

PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE TELE GESTIÓN SOBRE RE-
CONECTADORES DE 34,5 KV PERTENECIENTE A LA EMPRESA DE ENERGÍA
DE BOYACÁ – EBSA S.A. E.S.P.

HARVEY AUGUSTO HERNÁNDEZ LEANDRO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TUNJA

2015

PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE TELE GESTIÓN SOBRE RE-
CONECTADORES DE 34,5 KV PERTENECIENTE A LA EMPRESA DE ENERGÍA
DE BOYACÁ – EBSA S.A. E.S.P.

HARVEY AUGUSTO HERNÁNDEZ LEANDRO

Trabajo de Grado para optar por al título de INGENIERO ELECTRÓNICO

Asesores:

MSC WILLIAM FABIAN CHAPARRO BECERRA

ING HERNAN BAYARDO AGUDELO NEGRO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TUNJA

2015

Declaración

El autor de este libro es responsable en su totalidad tanto de ideas como de información que se exponen, de igual forma los documentos y consultas, referentes bibliográficos que van incluidos en el documento.

Nota de aceptación

Firma del Director

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja, Febrero de 2015

DEDICATORIA

A mi mamá Nelly Leandro y a mi abuela Isabel Leandro quienes contribuyeron con su esfuerzo, dedicación y amor para ser cada día una persona con valores y un mejor profesional dándome el apoyo para poder hoy poder culminar este sueño.

A mi papá Ítalo Hernández por brindarme el apoyo durante toda la carrera y por compartir conmigo todas sus enseñanzas para ser una persona de bien y para ser un mejor profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la bendita madre por permitirme llegar hasta este punto, por sus infinitas bendiciones, por guiar e iluminar el camino recorrido hasta el momento.

A mis padres y a mis abuelos por su amor incondicional, su apoyo en todos los momentos de la vida, por su formación como persona integral y por aportar parte de sus vidas para este logro.

A mis hermanos por su compañía a través de este camino, por colaboración y su apoyo.

A mis compañeros Laura, Christian, Alex, Fabio y a todos los que aportaron un granito de arena para ser un mejor profesional con sus enseñanzas, su apoyo y sus experiencias dentro de la universidad y fuera de esta.

A la Universidad Santo Tomas de Tunja y a todo su cuerpo de docentes por ser parte de mi proceso como ingeniero y por brindarme las herramientas necesarias para mi formación académica.

Al ing. Fabián Chaparro por sus aportes en esta práctica y por sus enseñanzas a través de la carrera.

A la empresa de energía de Boyacá y en ella a la gerencia de distribución por permitirme desarrollar la práctica empresarial dándome la experiencia para esta vida profesional que apenas comienza.

Al ing. Hernán Agudelo por su ayuda en la realización de este proyecto, por compartir sus conocimientos y sus experiencias en el transcurso de la práctica.

A todas las personas del área de operación y mantenimiento por sus aportes, su ayuda y su colaboración durante la práctica empresarial y el desarrollo de este proyecto.

CONTENIDO

CONTENIDO	7
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABLAS.....	11
LISTA DE ANEXOS	12
GLOSARIO.....	13
RESUMEN	14
1 INTRODUCCIÓN	15
2 JUSTIFICACIÓN	16
3 PROBLEMA	17
3.1 FORMULACIÓN DE PREGUNTAS.....	17
3.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	17
3.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
4 OBJETIVOS	19
4.1 OBJETIVO GENERAL	19
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
5 ANTECEDENTES	20
6 MARCO REFERENCIAL.....	22
6.1 MARCO CONCEPTUAL	22
6.1.1 Re-conector	22
6.1.2 Medios de Transmisión.....	29
6.1.3 Redes móviles.	35
6.1.4 Evolución de los sistemas celulares.	37
6.1.5 Redes privadas virtuales (VPN – Virtual Private Network).	43
6.2 MARCO INSTITUCIONAL.....	48
6.2.1 Reseña Histórica de la Empresa.	48
6.2.2 Organigrama de la empresa de energía de Boyacá.	49
7 DISEÑO METODOLÓGICO.....	51
7.1 TIPO DE METODOLOGÍA	51
7.2 ESTRUCTURA METODOLÓGICA.....	51

7.2.1	Documentación.....	51
7.2.2	Diseño	52
8	RESULTADOS.....	53
8.1	DETERMINACIÓN DEL MEDIO	53
8.2	DISEÑO	56
8.3	PRUEBAS	62
9	CONCLUSIONES	68
10	RECOMENDACIONES	69
11	BIBLIOGRAFIA.....	70
12	ANEXOS	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Re-conector Nulec serie N.	23
Figura 2. ADVC Ultra controlador re-conector.....	25
Figura 3. Puertos de comunicaciones re-conector	26
Figura 4. Entorno de software WSOS5.	28
Figura 5. Entorno de control en re-conector software WSOS5.....	29
Figura 6. Estructura cable coaxial.	32
Figura 7. Estructura de fibra óptica	33
Figura 8. Red VPN como intranet.....	43
Figura 9. Red VPN como extranet.....	44
Figura 10. Red VPN con usuarios móviles.....	44
Figura 11. Organigrama de la Empresa de Energía de Boyacá.	49
Figura 12. Organigrama dirección de operación y mantenimiento	50
Figura 13. Comunicación empresa con RTU.....	53
Figura 14. Comunicación empresa con Gateway.....	54
Figura 15. Mapa de cobertura GSM claro Colombia	56
Figura 16. Puertos de comunicación re-conector NU-LEC.....	56
Figura 17. Diseño de red para comunicación entre empresa y re-conector	57
Figura 18. Red de tele gestión para escalabilidad.....	58
Figura 19. Red tele gestión punto a punto	60
Figura 20. Router TP- Link 3020	62
Figura 21. Modo de conexión al router TP-Link 3020.....	62
Figura 22 . Interface WSOS5 para conexión por cable Ethernet.....	63

Figura 23. Red de prueba para gestión remota.....	64
Figura 24. Conexión prueba re-conectador	64
Figura 25. Re-conectador en subestación.....	65
Figura 26. Panel de control para cierres de re-conectador	65
Figura 27. Configuración comunicación software wsos5.....	66
Figura 28. Descarga de eventos	66
Figura 29. Configuración corrientes software Wsos5	67
Figura 30. Curva de corriente en software Wsos 5	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normas para cable de par trenzado.	30
Tabla 2. Normas para cable coaxial.	31
Tabla 3. Ventajas y desventajas de la fibra óptica	33
Tabla 4. Ventajas y desventajas de infrarrojos.	34
Tabla 5. Ventajas y desventajas de uso de radioenlaces.	35

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1.....	72
ANEXO 2.....	74
ANEXO 3.....	75

GLOSARIO

IED: (Intelligent Electronic Device), Dispositivo inteligente electrónico, es el dispositivo que se encarga de controlar y monitorear el re-conector.

IP: (Internet Protocol): Protocolo interredes, etiqueta numérica que identifica de una manera lógica a una interfaz.

MODBUS: protocolo industrial de comunicación usado para transmitir información sobre líneas seriales entre dispositivos electrónicos.

MTU: (Master Terminal Unit): unidad terminal maestra, se encarga de controlar a las unidades terminales remotas.

RE-CONECTADOR: dispositivo de interrupción de corriente eléctrica que puede realizar re cierres de forma automática.

RTU: (Remote Terminal Unit): unidad terminal remota, se encarga de unificar protocolos.

SCADA: (Supervisory Control and Data Acquisition): supervisión, control y adquisición de datos, es un sistema que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia.

SOLENOIDE: Bobina cilíndrica de hilo conductor arrollado de manera que la corriente eléctrica produzca un intenso campo magnético.

SSL: capa de conexión segura utilizada como protocolo criptográfico.

TCP: Protocolo de control de transmisión y es uno de los protocolos de TCP/IP.

TELE GESTION: Proceso de realizar de forma remota la configuración y el análisis de los datos de medición de equipos.

USB: (Universal Serial Bus): es un bus de estándar industrial que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre computadoras, periféricos y dispositivos electrónicos.

UTP: Cable sin apantallar utilizado en redes de área local pero de menor calidad que STP.

VPN: Virtual Private Network, red de área virtual, utilizados como sistemas de seguridad de encriptado de información y haciendo que los puntos que están conectados se comporten como red de área local.

RESUMEN

Este documento muestra el proyecto realizado para la empresa de energía de Boyacá en la modalidad de pasantía de una propuesta de red para tele gestión de re-conectores de 34,5 kV perteneciente a la empresa de energía de Boyacá, ubicada en la subestación el morro del departamento de Casanare. La tele gestión es un proceso que permite acceder a las configuraciones del re-conector, manipular el equipo y observar el comportamiento de cada línea a través de software de forma remota.

El re-conector es un equipo que despeja fallas de manera automática a través de un controlador electrónico (IED), este equipo se utiliza en la empresa de energía de Boyacá para dar protección a su red de distribución. Este dispositivo puede interrumpir la carga eléctrica de forma automática a través de un controlador electrónico, donde el profesional encargado de la coordinación de protecciones establece parámetros como curvas de comportamiento, en las cuales se establece la corriente máxima que puede llegar a pasar a través de estos equipos de forma temporizada e instantánea.

En este momento para poder gestionar un re-conector, se realiza de manera local, para esto, el profesional encargado de las protecciones se desplaza hasta el lugar de ubicación del re-conector, allí se conecta al equipo a través de cable RS232, Ethernet o USB y a través de software procede a descargar eventos, realizar ajustes, hacer pruebas y observar el comportamiento de las líneas.

A través del documento se observa el proceso de diseño de la red para la tele gestión del re-conector, mostrando cada uno de los pasos para determinar el medio de comunicación, la forma en que se enviarían los datos, los equipos a utilizar, las ventajas y los posibles inconvenientes que pueda llegar a presentar la propuesta.

1 INTRODUCCIÓN

La empresa de energía de Boyacá EBSA S.A E.S.P., como empresa prestadora de servicios públicos busca mejorar la calidad de vida de sus clientes, prestando un buen servicio en la distribución de energía eléctrica de forma continua. La oficina de protecciones, es la encargada de coordinar el correcto funcionamiento de las protecciones en las líneas de tensión a través de seccionadores, re-conectadores y relés instalados en la red de distribución donde la empresa presta servicio. Actualmente la empresa no cuenta con un sistema de tele gestión para re-conectadores, el proceso de gestión se realiza de forma local, por medio de este sistema se busca realizar procesos de seguimiento de los fallos de energía, para hacer un análisis de las causas que los provoco y determinar un procedimiento para la solución del problema de manera remota.

Con un sistema de tele gestión para estos equipos se busca dar mejor información a las cuadrillas, dando asistencia de forma remota, para que al desplazarse hasta el lugar del fallo, éste se encuentre de una manera más rápida y así, acortar los tiempos de duración de las interrupciones del suministro de energía eléctrica que puedan llegar a presentarse. Además, dar la facilidad a los profesionales encargados de las protecciones para descargar eventos, hacer cierres y si es el caso, realizar los ajustes necesarios al equipo de una forma remota en la oficina. Al diseñar una red de tele gestión se busca mejorar la calidad de servicio de la empresa, teniendo un mejor control sobre los re-conectadores y de esta manera mejorar la calidad de vida de los usuarios a los que se les presta el servicio.

Este documento muestra la propuesta para el diseño de una red para realizar tele gestión de re-conectadores de línea de 34,5 kV, mostrando el proceso que se tuvo a través de la pasantía, evaluando el medio de comunicación más apropiado, el diseño y los equipos para realizar la gestión del re-conectador, teniendo en cuenta criterios técnicos y también profesionales por parte de los ingenieros de la empresa de energía de Boyacá encargados de este proceso.

2 JUSTIFICACIÓN

La empresa de energía de Boyacá a través de la gerencia de distribución y dentro de ella la oficina de protecciones, es la encargada de coordinar la protección de circuitos en donde la empresa presta el servicio de distribución de energía eléctrica, este proceso se realiza por medio de seccionadores, re-conectores y relés instalados en la red de distribución.

Actualmente la empresa no cuenta con un sistema de gestión remota de re-conectores, para realizar este proceso se requiere el desplazamiento hasta el sitio en donde se encuentra el dispositivo y allí se conectan a través de cable rs-232, Ethernet o USB, con un computador que posee el software para realizar las configuraciones.

Con un sistema de tele gestión para estos equipos se busca dar mejor información a las cuadrillas y a los profesionales del área de operación y mantenimiento de la empresa, para que al momento de desplazarse hasta el lugar donde se encuentre un posible fallo, este se halle de una forma más rápida y así puedan disminuir los tiempos de duración de interrupciones del suministro de energía eléctrica, además de dar la facilidad de hacer cierres, descargar eventos y realizar ajustes de forma remota, para encontrar el problema de una forma más rápida y determinar la solución más conveniente. Al diseñar una red de tele gestión se busca mejorar la calidad de servicio de la empresa y de esta manera mejorar la calidad de vida de cada uno de los usuarios a los que la empresa presta el servicio.

(Yam Pérez, 2007), dice que los re-conectores son equipos interruptores que hacen reconexiones automáticas, estas se hacen durante un tiempo estimado y al llegar a un numero de reiteraciones sucesivas el dispositivo se dispone a abrir el circuito, con lo cual se llega a la conclusión que ocurre un fallo, es por esto, que al presentarse esta clase de inconvenientes, la tele gestión ayuda a encontrarlos, realizando el análisis sobre la causa del posible problema de una forma remota y haciéndolo de una manera más rápida y eficaz. También busca dar una mejor información a los profesionales encargados de la coordinación de protecciones en la empresa, para tomar decisiones acerca de mantenimientos a equipos o a líneas según la información obtenida del comportamiento de los circuitos sin necesidad de desplazarse hasta el lugar en donde se encuentre el re-conector.

La red de tele gestión permite tener un respaldo en casos donde el sistema de comunicación, con el que cuenta actualmente la empresa falle, dándole otro camino al operario del centro de control, para poder realizar los cierres de una forma remota y además permitiendo tener información más detallada para su operación.

3 PROBLEMA

3.1 FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

¿Qué dispositivos y criterios de diseño se deben considerar para la implementación de una red de tele gestión de protecciones para un re-conector de 34,5 kV ubicado en la subestación el morro del departamento de Casanare perteneciente a la empresa de energía de Boyacá?

3.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La empresa de energía de Boyacá con la meta de brindar una mejor calidad de servicio para sus clientes, busca desarrollar el proyecto de automatización de subestaciones, con el objetivo de tener monitoreo, control y gestión de los equipos de protección que intervienen en su red de distribución. Algunos de estos equipos, como los re-conectores se encuentran en diferentes subestaciones, que están ubicadas en sitios bastante alejados de la sede principal, ubicada en el municipio de Tunja, en donde se encuentra el personal que se encarga de coordinar y vigilar el funcionamiento de los equipos de protecciones.

Actualmente para gestionar estos dispositivos un profesional de operación y mantenimiento se desplaza hasta el lugar en donde se encuentra el equipo y luego, a través de un cable rs-232, Ethernet o USB, se conecta al dispositivo, descargando eventos o realizando los ajustes necesarios al re-conector a través de un computador que posee el software necesario para realizar estas configuraciones.

En este momento la empresa no cuenta con un sistema de gestión remota para re-conectores, lo cual tiene como consecuencia pérdida de tiempo de los profesionales, ya que algunos de los re-conectores se encuentran bastante alejados de Tunja, por lo que el tiempo en desplazarse hasta el lugar, puede tardar varias horas, este traslado representa un costo para la empresa lo cual representa un problema.

Cuando se presentan fallos en esta clase de lugares, el tiempo en encontrar el problema es mayor, debido al traslado del profesional hasta el lugar del fallo. Las cuadrillas que se encuentran cerca de la zona, no pueden realizar ninguna operación hasta que el profesional indique como proceder según el análisis y el diagnostico que realice. Estos inconvenientes representan pérdidas para la empresa de energía de Boyacá en el consumo de energía eléctrica y si el problema tarda mucho tiempo en resolverse, acarrea multas.

3.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Este proyecto pretende evaluar el diseño de una red para la tele gestión de re-conectores de 34,5 kV, donde el caso de estudio, es el re-conector en la subestación el Morro ubicada en el departamento de Casanare, perteneciente a la empresa de energía de Boyacá.

La propuesta tendrá en cuenta el estudio del medio más apropiado para poder comunicar el re-conector y la sede administrativa de la empresa de energía de Boyacá, el diseño de la red de gestión remota, la evaluación de características técnicas y las cotizaciones de los posibles equipos a manejar dentro del diseño.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el diseño de una red para la gestión remota de protecciones sobre un re-conectador de 34,5 kV perteneciente a la empresa de energía de Boyacá- EBSA S.A E.S.P sugiriendo el medio más apropiado para realizar la tele gestión en re-conectores.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir de una manera general la infraestructura de comunicación y las especificaciones técnicas de re-conectores de la empresa de energía de Boyacá.
- Evaluar el medio más apropiado para realizar la tele gestión de protecciones tomando como base el re-conectador de 34,5 kV de la subestación el morro ubicado en el departamento de Casanare.
- Diseñar una red para la tele gestión de protecciones en re-conectores de 34,5 kV, donde el caso de estudio, es la subestación el Morro ubicada en el departamento de Casanare.
- Determinar características técnicas de los equipos a utilizar dentro del diseño de la red de tele gestión.

5 ANTECEDENTES

Las *Smart Grid*, (redes inteligentes), se han venido utilizando durante décadas en industrias, en los últimos años, han tenido un avance vertiginoso y hoy en día están siendo utilizados en el sector eléctrico para procesos de generación, como en el caso de parques eólicos y centrales, hasta llegar a los consumidores, mejorando así la eficiencia energética. (Levieratos, Vogiatzaki, & Cottis, 2013), dice que las *Smart Grid* pueden ser consideradas como una red de energía eléctrica basadas en tecnologías de la información, que puede integrar e incorporar de forma inteligente las acciones de todos los usuarios conectados a esta, es decir, generadores, distribuidores y consumidores de energía; esto con el objetivo de entregar energía eléctrica de una manera sostenible, económica y segura. La tele gestión es una parte de la función que cumplen estas redes, además de realizar medidas y control de forma remota. En las *Smart Grid* se trata de implementar redes de área personal (PAN) o redes de área local (LAN) para llevar a cabo la comunicación entre dispositivos y el centro de control.

En el campo internacional la empresa Viola Systems muestra el artículo titulado “*Case ESB networks: pole-top communication increases efficiency in Ireland*”, desarrollado por la empresa ESB networks, encargada de la construcción y supervisión de la infraestructura de la red eléctrica de sub-transmisión de media y baja tensión en Irlanda. (Viola Systems, 2012), la empresa ESB networks contaba con un gran número de dispositivos en terreno los cuales se encontraban en sitios distantes, en este desarrollo se comunicaron a través de tecnologías móviles con el sistema SCADA por el cual monitoreaban cada uno de los postes, integrando conversiones de protocolos IEC 104/101 a través de soluciones GPRS y GSM.

A nivel nacional se muestra un artículo a través de la revista de la Comisión de Integración Energética Regional (CIER), organismo internacional del sector eléctrico de América Latina y del Caribe, donde se da a conocer el proyecto de telecontrol y tele gestión de re-conectores con tecnologías GSM/GPRS en el cual se expone la implementación de un sistema de telecontrol y tele gestión de re-conectores, instalados en las redes eléctricas de media tensión de la empresa CODENSA a través de soluciones móviles y el uso del software de gestión desarrollado en el proyecto. La empresa CODENSA es la encargada de la distribución del departamento de Cundinamarca, algunos municipios de Boyacá y Tolima. (Patiño, Díaz, Marin , Suarez, & Vidal, 2010).

En la región se encuentra información en la universidad Santo Tomás en un documento de trabajo de grado en la modalidad de pasantía, dentro de la empresa de energía de Boyacá, titulado “*análisis, diseño e implementación de una red para*

realizar Tele-gestión de protecciones entre la subestación Donato y el Edificio Administrativo de la EBSA mediante fibra óptica” (Galán Viasus, 2013), el cual tiene como objetivo la tele gestión de protecciones en relés mediante fibra óptica. Este proyecto nombra la posibilidad de realizar la gestión remota de relés con servidores de puerto a través de conexiones RS232, comunicándolas a la sede administrativa por medio de VLAN con la red de la empresa, este proyecto fue desarrollado dentro de la oficina de gestión de protecciones.

6 MARCO REFERENCIAL

6.1 MARCO CONCEPTUAL

6.1.1 Re-conectador

El re-conectador es un equipo de interrupción de corriente eléctrica que tiene la posibilidad de realizar reconexiones automáticas, este es instalado generalmente en las líneas de transmisión y distribución para brindar protección en su mayoría a líneas de media tensión desde subestaciones.

Este es un dispositivo de protección que detecta sobre corrientes y fallas de tierra, interrumpiéndolas y realizando los re cierres automáticos para volver a energizar la línea, este proceso lo realiza asumiendo que la falla es temporal. Pero si la falla continua, el dispositivo realiza una serie de operaciones, el número de operaciones se programa dentro del dispositivo para que al llegar a este valor y la magnitud del fallo supere el admitido, las líneas que presenten el problema permanezcan fuera de la red.

Por esto los re-conectores discriminan entre una falla temporal, una de carácter permanente o en algunos casos una de forma instantánea, así para la primera espera un tiempo para que la línea vuelva a su estado normal, dando varias oportunidades, es decir, varios tiempos haciendo reconexiones sucesivas.

Para este proceso el de interrupción el re-conectador posee interruptores de vacío totalmente sellado, este tanque está lleno de un gas generalmente SF₆ (hexafloruro de azufre), el cual tiene excelentes propiedades de aislación eléctrica con lo cual el equipo es compacto y genera un mínimo de mantenimientos. (Yam Pérez, 2007), describe el proceso del mecanismo del re-conectador de esta manera: *el cierre de los contactos se inicia cuando se envía una señal eléctrica a un solenoide giratorio, el cual cierra el contactor de la bobina de cierre por medios mecánicos para energizar la bobina de cierre de alto voltaje, la cual cierra los interruptores al vacío y carga los resortes de disparo.*

Tan pronto se abre la traba basculante, los conjuntos de brazos de contactos giran sobre sus pivotes fijos y abren los contactos de los interruptores de modo instantáneo. Durante el mismo movimiento de la palanca de reposición también saca el embolo de la bobina de cierre. Al llegar a este punto se encuentra en la posición abierta (disparado).

Una señal enviada al solenoide giratorio cierra el contactor y energiza el solenoide de la bobina de cierre de alto voltaje. Conforme su émbolo se desplaza hacia el interior de la bobina, la palanca de reposición es tirada hacia abajo y trabada, los

contactos de los interruptores se cierran y los resortes de cierre se extienden (se cargan).

Este proceso de aperturas o cierres de estos interruptores se hace en respuesta a señales eléctricas que se reciben de un gabinete de control el cual se instala a poca altura para facilitar su uso, dentro de este se encuentra el panel de usuario y la unidad electrónica del re-conectador, este conjunto de dispositivos tienen la función de realizar control, protección, y monitoreo de medidas o eventos y se denomina IED (intelligent electronic Device – Dispositivo electrónico inteligente). El IED se conecta al re-conectador por medio de un cable umbilical. La medición de las señales de corriente se realiza a través de transformadores de corriente (CT) y de voltaje a través de transformadores de tensión capacitivo (CVT), estas señales provenientes del re-conectador son digitalizadas e interpretadas por el IED.

Cuando se definen los tiempos de apertura, se realiza por medio de curvas tiempo-corriente definidas por norma o por el usuario, estas curvas representan el tiempo en que el re-conectador tiene que operar en un determinado valor de corriente de falla.

Re-conectador trifásico Nulec serie N



Figura 1. Re-conectador Nulec serie N.

Fuente: (NU-LEC Industries, 2008) manual de instalación

Este re-conectador es una solución a protecciones para redes aéreas de medio voltaje de hasta 38 kV utilizada en exteriores, manejan una técnica de interrupción en vacío y aislamiento en resina epoxicicloalifatica o SF6, se usa en redes aéreas de distribución de energía eléctrica para automatización de las mismas con el uso conjunto de seccionadores. En la empresa de energía de Boyacá esta serie de re-conectador es utilizada para proteger el

sistema de distribución en líneas de 34,5 kV, están ubicadas en su mayoría en subestaciones pero en algunos casos se encuentran en postes ubicados en áreas alejadas del casco urbano o donde sea necesaria su uso. (NU-LEC Industries, 2008)

Este re-conectador presenta las siguientes características:

- Re-conectador automático trifásico.
- Optimizado y habilitado para la automatización, control y monitoreo.
- Tanque de sellado de acero inoxidable grado 316.
- Tecnología de última generación de interrupción de arco por medio de botellas de vacío y microelectrónica.
- SF6 como medio de aislamiento.
- Medida de corriente en 3 fases.
- Medida de tensión en los 6 bornes.
- Solenoides de apertura y cierre controlados desde el gabinete de control.
- Diseño seguro y de fácil instalación.

Especificaciones

- 38 kV para el voltaje del sistema.
- 16 kA de capacidad de falla.
- 170 kV de nivel de aislamiento
- 800 A para protección de corriente continua.
- 3 CT's incorporados.
- 6 CVT's en cada borne.
- Monitoreo de presión del gas SF6
- Sensor de presión
- Solenoide
- Comando manual, apertura bajo pértiga.

ADVC (Advanced Controller – controlador avanzado)

Es el dispositivo que controla las operaciones del re-conectador es el encargado de manejar el control y la comunicación en el dispositivo, El controlador da la facilidad de detectar fallas o anomalías en el sistema, realizar las medidas de los bornes del re-conectador por medio de los CT's y CVT's, Registra los eventos de fallas y es el encargado de manejar los puertos de comunicaciones. El ADVC está diseñado para operar en la intemperie, estando montado sobre postes. Este modelo se encuentra

ventilado y aislado para minimizar variaciones de temperatura interna y maximizar la vida de las baterías.



Figura 2. ADVC Ultra controlador re-conectador

Fuente: (NU-LEC Industries, 2008) manual de instalación

Todos los cubículos se encuentran protegidos contra insectos y la puerta de control se encuentra sellada con una capa de espuma reemplazable. El diseño de este equipo está hecho de tal manera, que si llega a entrar agua, esta se drenará por debajo del gabinete sin afectar las partes eléctricas o electrónicas. Todos los módulos electrónicos se encuentran completamente sellados con IP65 y se encuentran auto-protegidos contra la temperatura extrema.

El controlador se divide en 3 partes, el modulo que suministra la alimentación y controla la alimentación de fuentes externas, el módulo de control que tiene toda la parte electrónica y se encarga de digitalizar las señales de los transformadores de corriente (CT) y los transformadores capacitivos de voltaje (CVT) y por último el compartimiento del usuario que es en donde se opera el ADVC de forma manual, para realizar configuración desde este panel.

Sub-módulo de comunicaciones y protecciones (PCOM).

El sub-módulo PCOM contiene un procesador digital de señales (DSP), el cual muestrea las señales de voltaje y corriente del re-conectador y las

procesa derivando la información básica del sistema de energía, como voltaje, corriente, frecuencia, potencia real, potencia reactiva, etc. Esta información se utiliza entonces por el procesador de propósitos generales (GPP – General purpose Processor) para proporcionar funciones de protección y comunicaciones como la protección por sobre-corriente y se encarga de mostrar la información al exterior por medio de diversos protocolos de comunicaciones.

Puertos de comunicación.

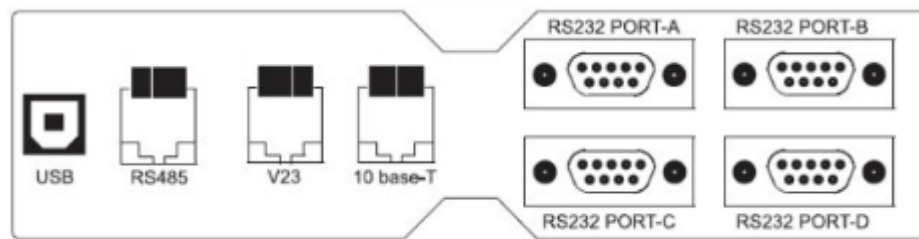


Figura 3. Puertos de comunicaciones re-conector

Fuente: (NU-LEC Industries, 2008) manual de instalación

El ADVC cuenta con diferentes puertos de comunicaciones disponibles para el usuario. Los puertos que de manera permanente se encuentran disponibles son el puerto D RS232 y el puerto Ethernet 10 Base-T, también se encuentran disponibles el puerto A, B, C RS232, el puerto RS485, el puerto V23 FSK, estos puertos tienen tres usos, para comunicarse con el software de gestión WSOS5, la comunicación al SCADA y comunicaciones con la tarjeta exterior para señales IOEX.

Fuente de alimentación auxiliar

La alimentación auxiliar se utiliza para mantener la carga en las baterías de plomo-acido selladas, estas proporcionan respaldo de energía cuando se pierde la alimentación auxiliar. El controlador monitorea permanentemente el estado de la alimentación auxiliar y de las baterías. Tiene un modo de bajo consumo cuando las baterías se encuentren con un porcentaje bajo de carga.

Interfaz de operador.

Se divide en tres clases de menú, menú de ingeniería, menú de operador y menú de alertas, esta clase de menú se puede proteger con contraseñas, en el menú de ingeniería se pueden realizar configuraciones del equipo, de los puertos de comunicación, de las protecciones y además permite observar las

diferentes medidas. El menú de operador solo permite hacer algunas funciones como medidas y algunas opciones de control. En el menú de alertas se observan los diferentes eventos, observando la fecha y hora.

Registro de eventos.

El ADVC puede mantener un registro de hasta 30.000 eventos que reflejan los cambios de estado del re-conectador, de la electrónica de control y de la lógica del ADVC. Este registro también almacena cambios de ajustes. El registro de eventos se actualiza de manera automática con nuevos eventos, el evento más reciente aparecerá en la última línea de la pantalla. Todos los eventos cuentan con estampado de fecha y hora con resolución de 10 ms. (NU-LEC Industries, 2008)

Mediciones del sistema de energía.

El controlador ADVC mide diferentes variables del sistema de energía como lo es:

- Las corrientes de las fases A, B, y C y las corrientes de fuga.
- Voltajes fase a tierra en las seis terminales.
- Frecuencia.
- Voltaje fase a fase.
- Potencia total y por fase (Kw, Kva, Kvar).
- Factor de potencia total y por fase.
- Armónicos.
- Corriente de tierra.
- Temperatura del re-conectador.
- Voltaje auxiliar.
- Presión del gas.
- Voltaje de baterías.

WSOS5 (Windows switchgear operator system).

Es un paquete de software disponible para computadores que permite la configuración, control y monitoreo del IED. El WSOS5 se puede utilizar para leer y visualizar el registro de eventos. Al igual que en la interface del operador, se puede visualizar la estampa de tiempo, identificación de la fuente y la selección de categorías para habilitar filtros, con el software puede buscar un texto en particular o ir a una fecha y hora determinada. El registro de eventos se puede guardar como archivo de texto (.TXT) o como lista de datos (.CSV).

Características.

- Herramienta de configuración de la interfaz de operador.
- Herramienta de captura de comunicaciones SCADA
- Carga para el firmware del controlador.
- Explorador del re-conectador, que permite organizarlos dentro de grupos lógicos usando carpetas.
- Resumen del estado del re-conectador.
- Filtrado de registro de eventos.
- Página de selección de características
- Páginas de configuración.
- Herramientas para analizar la calidad de energía.

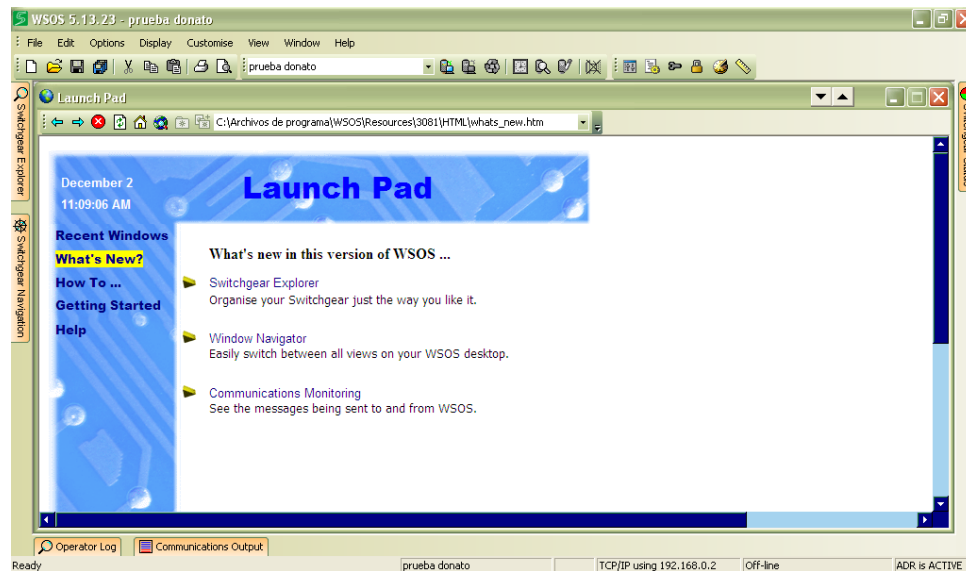


Figura 4. Entorno de software WSOS5.

Fuente: Autor

Con este software provee un rápido acceso a todas las funciones del re-conectador como la configuración de saltos y cierres, configuración de protecciones, de comunicación, definir parámetros de comunicación y el análisis y medida de datos del equipo. Este software también permite el control local y remoto, para operar el re-conectador, características de protección, configuración de protocolos de SCADA, definición de las curvas de protección ya sean diseñadas por el usuario o algunos ya creados por el fabricante. (NU-LEC Industries, 2008).

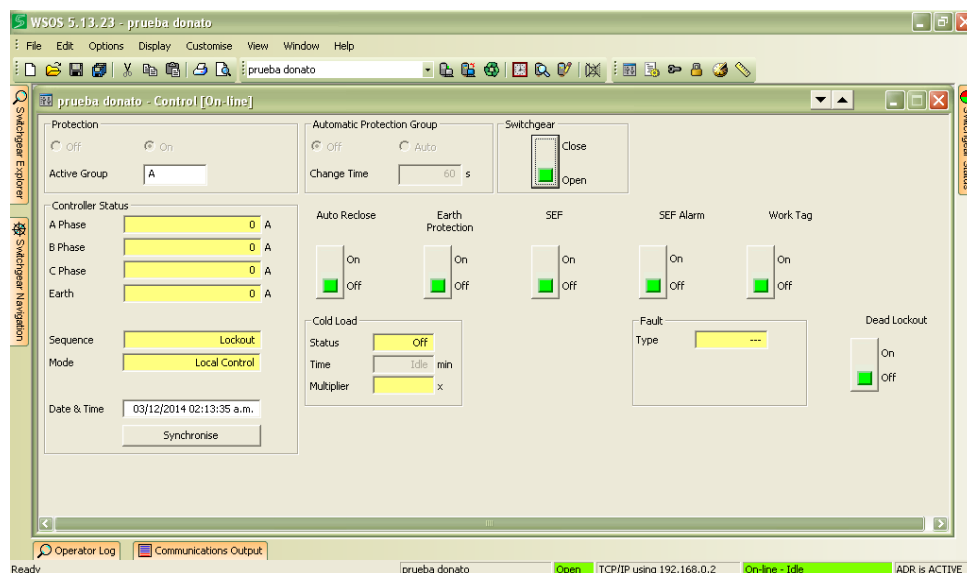


Figura 5. Entorno de control en re-conectador software WSOS5.

Fuente: Autor

6.1.2 Medios de Transmisión.

Los medios de transmisión son aquellos que permiten la transmisión y recepción de información y a su vez interconectan a diferentes equipos de red. En algunos casos son canales físicos que permiten la comunicación de un punto a otro de una red.

Según (Peña , Gámiz Caro, Grau i Salades, & Martinez Garcia, 2003) dice que el medio en el cual se realiza cualquier comunicación y en especial comunicaciones industriales incide de manera notable en la cantidad de información que se transmite y a la velocidad con la que esta pueda ser transmitida, en las comunicaciones industriales se demuestra bastante este hecho ya que allí las condiciones están lejos de ser las ideales, debido a varios factores como interferencias eléctricas o electromagnéticas de alguna máquina que se encuentre en la planta.

(Forouzan, 2002) Menciona que estos se pueden dividir en dos grandes categorías: los guiados o alámbricos y los no guiados o inalámbricos.

Medios Guiados.

Los medios guiados son aquellos que suministran un conductor de un punto de red a otro y están compuestos por cables de par trenzado, cables coaxiales o cables de fibra óptica.

Cable de par trenzado.

El par trenzado es un medio de comunicación formado por dos hilos de cobre, cruzados entre sí con el fin de minimizar el área entre ambos y reducir su sensibilidad frente a perturbaciones eléctricas externas.

Esta clase de cables tienen problemas de pérdidas de nivel de señal de acuerdo como aumenta la distancia, de desfase de los flacos de señal que se recibe, de diafonía entre canales, es decir que se traslapa la señal de un canal a otro.

Existe el par trenzado sin apantallar UTP (Unshielded Twisted Pair), es usado en telefonía como una solución más económica para la transmisión de datos. Este medio se utiliza en su mayoría en redes de área local (LAN) debido a su bajo coste.

Tabla 1. Normas para cable de par trenzado.

Norma	Medio de transmisión	Velocidad de transmisión	Longitud máxima de LAN sin repetidores	Otras características
1BASE5	Cable sin pantalla	1 Mbit/s	2.000 m (200 · 5 · 2)	Estructura bus o estrella.
10BASE-T	Cable sin pantalla	10 Mbit/s	100 m	Estructura bus o estrella, 200 m máxima distancia entre repetidores. Conectores RJ-45.
100BASE-T4	Cable con pantalla	100 Mbit/s	100 m	Estructura bus o estrella. Cuatro pares trenzados y conectores RJ-45.
100BASE-TX	Cable con pantalla	100 Mbit/s	100 m	Estructura bus o estrella. Dos pares trenzados y conectores RJ-45.

Fuente: (Peña , Gámiz, Grau, & Martinez, 2003) comunicaciones en el entorno industrial

En otros casos de mayor necesidad se usa el par trenzado apantallado STP (Shielded Twisted Pair), este tiene mayor inmunidad a interferencias eléctricas o electromagnéticas externas. En esta clase de cables los cables van trenzados formando parejas y además está recubierto por una capa metálica que es la pantalla electromagnética, la cual ayuda a proteger contra el posible ruido que se presente. Esta solución es más costosa que un enlace con cables UTP, estos son muy utilizados en enlaces de campo. Esta clase de cables es muy utilizada en redes con estándar IEEE 802.3,

más conocidas como Ethernet. En la Tabla 1 se puede observar las características más importantes dentro de este medio de transmisión.

Cable coaxial.

El cable coaxial está formado por un núcleo conductor central formado por un hilo solido que generalmente es cobre, recubierto por un material dieléctrico, y este también recubierto por una hoja o malla de metal conductora, esta sirve como pantalla electromagnética, esta sirve para proteger al cable de ruido. Esta pantalla también está recubierta a su vez por una cubierta de plástico, la estructura de este cable se muestra en la Figura 6. Esta clase medio transporta señales con rango de frecuencias más altas que los cables de pares trenzados, con la ventaja añadida de que pueden usar distintos canales de transmisión simultánea de varios mensajes. Esta clase de cables son más costosos que los pares trenzados y en muy pocos casos se encuentran en enlaces con equipos de campo.

Tabla 2. Normas para cable coaxial.

Norma	Medio de transmisión	Velocidad de transmisión	Longitud máxima de LAN sin repetidores	Otras características
10BASE5	Coaxial grueso de 0,4 pulgadas. (<i>Thick Ethernet</i>)	10 Mbit/s	500 m	Impedancia: 50 Ω . Acepta hasta cien puestos de trabajo por segmento, espaciados un mínimo de 2,5 m. Se pueden interconectar hasta cinco segmentos mediante cuatro repetidores de interconexión. Conectores DB-15.
10BASE2	Coaxial fino de 0,25 pulgadas. (<i>Thin Ethernet</i>)	10 Mbit/s	185 m	Impedancia: 50 Ω . Acepta hasta treinta puestos de trabajo por segmento, espaciados un mínimo de 0,5 m. Se pueden interconectar hasta cinco segmentos mediante cuatro repetidores de interconexión. Conectores BNC de bayoneta.

Fuente: (Peña , Gámiz, Grau, & Martinez, 2003) comunicaciones en el entorno industrial

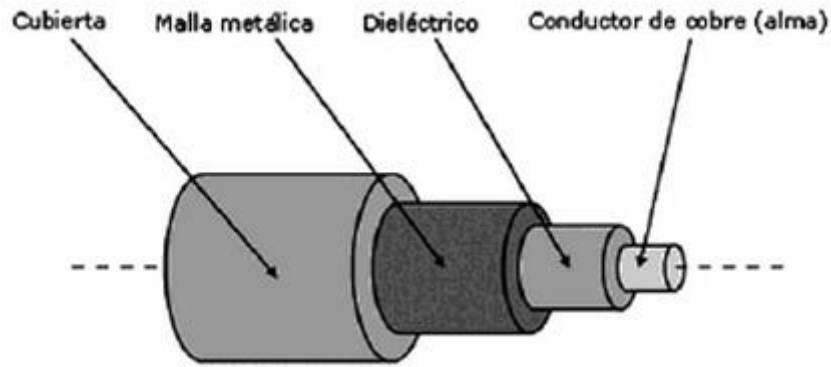


Figura 6. Estructura cable coaxial.

Fuente: (Peña , Gámiz, Grau, & Martinez, 2003) comunicaciones en el entorno industrial

Fibra óptica.

Según (Peña , Gámiz Caro, Grau i Saldes, & Martinez Garcia, 2003), el cable de fibra óptica está formado por un núcleo de vidrio o plástico, con un diámetro muy pequeño de algunas decenas de micras y en algunos casos con capas de diferentes índices de refracción del haz de luz. El núcleo está envuelto por un revestimiento de plástico o vidrio y por razones de rigidez mecánica este a su vez se encuentra recubierto por una envoltura con el fin de que el cable pueda ser fácilmente manipulable, en la Figura 7 se puede observar la estructura anteriormente mencionada.

La señal que se transmite por esta clase de cable es de naturaleza luminosa. El transmisor por medio de un LED, convierte las señales eléctricas en pulsos de luz que se propagan a través del núcleo de fibra óptica hacia un fotodiodo o fototransistor ubicado en el dispositivo receptor, realizando el proceso contrario, transformando los pulsos de luz en pulsos en pulsos eléctricos. Este medio es inmune a las perturbaciones electromagnéticas que puedan producirse en su entorno y su transmisión se produce gracias a un fenómeno llamado refracción.

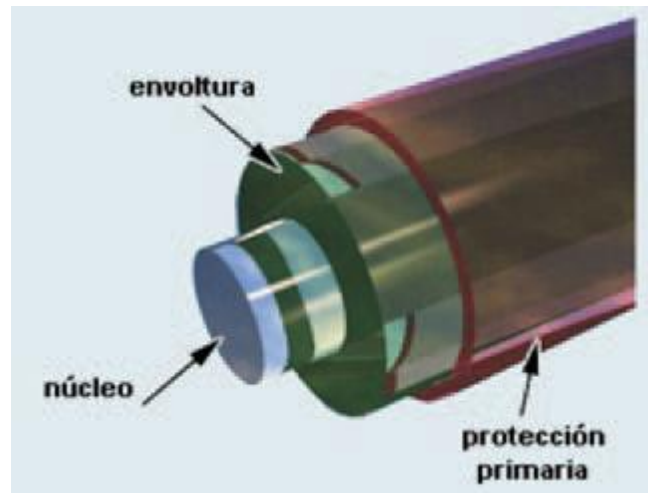


Figura 7. Estructura de fibra óptica

Fuente: (Bocalandro Rivero, 2004) fibra óptica como medio de transmisión

Existen dos modos de transmisión en fibra óptica una es la fibra monomodo que permite un mayor ancho de banda y es utilizada en conexiones WAN, en este tipo de fibra el haz de luz viaja de forma lineal, es decir que presenta señal con la misma longitud de onda. El otro modo es la fibra multimodo, el diámetro de esta es mayor que la fibra monomodo y en esta clase de fibra permite la propagación de un haz de luz compuesto por rayos de distintas longitudes de onda con lo cual se puede enviar varias señales a la vez por el mismo medio.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de la fibra óptica

Enlaces por fibra óptica	
Ventajas	Desventajas
• Inmunidad frente a EMI y baja diafonía entre canales. • Proporcionan aislamiento galvánico. • Pequeño tamaño y peso. • Pequeña atenuación de la señal (hasta 0,2 db/km). • Gran ancho de banda con enorme capacidad de transmisión de información (hasta 2 Gbit/s a más de 10 km). • Remota posibilidad de captación y manipulación por terceros. • Abundancia de materias primas (el SiO₂ es arena de playa purificada).	• Las FO de vidrio (SiO₂) son caras (aunque su atenuación es mínima). • Las FO de material plástico (poliestireno o metacrilato de polimetilo), aunque son más económicas, presentan una mayor atenuación debido a que la fibra es menos pura. • La instalación y manejo es complejo y delicado. Necesitan personal especializado, lo cual repercute en el encarecimiento de la instalación. • Posibles efectos no lineales en los emisores ópticos.

Fuente: (Peña , Gámiz, Grau, & Martinez, 2003) comunicaciones en el entorno industrial

Medios no guiados o inalámbricos.

Los medios no guiados transportan ondas electromagnéticas sin usar un conductor físico a cambio las señales se transmiten a través del aire u otros medios pero sin cables y están disponibles para cualquiera que tenga un dispositivo capaz de aceptarlas. Estas señales se propagan vía radio infrarrojos. (Arnedo Moreno, 2013), dice que cuando el aire se convierte en el medio de transmisión existen tres técnicas enviar información: infrarrojos, radiofrecuencia y microondas

Infrarrojos.

Esta clase de comunicación se realiza con un haz de luz infrarroja que se transmite a través de equipos que manejan longitudes de onda entre 800nm y 900nm. Esta frecuencia es superior a las ondas de radio por lo que permite mayores velocidades de transmisión, no presenta problemas por interferencias electromagnéticas y no se necesita licencia para su uso, pero para utilizarlo tiene que haber línea de vista, es decir, que no se presente ningún obstáculo entre transmisor y receptor, es una forma de transmisión óptica, su alcance es muy corto, por esto queda limitado a redes PAN.

Tabla 4. Ventajas y desventajas de infrarrojos.

Enlaces por Infrarrojos	
Ventajas	Desventajas
• No se ven interferidos por campos electromagnéticos. • No se requieren licencias oficiales para transmitir. • La posibilidad de captación y manipulación por terceros es remota. • No son perjudiciales para la salud.	• No atraviesan obstáculos (paredes, etc.). • Transmisor y receptor necesariamente han de estar en línea franca de objetos opacos. Se pueden utilizar superficies claras (los propios techos, por ejemplo) o espejos como reflectores. • Las bandas asignadas no están estandarizadas por normas.

Fuente: (Peña , Gámiz, Grau, & Martinez, 2003) comunicaciones en el entorno industrial

Radiofrecuencia.

En este mecanismo se utiliza antenas en cada extremo, las cuales convierten corrientes de altas frecuencias en ondas electromagnéticas para la transmisión de datos, para la recepción se realiza el mismo proceso pero de forma contraria. Su forma de propagación es omnidireccional y puede atravesar obstáculos por esta razón su uso más común esta en las emisoras de radio AM o FM donde se busca realizar una cobertura en un área.

Microondas.

Este es un mecanismo direccional ya que las microondas no siguen la curvatura de la tierra y por tanto los equipos que utilizan son de transmisión y recepción directa, debido a que esta clase de ondas son de una frecuencia bastante alta, presentan gran facilidad de reflexión y dispersión incluso con potencias reducidas, esta clase de ondas se utiliza generalmente para cubrir grandes superficies geográficas. Estos medios tienen un gran alcance haciendo uso de repetidores ya sean terrestre o satelitales y en algunos casos se pueden utilizar por efecto de reflexión en la ionosfera, tienen un gran ancho de banda y entre mayor frecuencia sea su portadora, mayor ancho se puede conseguir.

(Arnedo Moreno, 2013), menciona dentro de comunicaciones inalámbricas se pueden encontrar dos clases de entornos con características propias: los de larga distancia como lo es la telefonía móvil con sus diferentes generaciones (GSM, GPRS, UMTS) o los mecanismos de posicionamiento global (GPS) y los entornos de corta distancia en donde están inmersos sistemas como WIFI, Bluetooth y Zigbee, los cuales son sistemas PAN y LAN.

Tabla 5. Ventajas y desventajas de uso de radioenlaces.

Enlaces vía radio	
Ventajas	Desventajas
• Pueden atravesar obstáculos. • Tienen gran alcance mediante el uso de repetidores (terrestres o satélites artificiales) o por el efecto de reflexión en la ionosfera y en la superficie de la Tierra. • Gran ancho de banda (cuando mayor es la frecuencia de la portadora, mayor ancho se consigue).	• Se ven afectados por la posibilidad de captación y manipulación de terceros. Si la transmisión ha de ser segura, los mensajes deben estar codificados y/o los distintos nodos autorizados. • Pueden ocasionar importantes interferencias electromagnéticas o, en el caso de las microondas, ser perjudiciales para la salud (por comprobar científicamente). • En determinadas bandas de frecuencia se precisan licencias oficiales.

Fuente: (Peña , Gámiz, Grau, & Martinez, 2003) comunicaciones en el entorno industrial

6.1.3 Redes móviles.

Las redes móviles se diseñaron para crear una comunicación estable entre dos terminales móviles o entre un terminal móvil y una estación o terminal estacionario. Para ofrecer este servicio los proveedores de servicios dividen su cobertura en pequeñas regiones llamadas células según (Forouzan, 2002), dice: *El tamaño de la célula no es fijo y puede ser mayor o menor dependiendo de la población del área. El radio típico de una célula está ente 2 y 20 Kilómetros.*

(Castro Gil, Díaz Orueta, & Mur Pérez, 2007), establecen los siguientes elementos para las redes de telefonía móvil: Estaciones Móviles (EM), Estaciones Base (EB), Estaciones de Control (EC) y centros de conmutación (CC).

Estaciones Móviles (EM).

Las estaciones móviles (EM) tienen la función de prestar servicios como voz, datos, imágenes, videos, textos, entre otros, a los usuarios finales en el lugar, formato y tiempo adecuados. Estas estaciones pueden comportarse como transmisores, receptores de información y también como transceptores según la tarea que cumplan. El éxito de la comunicación se mantiene mientras la estación móvil y la estación base mantengan la comunicación.

Estaciones Base (EB).

Las estaciones base (EB) se encargan de mantener el enlace radioeléctrico entre la estación móvil y el centro de control del servicio durante la comunicación. La estación base puede atender una estación móvil o varias a la vez, para dar un buen servicio a todas las estaciones móviles simultáneamente de una estación base hay que tener en cuenta fundamentalmente el uso eficiente del espectro y la reducción de potencia de potencia de los dispositivos móviles. Para esto se utilizan técnicas de multiplexación para aumentar el número de canales con un ancho de banda reducido. Cada estación base debe conocer las estaciones móviles a las cuales proporciona servicio, para que la estación de control pueda ubicar cada una de estas, a esta función de localización se le llama roaming.

Estaciones de Control (EC)

En la comunicación móvil son uno de los puntos más importantes, se encargan de asignar las estaciones base a cada estación móvil, es decir en el momento de desplazamiento de la estación móvil de un sector a otro, este se encarga de asignarle la estación base a la que tiene que comunicar asignando un canal de la siguiente estación base. De igual manera cuando una estación móvil es solicitada por otra para establecer comunicación, la estación de control se encarga de localizarla en el lugar que se encuentre para asignar su estación base.

Centros de Conmutación (CC).

Estos se encargan de interconectar las redes públicas y privadas (WAN, MAN, LAN), con la red de comunicaciones móviles y también de conectar las estaciones de control ubicadas en distintas áreas geográficas.

6.1.4 Evolución de los sistemas celulares.

(Figueroa de la Cruz, 2009), dice que Los sistemas móviles tienen su inicio en 1946, cuando Bell Telephone labs. Inaugura el primer sistema móvil para el público el cual recibió el nombre de MTS (Mobile Telephone service – servicio de telefonía móvil). Este servicio era limitado debido a que el ancho de banda y el número de canales era bastante reducido. En 1970 AT&T diseña y prueba un sistema que hace un uso más eficiente del espectro de frecuencia. En 1975 la FCC (comité federal de comunicaciones) concede la primera licencia para operar un servicio de radio celular en la ciudad de Chicago. A partir de este momento comienza la primera generación de sistemas celulares.

Primera generación (1G).

En esta primera generación se utilizaron técnicas de transmisión analógicas, con sus servicios limitados en su mayoría voz. Los sistemas más reconocidos en esta generación son AMPS (Advanced Mobile Phone Service – sistema de telefonía móvil avanzado), en el cual el ancho de banda utilizado fue de 40 MHz dividido en portadoras de 30 KHz. Otros como NMT (Nordic Mobile Telephone – telefonía móvil nórdica), que utilizó las bandas de 450 MHz y 900 MHz y ofrecía la posibilidad de roaming internacional lo cual llamo la atención, TACS (Total Access Communications Systems – sistemas de comunicaciones de accesos total), un estándar del Reino Unido que se basaba en AMPS pero en la banda de los 900 MHz.

Segunda generación (2G).

Esta generación llega de la evolución de los sistemas celulares hacia técnicas digitales, en este momento aparece la frontera entre los sistemas analógicos y el paso a los sistemas digitales. Estas redes de segunda generación presentaban mayor capacidad que las de la primera ya que se logró dividir un canal de frecuencia para poder ser utilizado simultáneamente por varios usuarios, gracias a técnicas digitales de división de tiempo y de código. En esta generación la estructura de las células se modificó, el área de cobertura se dividió en macro, micro y pico células, este tamaño es escogido de acuerdo a cálculos los cuales relacionan el tráfico esperado en un área. La segunda generación comienza su funcionamiento hacia 1991. En esta generación se destacan cuatro estándares principales: GSM (Global System for Mobile communications – sistema global de comunicaciones móviles), el cual se basaba en el esquema TDMA, D-AMPS (Digital AMPS) o también llamado TDMA (Time Division Multiple Access – Acceso múltiple por división de tiempo), CDMA (Division Multiple Access – Acceso múltiple por división de código), este ya no divide el canal en slots de tiempo, sino que

utiliza un código para separar la transmisión de un usuario a otro, es decir, a cada usuario le asigna un código. De estos cuatro, GSM fue el de mayor aceptación. La característica de esta generación es la capacidad de introducir datos, además de voz a una velocidad de 9,6 kbps, lo cual permitió sacar el sistema de mensajes cortos SMS (short message service).

Segunda generación avanzada (2,5G).

Estos sistemas avanzan gracias a mejora en servicios ofrecidos por los usuarios y por intentar incrementar la capacidad de transmisión. De esta generación se destacan las siguientes tecnologías: HSCSD (High Speed Circuit Switched Data – circuitos conmutados de datos de alta velocidad), esta tecnología lo que hace es utilizar más de un slot de tiempo para la conexión dando así tasas de transferencia a un múltiplo de 9,6 Kbps, dando la capacidad del sistema para aplicaciones de tiempo real, GPRS (General Packet Radio Services – Servicio general de paquetes por radio). EDGE (Enhanced Data for GSM Evolution – datos mejorados para la evolución de GSM) que fue pesando para GSM, posteriormente utilizado por varios estándares. Algunos lo consideran como sistema de tercera generación.

GPRS (General Packet Radio Services).

Este sistema eleva las tasas de transmisión hasta 115 Kbps, (Salim Abuhabda Chehade , 2010), dice que este sistema es una evolución de GSM, estandarizado por la ETSI, permite aumentar la velocidad de transmisión y recepción de datos, incorporando tecnología de switching (conmutación) de paquetes en la red de transporte de este, por lo que los sistemas no son utilizados continuamente, solo cuando se transmite alguna información. GPRS es un servicio de paquetes de datos, diseñado para la transmisión de datos de pequeños volúmenes como la navegación por internet, transmisión no frecuente de datos de mediano volumen como el acceso de archivos y servicios de transmisión punto a punto y punto a multipunto. Con esta tecnología se cambió del cobro por tiempo de conexión al cobro por la cantidad de información o aplicaciones utilizadas. La característica de esta tecnología es el acceso a redes IP como internet.

EDGE (Enhanced Data for GMS Evolution)

Según (Salim Abuhabda Chehade , 2010), EDGE es un estándar 3G aprobado por la ITU (International Telecommunication Union), y está respaldado por el instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI). EDGE ofrece servicios de internet móvil con una velocidad de transmisión de datos tres veces superior a la de GPRS. Además los equipos

utilizados en sistemas EDGE también operan automáticamente en modo GSM. EDGE es la mejora de GSM, y es uno de los modos eficientes para llegar a realizar coberturas 3G.

EDGE se puede desplegar en diferentes bandas como la de 800, 900, 1800 y 1900 MHz. Las características principales de este sistema son el aumento de las tasas de velocidad de transmisión de información, un nuevo esquema de modulación y codificación de canal como GMSK (Gaussian Minimum Shift keying – modulación de desplazamiento mínimo gaussiano) y 8-PSK (Octogonal Phase Shift Keying – modulación por desplazamiento de fase ortogonal), soportando tasas de hasta 384 Kbps. EDGE incluye dos modos de funcionamiento, uno en modo de paquete EGPRS (Enhanced GPRS – GPRS mejorado) y otro en modo de circuito ECSD (Enhanced Circuit Switched Data – circuitos conmutados de datos mejorados).

Tercera generación (3G).

Esta generación se caracteriza por permitir el aumento de usuarios a la red, además de incrementar la velocidad de transmisión de los datos. El núcleo de las redes 3G es la tecnología IP (Internet Protocol – protocolo interredes), basada en paquetes, lo cual permite a los usuarios estar siempre en línea y además la interacción entre usuarios móviles y máquinas, o de máquina a máquina a través de conexiones inalámbricas. (Sendín Escalona, 2004), habla de que este estándar se le dio el nombre de FPLMTS (Future Public Land Mobile Communication System), siendo conocido con las siglas IMT-2000 (International Mobile Communications By the year 2000 – comunicaciones móviles internacionales para el año 2000).

IMT-2000

Es el nombre que utiliza la UIT para estandarizar mundialmente una propuesta común de sistema de 3G. En el año de 1998 la UIT abrió las puertas para que se propusieran diferentes estándares para su evaluación, entre estas propuestas había dos grandes grupos, W-CDMA y TDMA estas propuestas fueron presentadas funcionando en núcleos de red del entorno GSM y GPRS. Este también es una iniciativa de la UIT para proporcionar acceso a una variedad de servicios de telecomunicaciones de las redes fijas y otros servicios de los usuarios móviles, por lo que las terminales se pueden diseñar para la utilización móvil o fija. Se caracterizaba por la alta flexibilidad para nuevos usuarios y la compatibilidad entre diversos sistemas dándole cobertura mundial. Las bandas de frecuencias que utiliza 1885 – 2025 MHz y 2110 – 2200 MHz.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications system).

Sistema de telecomunicaciones móviles universal, es la propuesta ETSI más relevante como sistema de radio móvil. Después del éxito de GSM como estándar mundialmente reconocido apuesta por su estándar UMTS de tercera generación. El grupo encargado de los aspectos propios del UMTS era un grupo también llamada UMTS y el 3GPP. Este último era un cuerpo técnico del ETSI que cooperaron para la producción de especificaciones técnicas para un sistema móvil de tercera generación basado en núcleos de red evolucionado desde los sistemas de GSM. El grupo UMTS se ocupaba de las interoperabilidades entre diferentes variantes de sistemas como GSM, RDSI o IP. UMTS es una tecnología que utiliza la técnica de acceso WCDMA (Wide code division multiple access) utiliza un par de canales de 5 MHz uno en el rango de los 1900 MHz para enlace de subida y otro en el rango de los 2100 MHz para el enlace de bajada.

(Joyanes Aguilar, 2012), dice Las velocidades de UMTS son asimétricas, es decir, la de bajada y la de subida no son iguales. El rango de velocidad va de 48-64 Kbps a 384 Kbps.

Hoy en día los servicios telefonía 3G son los más difundidos, aunque la evolución de esta tecnología, como la Denominada HSDPA (3.5G) y HSUPA (3.57G) que son las que soporta actualmente la mayoría de teléfonos. Pero existe una tecnología que teóricamente contiene a estos dos protocolos llamada HSPA que permite velocidades de datos más altas.

HSDPA

Sus siglas en inglés (High-speed Download Packet Access) que aumenta la velocidad de descarga de tercera generación UMTS con la que es compatible. Supera el límite de 384 Kbps y proporciona velocidades de 1.2 Mbps a 14Mbps y se suele conocer como 3.5G.

HSUPA

HSUPA (High-speed Uplink Packet Access), es un protocolo que mejoró especialmente el canal ascendente con velocidades de hasta 5.76 Mbps. Este protocolo mejora la simetría del ancho de banda móvil tanto de subida como de bajada. Este protocolo acorta el intervalo de tiempo de transmisión y hace las subidas de datos más eficaces con una rápida corrección de errores.

HSPA/HSPA+

HSPA (High-speed Packet Access), es la tecnología empleada más frecuentemente en el internet móvil e idóneo para trabajar la Nube. HSPA+ es la evolución de HSPA y alcanza velocidades de subida de hasta 42 Mbps y 11.5 Mbps de bajada. Las versiones 10 y 11 prevén velocidades de descarga de 168 Mbps y 336 Mbps.

(Férrnandez Férrnandez, 2010), expresa que *la organización 3GPP da las características a la tecnología UMTS y lleva a cabo un trabajo continuo de cambios y mejoras sobre UMTS. Cada cierto tiempo las especificaciones que se llevan a cabo se “congelan” para dar una base de especificaciones estables a los fabricantes de equipamiento y los proveedores de servicio, constituyendo, cada una de estas especificaciones, las versiones de UMTS o Releases. Algunas de las más importantes son:*

Release 99 (R99, marzo de 2000), en esta se estableció la arquitectura de la red UMTS coexistiendo con una red GSM con soporte para GPRS y EDGE para ser el punto de partida de UMTS con las características básicas.

Release 4(Rel-4, marzo de 2001), en esta se agregan mejoras a la arquitectura de red y a la interfaz radioeléctrica. Agregando soporte para mensajes multimedia y los primeros pasos en usar transporte IP en el core network.

Release 5 (Rel-5, marzo – junio de 2002) se introduce HSDPA (High Speed Downlink Packet Access – Acceso de paquetes por enlace descendente de alta velocidad), mejorando las tasas de transferencia en el enlace de descendente, se presenta la primera fase de IMS (IP Multimedia Subsystem) para usar transporte basado en IP y no en ATM.

Release 6 (Rel-6, diciembre de 2004- marzo de 2005) la principal contribución es el HSUPA mejorando las velocidades de en lace ascendente y que junto a HSDPA forman la mejora HSPA. También se destaca MBMS (Multimedia Broadcast/Multicast Services) para entregar usando los mismos recursos de radio, Multicast en una sola celda, capacidades de voz sobre IP (VoIP). Especificaciones de desempeño para receptores avanzados y la integración con redes inalámbricas de área local (WLAN).

Release 7 (Rel-7, septiembre de 2005), se especificó la evolución de HSPA (HSPA+) la que incluye modulación 64QAM en bajada y 16QAM en subida, con lo que doblo las tasas de transferencia. Se incluyeron mejoras de los sistemas previos, aumentando la eficiencia espectral, mayor capacidad y

mejor resistencia a las interferencias. Se dan mejoras en la funcionalidad de datos de GSM con Evolved EDGE y se agrega la capacidad CPC (Continuous packet connectivity).

Release 8, donde se desarrolla el concepto de LTE (Long Term Evolution) y EPS (Evolved Packet System). Se agregan mejoras como uso de MIMO y 64 QAM y habla sobre especificaciones de LTE basado en métodos de modulación como OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access).

Cuarta Generación (4G).

Según (Guzmán Quintero, 2012), 4G no es un estándar ni una tecnología definida como las generaciones anteriores, sino es una colección de tecnologías y protocolos para permitir el máximo rendimiento de procesamiento de la red inalámbrica. La convergencia de dichas tecnologías surge la necesidad de agrupar los diferentes estándares en uso con el objetivo de delimitar el ámbito de funcionamiento de cada una y de integrar las posibilidades de comunicación en un solo dispositivo.

El punto más atractivo de las redes 4G es la integración de redes, con lo que desaparecería la frontera entre una red y otra, lo cual beneficiaría a los usuarios, lo que les permitirá siempre estar conectados, sin notar que mientras se mueven cambian constantemente de tecnologías de acceso y adopta la que le brinda mayor calidad de servicio en el momento.

Según (Joyanes Aguilar, 2012), la tecnología 4G es una colección de estándares que se adaptan 100% a la conmutación de paquetes y el protocolo IP de internet. Las redes 4G están diseñadas para proporcionar a los usuarios tasas de transferencia de alta velocidad y acceso a contenidos multimedia, incluyendo IPTV, videoconferencias en streaming, la recepción y transmisión de videos digitales, etc. Las tecnologías relacionadas con 4G son LTE y Clearwire, además de las redes WiMax.

LTE (Long Term Evolution).

Es una red de datos por IP que mejora la transmisión de paquetes de datos, comenzó a desplegarse a finales de 2010. LTE tiene como característica el acceso de datos de alta velocidad no solo a teléfonos celulares, sino también a señales HD TV, reproductores de música, etc.

La tecnología LTE permite alcanzar actualmente picos de velocidades de bajada de hasta 100 Mbps y de subida de 50 Mbps, aunque sus capacidades permiten tasas de bajadas de 326 Mbps con anchos de banda de 20 MHz y tasas de subida de hasta 86,4 Mbps con el mismo ancho de banda.

6.1.5 Redes privadas virtuales (VPN – Virtual Private Network).

Una red privada virtual (RPV), o virtual private network (VPN), es simplemente, un enlace o conexión que se hace a través de una red pública de una forma segura, donde los datos que se transmiten están restringidos a participantes privados o autorizados.

Según (Gómez Valdivia , 2005) Las redes privadas virtuales tienen tres usos principales:

- La intranet.
- La extranet.
- Los usuarios móviles

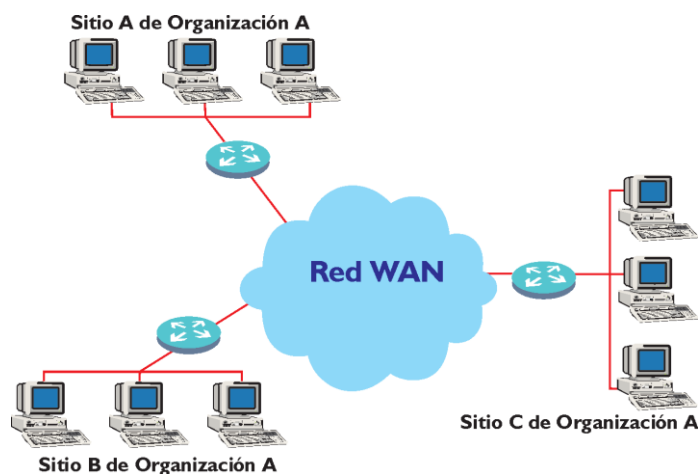


Figura 8. Red VPN como intranet.

Fuente: (Gómez Valdivia , 2005) clasificación de las RPV

En la intranet en el caso de una organización donde sus oficinas o sedes, se encuentran geográficamente distantes, todas estas redes físicas que poseen pueden ser conectadas a través de redes privadas virtuales sobre internet. En la extranet en el caso de una empresa que comparte información con sus clientes que se conectan a través de internet para poder acceder a su información, en este caso las VPN son una forma de conexión segura, pero la dificultad está en la política de seguridad. En el caso de los usuarios móviles que trabajan desde sus casas o están en continuo cambio de ubicación, pueden conectarse mediante una VPN donde esta va desde el propio ordenador hasta su red de destino.

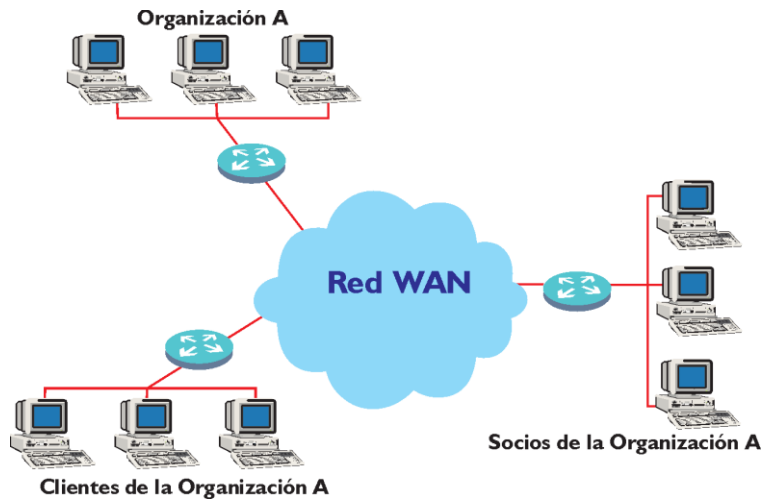


Figura 9. Red VPN como extranet.

Fuente: (Gómez Valdivia , 2005) clasificación de las RPV

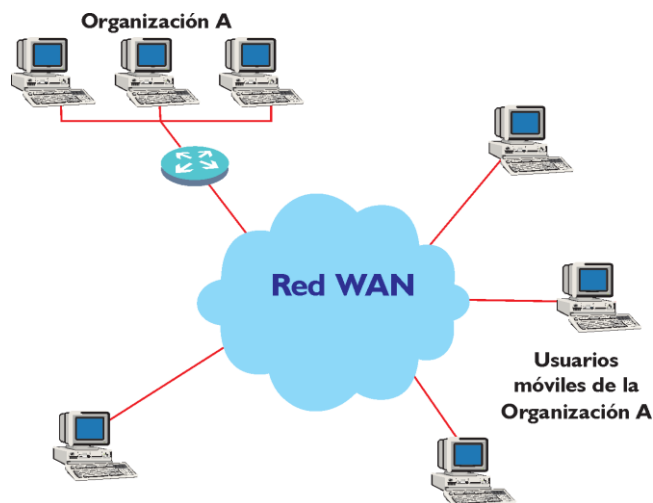


Figura 10. Red VPN con usuarios móviles.

Fuente: (Gómez Valdivia , 2005) clasificación de las RPV

Clasificación de VPN's

Para (Díaz Orueta, Alzórriz Arnedáriz, & Sancristóbal Ruiz, 2014), existen tres tipos de redes virtuales, según como los puntos donde se originen y terminen las VPN:

- Las redes privadas virtuales de extremo a extremo, que unen dos terminales, donde la red se implementa entre ordenadores los cuales, realizan el cifrado a través de aplicaciones.

- Las redes privadas virtuales de intermedias, que unen dos redes, la red se implementa dentro de los dispositivos intermedios o más conocidos como enrutadores.
- Las redes privadas virtuales origen – intermedio, que es el caso de las redes usadas por usuarios móviles, la implementación se realiza desde el equipo remoto hasta en enrutador.

Ventajas e inconvenientes.

Para (Díaz Orueta, Alzórriz Arnedáriz, & Sancristóbal Ruiz, 2014), las VPN ofrecen un sin número de ventajas, siendo la primera posibilidad que se piensa cuando se necesita seguridad y acceso desde cualquier lugar. Algunas de las ventajas más importantes son:

- La reducción de costos, ya que permiten reemplazar conexiones privadas punto a punto por métodos mucho más económicos como en el caso de internet.
- Mejora de la seguridad, hay que recordar que las redes hoy en día maneja en su mayoría la pila de protocolos de TCP/IP, este protocolo es inseguro debido a que transporta todos los datos en ASCII legible. Cualquier clase de VPN implementa protocolos de encriptación de la información, con lo que se incrementa la seguridad de la comunicación.
- Integración de datos, esto permite a cualquier organización integrar no solo su información, si no las sedes u oficinas geográficamente distantes, de manera económica, de tal forma que compartieran la misma red física.
- Flexibilidad y escalabilidad, debido a que la empresa puede cambiar la velocidad de las conexiones según su necesidad, simplemente contratando otro canal al proveedor. Además permite agregar incorporar nuevos sedes simplemente agregando un nuevo nodo para esta.
- Simplificación de operaciones, ya que se reducen las operaciones de administración y mantenimiento debido a la normalización de conexiones como de la necesidad de seguridad.

Algunos de los inconvenientes:

- Reduce los costos al poder reemplazar líneas privadas, pero su implementación requiere de nuevos equipos para el funcionamiento de la red, lo que genera gastos.
- Al viajar por una red pública estos datos tienen riesgos de seguridad, pero esto se evita con una buena política de seguridad.
- Si se usan protocolos muy complejos, la red también incrementara su complejidad.

- El rendimiento y la velocidad de la red se verán afectados por la congestión de esta, debido a que los datos viajan a través de una red pública y no se tiene el control sobre esta clase de red.
- La pérdida de control sobre el control de calidad del canal representa un problema para aplicaciones críticas donde se necesite un ancho de banda específico.

Protocolos criptográficos.

SSL (Secure Sockets Layer).

Es un protocolo de propósito general, propuesto en 1994 por Netscape communications. SSL crea un canal blindado para transmitir los datos confidenciales desde el computador del cliente hasta el servidor Web. Es utilizado como una solución de seguridad que es implementada en la mayoría de servidores que ofrecen servicios de comercio electrónico. Para el cifrado de datos se hace mediante un algoritmo de clave secreta, capaz de cifrar grandes volúmenes de información en un tiempo muy corto, por lo que resulta bastante difícil en manos de un atacante, garantizando la confidencialidad. Los posibles errores pueden tratarse en la autenticación con servidores falsos. (Álvarez Maraón & Pérez García, 2004).

SSH (Secure Shell).

Proporciona conexiones seguras a terminales remotos gracias al uso de criptografía de clave pública. SSH no se limita a proteger sesiones de terminal remotas, también proporciona seguridad para FTP y permite redirigir puertos TCP/IP por medio de un canal de cifrado en ambas direcciones. (Álvarez Maraón & Pérez García, 2004).

IPSec (IP Security).

Como su nombre lo indica IPSec es una versión segura del protocolo IP, como sabemos la suite de protocolos TCP/IP tiene muchas limitaciones, ya que no proporciona autenticación, ni autorización y tampoco confidencialidad. Estos fallos hacen crear a IPSec para ofrecer protección contra esta clase de vulnerabilidades con el fin de prevenir ataques de red.

IPSec protege las comunicaciones por medio de autenticación, privacidad, integridad de datos. Para la autenticación de paquetes IP, utiliza varios mecanismos, como el protocolo de autenticación Kerberos V5, los certificados digitales o claves secretas compartidas entre todos los equipos conectados. En la privacidad lo hace por medio del cifrado de datos con algoritmos de

codificación en bloque de clave secreta como DES o Triple DES y la integridad de los datos mediante algoritmos de hash como MD5 o SHA-1.

PPTP (Point to Point Tunneling Protocol).

(Díaz , Mur, & Sancristóbal, 2004), dice hace unos años las conexiones IP de línea serie se basaban en una protocolo no demasiado estándar denominado SLIP (Serial Line Interface Protocol), este tenía graves problemas de rendimiento y de seguridad. Con el objetivo de solucionar muchos de estos inconvenientes se creó el PPP (Point to Point Protocol), usando 3 métodos, el primero era de encapsulación de paquetes en línea serie, el segundo era el protocolo de control de enlace (LCP), para el establecimiento, configuración y chequeo de la conexión a nivel de enlace de datos y por ultimo una familia de red (NCP), para establecer el LCP mediante uno de dos mecanismos, el PAP (Password Authentication Protocol) y el CHAP (Challenge Hands-hake Authentication Protocol). Como extensión del PPP aparece el PPTP (Point to Point Tunneling Protocol), desarrollado por Microsoft U.S. Robotics, 3Com y otros.

Este protocolo encapsula cualquier tipo de paquete ya sea TCP/IP, IPX o NetBeui, dentro de un datagrama IP, para poder ser ruteado por cualquier enrutador, permitiendo así muchos protocolos distintos a través de una red IP. La encapsulación de la trama en PPTP, se hace posible gracias al uso de una cabecera GRE (Generic Routing Encapsulation), este es un estándar que hace creer que PPP está funcionando sobre un enlace y no como parte de un protocolo.

Para el uso en redes privadas virtuales, las características de seguridad buscadas y la compatibilidad deseada entre fabricantes han hecho que, después de algunos problemas de seguridad con PPTP, este haya caído un poco en desuso.

L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol).

(Díaz , Mur, & Sancristóbal, 2004), dice: Microsoft y Cisco Systems se unen para el desarrollo de otro protocolo de Tunneling, Cisco estaba desarrollando otro protocolo similar a PPTP llamado L2F (Layer 2 Forwarding). Cisco y Microsoft mostraron la primera versión de L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol), en 1997, como resultado de lo mejor de los dos protocolos (PPTP y L2F). Los dos fabricantes siguen soportando sus soluciones en conjunto con L2TP.

Las capacidades de L2TP son:

- Creación de túneles únicos, para conseguir el soporte de distintos tipos de calidad de servicio.
- Transmisión de mensajes IP a través de redes que no usa IP.
- Soporta direccionamiento dinámico.
- Permite trabajar conjuntamente con IPSec.

6.2 MARCO INSTITUCIONAL

6.2.1 Reseña Histórica de la Empresa.

Catalogada como una de las empresas más importantes del departamento de Boyacá y del sector eléctrico nacional, la EBSA fue creada por iniciativa del instituto de Aprovechamiento de Aguas y Fomento Eléctrico en el año de 1954, como una sociedad anónima que se denominó “Centrales Eléctricas de Tunja S.A.”; hacia el año de 1960 se efectuó el cambio de la razón social por el de ELECTRIFICADORA DE BOYACA S.A y desde 1995 cambia su denominación a EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA S.A. ESP (EBSA ESP).

En junio de 1963 entra en operación comercial y en este mismo año se realiza la fusión con Termopaipa S.A., quedando integrada así: la generación, distribución y comercialización de una sólida empresa. Con tres unidades de generación térmica a carbón (Termopaipa I, II y III) se entendía la demanda no solo del departamento de Boyacá sino en el país por medio de la interconexión Eléctrica S.A ISA.

En noviembre de 2005 la EBSA entrega el negocio de generación a la Empresa GENSA como parte de la estrategia del gobierno nacional para evitar su liquidación debido al PPA Paipa IV, concentrando sus actividades en los negocios de distribución y comercialización.

La energía se transmite al sistema de Transmisión Nacional (STN) a través del nodo de conexión en Termopaipa mediante dos autotransformadores de 90 MVA. El sistema de Transmisión Regional (STR) está compuesto por 12 subestaciones de nivel IV, 85 subestaciones de nivel III y 18050 transformadores de distribución. Así mismo dispone de 570 Km de línea nivel IV y 26737 Km de líneas y redes de nivel I, II y III.

La EBSA atiende la demanda de la totalidad de municipios de Boyacá y así mismo algunos municipios de los departamentos de Santander y Cundinamarca, adicionalmente ofrece los servicios de mantenimiento de alumbrado público, patronamiento de contadores y arrendamiento de la infraestructura eléctrica.

6.2.2 Organigrama de la empresa de energía de Boyacá.

La práctica se desarrolló dentro de la dirección de operación y mantenimiento perteneciente a la gerencia de distribución enmarcada dentro del cuadro rojo en el organigrama de la empresa de energía de Boyacá mostrado en la Figura 11.

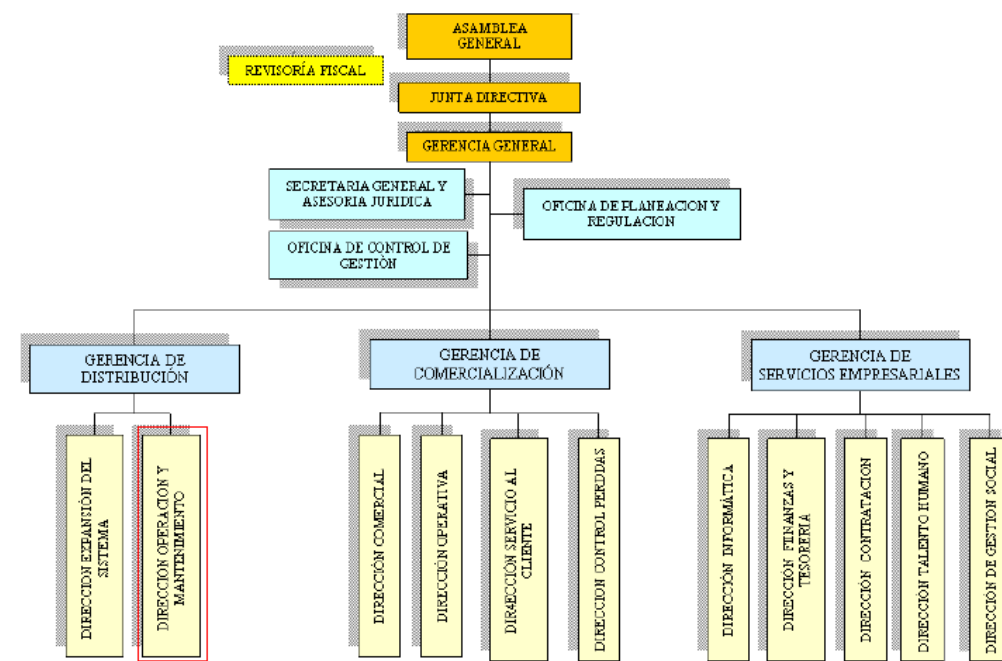


Figura 11. Organigrama de la Empresa de Energía de Boyacá.

Fuente: Manual de calidad empresa de energía de Boyacá

La dirección de operación y mantenimiento se divide en el departamento de subestaciones, el departamento de calidad de servicio, gestión de sistemas de potencia, gestión telemática y gestión de protecciones.

El departamento subestaciones que es el encargado de los nuevos proyectos que se desarrollen dentro de las subestaciones. El departamento de calidad del servicio cumple la función de proveer los datos como el posicionamiento geográfico de equipos y los datos de calidad de energía eléctrica dentro de la red de distribución. La oficina de gestión telemática, tiene como objetivo proporcionar todo el servicio de comunicación industrial, es decir se encarga de la red de fibra óptica de la empresa, sus enlaces radiales y las redes de comunicación de las subestaciones. La oficina de gestión de sistemas de potencia se ocupa de la supervisión de los transformadores, asignando el cambio y realizando los mantenimientos respectivos. La oficina de gestión de protecciones tiene como fin la coordinación de protecciones eléctricas de la red de distribución y además de proveer a los usuarios datos de las curvas de protección para el caso de expansiones en la red de distribución, en esta oficina se desarrolló la práctica

empresarial con la asesoría del ingeniero Hernán Agudelo. En la Figura 12 se muestra el organigrama de la dirección de operación y mantenimiento, en el recuadro rojo se enmarca la oficina en donde se llevó a cabo la práctica.

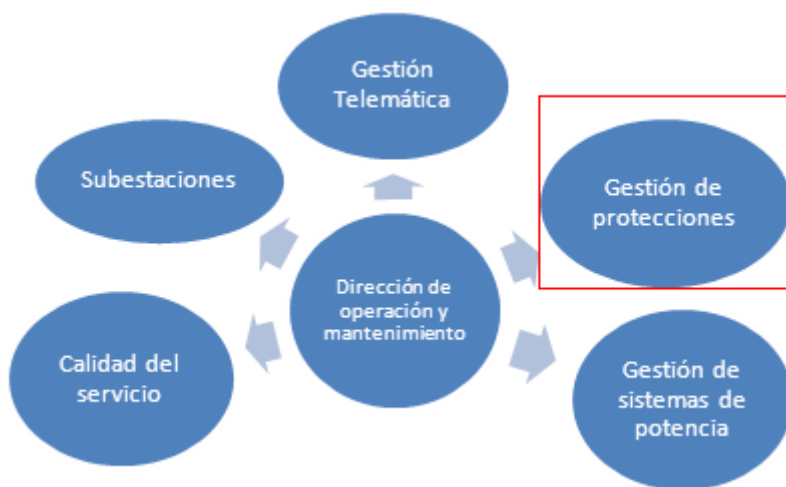


Figura 12. Organigrama dirección de operación y mantenimiento

Fuente: Autor

7 DISEÑO METODOLÓGICO

7.1 TIPO DE METODOLOGÍA

Esta pasantía fue un estudio de tipo descriptivo-experimental, puesto que en el documento, se detalla cada uno de los pasos que se presentaron para la propuesta de gestión del re-conectador, evaluando parámetros como el medio de comunicación, equipos a utilizar, cotizaciones, algunas ventajas de utilizar la propuesta y algunas pruebas de comunicación con el re-conectador.

7.2 ESTRUCTURA METODOLÓGICA

La metodología que se utilizó durante la ejecución del proyecto es la siguiente:

7.2.1 Documentación

Primero una etapa de documentación, donde se recibió información de una manera general sobre el funcionamiento del re-conectador en las protecciones de la empresa de energía de Boyacá, los re-conectores más utilizados en la empresa, la forma de acceder a los dispositivos de manera local y las necesidades para el diseño de la red de tele gestión.

En la siguiente fase, se obtuvo información del re-conectador de una manera más detallada a través del manual de instalación y el manual de usuario, conociendo la marca, los puertos que utiliza para su comunicación, los protocolos de comunicación, la forma en que funcionan sus interruptores y el uso del dispositivo que los controla.

A través de la dependencia de telemática y de automatización se mostró de una forma general la comunicación entre los re-conectores de la empresa de energía de Boyacá- EBSA S.A E.S.P., hacia el centro de control, además se informó sobre los protocolos que utilizaban para realizar la comunicación y los medios físicos que usaban para el transporte de datos.

El siguiente paso fue la evaluación de los diferentes medios de comunicación, buscando las ventajas y los posibles problemas que tendría cada medio para la empresa; posteriormente y de acuerdo a la ubicación del re-conectador escoger y determinar el medio de comunicación más conveniente para la tele gestión según conceptos técnicos de los profesionales de operación y mantenimiento.

7.2.2 Diseño

En esta parte se determinó el medio más adecuado para la comunicación entre la empresa de energía de Boyacá y el re-conectador teniendo en cuenta ventajas y desventajas de los medios evaluados, considerando la ubicación del re-conectador y los requerimientos técnicos de la red para la gestión remota de protecciones.

En seguida, se diseñó la red de tele gestión para re-conectores, teniendo en cuenta conceptos técnicos de los profesionales de operación y mantenimiento, quienes son los encargados de realizar el proceso de gestión en la empresa.

Al concretar la red de diseño para la tele gestión, se evaluaron los equipos a utilizar dentro de la red, determinando las características técnicas de los dispositivos de comunicación a utilizar en la propuesta para luego realizar el proceso de cotización de los mismos.

Por último se realizaron pruebas de comunicación a través del medio, para comprobar el funcionamiento y encontrar posibles problemas en el caso de una posible implementación del sistema, realizando ensayos de la gestión remota del re-conectador y comprobando todas las funciones del software WSOS5.

8 RESULTADOS

8.1 DETERMINACIÓN DEL MEDIO

La empresa de energía de Boyacá S.A. E.S.P., a través de la dirección de operación y mantenimiento realiza la automatización de los sistemas de protecciones en subestaciones, este proceso se efectúa por medio de seccionadores, relés y re-conectores. Estos últimos tienen la función de proteger circuitos en la red de distribución de media y baja tensión en la empresa, abriendo o cerrando interruptores de forma automática, controlados a través del IED, según los ajustes hechos por el operario, para estos ajustes se tiene en cuenta el circuito en donde va a funcionar y la corriente máxima que puede llegar a pasar por este equipo en un tiempo determinado o de forma instantánea. Los ajustes por tiempo se hacen en el caso de sobrecargas y/o cortocircuitos y de forma instantánea, en el caso de descargas atmosféricas.

Sobre la información de las marcas de re-conectores más utilizados en la empresa, se tuvo conocimiento a través de la oficina de gestión de protecciones. Los re-conectores más utilizados dentro del sistema de protecciones de la empresa de energía de Boyacá eran de la marca NOJA, NU-LEC y Whipp & Bourne, la marca más utilizada en el momento son los re-conectores NOJA con alrededor de un 50% de los equipos utilizados en las protecciones de la red de distribución, seguido de la marca NU-LEC con un 40% y la marca Whipp & Bourne con un 10%, esta última marca, está saliendo de uso dentro de la empresa y se han venido reemplazando puesto que las prestaciones y funcionalidades de las otras marcas son mejores.

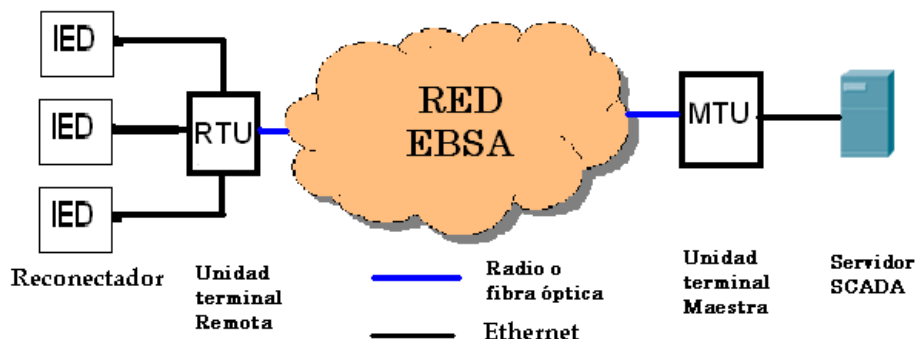


Figura 13. Comunicación empresa con RTU

Fuente: Autor

En las visitas hechas a algunas subestaciones y por medio de información brindada por los ingenieros encargados de la red de comunicación de la empresa, se pudo observar la manera en que los equipos de medida y de protecciones, se comunican hacia el centro de control. Esta comunicación se hace por medio de fibra óptica y enlaces de radio, mostrando dos formas de enviar la información.

En la primera, los equipos se comunican a través de protocolos como DNP3, IEC 870-5-104, IEC 870-5-101 y Modbus, que utilizan RS232 o RS485 como medio físico, para conectarse a los equipos de control. Estos equipos llegan a una RTU, la cual unifica todos los datos para establecer solo un protocolo de comunicación. La RTU se comunica a través de enlaces de fibra óptica o en algunos casos de radio con la MTU, la cual se encarga de dirigir la comunicación de todas las RTU a su cargo y la información que allí se procesa, es almacenada en un servidor, donde se encuentra el sistema SCADA. En la Figura 13 se muestra la red de comunicación entre los re-conectores y la empresa, utilizando las RTU.

En la segunda forma, los equipos también se comunicaban a través de protocolos como DNP3, IEC 870-5-104, IEC 870-5-101 y Modbus, con la diferencia que utilizan Ethernet como medio físico, estos dispositivos se conectan a un switch, el cual, unifica toda la información y de allí se envía a un Gateway, este hace la función de pasarela, es decir, traduce todos los datos que llegan a él, para establecer solo un protocolo de comunicación. Después de pasar por el Gateway se comunican a través de enlaces de radio o fibra óptica con el centro de control, en este punto se establece un servidor, el cual cuenta con el software para el SCADA, donde se almacenan todos los eventos y mediciones de los dispositivos en la subestación. En la Figura 14 se muestra la red de comunicación de la empresa entre los equipos de protecciones y el centro de control con Ethernet.

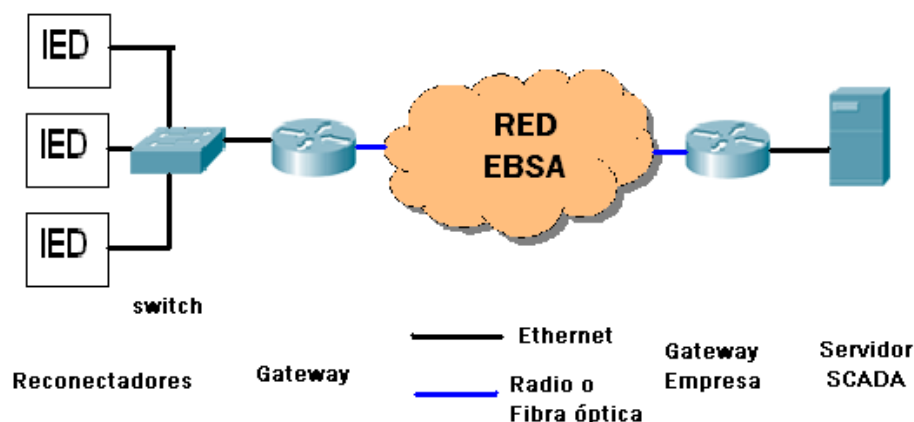


Figura 14. Comunicación empresa con Gateway
Fuente: Autor

Observando el funcionamiento de esta comunicación, lo más conveniente hasta ese momento, era utilizar fibra óptica o enlaces de radio como medio de comunicación. Para el caso del proyecto, la gestión se iba a ejecutar desde el municipio de Tunja en la empresa de energía de Boyacá hasta la subestación el morro, ubicada en el departamento de Casanare.

La empresa no cuenta con una red hasta este punto y realizar un tendido de fibra hasta esta subestación implicaba un costo muy alto, por tanto la opción de fibra óptica estaba descartada. En el caso del radioenlace la subestación más cercana para realizar la comunicación, se encontraba en el municipio de Pajarito en el departamento de Boyacá, por lo que hasta ese momento seguía siendo una opción para el diseño de la red de tele gestión.

Para determinar el medio de comunicación más apropiado, se evaluaron las ventajas y los posibles problemas que tendría cada medio para la empresa. Dada la ubicación del re-conector en un lugar lejano, las opciones más convenientes hasta ese momento, eran el uso de radioenlaces o el envío de datos a través de internet móvil. De acuerdo con criterios técnicos sugeridos por los ingenieros encargados de coordinar todo el proceso de protecciones, se optó por la opción de enviar los datos por internet a través de redes móviles, ya que con este medio se tendría una red distinta a la de comunicación, por tanto no habría inconvenientes por interferencias y además actuaría como una red de respaldo para la operación de re-conectores en caso que la red de la empresa presentara alguna falla.

Al definir el medio de comunicación por el cual se realizaría la tele gestión, se procedió a realizar el diseño para la propuesta. En primer lugar, se dieron las coordenadas de ubicación del re-conector, para después buscar el mapa de cobertura de los diferentes operadores móviles en Colombia, esto con el fin de establecer la tecnología a utilizar (GPRS, EDGE, 3G, 4G) para evaluar las características técnicas de los equipos a utilizar dentro del diseño. En la Figura 15 se muestra el mapa de cobertura del operador móvil claro, a través de la página Web. Para este caso el único operador con cobertura según los mapas obtenidos a través de la página Web de cada operador era la empresa Claro donde ofrecía cobertura con tecnología GSM, GPRS y 3G.

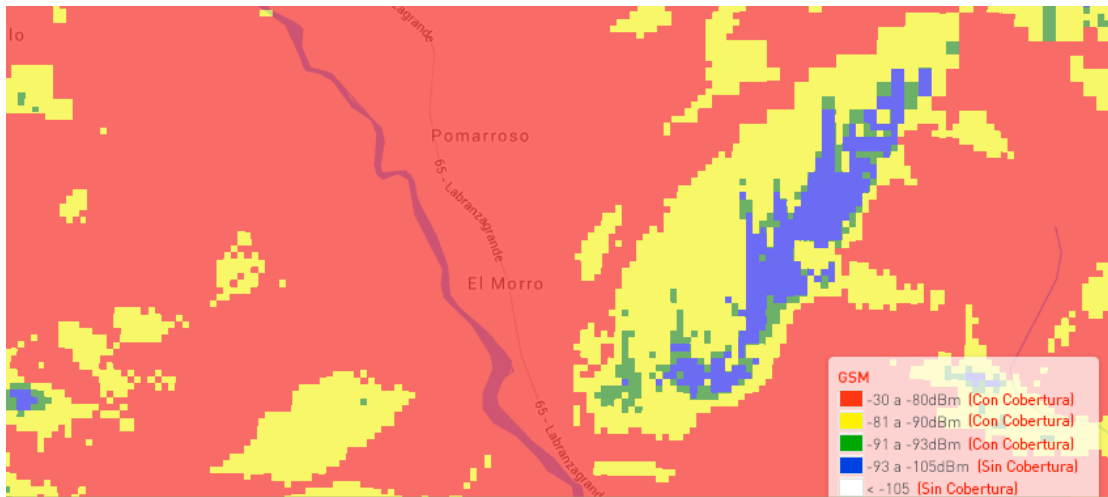


Figura 15. Mapa de cobertura GSM claro Colombia

Fuente: <http://www.claro.com.co>

8.2 DISEÑO

Actualmente para gestionar el re-conector de forma local se puede acceder con diferentes puertos como USB, RS485, RS232, V23 y Ethernet. Este proceso lo realiza el profesional encargado de las protecciones en la empresa de energía de Boyacá, por medio de un computador, el cual posee el software de gestión. Allí se conecta a cualquiera de los puertos, en caso de conectarse a través del puerto Ethernet, se asigna una IP al computador que este dentro de la red del re-conector, dentro del software se escoge el puerto de comunicación Ethernet y se procede a gestionar el equipo realizando ajustes de curvas de comportamiento, tiempo de cierres, descarga de eventos y observar el comportamiento de cada línea a través de las herramientas de análisis de calidad de energía.



Figura 16. Puertos de comunicación re-conector NU-LEC.

Fuente: Autor

En la Figura 16 se muestra los puertos de comunicación del re-conectador. Se escoge el puerto Ethernet, ya que la comunicación del IED a través de internet se hace con la suite de protocolos TCP/IP, con esto se evita tener fallas de conexión debido a cambios de protocolos.

En el diseño para la red punto a punto desde el morro hasta la empresa de energía de Boyacá, el re-conectador estaría conectado a través de cable Ethernet hasta el router, el cual tendría conexión a la nube por medio de un proveedor de servicios de internet móvil. Una de las desventajas al momento de utilizar redes de servicio público como medio de comunicación, es la seguridad, ya que un gran número de personas tienen acceso a esta red, por tanto se tuvieron en cuenta protocolos de seguridad, para proteger los puntos a comunicar, para esto se halló información acerca de protocolos de seguridad y encriptación como lo son las VPN (redes privadas virtuales – Virtual Private Network), las cuales codifican la información de un punto a otro, creando un canal virtual entre estos, de tal forma que la conexión se comporta como una red de área local. Así el router por medio de una VPN, se comunicaría a través de internet con otro punto de red en Tunja, donde se localizaría el computador con el software para poder realizar la gestión remota del equipo. En la Figura 17 se muestra la red propuesta para gestión del re-conectador ubicado en la subestación el morro.

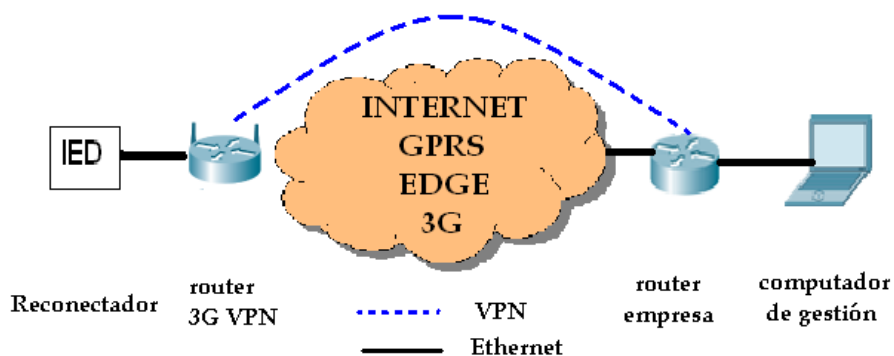


Figura 17. Diseño de red para comunicación entre empresa y re-conectador

Fuente: Autor

La clase de VPN a utilizar sería una tipo origen – intermedio, el punto intermedio se encontraría en el re-conectador, desde este punto se controlaría los clientes que se conectarían al dispositivo y el origen en la empresa, a través de esta red se conectaría por medio del computador con el software para realizar la gestión.

El problema de este diseño era su escalabilidad, es decir, en el momento de agregar dispositivos a la red, la administración de estos equipos sería más

complicada y más difícil, ya que se debía tener en cuenta la clase de IP, para poder actualizarla mediante un servidor o contratar un servicio al operador para IP fija, lo cual acarrearía un costo. El problema también radicaba en configurar cada router para poder crear el usuario que iba acceder por medio de VPN al re-conector, por tal motivo, se decidió evaluar la propuesta para una red punto a punto, en el caso específico de la subestación el morro y también una red en caso de presentarse una ampliación.

En el diseño de la red para ampliación, se mantuvo la decisión de tener parte del mismo de diseño obtenido anteriormente, con la diferencia que en este caso las VPN las manejaría un servidor ubicado en la empresa, que se encargaría del enlace entre el computador y el re-conector, monitoreando constantemente el router utilizado en el otro punto, además se delegaría la función de establecer los clientes VPN y la información en un solo punto. Con este diseño se tendría la facilidad de manejar seguridad e información en un solo lugar, la administración sería más fácil, y en caso de un posible error en la comunicación, este se hallaría de una manera más rápida. En la Figura 18 se muestra la red diseñada para pretender la escalabilidad.

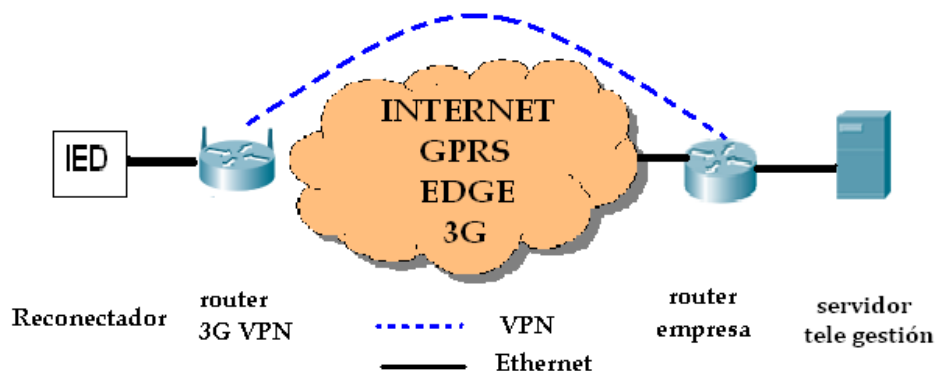


Figura 18. Red de tele gestión para escalabilidad

Fuente: Autor

En el momento de determinar las características técnicas de los equipos que se iban a utilizar dentro de la propuesta de diseño para una red de tele gestión, se tuvieron en cuenta características como:

- Puerto de comunicación.
- Protocolos de comunicación soportados.
- Bandas de frecuencia para el uso de tecnologías móviles.
- Alimentación eléctrica.

- Configuración para el equipo.
- Formas de configuración y diagnósticos remotos.
- Forma de administración del equipo.
- Firewall.
- Protocolos y modos de uso de las VPN's.

El puerto de comunicación debía ser el puerto Ethernet, con conector RJ45, ya que de esta forma se iba a comunicar el re-conectador con el router, los protocolos soportados por el equipo debían ser los mínimos para establecer la comunicación como: IP, ICMP, DNS, UDP, DHCP, TCP, ARP, FTP, HTTP, PPP. Las bandas soportadas por el equipo eran un ítem importante, debido a que de esto, dependía la tecnología a utilizar (GPRS, EDGE, 3G, 4G), por tanto lo más conveniente era utilizar un equipo cuatri-banda, para poder soportar cualquier tecnología y así se adaptaría a la mejor forma de comunicación. La alimentación debía ser a 12 VDC ya que el re-conectador cuenta con un borne de conexión para modem de 12 VDC, este borne en caso de falla de alimentación AC conmuta y se alimenta a través de baterías las cuales suplen la alimentación del re-conectador.

Otro ítem a tener en cuenta era la forma de administración del equipo, ya que a través de esta, se iba a tener control del router, en la configuración y diagnóstico de un posible fallo en la comunicación. El firewall debía tener como mínimo servicios de NAT, DMZ, y filtrado de MAC. Además para la seguridad se determinó que el equipo proporcionaría servicios como cliente o servidor VPN y protocolos como: IPSec, GRE, L2TP o PPTP, estos protocolos iban a manejar la seguridad de la red dentro de internet.

En el proceso de cotización, en el diseño de la red punto a punto (ver ANEXO 1), se tuvieron en cuenta características técnicas esenciales como las tecnologías que manejaba el equipo para utilizar las redes móviles (GPRS, EDGE, 3G, 4G), puertos de comunicación y seguridad para conexión a internet, según estas características se evaluó la opción de utilizar dos dispositivos, uno actuaría de modem, para permitir la conexión a internet móvil y el otro estaría encargado de la seguridad realizando los canales VPN y la conexión segura. El router FBR-1430 permitiría la conexión segura a través de internet este equipo presentaba las siguientes características:

- Firewall y soporte de VPN
- 4 Interfaces de 10 Mbps conector RJ45
- DMZ, NAT, Virtual Server.
- Soporte de VPN IPSec y PPTP.
- Soporte de 10 túneles en línea
- Soporte de clientes VPN Microsoft

- DDNS
- Interfaz de usuario basada en Web
- Administración remota
- 1 Interfaz WAN
- Alimentación a 12 VDC

En seguida se conectaría el router WBR-6803 que permitiría la conexión a internet 3G, a través de un modem conectado por USB, también contaba con administración remota, conector WAN/LAN, para conectar el router VPN y NAT para permitir varios dispositivos conectados solo con un punto de internet. Esta opción fue la cotizada según el diseño punto a punto, es decir de la red de la subestación el morro hasta las oficinas de la empresa de energía de Boyacá. Según la cotización presentada, la red de tele gestión punto a punto tendría el diseño mostrado en la Figura 19.

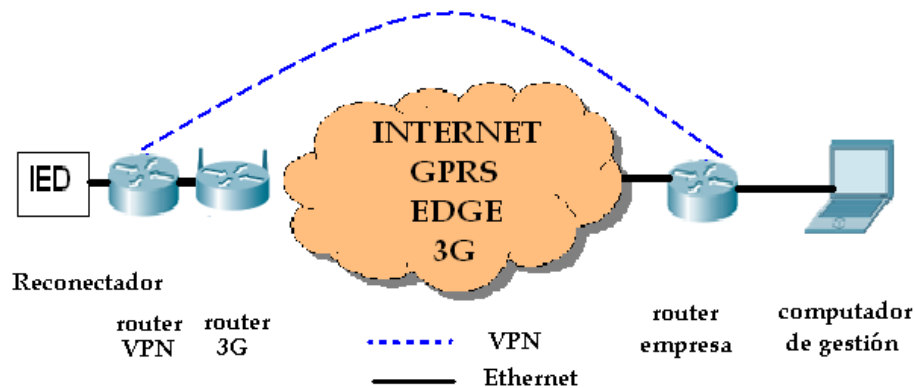


Figura 19. Red tele gestión punto a punto

Fuente: Autor

Para el diseño de la red de ampliación, el dispositivo que se cotizó (ver ANEXO 2) según las características anteriormente nombradas, fue el equipo Gw2021 de la marca Virtual Access, este equipo contaba con las siguientes características técnicas:

- Soporte para administración por SMS
- Configuración avanzada remota a través de web server embebido y aplicación java.
- Interfaz de comandos de línea vía telnet o SSH.
- HTTP
- HTTPS
- Agente SNMP

- IPv4 e IPV6
- DHCP cliente/servidor
- DynDNS
- NAT
- Soporte de VLAN
- Filtrado de paquetes
- VPN (IPSec, L2TP, GRE)
- Operación en modo Access Point, WDS, router cliente.
- Wifi y autenticación (WEP, WPA, WPA2).
- Bandas de frecuencias (HSPA 2100, 1900, 900, 850 MHz)
- GSM/GPRS/EDGE 1900/1800/900/850 MHz
- 2 ranuras para Sim Card.
- 110V-240V AC, 3 watts
- 9V-30V DC

Este equipo contaba con más robustez a la hora de trabajar, además la alimentación era la ideal para trabajar en el re-conector, las ranuras para insertar la sim card permitían tener 2 posibilidades para poder comunicar el equipo a internet móvil y la facilidad de conexión sin tener que utilizar modem. En el caso de llegar a utilizar una comunicación con el SCADA se podían crear VLAN para la utilización de diferentes canales y segmentar la red.

En el diseño de la red para escalabilidad fue el propuesto para la red de tele gestión debido a la robustez del equipo, ya que debía ser un equipo industrial, este equipo se ubicaría dentro del gabinete del re-conector. Además se escoge la empresa que ofreció el equipo con un distribuidor en Colombia, es por esto que la empresa Teconex presenta la cotización (ver ANEXO 3), del router ER75iv2 de la marca Wieland con las características que se necesitaban para este diseño, era robusto con carcasa metálica, soporte para tecnología GSM, GPRS y EDGE. Este router contaba con dos puertos Ethernet, uno para realizar la conexión a la red de tele gestión y el otro en el caso donde el profesional de protecciones ejecutara el proceso de gestión de manera local, alimentación a 12 VDC para alimentarlo por medio del borne para el modem en el re-conector y daba la posibilidad de trabajar con redes privadas virtuales a través de aplicaciones como OpenVPN o IPSec. La cotización del servidor para el diseño, no se tuvo en cuenta, ya que la empresa contaba con este equipo el cual realzaría el enlace entre el computador para tele gestión y el router. Las aplicaciones que se iban a manejar para VPN y el monitoreo de la IP se encontraban embebidas dentro del servidor, por tanto no se necesitaban más gastos por software y las configuraciones que se realizaran al servidor las desarrollaría la empresa.

8.3 PRUEBAS

En esta parte se realizaron las pruebas con un re-conectador de la marca NU-LEC de la serie u, este re-conectador tiene las mismas características de comunicación del equipo ubicado en el morro, con el cual como primer paso, se realizaron pruebas de manera local, para esto, se utilizó un router TP-Link 3020 mostrado en la Figura 20, el cual cuenta con puerto Ethernet, puerto USB para la conexión del modem, con el cual se accede a internet móvil y además la posibilidad de compartir esta red por medio inalámbrico, para esta prueba se conectó el re-conectador al router por medio de cable Ethernet, en la Figura 21 se muestra la manera de conexión al router.

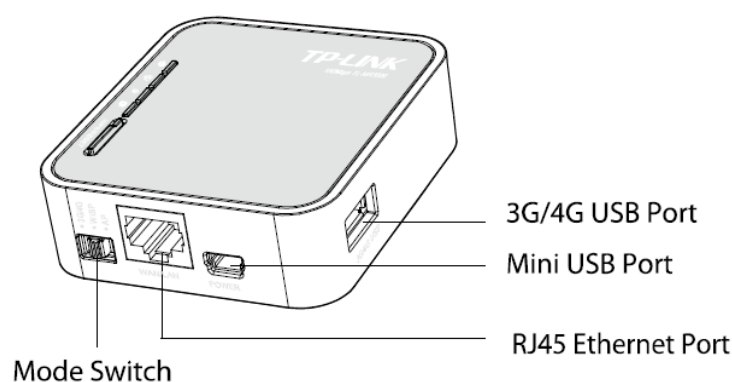


Figura 20. Router TP- Link 3020

Fuente: manual TP-Link 3020

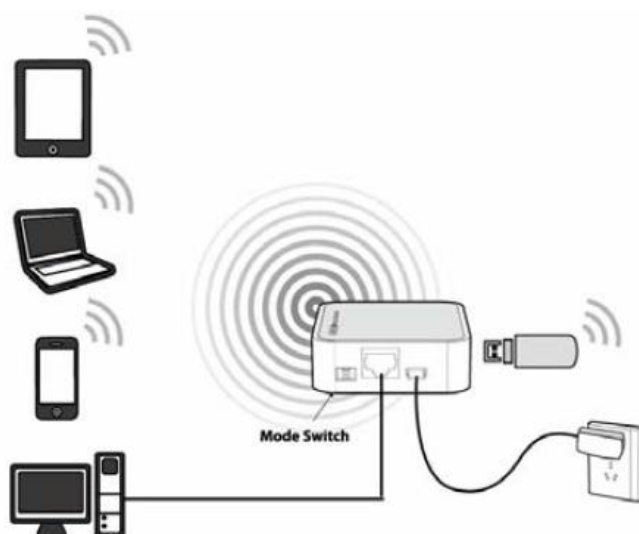


Figura 21. Modo de conexión al router TP-Link 3020

Fuente: Manual TP-Link 3020

El router se configuró, para que se le asignara una dirección IP estática al re-conectador, para determinar la dirección IP a la cual siempre se conectaría. El computador que contaba con el software de gestión se conectó a la red por medio inalámbrico, a través del software se pudo gestionar el re-conectador realizando ajustes, descargando eventos y se comprobó todas las funciones del software WSOS5 de forma local.

New Switchgear Device Wizard

New Switchgear Details
Enter the details of the new Switchgear device

Name: prueba donato

☒ Automatic Creation (Recommended. Requires controller)

Comm Port: COM6

USB

IP Address: 192.168.0.2

Switchgear password (optional):

☐ Manual Creation

Platform: ADVC Controller Range

Operator Interface: FlexVUE

Firmware Version: 4.4.4

Product: U Series

Function: ☒ ACR ☐ LBS

< Atrás Siguiente > Cancelar Ayuda

Figura 22 . Interface WSOS5 para conexión por cable Ethernet.

Fuente: Autor

La otra fase de la prueba fue realizar la conexión de forma remota, para esto debía tener conexión a internet en los dos puntos de red. El re-conectador estaba conectado a internet móvil por medio del router TP-Link 3020 y se realizaron los ajustes para que el router pudiera ser administrado a distancia. Se realizó un mapeo de puertos, con el fin de que el router hiciera el enrutamiento al re-conectador en donde se iba a realizar la gestión. En la Figura 23 se muestra la red que se utilizó para gestionar el re-conectador de manera remota.

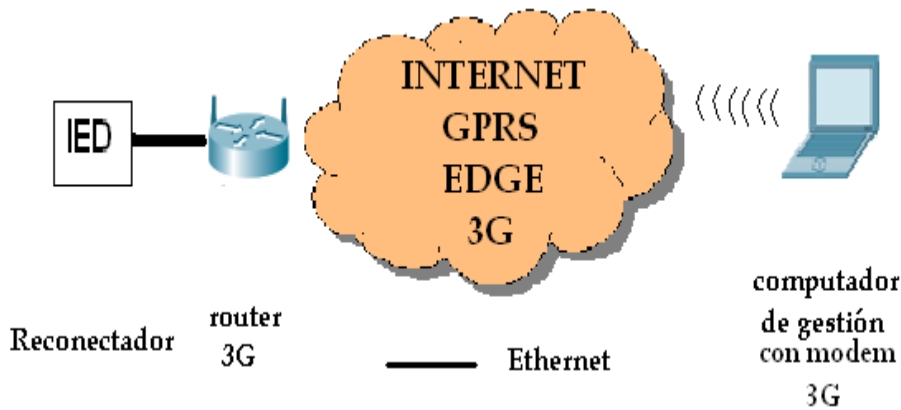


Figura 23. Red de prueba para gestión remota

Fuente: Autor

En la empresa la conexión se realizó a través de un modem que permitía el acceso a internet móvil, este se conectó directamente al computador, el cual contaba con el software de gestión. Se realizó la conexión de una forma exitosa y se realizaron pruebas de todas las características de gestión como lo era los cierres a través de software (ver Figura 26), descarga de los eventos del equipo (Figura 28), los ajustes en la corriente que podía manejar (Figura 29), las curvas características para la protección por temporización (Figura 30), la corriente en las fallas de tierra, el monitoreo de las líneas y la supervisión del panel de control. La conexión de la prueba se muestra en la Figura 24

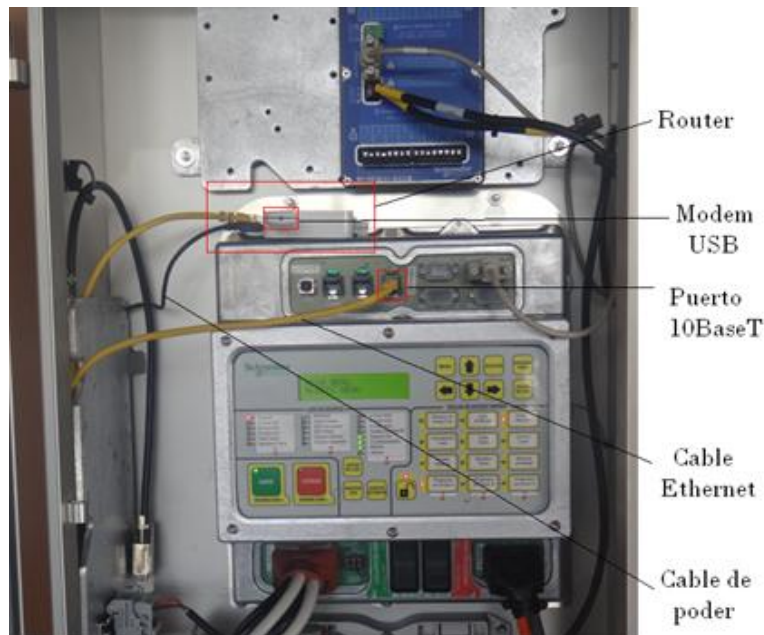


Figura 24. Conexión prueba re-conectador

Fuente: Autor



Figura 25. Re-conector en subestación

Fuente: Autor

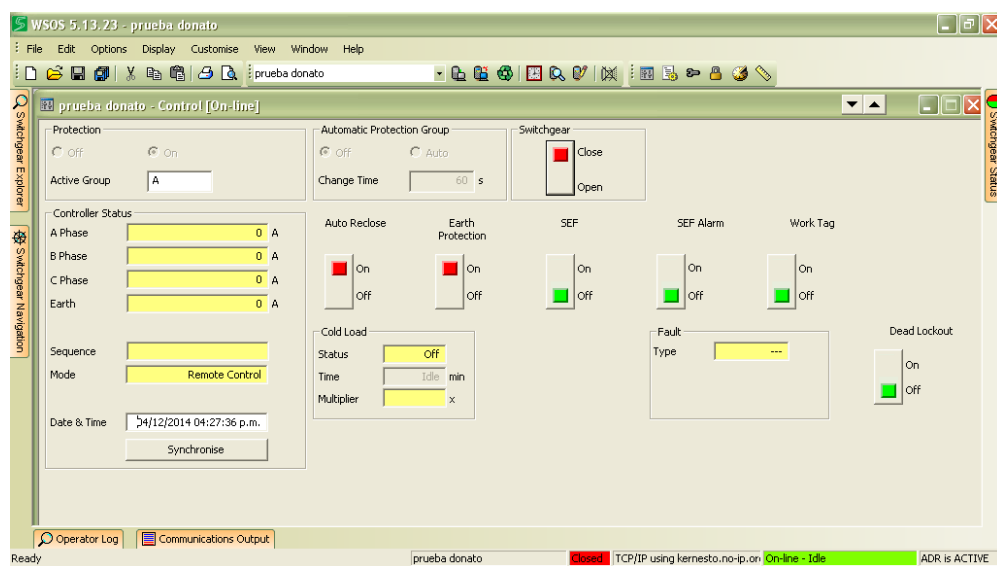


Figura 26. Panel de control para cierres de re-conector

Fuente: Autor

Communications Configuration

Switchgear Device: prueba donato

Polling Period: 10 s

Protocol: TCP/IP

IP address or name of the Switchgear: kernesto.no-ip.org

Port Number: 30055

Advanced

Number of Times Each Message is Sent: 5

Message Additional Delay Time: 0 s

Message Length: Normal

Process Echoed Messages: ☐

Figura 27. Configuración comunicación software wsos5

Fuente: Autor

WSOS 5.13.23 - prueba donato

prueba donato - History [On-line]

Event log

Not Filtered

Stop Date: ---- None ----

02 min 33 s

Automatic History Upload: ☐

Delete Records From Hard Disk: ☐

Upload

Stop Upload

Date/Time	Source	Event Text
04/12/2014 04:28:40.567 p.m.		Lockout
04/12/2014 04:28:40.524 p.m.	HARV	WSOS Trip Request
04/12/2014 04:28:21.424 p.m.	HARV	WSOS Close Request
04/12/2014 04:28:17.442 p.m.	HARV	WSOS Close Request
04/12/2014 02:21:04.552 p.m.	HARV	Earth Fault Protection On
04/12/2014 02:20:25.879 p.m.	HARV	Automatic Redclose On
04/12/2014 02:18:02.932 p.m.	HARV	04/12/2014 02:18:13 p.m.
04/12/2014 02:17:55.800 p.m.	HARV	WSOS Trip Request
04/12/2014 02:17:55.320 p.m.	HARV	WSOS Trip Request
04/12/2014 02:17:54.834 p.m.		Operation Denied

Operator Log

Communications Output

prueba donato

Open TCP/IP using kernesto.no-ip.org 3 Messages Waiting

ADR is ACTIVE

Figura 28. Descarga de eventos

Fuente: Autor

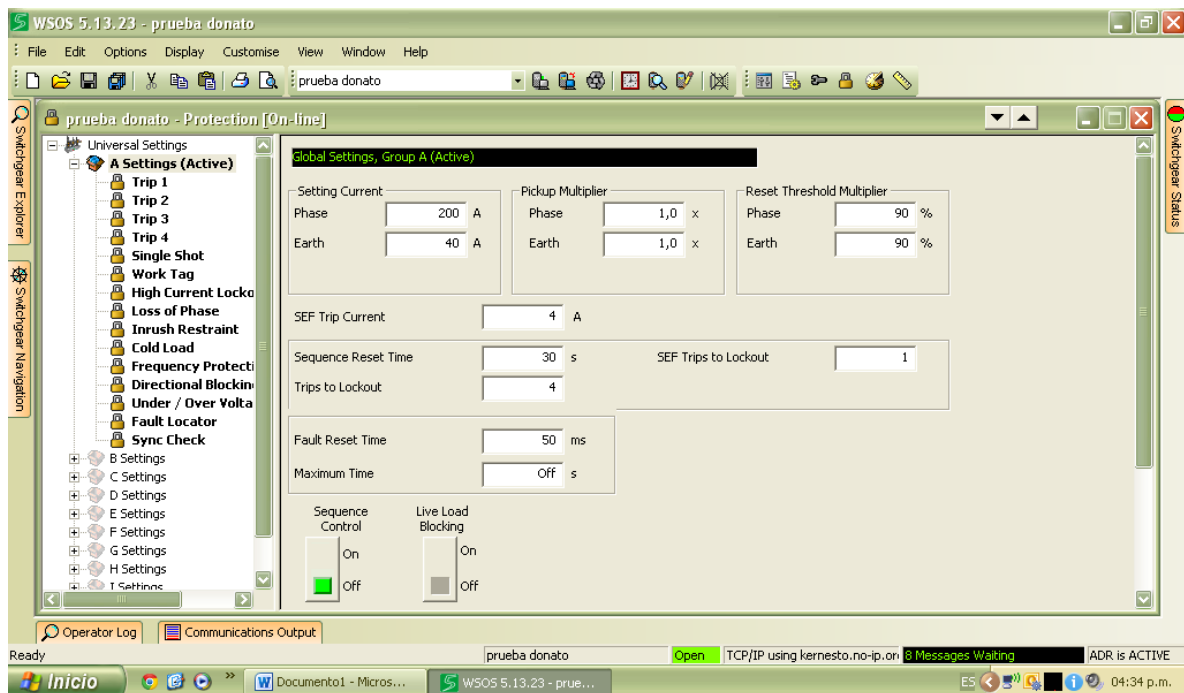


Figura 29. Configuración corrientes software Wsos5

Fuente: Autor

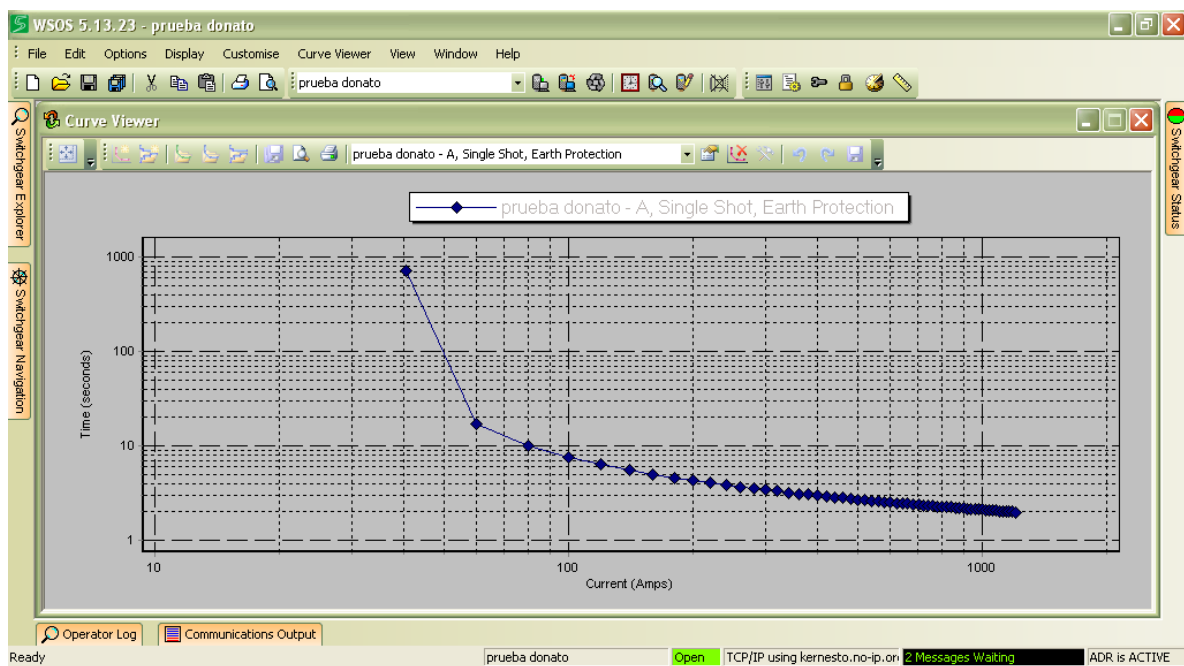


Figura 30. Curva de corriente en software Wsos 5

Fuente: Autor

9 CONCLUSIONES

La red diseñada en este proyecto da la facilidad de prestar un sistema de respaldo de la comunicación en caso de que la red con la que cuenta la empresa actualmente falle, dando otro camino al centro de control para realizar sus funciones, dando así un mejor servicio a los clientes de la empresa de energía de Boyacá.

Las VPN son una gran herramienta en factores de seguridad de la red, ya que esta clase de protocolos codifican los datos de una manera segura y además dan mucha facilidad al usuario en la comunicación, debido a que para él, la red se comporta como una LAN, siendo así una comunicación transparente.

La administración de los equipos es un factor importante dentro del diseño y la evaluación de los equipos a utilizar, debido a que en caso de presentarse algún problema con la red, esta es la primera herramienta con la que se cuenta para hallar la falla y poder tener el control sobre la red.

El uso de tele gestión permite a las empresas tener mayor control de sus equipos, ya que se pueden hacer análisis más profundos sobre las posibles fallas y además permite ahorrar gastos debido a los costos que generan los desplazamientos hasta el lugar del problema.

El uso de internet a través de redes de tecnología móvil permite una evolución a la tecnología utilizada en la empresa, permitiendo llegar a lugares alejados de una manera más económica, ahorrando así, costos por mantenimiento del medio y dando la facilidad de conexión desde cualquier lugar donde exista cobertura, llegando así en el caso de este proyecto a realizar tele gestión desde cualquier sitio en donde se tenga acceso a internet.

El uso de una red de tele gestión, permite el análisis de fallos y el encuentro de soluciones de una manera más rápida, para tomar los correctivos necesarios y dado el caso realizar mantenimientos preventivos según el resultado de estos análisis.

A través de un sistema de gestión remota se puede realizar procesos de seguimiento, tanto a re-conectores como a las líneas de distribución de la empresa de energía de Boyacá, también la posibilidad de prestar asistencia remota a operarios del sistema, cuando se realicen mantenimientos o maniobras de campo.

10 RECOMENDACIONES

La empresa de energía de Boyacá necesita un sistema de tele gestión que ayude a la completa automatización de sus subestaciones y equipos utilizados dentro de la red de distribución, para acortar de esta manera los tiempos de fallo que se puedan presentar.

Al establecer el enlace entre el re-conectador y el servidor se debe verificar la conexión entre estos dos puntos, ya que en algunos casos es necesario, pedir a la empresa proveedora del servicio de internet realizar el mapeo de puertos para poder realizar el proceso de tele gestión y la creación de los canales VPN.

Es necesario contar con una política de seguridad, en donde se establezcan las reglas para el uso de esta red de tele gestión, la forma de establecer las claves para la conexión VPN. Además para una mayor seguridad se debería implantar y renovar las contraseñas para el acceso a la gestión, el control y los ajustes para el re-conectador.

En el momento de evaluar los operadores móviles para la conexión a internet en la implementación del diseño, se debe buscar el operador con mejor cobertura y encontrar la empresa donde menos congestión tenga en su red.

En caso de realizar la ejecución del diseño, se debe hacer primero la verificación de conexión entre el re-conectador y el servidor, haciendo pruebas de la conexión entre los dos puntos, luego comprobar el enlace con VPN y por ultimo verificar la tele gestión del re-conectador.

11 BIBLIOGRAFIA

- Álvarez Marañón, G., & Pérez García, P. (2004). *Seguridad informática para empresas y particulares*. España: McGraw-Hill España.
- Arnedo Moreno, J. (2013). *Redes de comunicaciones*. España: Editorial UOC.
- Bocalandro Rivero, J. (2004). Fibra óptica como medio de transmisión. *Tono revista técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A.*, 44-48.
- Castro Gil, M. A., Díaz Orueta, G., & Mur Pérez, F. (2007). *Comunicaciones industriales: Principios básicos*. España: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Díaz, G., Mur, F., & Sancristóbal, E. (2004). *Seguridad en las comunicaciones y en la información*. España: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Díaz Orueta, G., Alzórriz Arnedáriz, I., & Sancristóbal Ruiz, E. (2014). *Procesos y herramientas para la seguridad de redes*. España: UNED- Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Fernández Fernández, C. R. (2010). *Modelo de capacidad de acceso a una red HSPA en un escenario básico de una celda*. Chile: B - Universidad de Santiago de Chile.
- Figuerola de la Cruz, M. (2009). *Introducción a los sistemas de telefonía celular*. Argentina: Editorial Hispano Americana HASA.
- Forouzan, B. A. (2002). *Transmisión de datos y redes de comunicaciones*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Galán Viasus, L. C. (2013). *Análisis, Diseño e implementación de una Red para realizar Tele-gestión de protecciones entre la subestación Donato y el Edificio Administrativo de la E.B.S.A. mediante fibra óptica*. Tunja.
- Gómez Valdivia, J. (2005). Clasificación de las redes privadas virtuales. *Tono Revista técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A.*, 39-43.
- Guzmán Quintero, Y. (2012). Gestión de redes y servicios NGN/4G. *Tono Revista técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A.*, 26-35.
- Joyanes Aguilar, L. (2012). *Computación en la nube: estrategias de Cloud Computing en las empresas*. México: Alfaomega Grupo Editor.

- Levieratos, S., Vogiatzaki, V.-E., & Cottis, P. G. (2013). A Generic Framework for the Evaluation of the Benefits Expected from the Smart Grid. *energies*, 988-1008.
- NU-LEC Industries. (2008). Installation manual N-series with ADVC controller. Schneider Electric.
- Patiño, R., Díaz, R., Marin , J., Suarez, R., & Vidal, Y. (2010). Telecontrol y telegestión de reconectadores con tecnología GSM/GPRS. *Revista CIER*(55), 40-46.
- Peña , J. D., Gámiz Caro, J., Grau i Salades, A., & Martinez Garcia, H. (2003). *comunicaciones en el entorno industrial*. España: UOC.
- Salim Abuhabda Chehade , J. J. (2010). *Análisis de la evolución de una red núcleo centralizada a una distribuida en comunicaciones móviles*. Chile: B-Universidad de Santiago de Chile.
- Sendín Escalona, A. (2004). *Fundamentos de los sistemas comunicaciones móviles*. España: Mc Graw-Hill España.
- Torres Soularí, L., & Baluja García, W. (2003). Elementos de seguridad en redes privadas virtuales sobre internet. *Ingeniería Electrónica, Automática y comunicaciones*, 24(3), 74-77.
- Viola Systems. (20 de Junio de 2012). *CASE ESB NETWORKS: POLE-TOP COMMUNICATION INCREASES EFFICIENCY IN IRELAND*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2014, de Viola Systems: <http://www.violasystems.com/>
- Yam Pérez, F. A. (2007). *Reseña y operación de los reconectadores eléctricos: electromecánica*. Argentina: El cid Editor - Ingeniería.

12 ANEXOS

ANEXO 1



Instrumentación y Control Industrial
Básculas, Drives y Arrancadores
Sensorica Industrial

Ingeniería y Equipos Industriales de Colombia
NIT: 900302939-1

Referencia	Router 3G	Dirigido a	Augusto Hernandez
Fecha	Octubre 22 de 2014		
Cot. No.	COS-140195	Atención	Augusto Hernandez
Solicitud No.			harvey9210@gmail.com
Enviado por	Sandra M. Sáenz M/ Ing. Comercial		3123829747

Estimados Señores,

De acuerdo con su amable solicitud, a continuación presentamos nuestra mejor oferta técnica y económica:

Item	Ref.	Descripción	Und	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
1	FBR-1430	VPN Broadband Router • Ofrece 4 puertos LAN de auto-detección MDI/MDI-X a 10/100 Mbps con UPnP, NAT y DHCP • Solución ideal para compartir el acceso a Internet con un firewall avanzado y capacidad de VPN • Cree conexiones seguras sobre Internet mediante un Túnel asegurado de Red Privada Virtual (VPN) • Ofrece un firewall avanzado y soporte para PPTP, VPN IPSec • Firmware fácil de configurar y actualizar mediante una interfaz de usuario basada en web • Marca: Level One	Und	1	\$ 132,87	\$ 132,87

2	WBR-6803	150 Mbps Wireless 3G Travel Router • Comparta la conexión a Internet 3G • Ofrece hasta 150 Mbps de velocidad inalámbrica • Batería Li-Ion de 1700mAh para operación de larga duración de hasta 240 minutos • Interfaces WAN duales (3G/xDSL) con función de conmutación por error automática para garantizar conectividad permanente • Función Wake-on-LAN integrada que permite encender y apagar equipos de forma remota • Compatible con los estándares inalámbricos IEEE 802.11b/g/n • Seguridad inalámbrica con WPA/WPA2-PSK y cifrado WEP de 64/128 bits • Control de QoS para la priorización del tráfico y la asignación de ancho de banda • Configuración sencilla con interfaz fácil de usar • Función NAT permite que varios PCs compartan una sola conexión a Internet • Marca: Level One	Und	1	\$ 67,90	\$ 67,90
3	WBR-6804	150 Mbps Wireless Dual-WAN 3G Router • Interfaces WAN duales (3G/xDSL) con función de conmutación por error automática para garantizar conectividad permanente • Router 3G de banda ancha y conmutador de 4 puertos, 2 en 1 • Amplíe la cobertura de red inalámbrica mediante la tecnología WDS • Comparta su red inalámbrica hasta 150 Mbps • Selección automática de canal para usar bandas con escasas interferencias • Control de QoS para la priorización del tráfico y la asignación de ancho de banda • Robusto firewall integrado para proteger el acceso a Internet de intrusos • Sencilla seguridad inalámbrica con el botón WPS • Configuración sencilla con interfaz fácil de usar • Marca: Level One	Und	1	\$ 69,30	\$ 69,30
SUBTOTAL						\$ 270,07

ANEXO 2



Virtual Access (Ireland) Ltd

Unit 15, Trinity Enterprise Centre
Pearse Street, Dublin 2
Ireland
Tel: +353 1 604 1800
Fax: +353 1 670 5380

Quotation

Quote Number: 20140703

Contact: Harvey Hernandez Customer Name & Address EBSA CRA. 10 No15 - 87 Tunja - Boyaca Colombia harvey8210@gmail.com	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Date:</td> <td style="width: 40%; text-align: right;">:</td> </tr> <tr> <td>Your order number</td> <td style="text-align: right;">:</td> </tr> <tr> <td>Your ref.</td> <td style="text-align: right;">:</td> </tr> <tr> <td>Our ref.</td> <td style="text-align: right;">:</td> </tr> </table>	Date:	:	Your order number	:	Your ref.	:	Our ref.	:
Date:	:								
Your order number	:								
Your ref.	:								
Our ref.	:								

Date	From	To	Terms
7/3/2014	Lowell Bath	Harvey Hernandez	Pre-paid

Qty	Description	Unit Price	Total
1	GW 2021 3G Dual SIM Router	€ 259	€ 259
100	GW 2021 3G Dual SIM Router	€ 222	€ 22,200
Delivery Instructions: TBD Price ex works (shipping not included) Estimated shipment date: <60 days			
Sub Total			€ 22,459
VAT @ 21%			
Total			€ 22,459

Terms

1. Please send your PO electronically to:
Lowell.Bath@VirtualAccess.com and Accounts@VirtualAccess.com
2. Send all correspondence to Accounts@VirtualAccess.com
3. Payment is pre-paid for new accounts
4. Quote is valid for 30 days from the quote date shown
5. Taxes, duties, etc., if applicable are not included
6. All amounts are in US Dollars or Euros as specified herein

ANEXO 3



Bogotá D.C. Septiembre 24 del 2014

Señores:

EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA S.A E.S.P EBSA

Atn. Ing. Hernan Agudelo.

hagudelo@ehsa.com.co

Cra 10 No 15 - 87 Piso 4 torre 1

TEL: 7 44 68 39 - 315 313 69 85

Bogotá

CONSECUTIVO
COTIZACION 4979-14

Su Asesor: Julieth M. Paez Cel: 300 606 9668

ITEM	REFERENCIA	DESCRIPCION	CANT	VLR. UNITARIO	VLR. TOTAL	ENTREGA
1	83.041.0000.1	wienet Móvil GSM / GPRS / EDGE, metal carcasa de, Tarjeta SIM ranura párafo, la Interfaz: Ethernet 10/100 Mbit / s, USB 2.0 Tipo de Acogida A, 1 Entrada digital / salida 1 digital, conector de antena SMA de 50 ohmios, marca WELAND Alemania.	1	\$ 2.440.000	\$ 2.440.000	20 días
2	83.041.0005.1	enrutador wienet ER75iv2 SL ETH Entrada digital de 2x digitales / Salida Ethernet 10/100 Mbit / s, USB 2.0 TIPO A host 1: enrutador wienet Móvil GSM / GPRS / EDGE, metálica carcasa, Puerto1: Ethernet 10/100 Mbit / s, Tarjeta SIM ranura párafo, las interfaces, conector de antena SMA de 50 ohmios marca WELAND Alemania.	1	\$ 2.890.000	\$ 2.890.000	20 días
3	83.041.0055.1	enrutador Móvil wienet 4G LTE, Metálica carcasa, PORT 1: Ethernet 10/100 Mbit / s, Tarjeta SIM ranura párafo 1x, 2x interfaces Ethernet 10/100 Mbit / s, USB 2.0 A Tipo de Acogida, 1 Entrada digital / salida 1 digital, Conexión de antena SMA 50 ohmios, marca WELAND Alemania.	1	\$ 6.500.000	\$ 6.500.000	20 días
				SUBTOTAL	\$ 11.830.000	
				IVA 14%	\$ 1.892.800	
				TOTAL	\$ 13.722.800	

Condiciones comerciales

Validez de la oferta	:	30 días.
Condiciones de Pago	:	Contado. El pago lo pueden realizar en la cuenta corriente No. 03123089621 de BANCOLOMBIA a nombre de TECNICA DE CONEXIONES S.A.S.
Tiempo de Entrega	:	La entrega se hace como esta estipulado al frente de cada ítem salvo venta previa . El tiempo de entrega empieza a regir una vez recibida la orden de compra en TECONEX.
Lugar de Entrega	:	DDP Bodega del cliente.
Garantía	:	Todos los productos, bienes y servicios vendidos por TECONEX tienen garantía de 1 año por defectos de fabricación a partir de la fecha de factura. La garantía no cubre daños causados por mala instalación o por usos diferentes a los especificados. No cubre corrosión.

TECNICA DE CONEXIONES S.A.S. NIT. 830.001.350-9
CARRERA 49A No. 91-60 BARRIO LA CASTELLANA TEL: (57-1) 610 2981 FAX: (57-1) 207 2766 Bogotá Colombia www.teconex.com