



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“ESTUDIO PARA IMPLEMENTACIÓN DE TRANSFERENCIA  
AUTOMÁTICA A 13.8 KV PARA LA ALIMENTACIÓN DE  
HOSPITAL DE RIOBAMBA “HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL  
DOCENTE DE RIOBAMBA””

### **INFORME DE MATERIA INTEGRADORA**

Previo a la obtención del Título de:

### **INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN POTENCIA**

JAIME MIGUEL BENALCÁZAR HARO

NELSON ANDRÉS VALAREZO FRANCO

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2017

## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento hacia mi familia en especial que ha sido mi principal apoyo para poder culminar los estudios en ESPOL, a mis profesores ya que ellos nos han brindado todo el conocimiento adquirido en mí la vida politécnica y por la cual he realizado este trabajo para poderme graduar.

**Jaime Benalcázar.**

Agradezco a mis padres por ser un gran ejemplo a seguir, a los profesores que han cumplido de excelente manera su labor de docencia y por supuesto a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

**Nelson Valarezo.**

## DEDICATORIAS

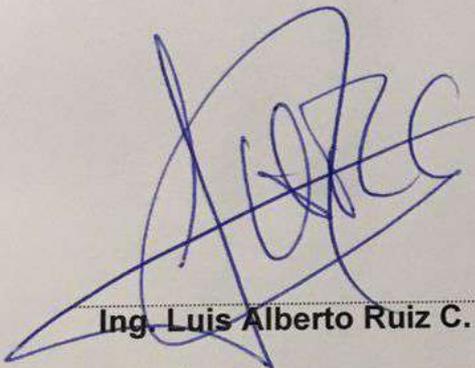
El presente trabajo dedico a toda mi familia tanto de Riobamba como de Guayaquil, profesores, amigos y compañeros que por su apoyo permanente e incondicional a lo largo de la nuestra vida politécnica.

**Jaime Benalcázar.**

Dedico de manera especial a mi familia la cual ha estado presente en cada etapa de mi vida y ha logrado hacer de mí un profesional.

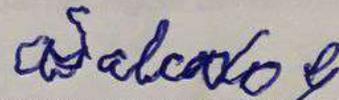
**Nelson Valarezo.**

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN



**Ing. Luis Alberto Ruiz C. Msc**

PROFESOR EVALUADOR



**Ing. Adolfo Salcedo Guerrero Msc.**

PROFESOR EVALUADOR

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Jaime Miguel Benalcázar H.



Nelson Andrés Valarezo F.

## RESUMEN

El hospital de Riobamba actualmente se encuentra alimentado principalmente por la Subestación 1 alimentadora 5, la cual tiende a sufrir cortes de electricidad por alguna falla en el sistema de alimentación, que provocan que la generación propia del hospital opere por tiempo prolongado hasta que se restablezca el servicio eléctrico que brinda la subestación que lo alimenta. Para reducir este gasto económico y que haya una mayor confiabilidad en el sistema de alimentación se conectará además a una línea secundaria 5 proveniente de la subestación 3 por medio de reconectores, ya que actualmente se la realiza de manera manual. El estudio se debe realizar ya que el hospital es una carga sensible dentro de la ciudad. La alimentadora secundaria energizaría la carga total del hospital instalada, que es de 550KVA, de la cual la máxima utilizada en el año 2016 es de 219,1089 KVA y un tramo corto de línea de media tensión.

Para determinar que en caso que la transferencia sea al momento de máxima demanda, la línea secundaria abastecerá sin ningún tipo de sobrecarga en el sistema para lo que se realiza un estudio de carga aplicando el software CYMDIST.

Por medio de herramientas actuales como lo es Matlab Simulink se diseña una propuesta de diseño de control que consiste en que en el momento de que exista algún tipo de falla en el reconector de la línea principal, entre a operar la línea secundaria por medio del cierre de su reconector; en caso que haya una falla en las dos líneas se enciende el generador propio del hospital.

Para la comunicación mediante reconectores, el envío de datos se lo realiza mediante protocolo de comunicación GOOSE, utilizando el protocolo de redundancia en paralelo PRP ya que una comunicación directa entre los reconectores no es posible, por lo cual se necesita de un sistema SCADA en ésta estará la lógica de control y así poder realizar la transferencia automática de la carga del hospital en media tensión.

Los reconectores que están ya instalados usan como protocolo de comunicación IEC 60870 – 104, para este tipo de comunicación utilizamos el puerto 10 base-T (Ethernet) perteneciente al controlador ADVC, con tendido de red por fibra óptica para el cual se han tomado en cuenta equipos para transformación de pulsos eléctricos a señal de luz.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN.....	iii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iv
RESUMEN.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación del tema.....	1
1.2. Objetivo general.....	2
1.3. Objetivos específicos.....	2
1.4. Alcance.....	2
1.5. Fundamento Teórico.....	3
1.5.1. ACO Transferencia Automática.....	3
1.5.2. Loop Automation.....	4
1.5.3. Transferencia utilizando señales de entrada de relés.....	6
1.5.4. Transferencia automática mediante comunicación entre los dos relés mediante norma IEC 61850.....	9
CAPÍTULO 2.....	16
2. SITUACIÓN ACTUAL.....	16
2.1. Descripción del problema.....	16
2.2. Alimentadora principal 13.8 kV actual.....	16
2.2.1. Trayectoria de alimentadora principal que abastece al Hospital Riobamba.....	16
2.3. Estado actual de carga de las subestaciones y alimentadoras.....	17
2.3.1. Subestación #1.....	18
2.3.2. Alimentadora 05 de la Subestación # 1.....	20
2.3.3. Subestación # 3.....	22

2.3.4.	Alimentadora 05 de la Subestación # 3. ....	24
2.3.5.	Demanda del Hospital Riobamba .....	26
2.4.	Características de la generación propia del hospital. ....	27
CAPÍTULO 3	.....	29
3.	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	29
3.1.	Estudio de carga de la alimentadora 0503 a 13.8 kV. ....	29
3.2.	Especificaciones de Equipos de media tensión. ....	31
3.2.1.	Conductor.....	32
3.2.2.	Reconector.....	34
3.3.	Sistema de Control propuesto. ....	36
3.3.1.	Loop Automatic por compuertas lógicas. (Simulink) .....	37
3.3.2.	Transferencia mediante cableado de cobre de relés. ....	38
3.3.3.	Transferencia mediante comunicación GOOSE.....	40
3.4.	Automatización .....	42
3.4.1.	Niveles de automatización.....	42
3.5.	Coordinación.....	44
3.5.1.	Ajuste de protección por Sobre y Bajo Voltaje. ....	44
3.5.2.	Control Generador.....	45
CAPÍTULO 4	.....	47
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS. ....	47
4.1.	Análisis Técnico.....	47
4.2.	Análisis económico. ....	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	52
BIBLIOGRAFÍA.	.....	53
ANEXOS.	.....	55
Anexo A.	Estructuras aéreas en medio voltaje. ....	55
Anexo B.	Estructuras aéreas en bajo voltaje. ....	60
Anexo C.	Detalles de estructura en postes y coordenadas de ubicación..	64
Anexo D.	Detalles de la alimentación y generación del hospital. ....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Transferencia automática [1].	3
Figura 1.2: Break Before Make [1].	4
Figura 1.3: Tipos de reconectores.	5
Figura 1.4: Operación de la regla 2.	5
Figura 1.5: Transferencia automática bajo Loop Automation.	6
Figura 1.6: Conexiones típicas AC de una sola línea de un relé de protección con su circuito de disparo de DC.	8
Figura 1.7: Interfaces de comunicación [3].	10
Figura 1.8: Trafico de comunicación [4].	12
Figura 1.9: Protocolo de redundancia en paralelo [4].	13
Figura 1.10: Protocolo de redundancia continuo de alta disponibilidad (HSR) [4].	14
Figura 2.1: Alimentadora 0501	17
Figura 2.2: Características de la alimentadora 0501	17
Figura 2.3: Curva de demanda de la S/E #1 2015	19
Figura 2.4: Curva de demanda de la S/E #1 2016	20
Figura 2.5: Curva de demanda de la alimentadora 0501 del 2015	21
Figura 2.6: Curva de demanda de la alimentadora 0501 del 2016	22
Figura 2.7: Curva de demanda de la S/E #1 2016	23
Figura 2.8: Curva de demanda de la S/E #1 2016	24
Figura 2.9: Curva de demanda de la alimentadora 0503 del 2015	25
Figura 2.10: Curva de demanda de la alimentadora 0503 del 2016.	26
Figura 2.11: Curva de demanda del hospital del 2016.	27
Figura 3.1: Trayectoria de alimentadora 0503.	29
Figura 3.2: Estudio de carga en CYMDIST.	30
Figura 3.3: Perfil de Voltaje hasta el Hospital	31
Figura 3.4: Prolongación de alimentadora 0503.	32
Figura 3.5: Reconector serie U.	34
Figura 3.6: Controlador ADVC	35
Figura 3.7: Lógica de control.	37
Figura 3.8: Lógica de control para escenario en 0501.	38
Figura 3.9: Lógica de control para escenario en 0503.	38
Figura 3.10: Puertos de comunicación [8].	39
Figura 3.11: Comunicación PRP	41
Figura 3.12: Niveles de Automatización [9].	42

Figura 3.13: Seteo para sobre voltaje/ bajo voltaje.....	45
Figura 3.14: Seteo para control generador. ....	46
Figura 4.1: Comunicación PRP.....	47
Figura 4.2: Recorrido alimentadora 0501.....	48
Figura 4.3: Recorrido alimentadora 0503.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Demanda S/E #1 2015.....	18
Tabla 2: Demanda S/E #1 2016.....	19
Tabla 3: Demanda de alimentadora 0501 del 2015 .....	20
Tabla 4: Demanda de alimentadora 0501 del 2016 .....	21
Tabla 5: Demanda S/E #3 2015.....	22
Tabla 6: Demanda S/E #3 2016.....	23
Tabla 7: Demanda de alimentadora 0503 del 2015 .....	24
Tabla 8: Demanda de alimentadora 0503 del 2016 .....	25
Tabla 9: Demanda del hospital del 2016.....	26
Tabla 10: Características del Generador .....	27
Tabla 11: Datos de carga para simular. ....	29
Tabla 12: Datos técnicos del conductor [6]. ....	33
Tabla 13: Características del Reconector Serie U .....	34
Tabla 14: Señales de entrada.....	37
Tabla 15: Parámetros para el seteo.....	44
Tabla 16: Distancia de red. ....	49
Tabla 17: Costo de mano de obra.....	50
Tabla 18: Materiales y servicios para fibra óptica en PRP.....	50

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN.

La transferencia automática de carga por reconectores permite que una falla crítica no interrumpa la alimentación, si falla la alimentadora principal se realizará conecta una alimentadora secundaria que está en la capacidad de abastecer a la carga.

El hospital de Riobamba está conectado a dos alimentadoras, pero la transferencia de la carga se realiza de manera manual actualmente. La implementación para la transferencia automática de la carga se debe diseñar con lógica de control que gobierne a los dos reconectores y que opere a estos cuando se pierda energía en una de las alimentadoras.

### 1.1. Justificación del tema.

El hospital de Riobamba actualmente se encuentra alimentado principalmente por la Subestación 1, alimentadora número 5, la cual tiende a sufrir cortes de electricidad por alguna falla en el sistema de alimentación de la subestación. Estos cortes de electricidad provocan que la generación propia del hospital entre a operar por tiempo prolongado hasta que se pueda volver a restablecer el servicio eléctrico que brinda la subestación que lo alimenta. Al entrar la generación propia del hospital se produce mayor gasto económico ya que la generación es termoeléctrica.

Para reducir este gasto económico y que haya una mayor confiabilidad en el sistema de alimentación del hospital además de suplir la necesidad de otros sectores que ya están por saturarse, la empresa eléctrica de Riobamba prolongó una parte de la alimentadora proveniente de la Subestación 3. Para lo cual en este documento se constatará que la línea tenga suficiente capacidad, además se diseñara la coordinación de las protecciones. La nueva sección de alimentadora entrará a operar si la alimentadora de la Subestación 1 deja de estar en servicio, esta transferencia de alimentadoras actualmente se ejecuta de forma manual pero la finalidad es que se debe efectuar automáticamente la interacción coordinada entre los reconectores.

Con dos alimentadoras para el hospital, la probabilidad de que se quede sin suministro de energía por un tiempo prolongado debe ser más baja en comparación a la que tiene con una sola alimentadora, pero al ser esta transferencia manual el tiempo que le toma entrar a energizar a la otra alimentadora puede ser largo y por tanto brindar un servicio de baja calidad. En un caso extremo que haya una falla general del sistema de distribución de Riobamba las dos subestaciones no estarían en operación, entrando entonces a funcionar la generación propia del hospital.

### **1.2. Objetivo general.**

Mejorar la confiabilidad en el sistema de alimentación en media tensión del Hospital de Riobamba con el estudio de la implementación de transferencia automática con reconectores entre dos alimentadoras.

### **1.3. Objetivos específicos.**

- Evaluar la alimentación actual que suministra energía al Hospital de Riobamba y constatar capacidad del nuevo tramo prolongado de la alimentadora tomando en cuenta estudio de carga, aplicando el software CYMDIST.
- Presentar una propuesta de diseño de control para la automatización de transferencia de carga de un alimentador a otro y uso de alimentador de emergencia y la coordinación de las protecciones, empleando elementos tradicionales y luego empleando herramientas actuales (Matlab).

### **1.4. Alcance.**

En el desarrollo de este proyecto, se presentará el sistema actual de alimentación para el hospital de Riobamba describiendo sus problemas y limitaciones.

Ya que la alimentadora proveniente de la subestación 3 tiene cargas distribuidas durante su trayectoria, se realizará una evaluación en el estudio de carga para comprobar si es apta para alimentar el hospital en caso de falla de su alimentadora principal.

Se proporciona un análisis que confirme que debido a la prolongación añadida últimamente no haya una caída de voltaje y por tanto un déficit en la calidad de servicio.

A la nueva prolongación de la alimentadora se procede a cambiar su modo de transferencia de modo manual a automático y se especificarán los equipos de automatización y control que servirán para la maniobra de transferencia de alimentadoras con una simulación mediante el software Matlab para diferentes casos de contingencia y finalmente ante la falta de servicio de la empresa eléctrica la coordinación de la automatización del generador propio del hospital. Por medio de tablas y gráficos mostraremos un análisis de resultados técnicos y económicos de varias soluciones alternativas.

Para finalizar presentaremos las conclusiones y recomendaciones de este proyecto.

## 1.5. Fundamento Teórico.

### 1.5.1. ACO Transferencia Automática

La transferencia automática alimenta de tensión a una carga crítica o importante desde dos alimentadoras disponibles. Este tipo de sistema es utilizado como apoyo para una carga crítica (como hospital) para mantener el suministro de energía desde una red secundaria en caso de que falle la red principal, como se muestra en la Figura. 1.1.

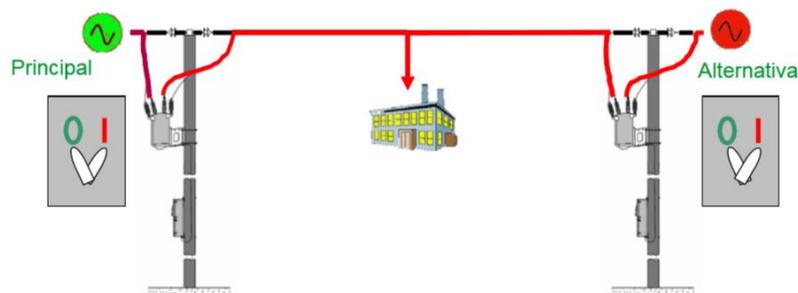


Figura 1.1: Transferencia automática [1].

### Restauración Automática

La restauración automática de energía de la carga crítica se lo realiza de acuerdo al principio siguiente.

### Break Before Make

De acuerdo a la Figura 1.2 el maestro da la instrucción al esclavo de abrir y luego esperar que los bushings del lado carga del maestro sean confirmados como desenergizados antes de que el maestro cierre y suministre tensión a la carga. Esto causará una pequeña interrupción sobre la carga durante el período de confirmación [1].

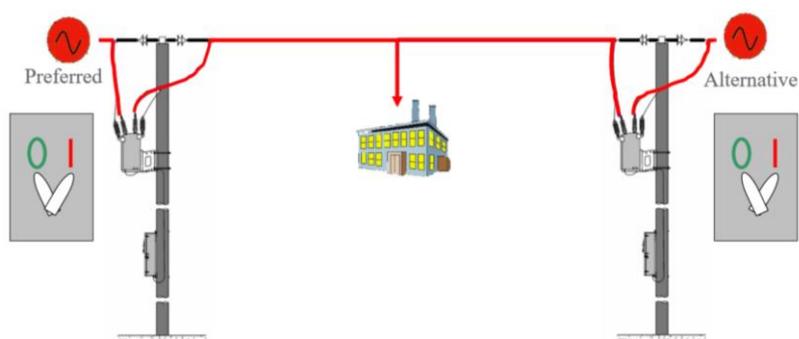


Figura 1.2: Break Before Make [1]

### 1.5.2. Loop Automation

Loop Automation o automatización de lazo, se refiere a la automatización en redes de distribución, este reconfigura la red, desconectando o aislando el sector donde se haya producido la falla y así alimentará a secciones libres de falla que previamente hayan sido desconectadas por la falla producida. El Loop Automation tiene la capacidad de restaurar la configuración de la red a la inicial después de que se haya despejado la falla del sector afectado.

#### Principio de operación de Loop Automation

El principio de operación se realiza mediante los siguientes pasos:

- Aísla el sector afectado por la falla.
- Se reconfigura la red de distribución, alimentando de energía las secciones libre de falla.
- Después de que la falla se haya despejado, la red automáticamente se restaura a su configuración normal.

### Tipos de Reconectador para una red con Loop Automation.

Se requiere de tres tipos de reconectadores, ver Figura 1.3:

- Reconectador alimentador (Feeder recloser), se ubica en la subestación.
- Reconectador enlace (Tie recloser), se ubica donde se encuentran las alimentadoras, el reconectador está abierto.
- Reconectador de punto medio (Mid-point recloser), se ubican en la red entre los reconectadores alimentador y lazo.

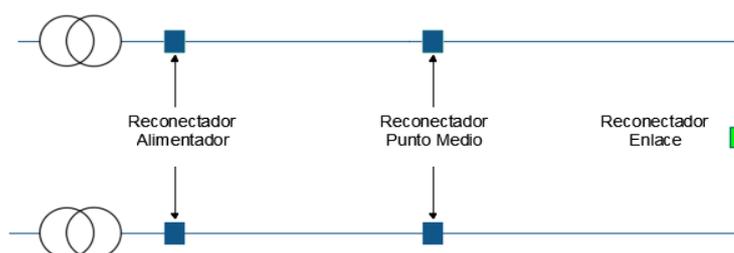


Figura 1.3: Tipos de reconectadores.

### Reglas de reconfiguración.

**Regla 1:** El reconectador alimentador opera cuando se pierde el suministro de energía de la subestación.

**Regla 2:** Los reconectadores de punto medio de la Figura 1.4 cambian de estado y a modo de disparo único cuando se pierde la tensión del lado de la fuente.

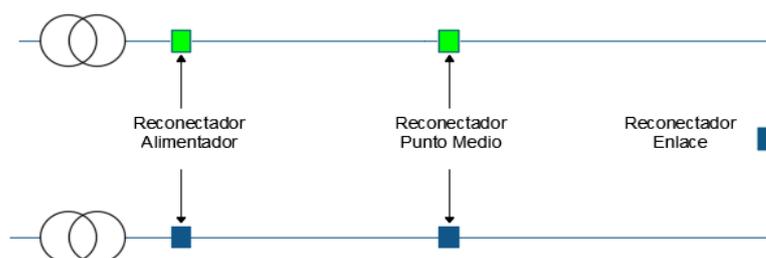


Figura 1.4: Operación de la regla 2.

**Regla 3:** El reconectador lazo que en operación normal está abierto, cierra cuando la tensión se pierde en uno de las dos alimentadoras.

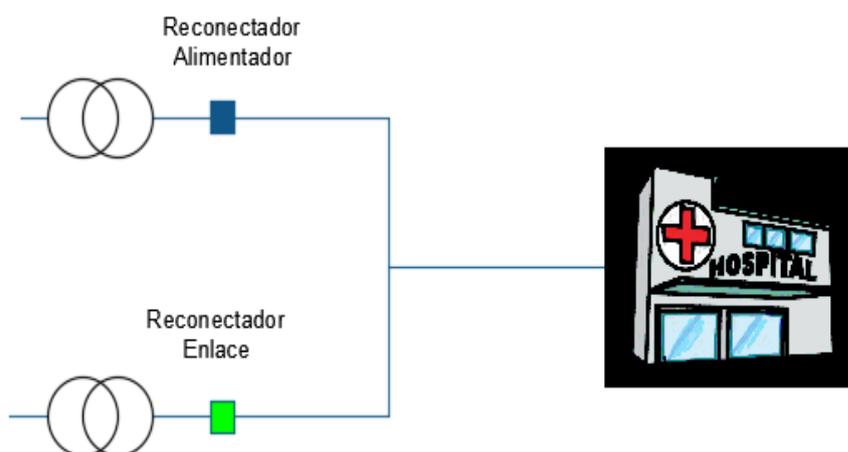
**Regla 4:** El reconector alimentador cierra (previamente que se haya disparado) cuando la tensión del lado de fuente o subestación es habilitada.

**Regla 5:** El reconector de punto medio cierra cuando la tensión es habilitada.

### Transferencia Automática bajo Loop Automation

**Regla 1:** El reconector alimentador opera cuando se pierde la tensión de la alimentadora o de la subestación.

**Regla 3:** El reconector de enlace que en operación normal está abierto, cierra cuando la tensión se pierde en uno de las dos alimentadoras, como se muestra en la Figura 1.5.



**Figura 1.5: Transferencia automática bajo Loop Automation**

**Regla 4:** El reconector alimentador cierra (previamente que se haya disparado) cuando la tensión del lado de fuente o subestación es habilitada.

#### 1.5.3. Transferencia utilizando señales de entrada de relés.

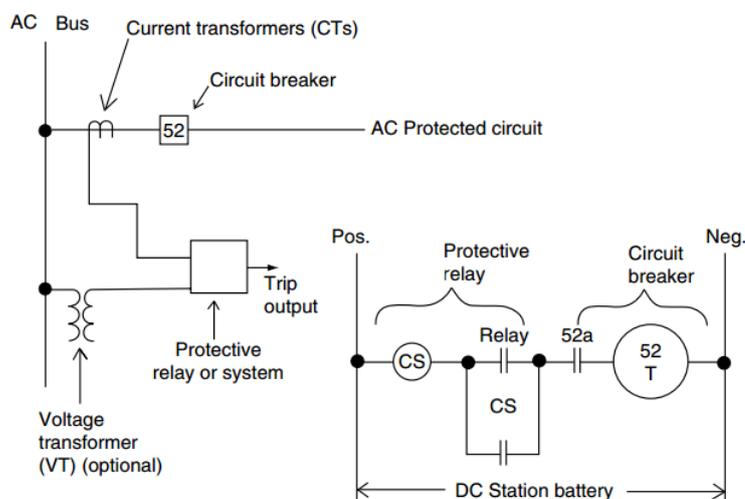
Las señales de entrada de los relés permiten realizar una comunicación directa entre estos, facilitando la transferencia de carga ya que en los propios relés se ingresa la lógica de control.

## CONEXIONES DE RELÉ TÍPICO E INTERRUPTOR DE CIRCUITO

Los relés de protección que utilizan cantidades eléctricas se conectan al sistema de potencia a través de CT o transformador de voltaje (VT). Estos dispositivos de entrada o transformadores de instrumentos proporcionan aislamiento de los voltajes del sistema de alta potencia y reducen las magnitudes a niveles secundarios prácticos para los relés. Como un elemento importante del sistema de protección, estas. En los esquemas de circuitos y diagramas están representados como se muestra en la Figura 1.6. Este diagrama muestra un diagrama típico de AC típico de “una línea” y un esquema de circuito de disparo de DC.

El sistema de relé de protección está conectado al sistema de potencia de AC a través de los CTs asociados comúnmente con el disyuntor y, si es necesario, a los VTs. Éstos se muestran conectados a la barra AC de la estación, pero a menudo a los voltajes más altos los dispositivos de voltaje están conectados a la línea de transmisión. El disyuntor es designado como dispositivo 52 siguiendo el sistema de números de dispositivo ANSI /IEEE (IEEE C 37.2).

En el esquema de DC los contactos se muestran siempre en su posición desenergizada. De este modo, cuando el disyuntor está cerrado y en servicio, su contacto 52a está cerrado. Cuando una falla activa el relé de protección, su contacto de salida se cierra para activar la bobina de disparo del interruptor 52T, la cual funciona para abrir los contactos principales del interruptor y desenergizar el circuito de alimentación conectado.



**Figura 1.6: Conexiones típicas AC de una sola línea de un relé de protección con su circuito de disparo de DC.**

El sello CS (interruptor del contactor) en la unidad no se requiere con las unidades de estado sólido y las corrientes de circuito de disparo inferior con interruptores de circuito modernos [2].

Los contactos de relé electromecánicos básicamente no están diseñados para interrumpir la corriente de la bobina de disparo del interruptor, por lo que se usó una unidad auxiliar DC designada interruptor de contactor (CS) para "sellar" o evitar los contactos del relé de protección como se muestra. Cuando el disyuntor se abre, el interruptor 52a se abrirá para desenergizar la bobina de disparo 52T. La interrupción de la falla por el disyuntor habrá abierto los contactos del relé de protección antes de que se abra el contacto 52a. Esta unidad CS no se requiere con relés de estado sólido.

Los diversos dispositivos interruptores de potencia son accionados por la sobrecorriente que pasa a través de ellos durante un fallo, o por una bobina de disparo accionada por corriente continua (DC), tal como se muestra en la figura anterior. Los primeros tipos se designan como disparo en serie, actuación directa, liberación directa, liberación indirecta y liberación de sobrecorriente. Por lo general, estos tienen unidades de relé de sobrecorriente incorporados que determinan el nivel de la corriente

alterna y por encima de la cual sus contactos se abrirán. Todos estos tipos se utilizan en el nivel de tensión más bajo del sistema de potencia.

En las tensiones del sistema de potencia más altas, cada estación en la que se instalan interruptores de circuito tiene una batería de estación para suministrar corriente continua a las bobinas de disparo del interruptor, los circuitos de control y de protección de relé según sea necesario, alarmas de emergencia e iluminación.

#### **1.5.4. Transferencia automática mediante comunicación entre los dos relés mediante norma IEC 61850.**

La norma IEC 61850 describe la comunicación de los equipos de protección y control de las subestaciones y alimentadoras para su automatización.

##### **Arquitectura de comunicaciones.**

Las funciones de un sistema de automatización de subestaciones (SAS) pueden referirse al control, monitorización y protección de los equipos de la subestación y alimentadoras.

Existen tres niveles lógicos los cuales se realizan en la subestación: nivel de estación, nivel de posición o bahía y nivel de procesos.

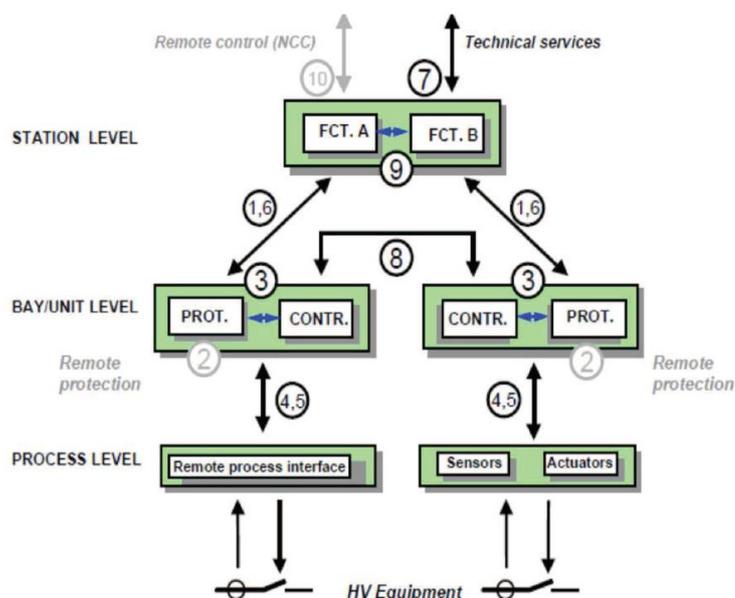
La función del nivel de bahía utiliza los datos de una posición y actúa con el equipamiento primario de la posición.

Las funciones de nivel de procesos se encargan del muestreo de valores analógicos y digitales directamente en el origen y los transmite al resto de dispositivos en tiempo real.

Para el nivel de estación, se distingue dos tipos de funciones:

- Las funciones relativas al proceso, que utilizan los datos de varias posiciones para actuar sobre los dispositivos de una o varias posiciones.
- Las funciones relativas a la interfaz, las cuales representan las fronteras del SAS con los operadores locales (HMI), centros remotos de control (TCI) y las unidades para la monitorización y mantenimiento (TMI).

Una interfaz es cada parte de la organización lógica de las interacciones entre elementos del sistema y para esta arquitectura se define diez interfaces que permiten la comunicación entre los tres niveles como se muestra en la Figura 1.7.



**Figura 1.7: Interfaces de comunicación [3].**

- IF1: datos de protección entre nivel de estación y nivel de posición.
- IF2: datos de protección entre tele protección.
- IF3: datos internos del nivel de posición.
- IF4: datos de medida entre nivel de proceso y nivel de posición.
- IF5: datos de control entre nivel de proceso y nivel de posición.
- IF6: datos de control entre nivel de estación y nivel de posición.
- IF7: datos de teleconfiguración y telesupervisión.
- IF8: datos de protección entre niveles de posición.
- IF9: datos de control interno de nivel de estación.
- IF10: datos de control entre nivel de estación y centros de control.

La norma IEC 61850 abarca todos los niveles excepto el 2 y 10.

No todas las interfaces tienen que estar presente en una subestación. Plantearlas facilita la definición de dos importantes redes LAN. A menudo,

las interfaces 1, 6, 3, 9 y 8 se combinan en LAN de estación, conectando el nivel de estación con el nivel de posición y sus dispositivos.

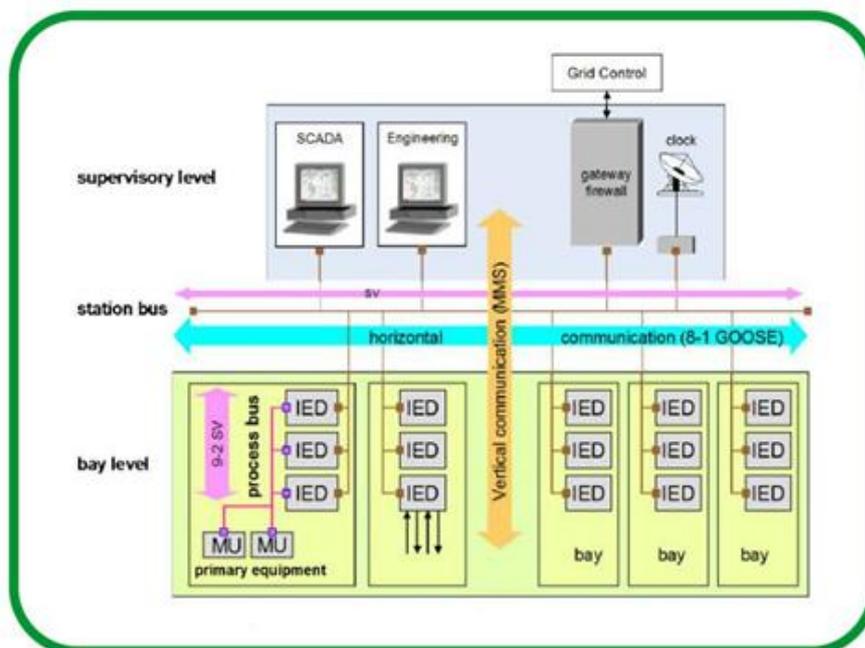
Las interfaces 4 y 5 se combinan con la LAN de procesos, la cual conecta el nivel de posición con el proceso. Frecuentemente, la LAN de procesos se restringe a una única posición. La interfaz 7 se dedica a la comunicación externa con un centro remoto. Por último, la interfaz 2 se dedica a la comunicación con protecciones remotas y, la interfaz 10, a las funciones de telecontrol.

Para realizar la transferencia automática de carga, este proceso se lo realiza en el nivel de subestación o control mediante un SCADA.

### **Comunicación GOOSE**

La comunicación GOOSE aprovecha la red Ethernet que poseen los IED's, al detectar un evento, los IED's transmiten a través de multidifusión para notificar el evento a otros dispositivos en la red que posea IEC 61850. El envío del mensaje de estos eventos se requiere que sea lo más rápido posible, los equipos que poseen IEC 61850 pueden enviar los mensajes en 10ms.

Mensajería GOOSE es un proceso más rápido que el contacto digital ya que este solo permite enviar una información y es complejo para cubrir largas distancias y a la vez costoso. Utilizando la red Ethernet para mensajería GOOSE se tiene la ventaja de enviar un paquete de información sin que haya la necesidad de adicionar otra red, economizando la instalación. El servicio GOOSE puede interactuar con mensajes de otros protocolos de comunicación que utilicen la red Ethernet como se muestra en la Figura 1.8.



**Figura 1.8: Tráfico de comunicación [4].**

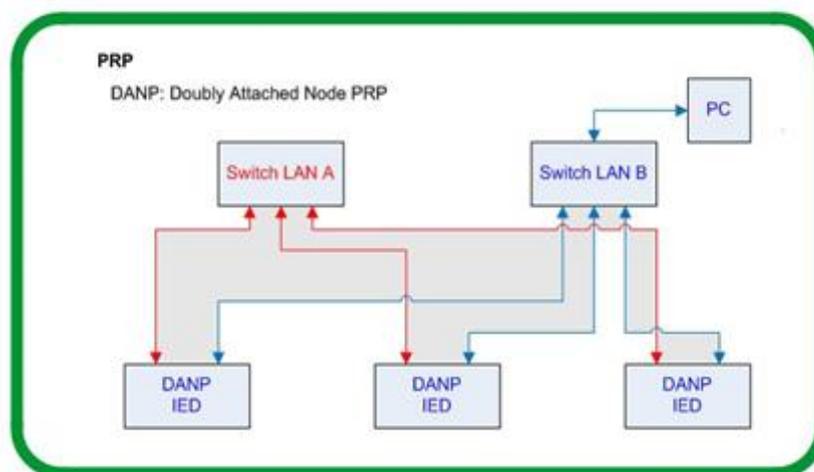
En el servicio GOOSE hay la redundancia Ethernet que consiste en la supervivencia de la red ante un posible fallo, proporcionando diferentes rutas alternativas de datos cuando se produzca una falla de enlace. Para asegurar la comunicación de datos se utiliza la siguiente técnica de redundancia:

- Redundancia activa: en la cual ambos enlaces están activos al mismo tiempo.

IEC 61850 especifica dos protocolos de redundancia activa que son definidos en el IEC 62439-3: el Protocolo de redundancia en paralelo (PRP) y el protocolo de redundancia continua de alta disponibilidad (HSR). Tanto uno como el otro duplican todos los datos transmitidos y permiten tiempo de conmutación cero si se presenta un fallo en algún cable o en algún switch [5].

### Protocolo de redundancia en paralelo (PRP)

El protocolo de redundancia paralela (PRP) Figura 1.9 se basa en la operación en paralelo de dos redes de área local (LAN). PRP permite una mezcla de equipos redundantes y no redundantes en la misma red.



**Figura 1.9: Protocolo de redundancia en paralelo [4].**

Los principios del PRP comprenden:

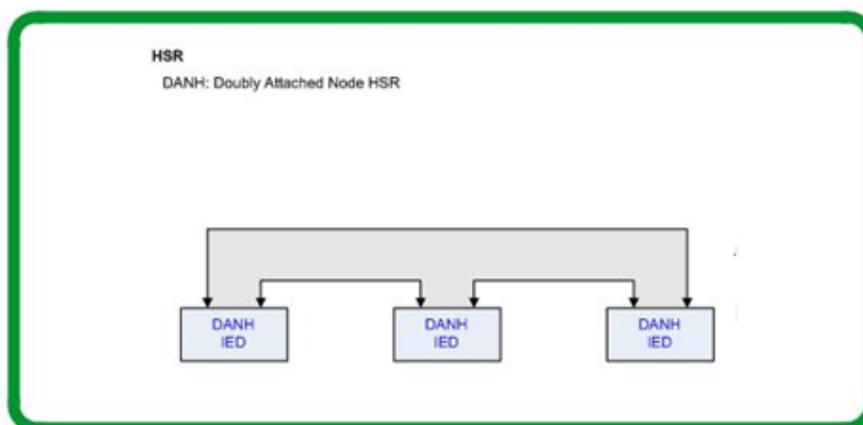
- Dos redes Ethernet completamente separadas (LAN) son operadas en paralelo.
- Cada Nodo Doblemente Adjunto con PRP (DANI) tiene una interfaz para cada LAN.
- Una fuente DANI envía una trama simultáneamente en ambas LAN.
- Un destino DANI recibe ambos cuadros (en funcionamiento normal) y descarta el duplicado.
- Un destino unido solo recibe una sola trama.
- Si falla una LAN, un destino DANI opera con la estructura de la otra LAN.

PRP permite que los dispositivos de conexión de redes simples y dobles (dispositivos no redundantes y redundantes) se mezclen en la misma LAN,

permitiendo así que las computadoras portátiles y estaciones de trabajo se conecten a la red con adaptadores Ethernet estándar.

### **Protocolo de redundancia continua de alta disponibilidad (HSR).**

El Protocolo de redundancia continua de alta disponibilidad (HSR) Figura 1.10 aplica el mismo principio de funcionamiento en paralelo a un anillo interconectando IED con dos enlaces de puertos



**Figura 1.10: Protocolo de redundancia continuo de alta disponibilidad (HSR) [4].**

Los principios de la RSS comprenden:

- Un anillo de red Ethernet conecta cada nodo doblemente con HSR (DANH).
- Una fuente DANH envía una señal simultáneamente en ambos puertos y bloquea los mensajes enviados si se reciben.
- En funcionamiento normal todos los DANH reciben señal de ambas conexiones de anillo y los envían instantáneamente.
- Un destino DANH recibe ambas señales en funcionamiento normal. Utiliza el primero y descarta el duplicado.
- Si falla un enlace, un destino DANH opera con los señales desde el otro camino sano.

- Un destino unido solo recibe una sola señal a través de la caja redundante (RedBox) a la que está conectado.

HSR no permite que los dispositivos de conexión de red sencilla y doble (dispositivos redundantes y no redundantes) se mezclen en la misma LAN. En consecuencia, las computadoras portátiles y las estaciones de trabajo deben estar conectadas a la red a través de un dispositivo de redundancia dedicado llamado Redundant Box (RedBox). La técnica de "corte a través de HSR" permite latencia alrededor de  $8\mu\text{s}$  por salto y por lo tanto es despreciable.

## CAPÍTULO 2

### 2. SITUACIÓN ACTUAL.

El hospital de Riobamba está energizado por una alimentadora principal que es la 05 de la subestación 1 y por una secundaria que es 05 de la subestación 3, la transferencia de carga se ejecuta de manera manual por medio del centro del control.

#### 2.1. Descripción del problema.

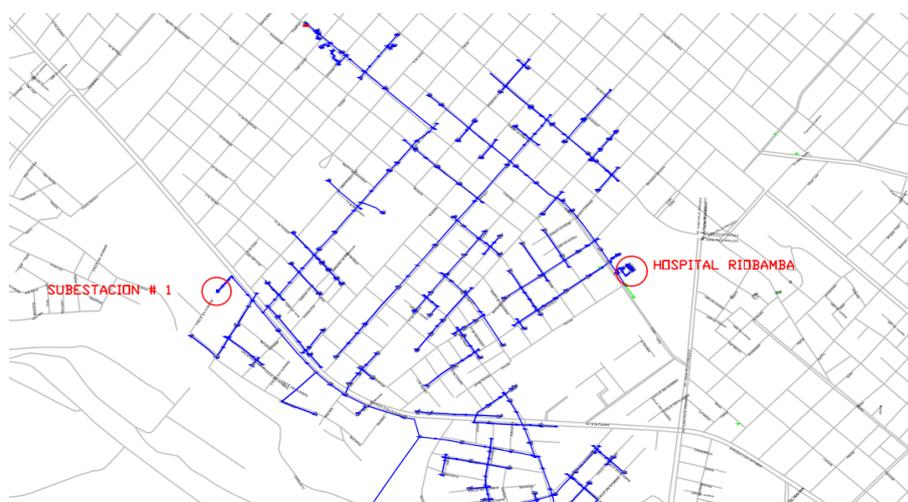
Al tener dos alimentadoras abasteciendo al Hospital de Riobamba siendo la 5 de la 1 la principal y la 5 de la 3 la secundaria, al haber una falla en la alimentadora principal provoca que la Empresa Eléctrica de Riobamba tenga pérdidas económicas por dejar de abastecer energía, la generación propia del hospital entraría a operar abasteciendo toda la carga. El tiempo de funcionamiento de la generación de propia dependería del tiempo en que tome arreglar la falla que haya provocado el corte de energía o la transferencia de carga a la alimentadora secundaria el cual sería un tiempo desconocido y probablemente largo por que esta transferencia se la realiza de manera manual, por lo cual es recomendable una transferencia de energía automatizada entre las alimentadoras ya que el hospital es una carga sensible dentro de la ciudad de Riobamba.

#### 2.2. Alimentadora principal 13.8 kV actual.

La alimentadora principal es la alimentadora 05 de la Subestación 1 a nivel de 13.8 kV.

##### 2.2.1. Trayectoria de alimentadora principal que abastece al Hospital Riobamba.

La alimentadora 5 de la S/E 1 Figura 2.1 abastece actualmente de energía al Hospital de Riobamba y a otras cargas como domicilios y colegio.



**Figura 2.1: Alimentadora 0501**

### 2.3. Estado actual de carga de las subestaciones y alimentadoras.

Las subestaciones #1 y #3 son de capacidad de 15 MVA, el tipo de conductor para las alimentadoras de ambas subestaciones es de tipo ASCR.2, ver Figura 2.2.

Attribute Details

**1** Tramo MT Aereo  
**33198**

Relationships

33198

Alim1	ALIM-0503
SUBTIPO	Tramo MTA Trifasico
Proyecto Const	DICEL
Proyecto Mod	Null
F Construccion	15/02/2013 18:42:15
F Modificacion	Null
FECHAACTIVACION	11/10/2012
Codigo Conductor Fase	ACSR.2
Codigo Conductor Neutro	Null
Fase Conexion	ABC
SECUENCIAFASE	BCA
Configuracion Conductores	3F3C
VOLTAJE	13.8 kV
Longitud en Campo	45
Longitud del Sistema	45,1032
ENERGIZADO	Null
Ramal	Troncal
PROVINCIA	CHIMBORAZO
CANTON	RIOBAMBA
PARROQUIA	VELOZ
Estado	Buen Estado

**Figura 2.2: Características de la alimentadora 0501**

Los datos de carga son obtenidos a través de medidores ION que se encuentran a la salida de cada alimentadora de las subestaciones y en el Hospital de Riobamba, son datos reales. Así mismo hay un medidor totalizador que abarca a todas las alimentadoras en cada subestación.

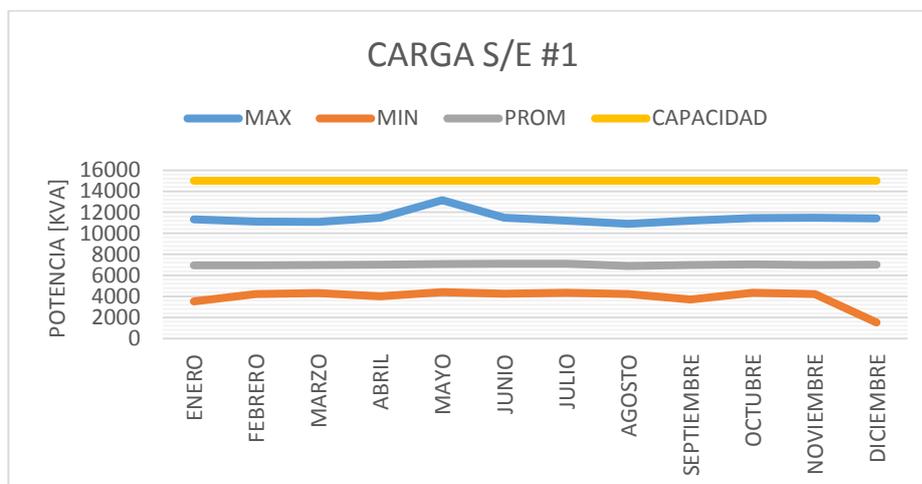
### 2.3.1. Subestación #1

La demanda máxima, mínima y promedio que presento la Subestación #1 durante el 2015 se presenta en la Tabla 1:

<b>SUBESTACIÓN #1</b>			
<b>MES</b>	<b>MEDIDOR TOTALIZADOR [KVA]</b>		
	<b>MAX</b>	<b>MIN</b>	<b>PROM</b>
<b>ENERO</b>	11326.1438	3520.5596	6951.3311
<b>FEBRERO</b>	11127.8400	4215.6328	6952.2148
<b>MARZO</b>	11077.0752	4303.8514	6988.7995
<b>ABRIL</b>	11485.4001	3999.0850	7019.4008
<b>MAYO</b>	13160.7845	4394.3745	7082.9962
<b>JUNIO</b>	11466.3553	4238.9222	7104.5378
<b>JULIO</b>	11208.4422	4357.0271	7116.1959
<b>AGOSTO</b>	10907.9505	4210.2893	6880.4743
<b>SEPTIEMBRE</b>	11209.9747	3695.2194	6973.3535
<b>OCTUBRE</b>	11447.7948	4342.2590	7041.6541
<b>NOVIEMBRE</b>	11480.7169	4228.2397	6999.5931
<b>DICIEMBRE</b>	11416.1066	1519.0163	7030.9751

**Tabla 1: Demanda S/E #1 2015**

Con los datos de la Tabla 1 se obtiene la siguiente curva de demanda de la Figura 2.3.



**Figura 2.3: Curva de demanda de la S/E #1 2015**

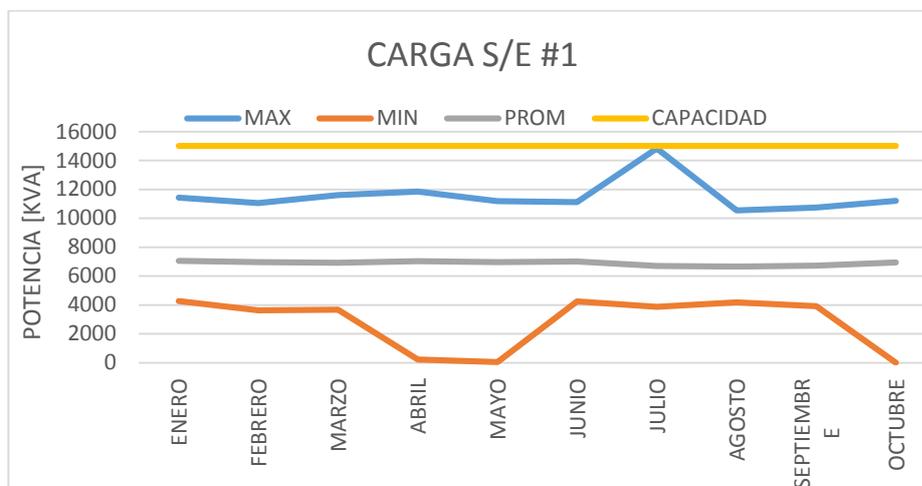
La demanda máxima, mínima y promedio que presentó la Subestación #1 durante el 2016 se presenta en la Tabla 2:

#### SUBESTACIÓN #1

MES	MEDIDOR TOTALIZADOR [KVA]			
	MAX	MIN	Sin Energía	PROM
ENERO	11416.4227	4273.0219	-	7052.7085
FEBRERO	11045.1934	3632.9857	-	6962.7380
MARZO	11596.0478	3676.8127	-	6919.3498
ABRIL	11844.8873	224.4136	-	7040.7078
MAYO	11194.9896	55.4400	-	6972.4113
JUNIO	11123.7559	4235.4033	-	7007.3842
JULIO	14820.7924	3877.4145	-	6708.0901
AGOSTO	10533.6907	4176.9153	-	6643.6095
SEPTIEMBR	10750.7565	3924.6196	-	6714.2137
OCTUBRE	11206.6045	0	2	6933.1181

**Tabla 2: Demanda S/E #1 2016**

Con los datos de la Tabla 2 se obtiene la siguiente curva de demanda de la Figura 2.4.



**Figura 2.4: Curva de demanda de la S/E #1 2016**

### 2.3.2. Alimentadora 05 de la Subestación # 1

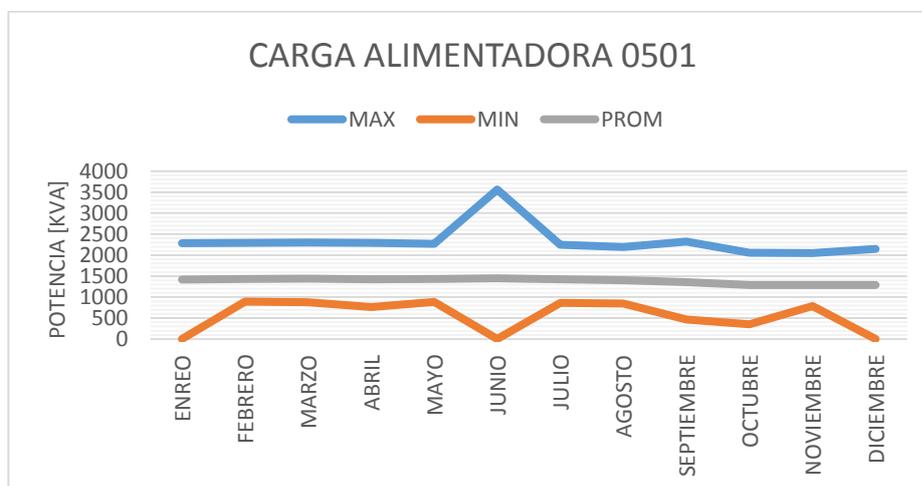
La demanda máxima, mínima y promedio que presentó la alimentadora 0501 durante el 2015 se presenta en la Tabla 3:

**ALIMENTADORA 0501**

MES	MEDIDOR [KVA]			
	MAX	MIN	SIN ENERGÍA [h]	PROM
ENERO	2282.3483	0	0.25	1414.6059
FEBRERO	2295.9580	893.2245	-	1432.1294
MARZO	2299.1946	878.4393	-	1439.9412
ABRIL	2289.4884	766.6860	-	1427.4162
MAYO	2266.1871	887.6715	-	1433.3213
JUNIO	3560.6901	0	0.5	1451.5283
JULIO	2249.4412	860.8490	-	1422.6123
AGOSTO	2189.7084	851.1214	-	1399.9353
SEPTIEMBRE	2320.2795	464.7396	-	1358.0458
OCTUBRE	2059.4849	354.7333	-	1284.9903
NOVIEMBRE	2051.1267	788.2357	-	1287.7046
DICIEMBRE	2149.2523	0	2.5	1291.7781

**Tabla 3: Demanda de alimentadora 0501 del 2015**

Con los datos de la Tabla 3 se obtiene la siguiente curva de demanda de la Figura 2.5.



**Figura 2.5: Curva de demanda de la alimentadora 0501 del 2015**

La demanda máxima, mínima y promedio que presento la alimentadora 0501 durante el 2016 se presenta en la Tabla 4:

**ALIMENTADORA 0501**

MES	MEDIDOR [KVA]			
	MAX	MIN	SIN ENERGÍA [h]	PROM
ENERO	2082.5312	801.4318	-	1322.2773
FEBRERO	2302.7745	804.3339	-	1317.1726
MARZO	2267.9558	800.8531	-	1331.4246
ABRIL	3218.3595	0	0.75	1319.1603
MAYO	2899.7716	0	1	1291.9212
JUNIO	2808.2599	774.8041	-	1287.4949
JULIO	1932.8701	778.9384	-	1238.5606
AGOSTO	1915.1574	760.2561	-	1224.6886
SEPTIEMBRE	2021.0223	255.9138	-	1250.3436
OCTUBRE	2078.7283	0	2	1279.4269

**Tabla 4: Demanda de alimentadora 0501 del 2016**

Con los datos de la Tabla 4 se obtiene la siguiente curva de demanda de la Figura 2.6.

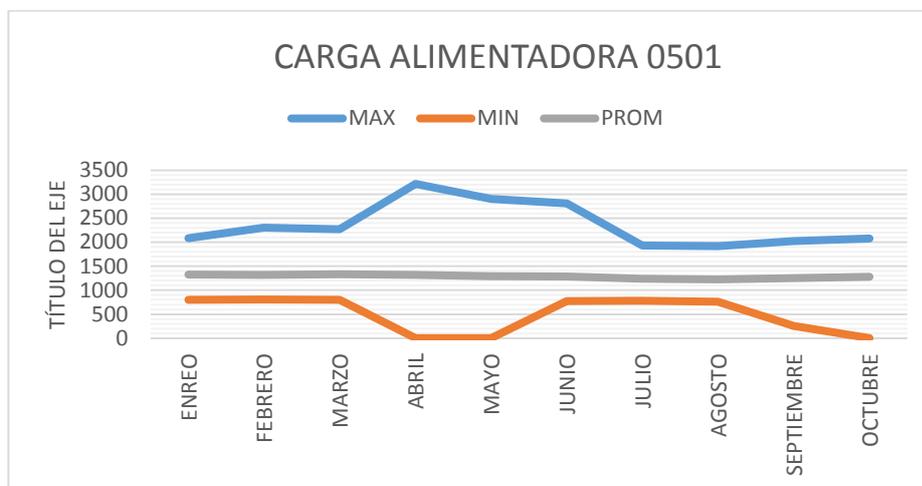


Figura 2.6: Curva de demanda de la alimentadora 0501 del 2016

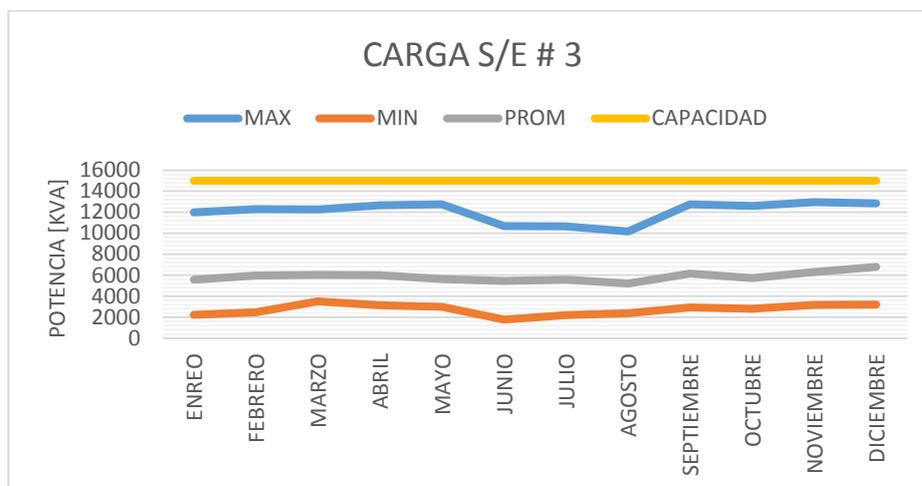
### 2.3.3. Subestación # 3

La demanda máxima, mínima y promedio que presentó la Subestación #3 durante el 2015 se presenta en la Tabla 5:

MES	SUBESTACIÓN # 3 MEDIDOR TOTALIZADOR [KVA]		
	MAX	MIN	PROM
ENERO	11995.0170	2239.9234	5565.4583
FEBRERO	12298.5630	2463.3823	5974.7593
MARZO	12278.2948	3493.3417	6018.9823
ABRIL	12659.2221	3150.4580	5990.9444
MAYO	12757.4343	2992.0699	5628.5413
JUNIO	10673.1074	1781.8793	5456.2043
JULIO	10658.1669	2195.7318	5571.1503
AGOSTO	10165.7654	2387.5788	5202.3678
SEPTIEMBR	12739.9259	2926.2875	6138.0190
OCTUBRE	12599.9593	2799.7385	5716.2977
NOVIEMBR	12951.8431	3157.1394	6290.7062
DICIEMBRE	12855.3935	3190.8695	6788.8011

Tabla 5: Demanda S/E #3 2015

Con los datos de la Tabla 5 se obtiene la siguiente curva de demanda de la Figura 2.7.



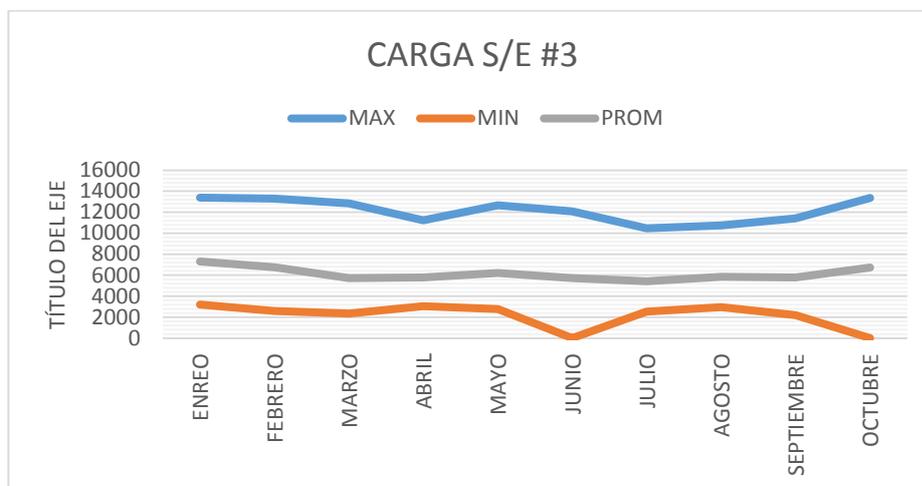
**Figura 2.7: Curva de demanda de la S/E #1 2016**

La demanda máxima, mínima y promedio que presentó la Subestación #3 durante el 2015 se presenta en la Tabla 6:

SUBESTACIÓN #3				
MES	MEDIDOR TOTALIZADOR [KVA]			
	MAX	MIN	SIN ENERGÍA [h]	PROM
ENERO	13386.7610	3196.7543	-	7316.9577
FEBRERO	13291.1658	2591.3426	-	6774.2794
MARZO	12835.6173	2364.0034	-	5735.6158
ABRIL	11230.3390	3049.6322	-	5786.2908
MAYO	12662.9043	2762.4947	-	6204.6067
JUNIO	12075.6972	0	0.5	5729.5707
JULIO	10463.1138	2526.4877	-	5428.5185
AGOSTO	10738.7788	2962.5695	-	5837.4776
SEPTIEMBRE	11400.9185	2208.7628	-	5779.4739
OCTUBRE	13366.2306	0	1.25	6741.2557

**Tabla 6: Demanda S/E #3 2016**

Con los datos de la Tabla 6 se obtiene la siguiente curva de demanda de la Figura 2.8.



**Figura 2.8: Curva de demanda de la S/E #1 2016**

#### 2.3.4. Alimentadora 05 de la Subestación # 3.

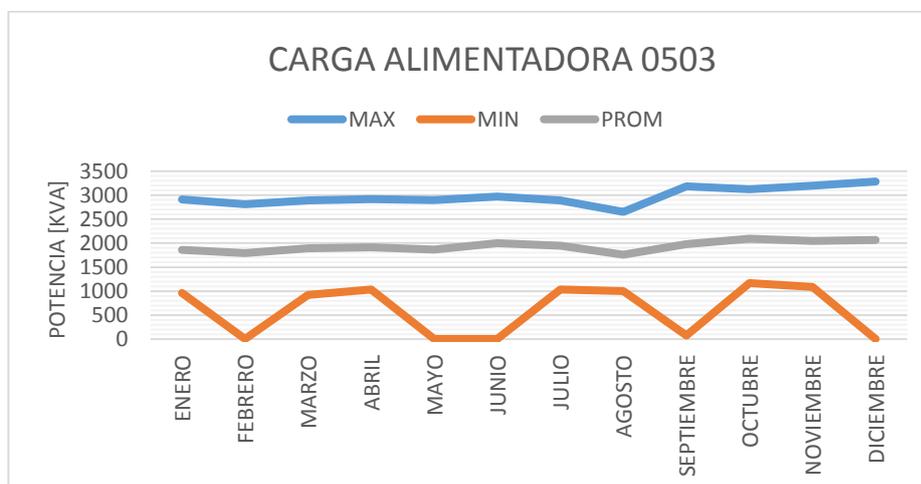
La demanda máxima, mínima y promedio que presentó la alimentadora 0503 durante el 2015 se presenta en la Tabla 7:

**ALIMENTADORA 0503**

MES	MEDIDOR [KVA]			
	MAX	MIN	SIN ENERGÍA [h]	PROM
ENERO	2907.8407	963.8474	-	1860.8943
FEBRERO	2813.2661	0	0.25	1789.6426
MARZO	2891.1071	918.2910	-	1891.9994
ABRIL	2918.1011	1032.3405	-	1911.6873
MAYO	2894.9277	0	0.25	1864.6448
JUNIO	2970.1109	0	0.5	1999.1225
JULIO	2891.1324	1033.1564	-	1943.2457
AGOSTO	2652.3082	1002.6335	-	1756.3155
SEPTIEMBR	3182.2651	75.0872	-	1982.0490
OCTUBRE	3120.6264	1169.1483	-	2092.2411
NOVIEMBR	3195.0855	1089.7687	-	2043.6752
DICIEMBRE	3282.5570	0	0.25	2066.0866

**Tabla 7: Demanda de alimentadora 0503 del 2015**

Con los datos de la Tabla 7 se obtiene la siguiente curva de demanda de la Figura 2.9.



**Figura 2.9: Curva de demanda de la alimentadora 0503 del 2015**

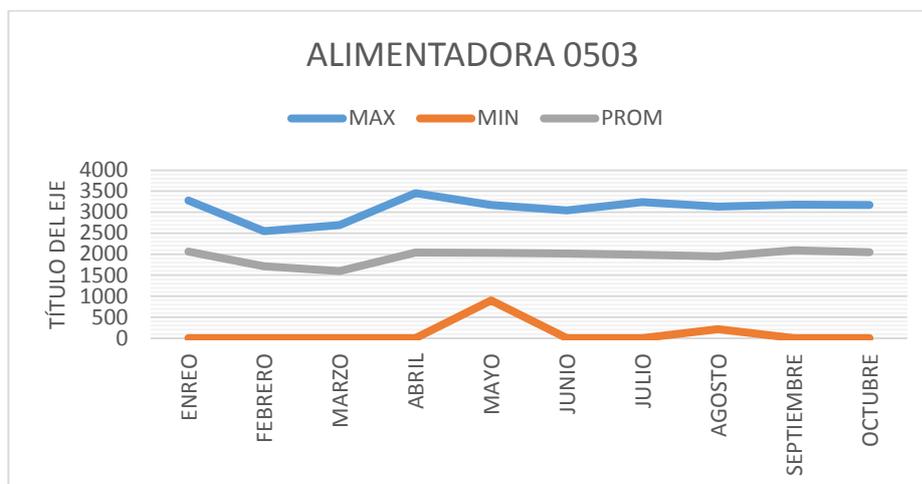
La demanda máxima, mínima y promedio que presentó la alimentadora 0503 durante el 2016 se presenta en la Tabla 8:

**ALIMENTADORA 0503**

MES	MEDIDOR [KVA]			
	MAX	MIN	SIN ENERGÍA [h]	PROM
ENERO	3276.4473	0	12.25	2062.1333
FEBRERO	2548.3252	0	2	1714.1247
MARZO	2690.8554	0	8.25	1598.6316
ABRIL	3451.8868	0	6.25	2040.3792
MAYO	3168.9950	899.7189	-	2029.8738
JUNIO	3042.0446	0	0.75	2019.1456
JULIO	3237.8980	0	1	1985.5170
AGOSTO	3134.7715	215.0081	-	1945.2859
SEPTIEMBRE	3180.4426	0	1.5	2096.2468
OCTUBRE	3172.6615	0	1.25	2047.6693

**Tabla 8: Demanda de alimentadora 0503 del 2016**

Con los datos de la Tabla 8 se obtiene la siguiente curva de demanda de la Figura 2.10.



**Figura 2.10: Curva de demanda de la alimentadora 0503 del 2016.**

### 2.3.5. Demanda del Hospital Riobamba

La demanda máxima, mínima y promedio que presentó el hospital durante el 2016 se presenta en la Tabla 9:

**DEMANDA HOSPITAL RIOBAMBA 2016**

MES	MEDIDOR [KVA]		
	MAX	MIN	PROM
ENERO	219.1089	8.9600	141.6669
FEBRERO	207.5183	9.5200	138.0574
MARZO	212.7742	87.3600	138.0524
ABRIL	209.6300	89.7119	136.0427
MAYO	202.7571	93.6322	132.2681
JUNIO	197.3402	87.1533	133.1815
JULIO	189.8143	86.1108	125.3270
AGOSTO	181.9250	82.3180	122.2197
SEPTIEMBRE	193.9646	83.1538	124.0788
OCTUBRE	208.6749	68.9800	125.8931
NOVIEMBRE	200.3329	61.6915	131.2155

**Tabla 9: Demanda del hospital del 2016**

Con los datos de la Tabla 9 se obtiene la siguiente curva de demanda de la Figura 2.11.

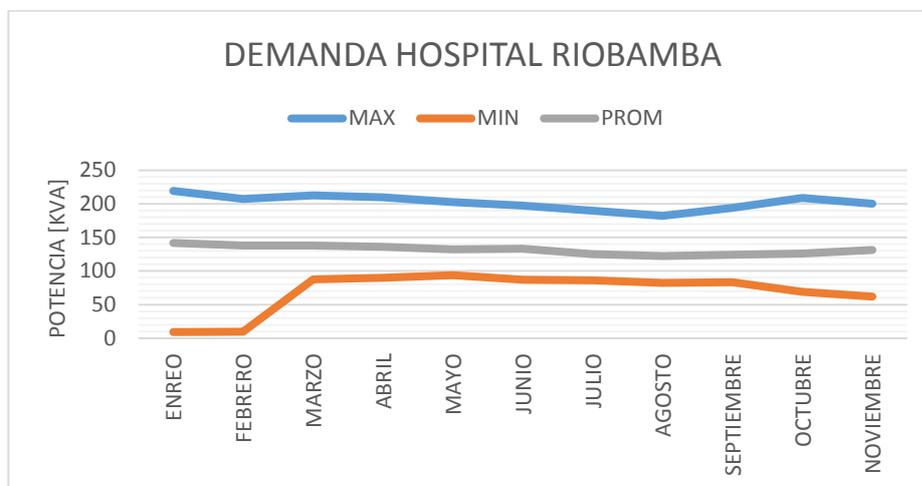


Figura 2.11: Curva de demanda del hospital del 2016.

#### 2.4. Características de la generación propia del hospital.

La generación propia consta de un tablero donde se realiza la transferencia automática que capta cuando no hay suministro de energía y enciende el generador.

Esta generación propia cuenta con la capacidad de alimentar la totalidad de la carga de éste. Los datos de placa del generador propio se presentan en la Tabla 10.

Datos del Generador			
Datos Nominales			
<b>S</b>	375	KVA	
<b>P</b>	300	KW	
<b>FP</b>	0.8		
<b>Conexión</b>	Estrella Paralelo		
<b>Generador</b>	440 V	Corriente	9.02 A
<b>Excitación</b>	33 V	Corriente	7.4 A
<b>Velocidad</b>	1800 rev/min		
<b>Máximo aumento de temperatura 230 °C para la resistencia.</b>			

Tabla 10: Características del Generador

El generador a diésel posee una camisa de calentamiento permanente (adaptada) que ayuda a un encendido más rápido de 10 segundos y tomar la carga total, durante ese lapso las cargas críticas como quirófanos, cuidado intensivo y otros son tomadas por centros de UPS ubicadas en estos lugares. El generador funciona con un voltaje de 480 V pero tiene un sistema de transformación 480 – 240/120 V que es el voltaje con el que funcionan la mayor parte de equipos en el hospital.

La alimentación para la combustión del generador tiene un tanque principal de diésel de 150 galones respaldado por dos tanques adicionales de 5000 galones cada uno, con sistema de bombeo automático y manual.

Además tiene un banco de capacitores para corregir el factor de potencia emitido por el generador y un cuarto de transformadores de 13800 – 240/120 V para la conexión a la alimentadora a media tensión.

Esta generación emergente consta además de una protección por fusibles unipolares tipo H de acción inmediata.

El apagado toma 10 minutos para bajar revoluciones y apagar; 5 minutos en apagar con carga hasta estabilizar en la línea de alimentación del hospital.

## CAPÍTULO 3

### 3. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

La solución para cambiar la transferencia de carga manual del hospital de Riobamba a automática es mediante una lógica de control que dominará a los reconectores de cada alimentadora, con la ventaja de que no haya una interrupción larga en el suministro de energía.

#### 3.1. Estudio de carga de la alimentadora 0503 a 13.8 kV.

Para el estudio de carga de la Figura 3.1 se tomará como dato la potencia obtenida en abril del 2016 como se muestra en la Tabla 1.1 ya que esta es la mayor en comparación con los otros meses.

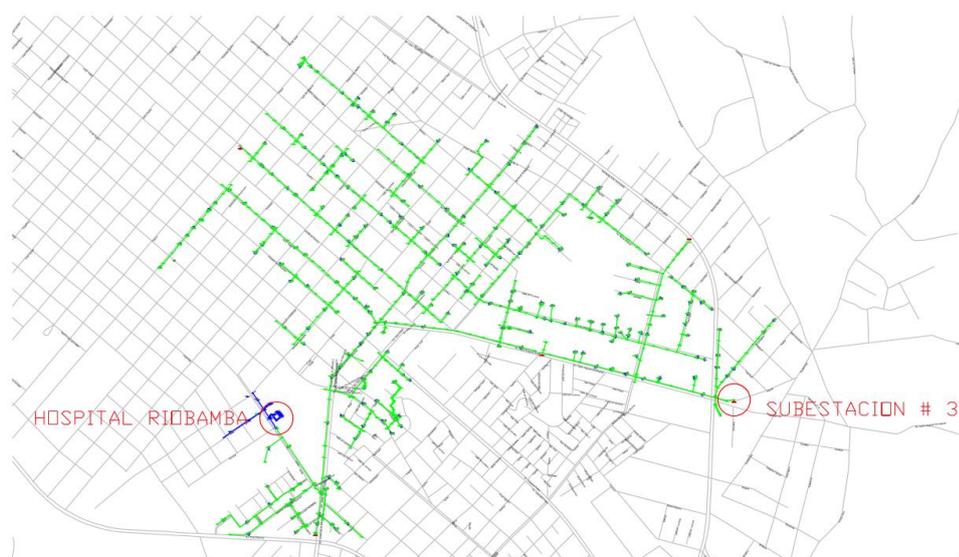


Figura 3.1: Trayectoria de alimentadora 0503.

ALIMENTADORA 0503			
8 DE ABRIL DEL 2016 11:45			
FP	0.90720	$\Theta$	24.88°
FASE	P [kW]		Q [KVAR]
A	1105.4358		512.567
B	862.2916		399.897
C	1163.8047		539.726

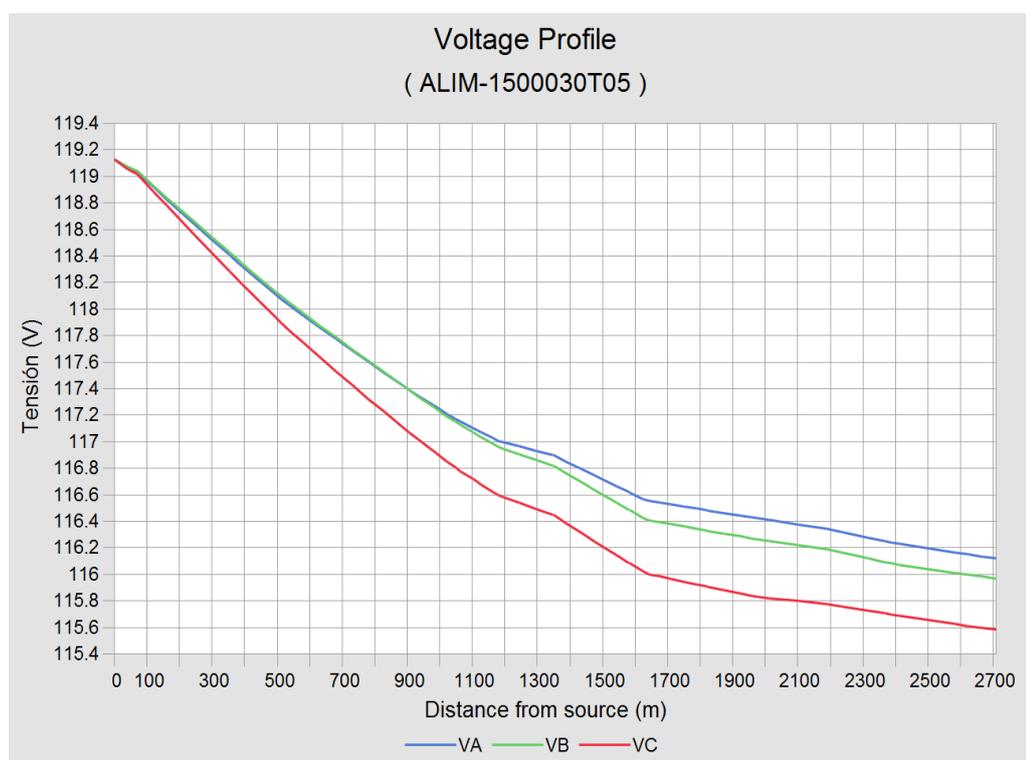
Tabla 11: Datos de carga para simular.

Al realizar la simulación de la transferencia de la carga del hospital por CYMDIST como se muestra en la Figura 3.2, en el flujo de carga se constató que la red no presenta ningún problema y el sistema se mantiene estable. La simulación se lo realizó para máxima carga presentada en el año 2016.



**Figura 3.2: Estudio de carga en CYMDIST.**

De acuerdo por el perfil de voltaje de la Figura 3.3 desde la subestación hasta la carga del hospital, el voltaje no cae a más del 95% del voltaje nominal por lo cual no es necesario de instalar banco de capacitores para tener un valor aceptable.



**Figura 3.3: Perfil de Voltaje hasta el Hospital**

Al simular con la máxima carga registrada, el sistema no registra problemas por la cual se puede hacer la transferencia de la carga del hospital a la alimentadora 0503 sin ningún problema.

En el perfil de voltaje, el voltaje de cada fase no presenta ningún problema siendo el voltaje de la fase C el cae más que las otras fases. La caída de tensión de la fase C es de apenas del 0.96%.

### 3.2. Especificaciones de Equipos de media tensión.

La alimentadora 0503 prolongada para el hospital de Riobamba consta de 6 postes y una longitud de 220 metros como se presenta en la Figura 3.4.



Nombre clave	Calibre	Nº hilos		Diámetro de cada hilo		Diámetro núcleo de acero	Diámetro exterior	Área sección de aluminio mm <sup>2</sup>
		Aluminio	Acero	Aluminio	Acero			
	AWG o kcmil	Aluminio	Acero	mm	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>
<b>Sparrow</b>	2	6	1	2.67	2.67	2.67	8	33.64
<b>Sparate</b>	2	7	1	2.47	2.39	3.29	8.2	33.65
Nombre clave	Masa nominal			Esfuerzo mínimo de c/hilo de acero al 1% de extensión	Carga a la rotura del cable ACSR	Resistencia nominal a 200C	Capacidad de corriente	
	Aluminio	Acero	Total					
	kg/km	kg/km	kg/km	MPa	kgf	Ω/km	A	
<b>Sparrow</b>	92.4	43.6	136	1275	1293	0.8499	184	
<b>Sparate</b>	920	66.1	159	1241	1651	0.8498	181	

Tabla 12: Datos técnicos del conductor [6].

### 3.2.2. Reconectador.

El tipo de reconectador a utilizar es de la marca Schneider de la siguiente serie y especificaciones:

#### Serie U

El reconectador serie U de la Figura 3.5 es automático dieléctrico sólido, optimizado para automatización, control y monitoreo remoto. Posee interruptores en vacío, CT's y VT's contenidos en polos epóxicos, montado sobre un tanque de acero inoxidable. Consta con la última tecnología en solidos dieléctricos, interrupción en vacío y microelectrónica. Las especificaciones técnicas se presentan en la Tabla 13.

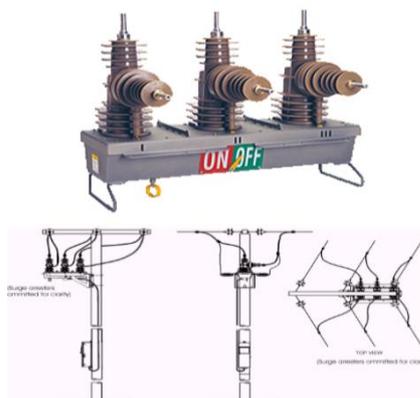


Figura 3.5: Reconectador serie U.

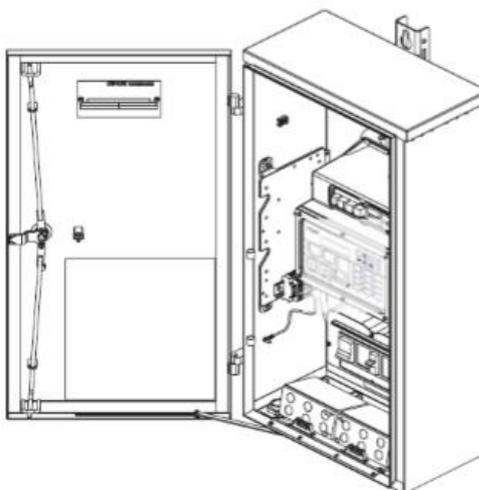
#### ESPECIFICACIONES

<b>Voltaje del sistema</b>	27 kV
<b>Corriente de falla</b>	12.5 kA
<b>Nivel de aislamiento</b>	125 kV
<b>Corriente de continua</b>	650 A
<b>Temperatura ambiente</b>	-30°C a 50°C
<b>Material</b>	Acero inoxidable grado 316
<b>Interrupción</b>	Vacío
<b>Aislamiento</b>	Solido dieléctrico
<b>Comando</b>	Actuador Magnético
<b>Comando manual</b>	Apertura bajo pértiga

Tabla 13: Características del Reconectador Serie U

### Controlador ADVC

El controlador ADVC de la Figura 3.6 lee y muestra la información almacenada en el interruptor al cual ha sido conectado. También ejecutará aperturas y cierres del interruptor para cubrir el objetivo primario de protección.



**Figura 3.6: Controlador ADVC**

El ADVC consiste en:

- Un controlador electrónico de interruptores (CAPE) que monitorea al interruptor y proporciona funciones de protecciones y comunicaciones.
- Una interface del operador montada sobre la CAPE dentro del gabinete.
- Una fuente de alimentación la cual también proporciona alimentación para el equipamiento del usuario.
- Accesorios y compartimiento para el equipamiento del usuario (dependiendo del modelo)
- Se encuentra alimentado por medio del suministro de voltaje auxiliar de 110, 220 o 240 Volts CA.

- Se conecta al interruptor por medio de un cable de control desmontable.

El Gabinete de Control ADVC se encuentra construido de acero inoxidable y se encuentra aislado y sellado con una extrusión de goma y los respiraderos del gabinete se encuentran cubiertos con una malla para evitar la entrada de insectos. Si se instaló una mirilla proporciona el acceso a la interface del Operador (O.I) sin necesidad de abrir la puerta del gabinete.

La electrónica del control incorpora módulos:

- Relevador de protección por sobre-corriente de fase / tierra,
- Relevador de auto-recierre, y
- Módulo de comunicación o unidad terminal remota.

Adicionalmente, la electrónica puede medir las corrientes y voltajes de línea, la potencia real y reactiva, corrientes de falla y armónicos además de realizar captura de ondas. Estos datos se almacenan para su transmisión o análisis fuera de línea.

El ADVC contiene una fuente de alimentación controlada por un microprocesador interno la cual proporciona operación ininterrumpida no solo para el relevador de protección o el interruptor, sino además el modem o radio de comunicaciones.

El ADVC lee y muestra la información relacionada con el interruptor la cual se encuentra almacenada en el equipo al cual se conectó. Por lo tanto, si el ADVC se conecta a otro equipo, entonces leerá los datos de ese equipo [7].

### **3.3. Sistema de Control propuesto.**

El sistema de control que debe seguir para la transferencia de la carga a media tensión debe ser que cuando en la alimentadora principal 0501 sufra de sobretensión o subtensión, la carga del hospital debe desconectarse de la

alimentadora principal y automáticamente tendrá que ser conectada a la alimentadora 0503.

La carga del hospital se mantendrá conectada a la alimentadora 0503 hasta que la alimentadora 0501 se encuentre en condiciones normales, la transferencia a la otra alimentadora es automáticamente. Si las dos alimentadoras no tienen la capacidad de abastecer a la carga del hospital, este se desconectara de la red y entrara a operar el generador propio que posee el hospital.

El sistema de control para la transferencia de la carga se lo realizará bajo tres tipos de escenarios o comunicación.

### 3.3.1. Loop Automatic por compuertas lógicas. (Simulink)

Las señales de entrada que se tienen para cada controlador del reconectador se presentan en la Tabla 14 y la lógica de control se presenta en la Figura 3.7.

Reconectador 1		Reconectador 2	
Señal	Rango	Señal	Rango
Voltaje	[0.95 , 1.05]	Voltaje	[0.95 , 1.05]
CRM	1 o 0	CRE	1 o 0
		Reconectador 1	1 o 0

Tabla 14: Señales de entrada.

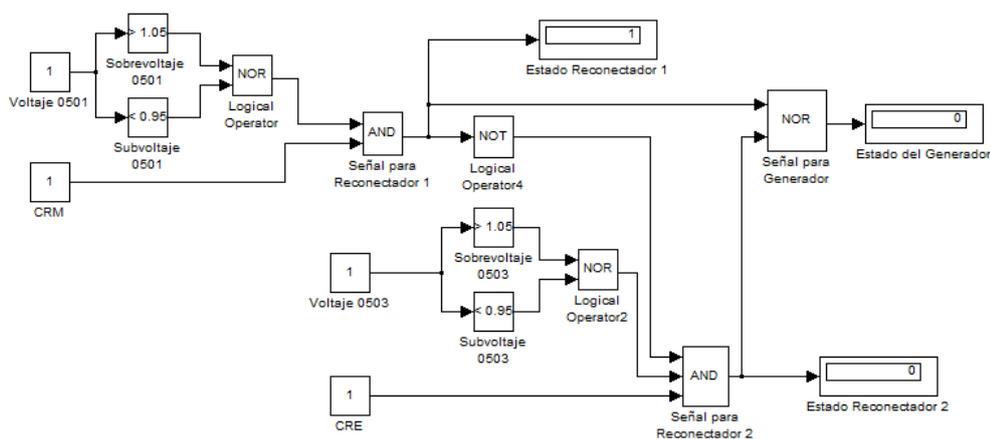
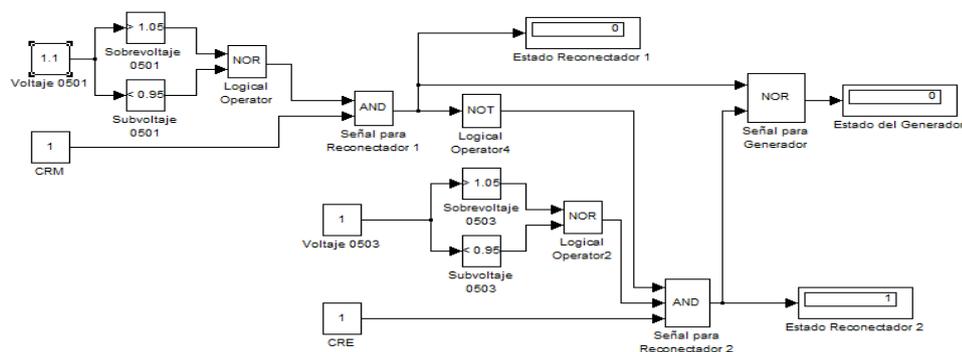


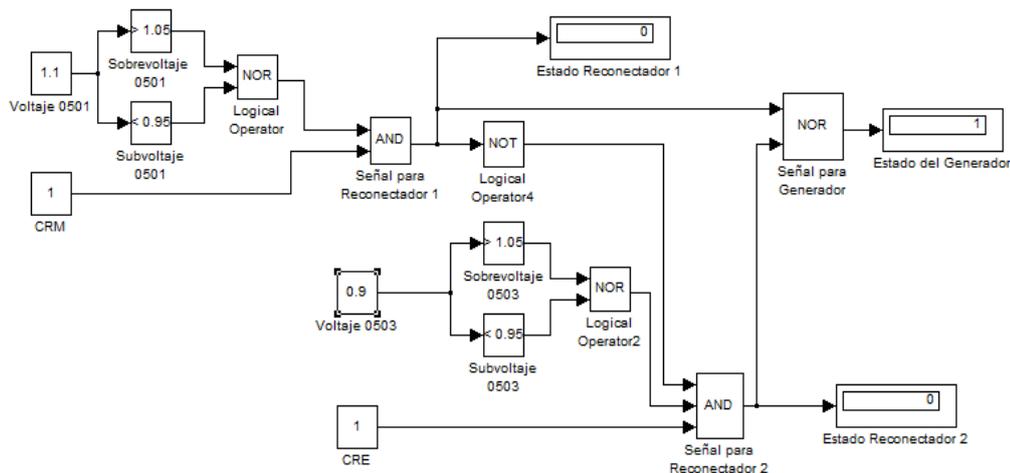
Figura 3.7: Lógica de control.

- Operación lógica de la Figura 3.8 cuando se produce una variación del voltaje o potencia fuera de los rangos permitidos en la alimentadora 0501.



**Figura 3.8: Lógica de control para escenario en 0501.**

- Operación lógica de la Figura 3.9 cuando se produce una variación del voltaje o potencia fuera de los rangos permitidos en la alimentadora 0502



**Figura 3.9: Lógica de control para escenario en 0503.**

### 3.3.2. Transferencia mediante cableado de cobre de relés.

El controlador ADVC Figura 3.10 del reanclador no posee la capacidad de conectarse o comunicarse directamente a otro controlador ya que solo posee puertos de comunicación que son:

- RS-232
- USB
- RS-485

- FSK
- Ethernet

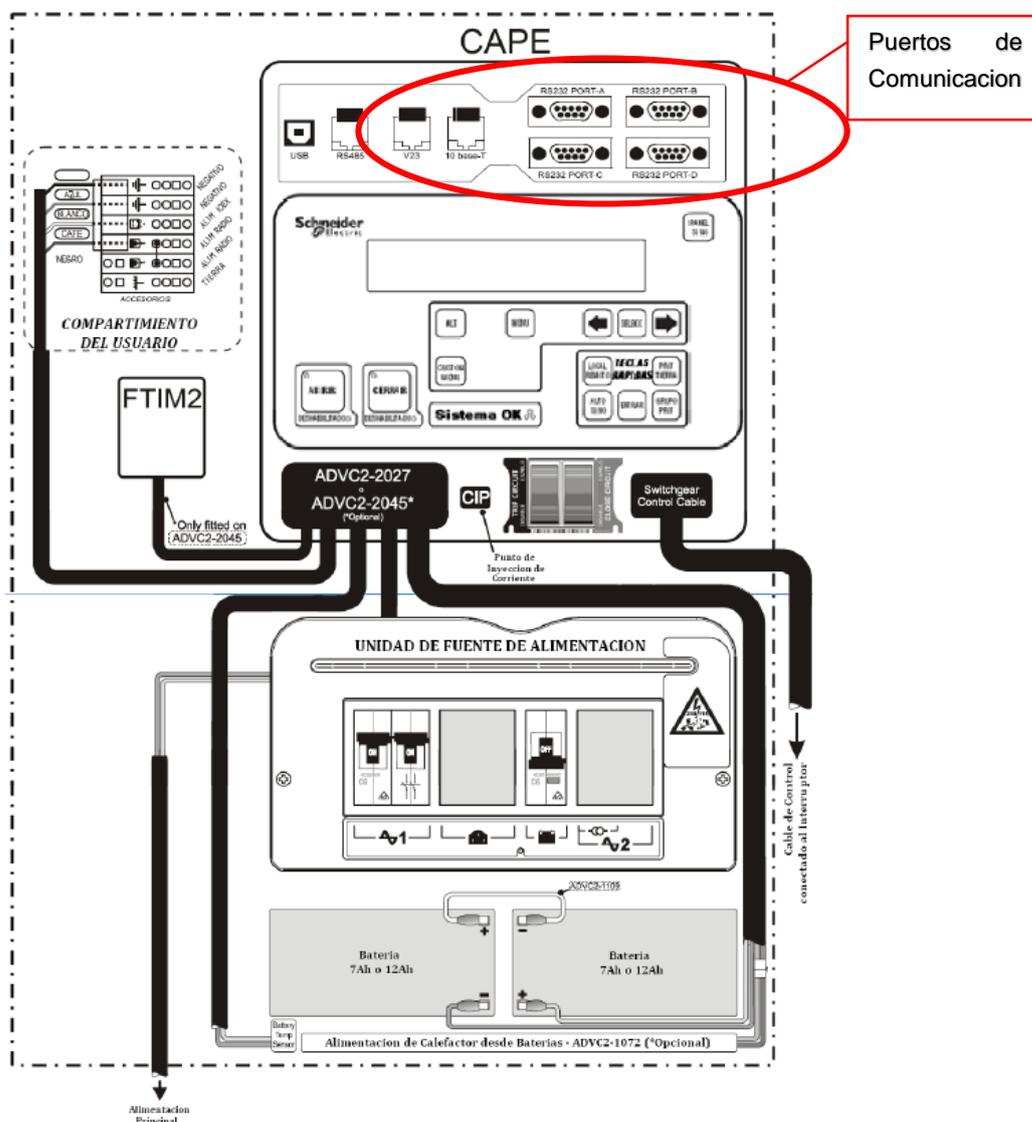


Figura 3.10: Puertos de comunicación [8].

Estos puertos permiten mandar o recibir datos. Para hacer la comunicación entre relés se necesita de un SCADA en el cual los dos controladores estarán conectados, ahí se puede hacer la parte de comunicación entre ellos realizando un diagrama de control como el anterior.

Si bien se podría decir que la comunicación sin conexión directa de los controladores para realizar algún control sería lenta, en realidad no es así ya que posee de un puerto Ethernet y la comunicación por medio de este es muy superior a la conexión directa ya que se puede utilizar protocolos de comunicación como es el IEC 61850 por medio de GOOSE o los protocolos propios que posee el controlador

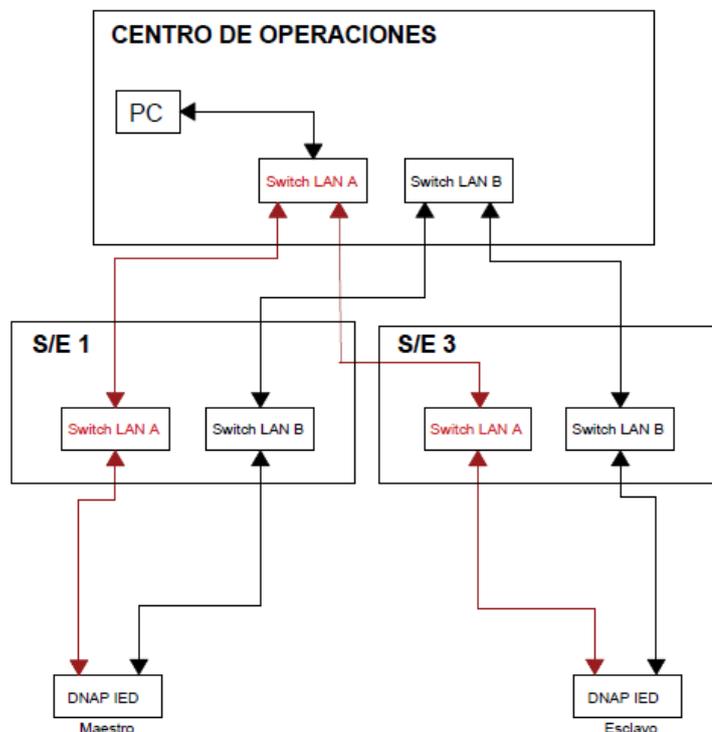
### **3.3.3. Transferencia mediante comunicación GOOSE.**

Para una óptima transferencia y control basado en comunicación GOOSE se empleara el Protocolo de redundancia en paralelo (PRP) Figura 3.11. Para la transferencia de la carga, el controlador de los dos reconectores se conectaran en paralelo a la red LAN A y LAN B. Si hay una falla en la red LAN B, la información enviada por los IED's no se perderá ya que también están conectados a la LAN A, el controlador (IED) del reconector de la alimentadora 0501 será el maestro y el controlador (IED) del reconector 0503 será el esclavo.

Todo el proceso para realizar la transferencia automática de la carga en media tensión del hospital se lo realizará desde el SCADA conectado a red LAN que está habilitada.

### PRP

DANP: Doubly Attached Node PRP



**Figura 3.11: Comunicación PRP.**

De acuerdo con la norma IEC 8802-3, la unidad de transmisión máxima (MTU), es decir, el tamaño máximo del paquete Ethernet, es de 1518 bytes sin VLAN y sin PRP, 1522 bytes con VLAN y sin PRP, 1524 bytes sin VLAN y con PRP y 1528 bytes Con VLAN y con PRP, y la MTU de la tarjeta Ethernet del Singly Attached Node (SAN) debe establecerse en 1528 bytes.

Como PRP emplea una topología de doble estrella, el ancho de banda de comunicación en cada estrella hecha con un solo enlace no es diferente que para una red no redundante. En consecuencia, este protocolo puede acomodar un mayor número de IED que el HSR.

PRP es “plug & play” – no se requiere ingeniería de red especial. Es posible conectar directamente equipos conectados individualmente, como

un ordenador portátil o una interfaz de máquina humana (HMI) a una de las dos redes. Sin embargo, se necesitan conmutadores adicionales para construir la infraestructura de red de doble estrella, haciendo que el costo de la red de su despliegue sea mayor en comparación con el HSR, el tiempo de conmutación y retardo del interruptor es de 4 a 10 ms.

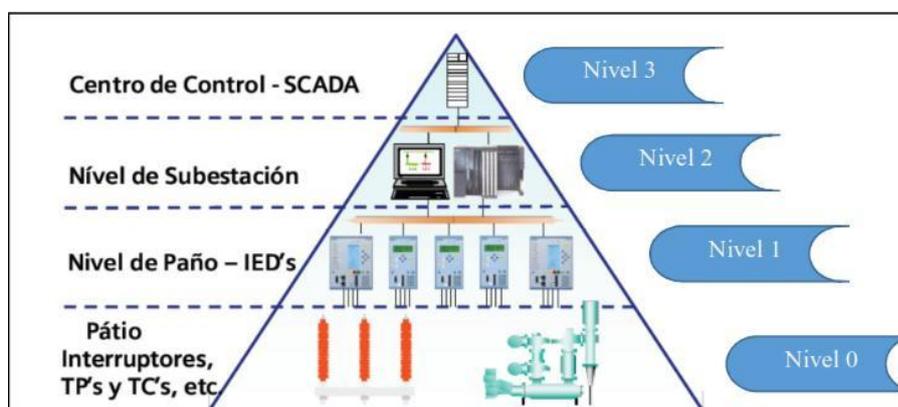
### 3.4. Automatización

Los equipos de protección que se tiene desde la subestación hasta las alimentadoras hoy en día se requiere su operación en forma remota y automática, para esto se requiere de un sistema SCADA en el centro de control.

Para esto se debe tener en cuenta los diferentes niveles de automatización y el protocolo de comunicación que se debe utilizar para el envío de datos de los IED (dispositivos inteligentes).

#### 3.4.1. Niveles de automatización.

El modelo del sistema de control de una subestación eléctrica, desde el punto de vista del control y automatización, este se divide por lo general en 4 niveles, desde el nivel 0 como inferior hasta el nivel 3 como superior.



**Figura 3.12: Niveles de Automatización [9].**

Nivel 0, nivel de Patio, en este nivel se sitúan los equipos de campo, como lo son interruptores, seccionadores reconectadores, etc. Estos equipos poseen el mando del control en cada uno de ellos.

El control de operación del nivel 0 se lo realiza desde cada uno de los equipos o desde los circuitos de cada equipo, según a la lógica de control y enclavamientos que tenga cada circuito.

Nivel 1, nivel de Paño - IED's, está constituido por equipos especializados en controlar y proteger el funcionamiento de los equipos de campo.

El control de operación es dada del propio dispositivo inteligente IED, los IED's tienen como función de control, regulación, medición de señales y protección.

Para este estudio se contará con el Controlador Avanzado (ADVC) del reconectador Schneider serie (ACR) para realizar la transferencia de la carga del Hospital de Riobamba.

Nivel 2, nivel de Subestación, en este nivel se encuentra el sistema SCADA que integra a todos los IED's, el cual tiene como función de realizar el control, supervisión, adquisición de datos de la subestación y alimentadoras de esta.

En este nivel se encontrará la lógica de control para realizar la transferencia automática de la carga del hospital, también en este nivel se puede obtener información de cada controlador de los reconectores como:

- Estado de los equipos de campo (en tiempo real la posición abierto o cerrado de los reconectores)
- Valores de medición (voltajes, corrientes, potencias, consumo de energía, calidad de la energía, etc)
- Registro de eventos, etc.

Nivel 3, nivel de Centro de Control – SCADA, en este nivel se obtiene la información de los Sistemas SCADA del nivel 2, es necesario y primordial el medio de comunicación establecido entre el Centro de Control SCADA con los Sistemas SCADA de cada Subestación, para este estudio la comunicación se lo realizara por fibra óptica por medio de comunicación GOOSE del protocolo IEC 61850.

Este nivel es el más importante ya que desde aquí se puede realizar la supervisión y control de los niveles inferiores por el sistema SCADA

teniendo como ventaja de no tener personal encargado en la supervisión de cada una de las subestación que haya, sino más bien de una cuadrilla de personal a utilizar en caso de que haya alguna contingencia. Desde el sistema SCADA de este nivel también se puede obtener información del sistema SCADA de cada subestación, aquí también debe estar la lógica de control para realizar la transferencia automática de la carga del hospital.

### 3.5. Coordinación.

Para la coordinación de los reconectores se debe tener en cuenta que estos funcionarán como interruptores que permitan conectar la carga de Hospital de Riobamba a la alimentadora principal 0501 o la a alimentadora secundaria 0503 en caso de que haya alguna falla en la alimentadora principal.

Por esta razón se ajustará la protección para Sobre o Bajo voltaje y la coordinación para que entre el generador propio en caso de que se pierda energía en las dos alimentadoras.

#### 3.5.1. Ajuste de protección por Sobre y Bajo Voltaje.

Los parámetros para que la alimentación se considere normal se presentan en la Tabla 15 y el seteo de la protección en la Figura 3.13.

<b>Voltaje Nominal</b>	<b>7967</b>
<b>Rango de voltaje</b>	[1.05 – 0.95]
<b>Sobre voltaje</b>	1.1
<b>Bajo voltaje</b>	0.9

**Tabla 15: Parámetros para el seteo.**

Parameter	Value	Unit
Protection Group Displayed	A	
Active Protection Group	A	
Under Voltage Trip	Off	
Over Voltage Trip	Off	
Under Voltage Trip At	94	%
Over Voltage Trip At	106	%
Under Voltage Trip After	10.0	s
Over Voltage Trip After	10.0	s
Under Voltage Normal At	95	%
Over Voltage Normal At	105	%
Under Voltage Phase Logic	Average	
Over Voltage Phase Logic	Average	
Nominal Phase To Earth	7967	Volts
Normal Voltage Close	Off	
Normal Voltage Close After	10	s
Excess Sequences At	0	
Excess Sequences Within Last	0	Min
Recovery Time Out	Off	s

**Figura 3.13: Seteo para sobre voltaje/ bajo voltaje.**

### 3.5.2. Control Generador.

La opción de control de generador Figura 3.14 desconecta la fuente normal cuando esta falla y automáticamente manda la orden de arranque al generador propio del hospital que se encuentra en reposo para que asuma la carga. Cuando la fuente normal es restablecida, el generador es automáticamente apagado y la tensión normal reconectada.

Para que entre en operación el generador propio se debe tener en cuenta que las dos alimentadoras fallen y tanto el reconectador maestro como esclavo deben mandar a operar al generador.

Secuencia de operación.

Arranque Generador

- Detecta pérdida de tensión en las alimentadoras principal y secundaria.
- Desconecta la tensión normal de las alimentadoras.
- Operación del generador con retardo de tiempo por medio de la salida de la IOEX.

- Mantiene el generador corriendo hasta que la tensión en el lado fuente es restablecida.

#### Re-transferencia

- Detecta la normalización de la tensión en una de las alimentadoras.
- Apaga el Generador.
- Reconecta la carga al suministro de tensión de la red luego de un retardo de tiempo hasta que se estabilice.

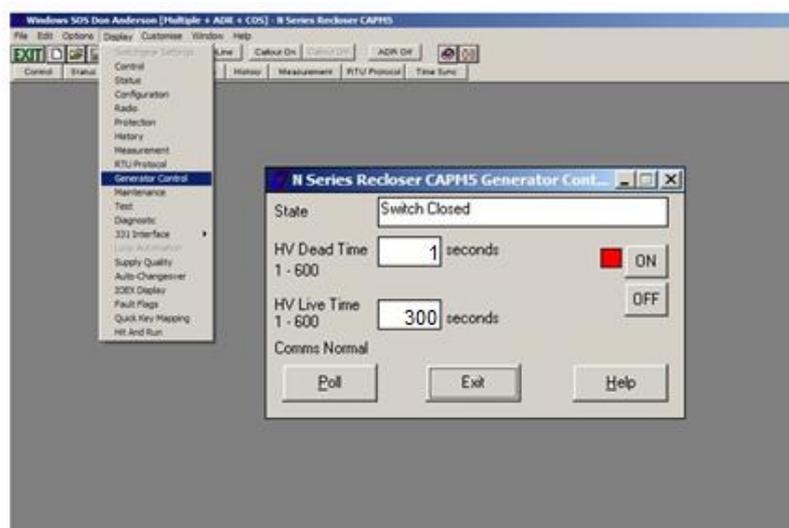


Figura 3.14: Seteo para control generador.

## CAPÍTULO 4

### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

De acuerdo al desarrollo del proyecto, se realiza un análisis técnico en el que está el tipo de comunicación a realizarse con sus ventajas y también un análisis económico. En este marco se analizan las diferentes opciones para transmitir los datos al centro de control.

#### 4.1. Análisis Técnico.

Tomando en cuenta que la comunicación de los reconectores es por medio de una red LAN la velocidad de transferencia de paquete de datos no dependería directamente del protocolo a aplicar (IEC 61850 o IEC6087-104), sino más bien de la velocidad de dicha red. También de la longitud de la red y el número de dispositivos conectados en el mismo ramal, lo cual se muestra en la Figura 4.1.

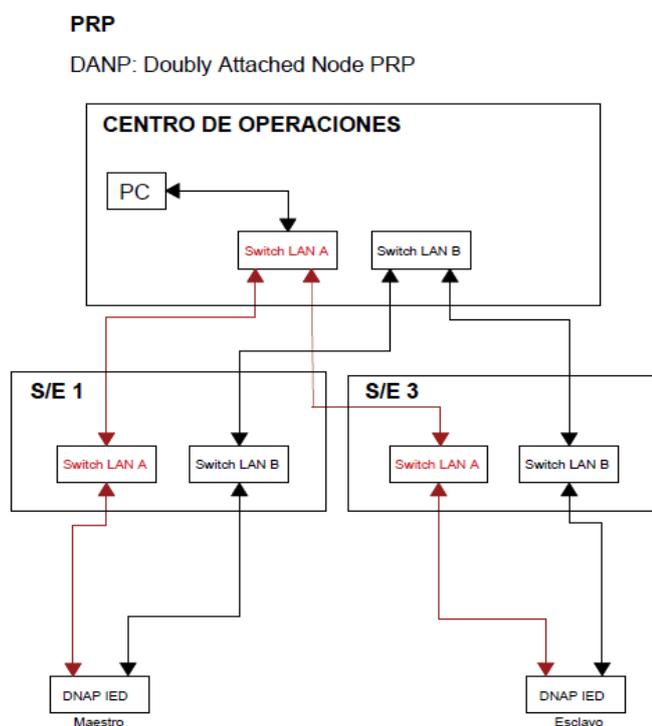


Figura 4.1: Comunicación PRP.





### Costo por Mano de Obra por Tendido

	Desde --> Hacia	Cuadras	Días de Trabajo	Costo [\$]
R1	S/E # 1	22	8	480
R2	S/E # 3	23	8	480
			<b>Costo Total</b>	<b>960</b>

Tabla 17: Costo de mano de obra.

### Costo de Materiales y servicio técnico

Materiales o Servicios	Cant.	Costo Unit.	Costo [\$]
Swicht de 8 puertos GigaEthernet Cisco	2	30	60
Cable de red 1 m	2	2,4	4,8
Cable Patch Cord De Fibra óptica Monomodo Sc/sc 9/125um 3mts	32	5,25	168
Conversor de Mídia D-Link DMC-300SC - 10/100BaseTX (RJ45) para 100BaseFX SC (Fibra)	8	100	800
Fusión de fibra óptica	16	10	160
Fibra óptica de 6 hilos multimodo blindado 1m	8020	0,85	6817
Certificación por punto de Fibra	16	15	240
Distribuidor Externo Óptico BW12 Furukawa	4	15	60
Amarras plásticas X 100	81	1,3	105,3
<b>Costo Total</b>			<b>8415,1</b>

Tabla 18: Materiales y servicios para fibra óptica en PRP.

Sumando los costos totales de las Tablas 17 y 18 da un resultado de \$9375.10. Los precios fueron considerados de costos reales de materiales y servicios prestados sin ningún tipo de ganancia extra, tomar en cuenta que al requerir el servicio de alguna empresa que realice todo el trabajo el costo se elevará.

**Costo por cable Ethernet.**

El uso de este cable no es viable en nuestro proyecto ya que en la práctica se necesita de un switch Cisco exterior cada 90 metros y no garantiza que la señal de llegada tenga la misma velocidad que la señal de salida.

Aproximadamente se requieren 90 switch para abastecer el recorrido de cable Ethernet. Con un costo estimado de \$100 por switch, el costo de ellos sería de \$9000 sin contar aun los costos de cables y dispositivos de conexión requeridos.

El gasto es elevado considerando la señal pobre que habrá entre los extremos.

**Costo con equipos Wireless.**

En cuanto al método por Wireless se debe tener en cuenta que se necesitará de antenas especiales que puedan cubrir distancias superiores a un kilómetro a una banda de frecuencia propia para la transmisión de datos.

Al ser dos reconectores y cada uno con dos vías en caso de contingencia por protocolo PRP. Se necesita de 4 antenas a un costo estimado de \$3000 cada una, sin considerar aun los costos de los equipos que convierten las señales RF del reconector a UTP con la que trabajan los aparatos Wireless.

El costo es sumamente elevado y superaría los \$12000 en materiales, faltando aún la mano de obra especializada la cual es más costosa que en los dos casos anteriores. En todo caso esta opción ha sido descartada por interferencias climáticas ya mencionadas en el análisis técnico.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio de carga realizado en el software CYMDIST determina que al realizar la transferencia perteneciente de la alimentadora principal a la alimentadora secundaria, esta está en capacidad de suministrar energía a parte de la trayectoria de la línea y a la carga total del hospital sin contingencias en algún punto.

Una comunicación directa entre los reconectores no es posible por lo cual se necesita de un sistema SCADA en la cual deberá estar la lógica de control y así poder realizar la transferencia automática de la carga del hospital en media tensión, aplicando el protocolo IEC 60870 – 104 con el uso de fibra óptica con protocolo de redundancia en paralelo.

Los reconectores estudiados funcionarán como interruptores que se accionarán cuando se pierda fase o haya sobrevoltaje/bajo voltaje.

Se recomienda utilizar reconectores que utilicen el protocolo IEC 61850 como por ejemplo el Reconector OVR de la marca ABB el cual opera a voltaje nominal de 15 KV, a pesar de ser un gasto elevado. Permitiendo así la comunicación vertical y horizontal de los relés.

Confirmar con el fabricante si los reconectores Schneider permiten una actualización que habilite el uso de IEC 61850 con comunicación directa entre ellos.

Cambiar el tablero de transferencia del hospital por un reconector conectado en media tensión que permita coordinar la transferencia del generador propio con los reconectores Schneider de las alimentadoras, todos ellos aterrizados debidamente.

## BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Schneider Electric (2009, Mayo). Automatización de Redes [Online]. Disponible en: <http://www.schneider-electric.com.co/documents/press-release/automatizacin-de-redes.pdf>
- [2] L. Blackburn and T. DominBlackburn “Introduction and General Philosophies”, en Protective Relaying - Principles and Applications, 3th ed. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group, 2006, pp. 46-47.
- [3] M. Benítez, “Implementación Práctica del Protocolo IEC 61850 en Subestaciones Eléctricas. Problemas y Soluciones,” Tesis de Maestría. Dept. Ing. Elect. Univ. de Sevilla, Sevilla, España, 2015.
- [4] H. Grasset. (2015, Enero 19). Optimizing Protection and Control Schemes Based on GOOSE Messages, Schneider Electric (Revision 0) [Online]. Disponible en: [http://www.schneider-electric.com.hk/en/download/document/998-2095-01-19-15AR0\\_EN/](http://www.schneider-electric.com.hk/en/download/document/998-2095-01-19-15AR0_EN/)
- [5] A. Silos. (2016, Junio 1). Protocolos de redundancia para proteger la red (1th edición) [Online]. Disponible en: <http://blogespanol.schneider-electric.com/telecomunicaciones/2016/06/01/protocolos-redundancia-red-comunicacion/>
- [6] Portacables S.A. Características de conductores. [Online]. Disponible en: <http://procables.com.co/downloads/aleaciones/1350-ACSR.pdf>.
- [7] I. Fajardo, “Controlador ADVC Manual de Operaciones,” Schneider Electric, (2010, Enero 28) pp. 13.
- [8] I. Fajardo, “Controlador ADVC Manual de Operaciones,” Schneider Electric, (2010, Enero 28) pp. 173.
- [9] M. Zapata, G. Enrique; M. Rojas, A. Manuel, “Desarrollo de un sistema inteligente de control de carga orientado a mejorar la disponibilidad y la confiabilidad de un sistema de distribución eléctrica,” Tesis de Bachelor, Dept. Ing. Elect. y Comp., Univ. Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2015.
- [10] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Homologaciones de las unidades de propiedad, Medio Voltaje Trifásico. [Online]. Disponible en:

[http://www.unidadesdepropiedad.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=142&Itemid=207](http://www.unidadesdepropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=142&Itemid=207) .

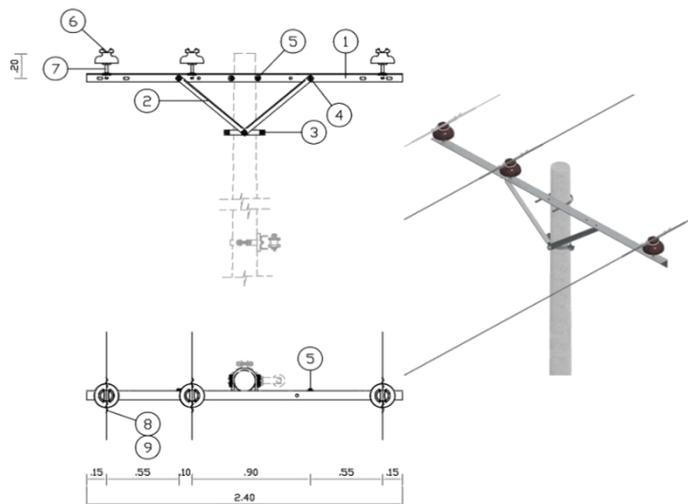
- [11] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Homologaciones de las unidades de propiedad, Medio Voltaje Trifásico. [Online]. Disponible en: [http://www.unidadesdepropiedad.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=157&Itemid=195](http://www.unidadesdepropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=157&Itemid=195).

## ANEXOS.

### Anexo A. Estructuras aéreas en medio voltaje.

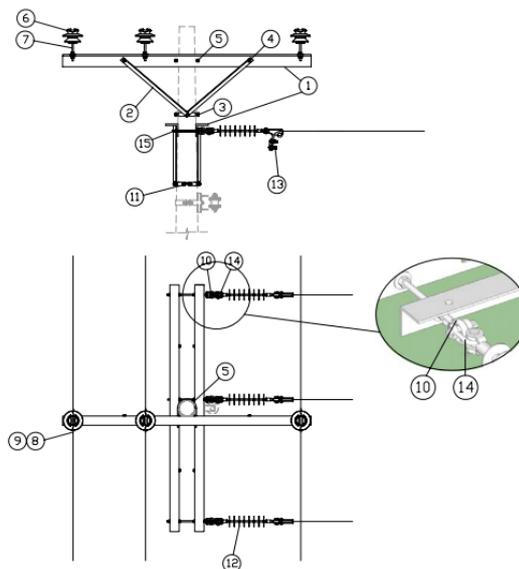
Trifásica – Semicentrada – Pasante o Tangente [10].

IDENTIFICADOR UP-UC EST - 3SP	ESTRUCTURAS EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 13,8 kV GRDy / 7,96 kV - 13,2 kV GRDy / 7,62 kV			
IDENTIFICADOR UC 3SP	TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - PASANTE O TANGENTE			
LISTA DE MATERIALES				
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	NOTAS	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (3 x 3 x 1/4 x 95")	NOTA 1	1
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 27 9/16")		2
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")		1
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1 1/2")		2
5	c/u	Perno "U" de acero galvanizado, 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 presión, de 16 x 152 mm (5/8" x 6"), ancho dentro de la "U"		1
6	c/u	Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 15 kV, ANSI 55-5		3
7	c/u	Perno pin de acero galvanizado, rosca plastica de 50 mm, 19 x 305 mm (3/4" x 12")		3
8	m	Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG		6
9*	c/u	Varilla de armar preformada simple, para cable de Al		3



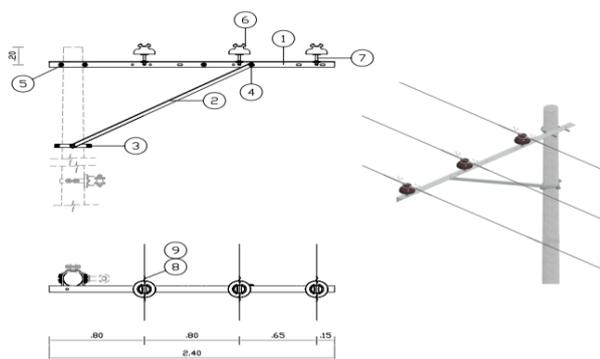
Trifásica–Semicentrada–Pasante o Tangente + Retención o Terminal [10].

IDENTIFICADOR UP-UC		ESTRUCTURAS EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 22 kV GRDy / 12,7 kV - 22,8 kV GRDy / 13,2 kV	
ESV-3SP+3SR		TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - PASANTE O TANGENTE + RETENCIÓN O TERMINAL	
IDENTIFICADOR UC		3SP+3SR	
LISTA DE MATER			
REF	UNID.	DESCRIPC	CANTIDAD
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, perfil "L", universal, 75 x 75 x 6 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95")	3
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	5
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	6
5	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
6	c/u	Aislador tipo espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	3
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	3
8	m	Conductor desnudo sólido de Al, para ataduras, No.- 4 AWG	6
9	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al.	3
1	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
1	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	3
1	c/u	Grapa terminal apenada tipo pistola, de aleación de Al.	3
1	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabón "U" para sujeción)	3
1	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. X 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1



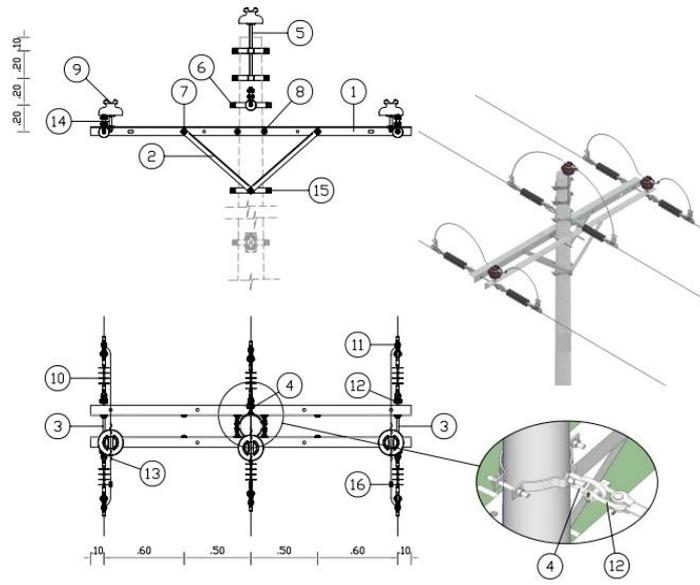
Trifásica – En Volado –Pasante o Tangente [10].

IDENTIFICADOR UP-UC EST - 3VP		ESTRUCTURAS EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 13,8 kVGRDy / 7,96 kV - 13,2 kVGRDy / 7,62		
IDENTIFICADOR UC 3VP		TRIFÁSICA - EN VOLADO - PASANTE O TANGENTE		
LISTA DE M				
REF	UNID.	DE	NOTAS	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (3 x 3	NOTA 1	1
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2		1
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x		1
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1		1
5	c/u	Perno "U" de acero galvanizado, 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 presión, de 16 x 152 mm (5/8" x 6"), ancho dentro de la "U"		1
6	c/u	Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 15 kV, ANSI 55-5		3
7	c/u	Perno pin de acero galvanizado, rosca plastica de 50 mm, 19 x 305 mm (3/4" x		3
8	m	Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG		6
9*	c/u	Varilla de armar preformada simple, para cable de Al		3



Trifásica – Centrada – Doble Retención o Doble terminal [10].

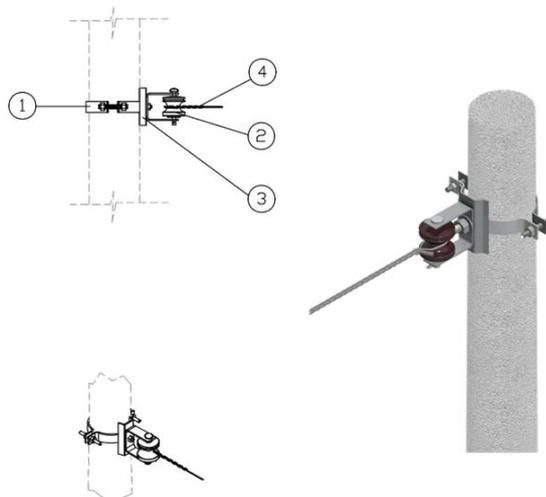
IDENTIFICADOR UP-UC		ESTRUCTURAS EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 13,8 kV GRDy / 7,96 kV - 13,2 kV GRDy / 7,62 kV		
IDENTIFICADOR UC		TRIFÁSICA - CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL		
3CD				
LISTA DE MATERIALES				
REF	UNID.	DESCR	NOTAS	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (3 x 3 x 1/4")	NOTA 1-2	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 27)		4
3*	c/u	Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 254 mm		2
4*	c/u	Tuerca ojo ovalado de acero galvanizado, perno de 16 mm (5/8")		4
5*	c/u	Perno pin punta de poste simple de acero galvanizado, con accesorios de sujeción, 19 x 457		1
6*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")		1
7	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1 1/2")		4
8	c/u	Perno rosca corrida de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 305 mm (5/8 x 12")		2
9	c/u	Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 15 kV, ANSI 55-5		3
10*	c/u	Aislador de suspensión, caucho siliconado, 15 kV, ANSI DS-15		6
11*	c/u	Grapa de aleación de Al, terminal apernado, tipo pistola		6
12	c/u	Horquilla de acero galvanizado, para anclaje 16 x 75 mm (5/8 x 3")		4
13	m	Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG		6
14	c/u	Perno pin de acero galvanizado, rosca plástica de 50 mm, 19 x 305 mm (3/4" x 12")		2
15	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")		1
16*	c/u	Conector de aleación de Al, compresión tipo "H"		3
17*	c/u	Horquilla de acero galvanizado, para anclaje 16 x 75 mm (5/8 x 3")		2



### Anexo B. Estructuras aéreas en bajo voltaje.

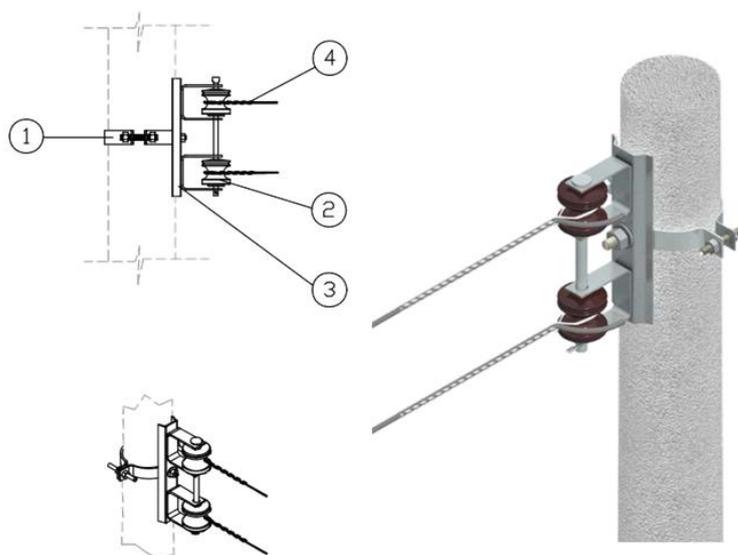
#### Una vía - Vertical – Retención o Terminal [11].

IDENTIFICADOR UP-UC ESE-1ER		ESTRUCTURAS EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 0 V		
IDENTIFICADOR UC 1ER		UNA VÍA - VERTICAL - RETENCIÓN O TERMINAL		
LISTA DE MATERIALES				
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	NOTAS	CANTIDAD
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")		1
2	c/u	Aislador rollo, porcelana, 0,25 kV, ANSI 53-2		1
3	c/u	Bastidor de acero galvanizado, 1 vía, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")		1
4	c/u	Retención preformada, para cable de Al		1



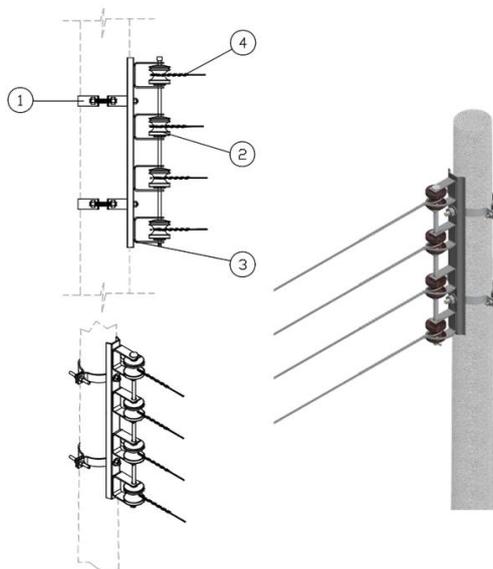
## Dos vías – Vertical – Retención o Terminal [11].

ESD-2ER				
IDENTIFICADOR UC		DOS VÍAS - VERTICAL - RETENCIÓN O TERMINAL		
2ER				
LISTA DE MATERIALES				
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	NOTAS	CANTIDAD
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")		1
2	c/u	Aislador rolo, porcelana, 0,25 kV, ANSI 53-2		2
3	c/u	Bastidor de acero galvanizado, 2 vías, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")		1
4	c/u	Retención preformada, para cable de Al		2



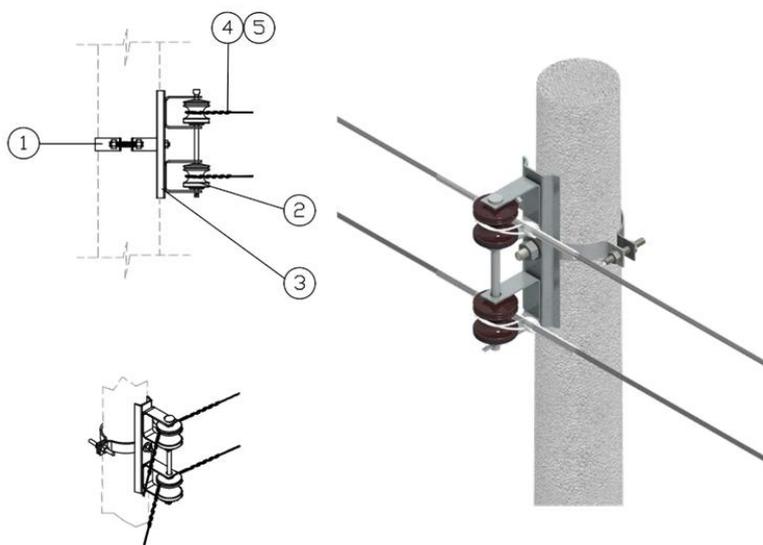
## Cuatro vías – Vertical – Retención o Terminal [11].

ESD-4ER	ESTRUCTURAS EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 240/120 V - 220/127 V - 210/121 V - 208/120 V			
IDENTIFICADOR UC	CUATRO VÍAS - VERTICAL - RETENCIÓN O TERMINAL			
4ER				
LISTA DE MATERIALES				
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	NOTAS	CANTIDAD
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")		2
2	c/u	Aislador rolo, porcelana, 0,25 kV, ANSI 53-2		4
3	c/u	Bastidor de acero galvanizado, 4 vías, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")		1
4	c/u	Retención preformada, para cable de Al		4



### Dos vías – Pasante o Tangente, Angular [11].

IDENTIFICADOR UP-UC ESD-2EP	ESTRUCTURAS EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 240/120 V - 220/127 V - 210/121 V - 208/120 V			
IDENTIFICADOR UC 2EP	DOS VÍAS - VERTICAL - PASANTE O TANGENTE, ANGULAR			
LISTA DE MATERIALES				
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	NOTAS	CANTIDAD
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")		1
2	c/u	Aislador rollo, porcelana, 0,25 kV, ANSI 53-2		2
3	c/u	Bastidor de acero galvanizado, 2 vías, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")		1
4	m	Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG		4
5	c/u	Varilla de armar preformada simple, para cable de Al		2



### Anexo C. Detalles de estructura en postes y coordenadas de ubicación.

En la siguiente tabla se especifica qué tipo de estructuras posee cada poste de la alimentadora 0503 prolongada y también su ubicación geográfica de este.

N. POSTE	CÓDIGO ESTRUCTURA	ESTRUCTURA EN POSTE	COORD_X	COORD_Y
1413	POO1004	3CPT,3SPT	762029.3485	9813932.9871
1444	POO1004	2ER,3CRT,3SPT	762051.4149	9813899.9671
1445	POO1004	2EP,3VPT	762075.2274	9813864.5658
1446	POO1004	1ER,3VPT	762099.5161	9813827.8945
1447	POO1004	1ER,2EP,3VPT	762126.345	9813787.7306
1448	POO1004	2ER,3VDT,4ER	762153.539	9813748.8896

Tabla de estructura en poste.



Poste 1413



Poste 1444



Poste 1445



Poste 1446



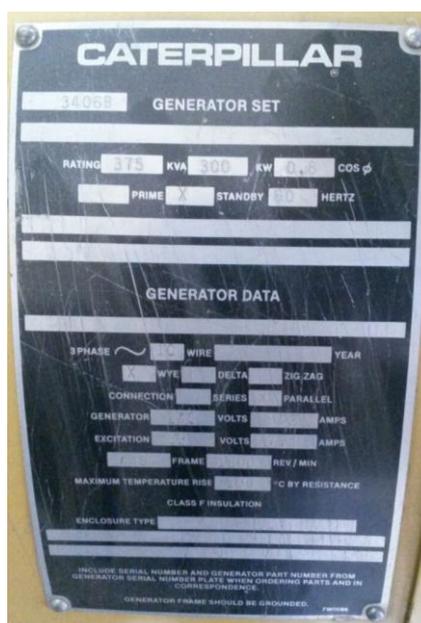
Poste 1448

## Anexo D. Detalles de la alimentación y generación del hospital.

Tablero donde se realiza la transferencia automática.



Datos de placa del generador del hospital.



Camisa de calentamiento permanente (adaptada).



Tanque principal de diésel de 150 galones.



Sistema de bombeo automático y manual.



Banco de capacitores.



Cuarto de transformadores.



Protección por fusibles.

