero de subestación German Medina la razón de este porcentaje, se encontró que en la subestación se modernizaron los 2 inversores de VDC a VAC que alimentaban cargas esenciales y estos no contaban con las consignas de falla.

Se realizaron las dos consignas, las cuales fueron revisadas, corregidas y aprobadas por el Ingeniero del grupo de protecciones Libardo Ortiz. Con estas dos consignas se completó al 100% el Volumen V de la subestación.

Durante la pasantía se programó un mantenimiento preventivo de los bancos de baterías de reserva de la subestación, inversores y cargadores. En la ejecución de los mantenimientos se desarrollaron las consignas especiales que especificaran paso a paso como se realizó dicha labor, la cual fue acompañada y siempre dirigida por los ingenieros German Medina y Libardo Ortiz. Este manual fue revisado, corregido y aprobado para cargarlo al manual de operación y mantenimiento de la subestación.

Finalizadas las consignas mencionadas se completó al 100% los volúmenes del manual de operación y mantenimiento de la subestación.

4.1.4 SUBESTACIÓN LA MIEL.

El volumen VII de esta subestación no se había elaborado ninguna consigna su estado estaba en 0%, para realizar estas consignas se contactó al asistente de la subestación el cual proporciono los manuales de los equipos para elaborarlas. Se realizaron las consignas mencionadas en el anterior capítulo sin imágenes y fueron compartidas con el asistente de la subestación para que las revisara, corrigiera y además anexara las fotografías de los equipos correspondientes.

El asistente nuevamente compartió las consignas ya finalizadas y listas para ser anexadas al manual de operación y mantenimiento de la subestación.

Finalizadas las consignas mencionadas se completó al 90% el volumen VII del manual de operación y mantenimiento de la subestación, debido a que falta desarrollar como tal el manual del SCC y SAS que cuenta la subestación, este manual ya está siendo elaborado por los asistentes de la subestación.

4.1.5 SUBESTACIÓN PURNIO.

Consultando la tabla de estados de las consignas para esta subestación se encontraba que el volumen VI estaba al 90%, se miraron las consignas presentes en este volumen y se encontró que faltaba la consigna de la bahía La Sierra I y la consigna de La Sierra 2 estaba con el logo antiguo de la empresa y el equipo se había cambiado. Se contactó con los asistentes de la subestación los cuales proporcionaron la información para crear y actualizar las dos consignas.

Una vez realizadas y actualizadas las dos consignas, fueron revisadas, corregidas y aprobadas por los asistentes de la subestación. Con estas dos consignas se completó al 100% el Volumen VI de la subestación.

4.1.6 STATCOM

Durante la pasantía se programó un mantenimiento preventivo de los bancos de baterías de la UMD, bancos de baterías de 125 VDC que alimentan protecciones y equipos de control, y bancos de baterías de las UPS que alimentan servicios súper esenciales. Estos mantenimientos se realizaron con el fin de comprobar la autonomía que tienen estos bancos para soportar todo el sistema cuando las demás fuentes de alimentación por algún motivo dejan de funcionar. En la ejecución de los mantenimientos se desarrollaron las consignas especiales que especificaran paso a paso como se realizó dicha labor, la cual fue acompañada y siempre dirigida por los ingenieros Moisés Barrera y Libardo Ortiz.

Las consignas fueron revisadas, corregidas y aprobadas para cargarlas al manual de operación y mantenimiento de la subestación. Quedando el volumen VIII al 80%.

4.2 Alcances del trabajo de grado.

El alcance del proyecto de la pasantía es diseñar y actualizar las consignas de operación y de falla del CTE CENTRO, esta actividad se realiza con la finalidad de presentar una serie de documentos guías que permitan solucionar de manera asertiva y en poco tiempo un evento operativo o de falla. Además la actualización de los manuales de operación y mantenimiento de las subestaciones lo que buscan principalmente es garantizar la seguridad de los trabajadores y del sistema.

Los manuales de operación por cada subestación van dirigidos especialmente a operarios, asistentes de subestación e ingenieros que están constantemente involucrados en la operación correcta de los activos de la empresa.

Durante el tiempo en el que se desarrolló el proyecto de la pasantía se realizaron actividades ingenieriles que no estaban contempladas como tal en el contexto de la pasantía, pero que dichas actividades permitieron al estudiante tener nuevos conocimientos y poner en práctica lo aprendido en la universidad; esto muestra un valor diferencial en cuanto a la formación personal y profesional del estudiante de ingeniería eléctrica.

4.3 Impactos del trabajo de grado.

El impacto de la pasantía es muy positivo tanto para la empresa como para el estudiante; la empresa queda con las consignas nuevas y actualizadas de las diferentes subestaciones que permiten tener una mejor operación y mantenimiento de sus equipos y activos. Para el estudiante es una experiencia única en el ámbito profesional, personal y laboral que lo impulsa a crecer como persona y como futuro ingeniero eléctrico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Finalmente la buena ejecución del proyecto de la pasantía deja la puerta abierta en la empresa para que otros estudiantes de la universidad puedan realizar su formación profesional, en una empresa que brinda las mejores oportunidades para crecer como persona.

5. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

En el desarrollo del proyecto de la pasantía y como tal en el documento se realizó un proceso secuencial y ordenado en el cumplimiento de los objetivos específicos para finalmente conseguir el objetivo principal de la pasantía.

A continuación se detallara de qué manera se cumplieron los objetivos y con esto se evaluara que tan ligados están los objetivos con el desarrollo de la pasantía.

En el apartado 3.1 y 3.2 se mencionó cuáles eran los lineamientos básicos que deberían tener las consignas de operación y falla para las subestaciones de la empresa ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P. Se inició en primera medida conociendo la nomenclatura para reconocer y nombrar los equipos de maniobra de las subestaciones y los formatos de las consignas. Conociendo estas condiciones de nomenclatura y formatos para las consignas se cumple el primer objetivo específico del proyecto de la pasantía.

En el apartado 3.3 se mencionó la elaboración del manual de operación y mantenimiento de las subestaciones y los volúmenes que contenía dicho manual, aclarando como se clasificarían las consignas de acuerdo a los eventos operativos o de falla que se pudieran presentar en las subestaciones. Se mostraron ejemplos de consignas ya realizadas que sirvieron como modelo para desarrollar las consignas de diferentes subestaciones del CTE CENTRO. Conociendo como es la organización de las consignas en cada volumen del manual de operación y mantenimiento de acuerdo a si son de falla o mantenimiento, se cumple el segundo objetivo específico del proyecto de la pasantía.

En el apartado 3.4 se realizaron las consignas de operación y falla de las subestaciones Bacata, Betania, Torca, La Miel, Purnio y STATCOM, siguiendo un proceso lógico, secuencial y simple que permitan a operarios, asistentes de subestación e ingenieros utilizarlas para afrontar los eventos que se puedan presentar en las subestaciones. Realizando estas consignas se cumple el tercer objetivo específico del proyecto de la pasantía.

Cumpliendo los tres objetivos específicos se cumple de manera implícita el objetivo principal del proyecto de la pasantía, siendo claros en que se actualizan los manuales de operación y mantenimiento de las 6 subestaciones eléctricas trabajadas. Y obedeciendo al reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) artículo 18 Trabajos en redes desenergizadas apartado 18.2 Maniobras que dice: “Por la seguridad de los trabajadores y del sistema, se debe disponer de un procedimiento que sea lógico, claro y preciso para la adecuada programación, ejecución, reporte y control de maniobras, esto con el fin de asegurar que las líneas y los equipos no sean energizados o desenergizados por error, un accidente o sin advertencia”. [4]

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones.

- Es importante realizar y actualizar las consignas de operación y falla de las subestaciones eléctricas del CTE CENTRO de la empresa ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P, primeramente para garantizar y salvaguardar la integridad física de los operarios de la empresa, actualizar los manuales de operación y mantenimiento para tener una información completa y detallada de cada una de las subestaciones y finalmente para mantener en buen condiciones los activos de la empresa mediante la ejecución correcta de maniobras y tratamiento de eventos de falla.
- El resultado final de la elaboración de las consignas operativas y de falla no se lograría sin la colaboración y suministro de la información respectiva de los equipos de cada subestación por parte de los ingenieros y funcionarios de la empresa. Y segundo para lograr la calidad de las consignas se tienen que abordar los objetivos específicos de manera secuencial y ordenada; de no cumplirse así las consignas quedarían mal realizadas y no se tendría certeza de los procedimientos descritos en las consignas.
- Al ser 11 subestaciones en total para el CTE CENTRO, resulta un poco difícil abordar en su totalidad las subestaciones para la elaboración de las consignas, por tal razón en el desarrollo de la pasantía se trabajan 6 subestaciones, y con ellas se trata de completar al 100% los manuales de operación y mantenimiento. Además el tiempo que pasa entre el desarrollo de una consigna y su aprobación dificulta de cierta manera trabajar todas las subestaciones a la vez.
- El éxito del proyecto de la pasantía radica en la actualización de la tabla de estados de las consignas del CTE CENTRO (ANEXO 4), evidenciando un gran avance en la consecución del objetivo del proyecto para la empresa. En esta tabla se nota que quedan por actualizar los volúmenes de ciertas subestaciones y que no son muchas; los manuales de operación y mantenimiento de dichas subestaciones serán actualizadas por el próximo estudiante que realice la misma práctica.
- La pasantía no solamente ofrece el desarrollo del proyecto de la actualización y diseño de las consignas operativas y de fallas, ofrece también la posibilidad de realizar actividades ingenieriles como mantenimientos, tomas de muestra de aceite, cambio de luminarias perimetrales e inspecciones operativas. Actividades que brindan la oportunidad al autor de la pasantía de tener nuevos conocimientos, afianzar los aprendidos en la formación universitaria y tener un crecimiento profesional y personal del estudiante.

6.2 Recomendaciones.

- Cuando se tengan actualizados en su totalidad los manuales de operación y mantenimiento de las subestaciones y por algún motivo cambien las condiciones operativas o se cambie la tecnología de un equipo, se debe de inmediato actualizar, cambiar o crear las consignas ya que las anteriores quedarían desactualizadas y no podrían utilizarse para abordar cualquier evento dentro de la subestación.
- Sería de gran utilidad y permitiría que se desarrolle mejor el proyecto de la pasantía, si los operarios y asistentes de las diferentes subestaciones suministraran de forma más rápida la información solicitada por los estudiantes que ejecutan la labor de desarrollar las consignas. De igual manera que las revisiones se hagan en el menor tiempo posible para realizar las correcciones pertinentes y actualizar más rápido los manuales de operación y mantenimiento de las subestaciones.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] I. INTERCOLOMBIA, «Manual de operacion para estudiantes GLOSARIO,» Bogotá D.C, 2017.
- [2] I. INTERCOLOMBIA, «Red en Operación,» ISA INTERCOLOMBIA, Noviembre 2018. [En línea]. Available: <http://www.isaintercolombia.com/Proyectos/Red-en-operacion>.
- [3] I. INTERCOLOMBIA, «Transporte de Energia Eléctrica,» ISA INTERCOLOMBIA, nOVIEMBRE 2018. [En línea]. Available: <http://www.isa.co/es/isa-y-sus-negocios/Paginas/transporte-de-energia-electrica.aspx>.
- [4] I. INTERCOLOMBIA, «Manual de nomenclatura operativa,» Medellin, 2001.
- [5] I. INTERCOLOMBIA, «Manual de Elaboracion de Operacion de Subestaciones,» Medellin, 2014.
- [6] M. d. M. y. Energia, Reglamento Tecnico de Instalaciones Electricas, Bogoa, 2013, p. 78.

8. ANEXOS

	Título de la consigna		Código consigna
			Revisión
5			Página de

--	--	--

FORMATO PARA CONSIGNA DE OPERACIÓN




--	--	--	--	--


5	5	5	Elaboró:	Revisó:	Aprobó:
			Fecha:	Fecha:	Fecha:

1

Anexo 1 Formato para consigna de operación.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

	Título de la consigna	Código consigna Revisión
		Página de



ISA INTERCOLOMBIA

FORMATO PARA CONSIGNA DE FALLA

Elaboró:	Revisó:	Aprobó:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

2

Anexo 2 Formato de consigna de falla.

Fuente: Manual de elaboración de operación de subestaciones ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

ESTADO CONSIGNAS CTE CENTRO									
Subestación	Volúmenes I: Generalidades	Volúmenes II: Op Equipos de Patio	Volúmenes III: Op Servicios Auxiliares	Volúmenes IV: Falla Equipos de Patio	Volúmenes V: Falla Servicios Auxiliares	Volúmenes VI: Falla de equipos de telecomunicaciones	Volúmenes VII: Falla sistemas de control coordinado	Volúmenes VIII: Manuales de Usuario	
	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado
1	Bocotá	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %
	STATCOM	En Construcción SIEMENS	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Por Actualizar 80 %	Por Actualizar 80 %	Por Actualizar 80 %	Incompleta	Incompleta
2	Tercé	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Por Actualizar 90 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %
3	Betsala	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Por Actualizar 80 %	Por Actualizar 80 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %
4	La Reforma	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %
5	Ibague	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %
6	Chivor	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %
7	La Mesa	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Por Actualizar 85 %	Por Actualizar 80 %	Por Actualizar 0 %	Por Actualizar 0 %	No aplica	Terminado 100 %
8	Sochagota	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Por Actualizar 85 %	Por Actualizar 0 %	Por Actualizar 30 %	Por Actualizar 0 %	Terminado 100 %
9	Puriso	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Por Actualizar 0 %	Por Actualizar 0 %	Terminado 100 %
10	La Miel	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Por Actualizar 0 %	Terminado 100 %
11	San Felipe	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	No aplica	Terminado 100 %

Anexo 3 Tabla de estado consignas CTE CENTRO.

Fuente: Manual de subestaciones CTE CENTRO, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

ESTADO CONSIGNAS CTE CENTRO								
Subestación	Volúmen I: Generalidades	Volúmen II: Op Equipos de Patio	Volúmen III: Op Servicios Auxiliares	Volúmen IV: Falla Equipos de Patio	Volúmen V: Falla Servicios Auxiliares	Volúmen VI: Falla de equipos de Telecomunicaciones	Volúmen VII: Falla sistemas de control coordinado	Volúmen VIII: Manuales de Usuario
	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado
1	Bacatá	Terminado 100 %	Por actualizar 50%	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %
	STATCOM	En Construcción SIEMENS	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Por Actualizar 80 %	Por Actualizar 80 %	Por Actualizar 80 %	Incompleto
2	Torca	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %
3	Betania	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %
4	La Reforma	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %
5	Ibague	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %
6	Chivor	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %
7	La Mesa	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Por Actualizar 98%	Por Actualizar 90 %	Por Actualizar 0 %	Por Actualizar 0 %	No aplica
8	Sockagota	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Por Actualizar 85 %	Por Actualizar 0 %	Por Actualizar 30%	Terminado 100 %
9	Pursio	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Por Actualizar 0 %	Terminado 100 %
10	La Mila	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Por Actualizar 30%	Terminado 100 %
11	San Felipe	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	Terminado 100 %	No aplica	Terminado 100 %



Anexo 4 Tabla de estado consignas CTE CENTRO actualizada

Fuente: Manual de subestaciones CTE CENTRO, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P






Anexo 5 Subestación Betania y Casa de Maquinas Central

Fuente: Propia.

		Disparo Relé Buchholz (TR3).		BET1-F473-PRO Revisión 1 Página 1 de 1
EQUIPO	DESCRIPCIÓN DEL MODO DE FALLA	CAUSAS PROBABLES	SOLUCIONES	
 Relé Buchholz.	<p>En caso de fallas severas se presenta formación abundante de gas que al buscar la salida hacia el tanque conservador del transformador provoca un gran flujo de líquido (m/s) hacia el sitio que acciona los contactos de disparo del Relé Buchholz.</p>	<p>Presencia de gases en el aceite del transformador.</p> <p>Cuando se detecta la anomalía, el Relé Buchholz se dispara al activando un contacto auxiliar el cual realiza las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Envía señal de disparo al Relé de disparo y bloqueo del interruptor. Envía señal de anuncio de disparo al controlador de la subestación. 	<p>Cuando se detecte la señal de disparo, chequear el color del gas a través de la ventana de inspección. Usualmente se ha notado lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gas color blanco: Se origina por arco eléctrico en contacto con papel. Gas amarillizo: Es debido a maderas y cartón. Gas grisáceo: Es causado por arco libre en el aceite. <p>De tenerse los elementos propios, tomar una muestra del aceite para su análisis.</p> <p>Realizar prueba purgando el Buchholz para verificar la presencia de gases combustibles.</p> <p>Seguir la guía de falla de equipo inductivo</p>	<p>Manuales: Ver manual del equipo</p>
<p>Nota: Coordinar acciones con el CSM y el Disponible General del CTE.</p>		<p>Planos: Libro: =EH 01 +R01 S1M-280-C1 Hoja 9- =EH 01 +R01 S1ZN-280-B1 Hoja 1+.</p>		
<p>Elaboró: Johan Sebastian Lopez Sicua Fecha: 19-07-18</p>		<p>Revisó: Raúl Guerrero Silva Fecha:</p>		<p>Aprobó: Jorge Orlando Gonzalez Herreño Fecha:</p>

Anexo 6 Consigna Disparo Relé Buchholz (TR3) BET1-F473-PRO.

Fuente: Manual de operación y mantenimiento de subestación Betania Volumen IV, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

	<p>Falla Auxiliares Seccionadores de Barra, Transformador o Transferencia.</p>	<p>BET-F008-SSAA Revisión 1 Página 1 de 1</p>	
<p>EQUIPO</p>  <p>Distribución corriente continua 125 VCC Control y motor seccionadores-</p>  <p>Servicios Auxiliares distribución 125 VCC. =NG NK +NK1</p>	<p>DESCRIPCION DEL MODO DE FALLA</p> <p>Esta alarma se presenta como consecuencia de la pérdida de tensión de alimentación en el circuito del motor de los seccionadores de barra, transformador o transferencia.</p>	<p>CAUSAS PROBABLES</p> <ul style="list-style-type: none"> Operación del guarda motor del motor del seccionador. Apertura o disparo del interruptor termo magnético, localizado en el gabinete del seccionador lado de transformador, 115KV. Cualquiera de las acciones anteriores produce la desenergización del circuito y genera la señal de alarma. 	<p>SOLUCIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> No ejecutar labores de reparación en el mecanismo de operación del seccionador cuando esté en servicio. Si al momento de ocurrir la alarma se está maniobrando el seccionador, no se deben realizar maniobras en los equipos de campo de línea hasta no encontrar la causa de la alarma y solucionarla. Verificar la presencia de tensión en el circuito de alimentación del motor, ubicado en la caja de mando del seccionador esté operado. Verificar la posición cerrada del interruptor, localizado en el gabinete de servicios auxiliares.
<p>Nota: Coordinar acciones con el CSM y el Disponible General del CTE.</p>	<p>Planos: Libro: =EH 01 +BUMK7 S0G-280-C1 Hoja 2.- =NG NK +NK1 S2G-283 Hoja 3+.</p>	<p>Manuales: Ver manual del equipo</p>	
<p>Elaboró: Johan Sebastián López <u>Silva</u> Fecha: 10-07-18</p>		<p>Aprobó: Jorge Oriando Gonzalez Herreño Fecha:</p>	

Anexo 7 Consigna falla auxiliares seccionador de barra, transformador o transferencia BET-F008-SSAA

Fuente: Manual de operación y mantenimiento de subestación Betania Volumen V, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

MANTENIMIENTO PREVENTIVO 6 MESES BANCO DE BATERÍA 1 Y 2 125 VDC SUBESTACIÓN BETANIA.

Condiciones iniciales del sistema:

- Los breakers de los rectificadores de los cargadores 1 y 2 se encuentran cerrados.
- Los breakers de las cargas de los cargadores 1 y 2 se encuentran cerrados.
- Los breakers de los Interconectores de los cargadores 1 y 2 se encuentran Abiertos.
- Los breakers NK1-B1 y NK2-B2 se encuentran cerrados.

Procedimiento:

1. Antes de empezar cualquier prueba sobre los bancos de baterías 1 o 2, se realiza una limpieza de polvo de cada batería, una inspección visual de que los bornes no se encuentren sulfatados y de que los tornillos no se encuentren sueltos.
2. Tomar la tensión de flotación de cada batería y la total del banco de batería al cual se le vaya a efectuar la prueba. Además verificar la temperatura de las baterías y los bornes de cada una. Esta información debe ser registrada en la hoja de Excel correspondiente al mantenimiento de 6 meses.
3. Abrir el breaker de alimentación de los rectificadores de 480 VAC del Cargador 1. Las cargas que estaba alimentando el cargador 1 automáticamente las toma el Cargador 2.
4. Cerrar los breakers correspondientes a los Interconectores del Cargador 1 y el Cargador 2.
5. Abrir el breaker de alimentación de los rectificadores de 480 VAC del Cargador 2. Las cargas tanto del Cargador 1 como del Cargador 2 son automáticamente alimentadas por los bancos de Baterías 1 y 2 (125 VDC).
6. Abrir el breaker Seccionador Banco 2 en el cuarto de baterías. De esta forma el banco de baterías 1 asume todas las cargas. A partir de este momento empieza la prueba durante 1 hora para verificar la autonomía de cada banco.
7. Se utiliza la pinza amperimétrica para monitorear la corriente suministrada por el banco hacia las cargas, además sirve de control ante cualquier anomalía en cuanto a la corriente demandada por las cargas.
8. Después de 15 minutos de iniciada la prueba al banco de baterías se registran en la hoja de Excel los valores de tensión en cada una de las baterías, la tensión total aportada por el banco de baterías y la temperatura de bornes.
9. Pasada una hora de iniciada la prueba al banco de baterías se registran en la hoja de Excel los valores de tensión en cada una de las baterías, la tensión total aportada por el banco de baterías y la temperatura de los bornes.
10. Se procede a normalizar el sistema a condiciones iniciales; cerrar el breaker Seccionador Banco 2 de esta manera la carga demandada queda distribuida en los dos bancos de baterías.
11. Cerrar el breaker de alimentación de los rectificadores de 480 VAC del Cargador 2, de esta forma las cargas dejan de ser alimentadas por los bancos de baterías y ahora son alimentadas por el rectificador del Cargador 2.
12. Abrir los breakers correspondientes a los Interconectores del Cargador 1 y cargador 2.
13. Cerrar el breaker de alimentación de los rectificadores de 480 VAC del cargador 1. Automáticamente las cargas que tenía el Cargador 2 quedan distribuidas en los dos cargadores. De esta forma el sistema queda en las condiciones iniciales.
14. El banco de baterías 1 empieza su proceso de carga.
15. Repetir este mismo procedimiento para realizar la prueba al banco 2 de baterías 125 VDC.

Anexo 8 Consigna Especial Mantenimiento Banco de Baterías 125 VDC Betania.

Fuente: Manual de operación y mantenimiento de subestación Betania Volumen VIII, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P



Anexo 9 Visita estudiantes Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bacata.

Fuente: Propia.

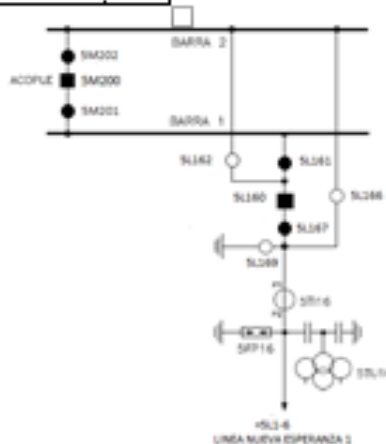
Nivel 1



1. CONDICIONES INICIALES		
EQUIPO	ESTADO	
1	Interruptor SL160	<input type="checkbox"/>
2	Seccionador SL161	<input type="checkbox"/>
3	Seccionador SL162	<input type="checkbox"/>
4	Seccionador SL166	<input type="checkbox"/>
5	Seccionador SL167	<input type="checkbox"/>
6	Cuchilla de Puesta a Tierra SL169	<input type="checkbox"/>
7	Interruptor SM200	<input type="checkbox"/>
8	Seccionador SM201	<input type="checkbox"/>
9	Seccionador SM202	<input type="checkbox"/>
7	Selector "Local/Remoto" en tablero SL1-6+W16 Caseta C56	<input type="checkbox"/>
8	Selector "Interlocking Off/Normal" tablero SL1-6+W16 Caseta C56	<input type="checkbox"/>

1. PROCEDIMIENTO		
EQUIPO	MANIOBRA	
1	Selector "Local/Remoto" en tablero SL1-6+W16 Caseta C56	Local <input type="checkbox"/>
2	Selector "Interlocking Off/Normal" tablero SL1-6+W16 Caseta C56	Interlocking OFF <input type="checkbox"/>
3	Seccionador SL161	Cerrar <input type="checkbox"/>
4	Seccionador SL167	Cerrar <input type="checkbox"/>
5	Interruptor SL160	Cerrar <input type="checkbox"/>
6	Selector "Interlocking Off/Normal" tablero SL1-6+W16 Caseta C56	Normal <input type="checkbox"/>
7	Selector "Local/Remoto" en tablero SL1-6+W16 Caseta C56	Remoto <input type="checkbox"/>



DIAGRAMA UNIFILAR EN CONDICIONES FINALES



Elaboró: Johan Sebastián López <i>Silva</i>	Revisó: Raúl Guerrero Silva	Aprobó: Jorge Orlando González H.
Fecha: 20-12-2018	Fecha:	Fecha:

Anexo 10 Consigna Energizar el circuito Nueva Esperanza por su propio Interruptor a través de la Barra 1, BAC5-047-LIN

Fuente: Manual de operación y mantenimiento de subestación Bacatá Volumen II, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

		TOR-F021-SSAA Revisión 1 Página 1 de 1	
Falla Inversor 1 125 VDC/120VAC			
EQUIPO	DESCRIPCION DEL MODO DE FALLA	CAUSAS PROBABLES	SOLUCIONES
 Falla Inversor 1.0	<ul style="list-style-type: none"> Alguna falla interna en alguno de los dos inversores activa la alarma "Falla el inversor 1", presente en el anunciador de servicios auxiliares, ubicado en la columna de sincronismo del cuarto de control. 	<ul style="list-style-type: none"> Falla interna de cualquiera de los dos inversores que alimentan los servicios esenciales a 120 VCA de la Subestación. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar si hay presencia de alguna otra falla relacionada con la falla de alguno de los dos inversores. Realizar inspección visual en sitio a los LEDs indicadores de ambos inversores para detectar cualquier indicador de falla. Verificar presencia de tensión 125 VDC que entra al inversor 1, en el Breaker MCB 3 del cargador N° 1. Verificar presencia de tensión 120 VAC que entra al inversor 1, en el Breaker MCB 1 de los auxiliares locales. Solicitar inspección de los equipos inversores por parte del G.E.M. S.P.A.T.
Nota: Coordinar acciones con el CSM y el Disponible General del CTE.		Planos: Servicios Auxiliares 125 VDC TORCA 230KV. CIRCUITO 172 Hoja 1.	
Manuales: Ver manual del equipo			
Elaboro: Johan Sebastian Lopez Sicua Fecha: 02 - 11 - 2018		Reviso: Libardo Ortiz Martinez Fecha: 19 - 11 - 2018	
		Aprobó: Jorge Orlando Gonzalez Herreño Fecha: 19 - 11 - 2018	

Anexo 11 Consigna Falla Inversor 1 125 VDC/120VAC, TOR-F021-SSAA

Fuente: Manual de operación y mantenimiento de subestación Torca Volumen V, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P



Anexo 12 Mantenimiento bahía Guavio I, S/E Torca

Fuente: Propia.




Anexo 13 Cambio Interruptor Guavio I, S/E Torca

Fuente: Propia.



Anexo 14 Cableado Interruptor Guavio I S/E Torca


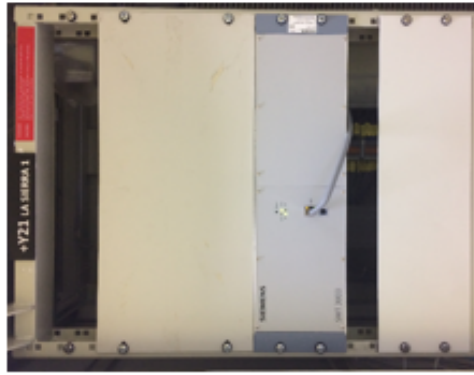
Fuente: Propia.

isa INTERCOLOMBIA		Pérdida de Comunicación con Controlador de Bahía.		MIE2-F001-SAS Revisión 1 Página 1 de 1
EQUIPO	DESCRIPCION DEL MODO DE FALLA	CAUSAS PROBABLES	SOLUCIONES	
	<p>Esta alarma indica la pérdida de comunicación con el controlador de campo.</p>	Daño en la fibra óptica de conexión.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar cableado de fibra óptica. • Realizar intercambio de fibras ópticas con las fibras de repuesto. • Verificar actividad en el puerto del concentrador de datos de fibra óptica. 	
		Daño en tarjeta de red.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que no esté encendido el led de la tarjeta de red. • Reemplazar tarjeta de red. • Verificar el estado de los leds indicadores de la tarjeta de comunicación 140NCE 771 00. • Reemplazar tarjeta de red. 	
		Daño en CPU	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar leds de estado de la tarjeta CPU. • Realizar cambio de CPU. 	
		Daño en fuente de alimentación.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar presencia de alimentación 125 VDC. • Verificar led de indicación de encendido de la fuente de alimentación. • Verificar leds de estado de la tarjeta de fuente. 	
<p>Nota: Coordinar acciones con el CSM y el Disponible General del CTE. Planos:</p>		Falla alimentación controlador.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar presencia de tensión en el controlador. • Verificar estado de la tarjeta de alimentación 140 CPS 524 00. 	
<p>Manuales: Ver manual del equipo</p>				

Elaboró: Johan Sebastián López Silva
 Fecha: 17-07-18
 Revisó: Raúl Guerrero Silva
 Fecha:
 Aprobó: Jorge Orlando González Herrero
 Fecha:

Anexo 15 Consigna Pérdida de comunicación con controlador de Bahía, MIE2-F001-SAS.

Fuente: Manual de operación y mantenimiento de subestación La miel Volumen VI, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P

	<p>Falla equipo PLP La Sierra 1</p>		<p>PRN2-F012-TP Revisión 1 Página 1 de 1</p>
<p>EQUIPO</p>  <p>Falla equipo PLP La Sierra 1</p>	<p>DESCRIPCION DEL MODO DE FALLA</p> <ul style="list-style-type: none"> Esta alarma indica falla o indisponibilidad en el equipo de teleprotección de la bahía de línea La Sierra 1. 	<p>CAUSAS PROBABLES</p> <ul style="list-style-type: none"> Falla en la polaridad de alimentación. Falla interna del equipo de teleprotección de la línea. 	<p>SOLUCIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> Debe verificarse la alimentación del equipo de comunicaciones ubicado en el armario →Y21. Verificar alimentación de 125 VDC sobre las borneras de la fuente de alimentación del equipo de teleprotección. Para la reposición se deberá cerrar el mini interruptor que se encuentre operado luego de haber solucionado la causa del problema. Si no se repone la alarma deberán revisarse las demás alarmas activadas, el cableado, los relés repetidores y las conexiones para hallar la causa del problema y realizar las reparaciones necesarias. Solicitar revisión interna del equipo de protección por parte del G.E.M. S.P.A.T. en caso de no poder solucionar la falla. No es prudente operar un equipo sin el esquema completo de protección, por esto se debe consignar el equipo, previa autorización del Centro de Control. <p>Manuales: Ver manual del equipo</p>
<p>Nota: Coordinar acciones con el CSM y el Disponible General del CTE.</p>		<p>Planos: SENALES EQUIPO –PLP LINEA LA SIERRA 1 CO197250 PAG. 455 - 456</p>	
<p>Elaboró: Johan Sebastian Lopez Sicua Fecha: 02-11-2018</p>		<p>Revisó: Pedro David Medina V - Jhon Jairo Bolano G Fecha: 02-11-2018</p>	
<p>Aprobó: Jorge Orlando Gonzalez Herrero Fecha: 02-11-2018</p>			

Anexo 16 Consigna Falla equipo PLP La Sierra 1 PRN2-F012-TP

Fuente: Manual de operación y mantenimiento de subestación Purnio Volumen VII, ISA INTERCOLOMBIA S.A E.S.P



Anexo 17 Módulos del Convertidor STATCOM

Fuente: Propia.



Anexo 18 STATCOM VISTA EXTERIOR.

Fuente: Propia.



Anexo 19 Mantenimiento Banco de baterías STATCOM

Fuente: Propia.