

TID
6140
2013

1109

Análisis, Diseño e Implementación de una Red para Realizar Tele-gestión de Protecciones entre la Sub-Estación Donato y el Edificio Administrativo de la E.B.S.A mediante la Fibra Óptica.

BIBLIOTECA - USTA
TUNJA

Luis Carlos Galán Viasus
Estudiante Ingeniería Electrónica

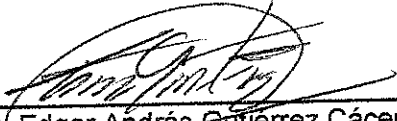
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA
TRABAJO DE GRADO

Tunja, Octubre de 2013

Análisis, Diseño e Implementación de una Red para Realizar Tele-gestión de Protecciones entre en la Sub-Estación Donato y el Edificio Administrativo de la E.B.S.A mediante la Fibra Óptica.

Análisis, Diseño e Implementación de una Red para Realizar Tele-gestión de Protecciones entre la Sub-Estación Donato y el Edificio Administrativo de la E.B.S.A mediante la Fibra Óptica.

Trabajo de grado presentado por la modalidad de Practica Empresarial a la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomas de Tunja y así optar por el titulo de Ingeniero Electrónico.


Ing. ~~Edgar Andrés Gutiérrez Cáceres~~
TUTOR ACADEMICO

Ing. Hernán Agudelo Bayardo Negro
TUTOR EMPRESARIAL

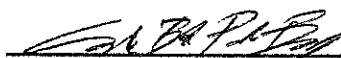
Luis Carlos Galán Viasus
Estudiante de la Facultad de Ingeniería Electrónica

Universidad Santo Tomas Seccional Tunja
Facultad de Ingeniería Electrónica
Trabajo de Grado

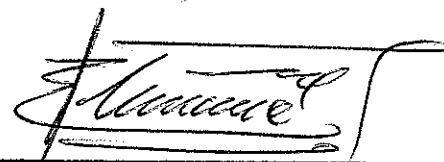
Nota de Aceptación



Firma Presidente del Jurado



Firma del Jurado



Firma del Jurado

Tunja, 2 de octubre de 2013

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.

DEDICATORIA

El haber culminado este proyecto de forma satisfactoria fue gracias a la bendición que esta sobre mi otorgada por mi señor Jesucristo y la Santísima Virgen, los cuales estuvieron al lado mío desde el comienzo hasta el final brindándome la suficiente fortaleza para llevar al cabo las metas propuestas y las difíciles decisiones que se iban presentando al pasar el tiempo.

A mi Madre Luz Esperanza Viasus Sandoval que con su sabiduría me encarrilo en el mejor de los caminos de la vida, me formo como un ser integro con valores completos y fortalecidos, a mi Padre Edgar Nicolás Galán Jiménez que gracias a sus conocimientos tanto de la vida como del trabajo me ha ayudado a tomar las mejores decisiones siendo cada vez un mejor hombre y caballero, a mi Hermana Luisa Fernanda Galán Viasus que con sus concejos me brinda un gran apoyo moral en las situaciones difíciles, una compañía en los momentos de soledad y una risa en los momentos de tristeza, a mi Novia Liliana Andrea Arciniegas Sanabria que gracias a su apoyo moral y emocional logre afrontar los diversos contra tiempos que se presentan, gracias a su compañía, consejos y observaciones, me convertí en la persona que soy, resaltando los valores enseñados en casa y fortaleciendo los lazos familiares.

A mi Familia, Abuelos y Tíos que con sus enseñanzas de la vida me ayudan afrontar el futuro que me espera, logrando superar los baches que se van presentando en la vida. A mis Primos y Amigos, los cuales con su elocuencia y compañía permiten un rato de ocio y entretenimiento sano que permite despejar la mente.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios, Jesucristo y la Santísima Virgen María por acompañarme en el transcurso de mi vida protegiéndome, guiándome y aconsejándome en momentos difíciles que se presentan.

A mis Padres que gracias a su paciencia y dedicación lograron con éxito educar una gran persona, puesto que me guiaron en el transcurso de mi vida contribuyendo con su esfuerzo la posibilidad de mis estudios universitarios, llegando a este logro esperado.

A mi Hermana por su compañía y respaldo frente a cualquier adversidad que se presentaba en mi vida principalmente en los cinco años en los que estuve realizando mis estudios universitarios.

A mi novia que gracias a su compañía durante el tiempo que estuve estudiando logre enfocar mis metas y ordenar mis ideas de la mejor forma posible, enseñándome a valorar mejor las cosas y aprovechar el tiempo.

A mis compañeros por brindar no solo una amistad sino también una compañía indispensable, logrando así superar los problemas de la mejor manera contribuyendo en el desarrollo de las metas que me propuse, brindándome también una buena compañía extracurricular, la cual nos permitió afianzar los lazos de amistad y permitiéndome conocer muchas personas importantes, maravillosas y valiosas.

A los Ingenieros que estuvieron conmigo desde el comienzo de la carrera guiándome y ayudándome con conocimientos nuevos y aplicarlos de la mejor forma, gracias a su sabiduría y gran entendimiento de los temas, lograron construir las grandes bases de un profesional, por lo anterior agradezco a los ingenieros; José Ricardo Casallas Gutiérrez Decano de la Facultad de Ingeniería Electrónica, Luis Fredy Sosa Quintero, Oscar Eduardo Umaña Méndez, Edward Wilder Caro Anzola, William Fabián Chaparro Becerra, William Fernando Álvarez Castañeda, Fabián Rolando Jiménez López, Camilo Ernesto Pardo Beainy, Adolfo Ávila Barón, Julián Andrés Araque Soler Docentes de la facultad.

A la Universidad Santo Tomas – Tunja, por proporcionarme las herramientas necesarias para iniciar y terminar mi formación académica de la mejor forma, brindándome sus campos deportivos, su planta física y laboratorios con buenos equipos para la realización de las practicas necesarias en el transcurso de la carrera.

A mi Tutor, Ingeniero Edgar Andrés Gutiérrez Cáceres, por su indispensable colaboración, esfuerzo y dedicación en el desarrollo de este proyecto brindando así sus conocimientos para lograr culminar este proceso de forma puntual, completa y funcional.

A mi Tutor, Ingeniero Hernán Agudelo Bayardo Negro, por su compañía y colaboración en el transcurso de la práctica empresarial y por ofrecer sus conocimientos de forma íntegra y responsable.

A los Ingenieros del Departamento de Telemática porque gracias a ellos se *cumplieron las metas propuestas para el desarrollo del proyecto, brindándome nuevos conocimientos buscando nuevas alternativas para el cumplimiento de la práctica.*

A la Empresa de Energía de Boyacá, por permitirme la posibilidad de desarrollar mi práctica empresarial de forma completa, por recibirme con los brazos abiertos dispuestos a enseñar, corregir y encaminar a un profesional que se está empezando a formar.

Muchas Gracias.

Autor.

RESUMEN

Los sistemas de tele-gestión permiten la actualización y mejoramiento de una empresa, por ejemplo, en el área de automatización, reduciendo el tiempo de acción y gastos de operación. En el presente documento se expresa la implementación de la tele-gestión de protecciones para la Empresa de Energía de Boyacá, cuya necesidad surge del "Profesional de Operación y Mantenimiento", ya que este necesita mantenerse informado de los sucesos que se presentan en cada una de las sub-estaciones.

Actualmente cuando se requiere algún tipo de información de un relé dentro de alguna sub-estación, se le solicita a un profesional encargado dirigirse hasta este punto, el cual puede realizar pruebas de testeo o descarga de información mediante software especializado, obteniendo gracias a él, datos principales como son la oscilografía (256 ciclos) y los registro de los últimos 128 eventos, entre otros, permitiendo realizar cambios en las variables, que el crea convenientes para mejorar, optimizar o corregir los problemas que se presentan en determinado circuito de la Sub-estación.

Se buscó realizar la tele-gestión de protecciones con la Sub-estación, la cual permitirá al "Profesional de Operación y Mantenimiento" entablar comunicación con el relé desde su oficina teniendo el mismo acceso, control y visualización de las variables que el desee, sin tener que estar presente en las Sub-estaciones logrando realizar la descarga de información y la configuración de variables de forma rápida y precisa.

Para poder realizar la tele-gestión, se realizó inicialmente un multiplexado de todos los relés de la sub-estación en un solo punto, después de un análisis detallado se usara el puerto RS485 de los relés, puesto que un 90% de ellos cuenta con ese puerto disponible para la tele-gestión. Se realizó el estudio y análisis de compra de una equipo de multiplexado que cumpliera con los requisitos fundamentales del sistema diseñado, donde se seleccionó el "Servidor Terminal IOLAN SDSC Rack Dual Ethernet" cumple con el multiplexado de los relés usando el puerto RS485 permitiendo el uso del protocolo Ethernet con la posibilidad de configurar cada uno de los puertos conectados a este servidor con una dirección IP independiente que este dentro del mismo segmento.

PALABRAS CLAVE

TCP, VLAN, SWITCH, OSI, OSCILOGRAFIA, SSL, TLS, RAW, COM, MODBUS, CLUSTERS, RPS

GLOSARIO

TCP: Protocolo de control y transmisión ofreciendo soporte a muchas aplicaciones y protocolos más utilizados de internet.

VLAN: Red de área local virtual utilizada para crear redes lógicas dentro de una red física.

SWITCH: También conocido como conmutador utilizado para realizar una interconexión de redes empleado en la capa de enlace de datos del modelo OSI.

OSI: Modelo de interconexión de sistemas abiertos, siendo un marco de referencia para las interconexiones de los sistemas de comunicaciones.

OSCILOGRAFIA: Es la representación grafica de la corriente eléctrica alterna o variable.

SSL: Capa de conexión segura utilizada como protocolo criptográfico que suministra una seguridad importante a las redes de comunicaciones.

TLS: Seguridad de la capa de transportes utilizado como protocolo criptográfico que suministra una seguridad importante a las redes de comunicaciones

RAW: Formato de imagen sin modificaciones es un formato que contiene la totalidad de los datos de la imagen.

COM: También conocido como puerto serie o serial siendo una interfaz de comunicaciones de datos digitales.

MODBUS: Protocolo de comunicación basado en la arquitectura maestro – esclavo situado en el nivel séptimo del modelo OSI.

CLUSTERS: Se aplica este término al grupo de computadores interconectados que se comportan como si fuesen una única computadora.

RPS: Sistema de alimentación redundante.

JUSTIFICACION

Para la realización del trabajo se tuvo en cuenta los siguientes tópicos que se expresan a continuación.

Primero, se contó con una red de fibra óptica que permite la comunicación entre el edificio central de la Empresa de Energía Boyacá y la Sub-estación, para el desarrollo de la tele-gestión de protecciones, además se contó con un hilo de esta fibra óptica, donde dos Switch permiten la comunicación entre los dos puntos ya mencionados.

Segundo, se realizó un riguroso análisis sobre las tarjetas de comunicación que tienen los relés notando que algunos de ellos cuentan con protocolo Ethernet mientras que la mayoría cuentan con protocolo serial RS485, los relés permiten instalar, modificar o cambiar dichas tarjetas, pero esto se realiza desmontando el relé, lo cual puede generar problemas ya que se dejaría sin protección el circuito al que estaba conectado, el sistema aquí propuesto permite la conexión sin modificar o interrumpir la línea de trabajo que se desea manipular.

Tercero, uno de los equipos que se necesitó para realizar la tele-gestión es un dispositivo que convierta el protocolo RS485 a Ethernet con posibilidad de programarle una dirección IP, después de realizar un análisis comparativo entre la mayoría de los equipos disponibles, que cumplen estas características se encontró la información de un conversor de RS485 a Ethernet de un solo puerto, el cual tiene un precio alto lo cual sería considerable para los treinta y dos conversores que se necesitarían de este tipo.

De igual forma, se realizó un estudio en varias empresas de suministros electrónicos tanto nacional como internacional, donde se encuentra la empresa PERLE de Toronto – Canadá, la cual ofrece un servidor que tiene la posibilidad de interconexión de treinta y dos equipos para la conversión de protocolos RS232, 422 o 485 a Ethernet con la posibilidad de configurar una dirección IP a cada puerto conectado. Comparando el precio de este servidor con el valor del conversor individual se observa una gran reducción en inversión de presupuesto para la Empresa de Energía de Boyacá. El presente documento da a conocer el trabajo de pasantía realizado con el equipo "Servidor IOLAN SDSC Rack Dual Ethernet" para el proceso de tele-gestión de los relés.

Se demostró que al realizar la tele-gestión con la Sub-estación se ahorra tiempo gracias a que se puede descargar información y realizar modificación al relé, desde la oficina del "Profesional de Operación y Mantenimiento", buscado implementar el diseño en todas las sub-estaciones de la Empresa.

IMPACTO SOCIAL

El desarrollo de este proyecto tiene dos impactos los cuales se expresaran a continuación.

El primero de ellos se ve reflejado directamente en la Gerencia de Distribución de la Empresa de Energía de Boyacá gracias a que se reducirá la respuesta del Profesional de Operación y Mantenimiento, cuando se le solicita el reporte de un evento que ocurra, ya que el podrá realizar la descarga de esta información desde su oficina y entregar los informes completos y en muy poco tiempo.

El segundo impacto tiene repercusiones a nivel general de la Empresa, porque se empieza con la actualización de monitoreo y gestión en el área de automatización principalmente en las Sub-estaciones siendo ellas el motor de sostenimiento de la Empresa.

IMPACTO ECONOMICO

El impacto económico que tendrá sobre la Empresa de Energía de Boyacá, es la reducción de pérdidas de energía, ya que el Profesional de Operación y Mantenimiento podrá reaccionar de forma inmediata al presentarse un evento, disparo o fallas, evitando malestares en los usuarios en la Empresa de Energía de Boyacá.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta que existen 88 Sub-estaciones de las cuales 14 de ellas se encuentran conectadas formando el anillo de fibra óptica con el que cuenta la empresa de Energía de Boyacá y teniendo en cuenta que algunas de ellas se encuentran en pueblos Boyacenses retirados de la ciudad de Tunja y cada una de ellas cuenta con un promedio de 14 y 30 relés, el Profesional de Operación y Mantenimiento actualmente tiene que viajar hasta la sub-estación solicitada, requiriendo su presencia donde se encuentra el relé que se desea gestionar y posteriormente con un cable RS232, RS232-USB o Ethernet, se realiza la conexión al relé y descarga de información a su computador.

Lo cual implica una pérdida de tiempo y agotamiento psicológico, ya que es frecuente la solicitud de descarga información importante relacionada con los últimos 128 eventos que a tenido el relé, entonces se hace necesario realizar el estudio para suplir este problema y así mejorar la productividad, aprovechando las características que ofrece la fibra óptica con la que cuenta la Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P.

Al implementar el sistema se logró un sistema de tele-gestión con las protecciones que se encuentran ubicadas en la Sub-estación, permitiéndole al "Profesional de Operación y Mantenimiento" entablar comunicación con el relé, desde su oficina teniendo el mismo acceso, control y visualización de las variables que el desee, sin tener que estar presente en la Sub-estación y poder realizar el trabajo de forma rápida y precisa sin ningún contra tiempo.

OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio, diseño e implementación de un sistema de tele-gestión entre los relés ubicados en la Sub-estación Donato y la oficina del Profesional de Operación y Mantenimiento, ubicada en el edificio administrativo de la Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Organizar un documento de soporte completo y fácil de entender que *refuerce la solicitud presupuestal para el proyecto y la correcta implementación del mismo.*
2. Realizar un estudio del presupuesto analizando diferentes opciones de equipos teniendo en cuenta distintos proveedores, marcas y características para así sugerir la opción más adecuada.
3. Reducir el tiempo de acción cuando se presenta la necesidad de descargar información de un determinado relé en la sub-estación.
4. Analizar y entender la topología de red con la que cuenta la Empresa de Energía de Boyacá para realizar el sistema de tele-gestión de protecciones para los relés.
5. Conocer los equipos con sus respectivos Software que se usaran antes de implementar el proyecto, obteniendo un diseño confiable y de gran calidad.
6. Realizar el análisis y diseño de un sistema que permita multiplexar los relés que se encuentran en la Sub-estación de forma confiable.
7. Tener las suficientes bases para argumentar que la implementación de este diseño es óptimo, ordenado y dentro de un presupuesto factible.
8. Presentar un diseño que le permita a la Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P automatizar inicialmente la Sub-estación Donato y por consiguiente llegar a automatizar las 14 Sub-estaciones que están dentro de la anillo de fibra óptica y en futuro todas las Sub-estaciones con las que cuenta la Empresa.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I.....	21
1.1 Reseña histórica.....	22
1.2 Organigrama Empresa de Energía de Boyacá.....	23
1.3 Organigrama Departamento de Sub-Estaciones.....	23
Visión.....	24
Misión.....	24
CAPITULO II.....	25
2.1 FIBRA OPTICA.....	26
2.1.1 Descripción de la Fibra Óptica.....	26
2.1.2 Componentes de la Fibra Óptica.....	26
2.1.3 Longitud de Onda.....	27
2.1.4 Modos de Transmisión.....	27
2.1.5 Fibra Monomodo.....	27
2.1.6 Fibra Multimodo.....	30
2.1.7 Ventajas del Uso de la Fibra Óptica.....	30
2.1.8 Cable de Fibra Óptica ADSS de 12 y 24 Hilos.....	30
2.2 CONTROLADOR DIGITAL DE POSICIÓN F650 GE Consumer & Industrial 31	
2.2.1 Descripción.....	32
2.2.3 Arquitectura hardware.....	33
2.2.4 Arquitectura de comunicaciones.....	34
2.2.5 Conexión con el equipo.....	35
2.3 RELÉ DE PROTECCIÓN DE ALIMENTADOR 750/760 GE Industrial Systems.....	37
2.3.1 Descripción.....	37
2.3.2 Protección y control.....	38
2.3.4 Entradas y salidas.....	40
2.3.5 Esquema lógico.....	41
2.3.6 Interfaces de usuario.....	41
2.4 EnerVista LAUNCHPAD.....	44

2.4.1	Beneficios.....	44
2.4.2	Características.....	44
2.4.3	Gestión.....	45
2.4.4	Device Setup.....	45
2.4.5	Device Management y Health Logic.....	46
2.4.6	Settings File Management.....	47
2.4.7	Reports.....	48
2.4.8	Software y Documentación.....	48
2.4.9	A complete Up-To-Date Reference Library.....	49
2.4.10	Create Templates to Reduce Configuration Time.....	50
2.5	TruePort MANAGEMENT TOOL.....	52
2.5.1	Que es TruePort.....	52
2.5.2	TruePort modo completo – modo limitado.....	54
2.5.3	Modo completo.....	54
2.5.4	Modo limitado.....	54
2.5.6	Modo modbus ascii/rtu.....	55
2.6	IOLAN SDSC RACK DUAL ETHERNET TERMINAL SERVER.....	56
2.6.1	Características Generales.....	56
2.6.2	Detalles.....	56
2.6.3	Ventajas.....	57
CAPITULO III.....		59
3.1	Análisis y Diseño.....	60
3.2	Implementación.....	65
3.3	Pruebas.....	67
CAPITULO IV.....		70
4.1	UBICACIÓN EN GOOGLE EARTH DE LAS GEO-POSICIONES DE CADA UNA DE LAS SUB-ESTACIONES Y EL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA CON EL QUE CUENTA ACTUALMENTE LA E.B.S.A.....	71
4.1.1	Interfaz en Google Earth.....	71
REFERENCIAS.....		73

TABLA DE FIGURAS

Fig. 1. Organigrama Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P	23
Fig. 2. Organigrama Departamento de Sub-estaciones.	23
Fig. 3. Componentes de la Fibra Óptica.....	26
Fig. 4. Diseño Fibra Mono modo.....	28
Fig. 5. Diseño Fibra multimodo	30
Fig. 6. Relé F650	31
Fig. 7. Conexión RS485 para los equipos F650	32
Fig. 8. Diagrama conceptual del F650	33
Fig. 9. Arquitectura de comunicaciones del F650.....	35
Fig. 10. Ejemplo de conexión.....	36
Fig. 11. Relé 750/760.....	37
Fig. 12. Diagrama de Bloques de ajustes.....	41
Fig. 13. Diagrama de bloques de detectores de nivel	41
Fig. 14. Características del relé 750/760.....	43
Fig. 15. Launchpad Overview	45
Fig. 16. Ubicación de Device Setup en EnerVista Launchpad.....	46
Fig. 17. Categorías que son monitoreadas por Device Management.....	47
Fig. 18. Settings File Management.....	47
Fig. 19. Reportes	48
Fig. 20. Launchpad Overview.	49
Fig. 21. Representación de la biblioteca de Launchpad.....	50
Fig. 22. Ejemplo del tiempo que se gasta utilizando las plantillas de Launch ...	51

Fig. 23. Ejemplo de las Aplicaciones que se podrán usar en el TruePort.....	53
Fig. 24. Ejemplo de configuración modo completo.....	54
Fig. 25. Ejemplo de configuración modo limitado.....	55
Fig. 26. Ejemplo de configuración modo MODBUS ASCII/RTU.....	55
Fig. 27. Servidor IOLAN SDSC.....	56
Fig. 28. Grafica Topología Anillo Lógico Fibra Óptica E.B.S.A.....	60
Fig. 29. Switch RUGGEDCOM presente en las Sub-estacione.....	61
Fig. 30. Imagen posterior del relé, bornera RS485.....	62
Fig. 31. Conexión protocolo RS485 a un conector DB9.....	63
Fig. 32. Interfaz grafica de comunicaciones de los relés 750/760 y F650 de GE.....	64
Fig. 33. Switch donde se habilita el puerto 12 para la Tele-gestión de protec.....	65
Fig. 34. Conexión frontal relé para gestión puerto RS232.....	67
Fig. 35. Servidor NP301B.....	68
Fig. 36. Servidor NP301B conectado.....	69
Fig. 37. Pantalla para agregar información al marcador nuevo.....	71
Fig. 38. Marcadores ya creados.....	72
Fig. 39. Marcadores sobre el mapa y con descripción.....	73

INDICE DE TABLAS

Tabla. 1. Comparativo Fibra Óptica	27
Tabla. 2. Ventajas y Beneficios TruePort	52
Tabla. 3. Lista de direcciones IP y puertos serie COM para los relés de la Sub- estación Donato	66
Tabla. 4. Identificación de las lista de direcciones IP y puertos serie (COM) según <i>su color</i>	67
Tabla. 5. Color respectivo para cada Zona	73

ANEXOS

ANEXO 1.....	83
ANEXO 2.....	84

CAPITULO I

Marco Empresarial

1.1 Reseña histórica

La Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P (E.B.S.A) es un empresa de servicios públicos, domiciliarios, mixta, de nacionalidad colombiana, anónima, constituida como sociedad por acciones, está sometida al régimen general de servicios públicos domiciliarios y desarrolla su actividad en ámbito del derecho privado como empresa mercantil [1].

Con cincuenta y siete años de historia en Boyacá, la E.B.S.A es catalogada como una de las empresas más importantes de la región. Desde 1954 la EBSA contribuye al desarrollo de la región, comercializando energía, ejecutando proyectos eléctricos y creando valor para sus accionistas, con lo cual ha logrado excelentes niveles de servicio [1].

El crecimiento de la EBSA, se refleja en su gestión sobre el sistema de distribución, con inversiones significativas que benefician áreas rurales y urbanas en los 123 municipios de Boyacá. En el negocio de comercialización, su gestión se traduce en altos índices de recaudo, incremento en número de clientes y aumento en las ventas. Actualmente el mercado de Boyacá cuenta con 377.206 clientes, de los cuales el 99.9 % son atendidos por EBSA y solamente 138 clientes son atendidos por otros comercializadores [1].

[1] Referenciado de: ebsa.com.co/wps/portal

El departamento de subestaciones de la Empresa de Energía de Boyacá, se cuenta con un jefe del departamento de Sub-Estaciones que es el Ingeniero Cayetano Cely el cual se encarga de todo lo que es expansión y proyectos nuevos, esta el Ingeniero Milton Vargas donde él, es el profesional operación y mantenimiento de transformadores de media y los supervisa dichos transformadores, el Ingeniero Hernán Agudelo es el profesional de operación mantenimiento encargado de supervisar las protecciones eléctricas siendo el tutor que me corresponde para el desarrollo de mi proyecto "tele-gestión de protecciones".

Además el departamento de sub-estaciones cuenta con el Ingeniero Juan Carlos Mora donde él se encarga del mantenimiento de las líneas, el Ingeniero Héctor Monroy que se encarga del mantenimiento de las sub-estaciones atendidas, el Ingeniero Oscar Agudelo encargado de reconectores - protecciones y por ultimo cuentan con el Ingeniero Carlos Páez siendo el supervisor grupo sistemas de potencia y gestor de programa SAP.

Visión

En el 2015 seremos una empresa comprometida con el desarrollo sostenible, innovadora y con los mejores estándares de desempeño en la prestación del servicio de energía eléctrica a nivel nacional.

Misión

Generar, transmitir, distribuir y comercializar energía eléctrica y desarrollar negocios relacionados para satisfacer las necesidades de los clientes en forma competitiva, creando valor para los grupos de interés fundamentados en nuestro compromiso social y ambiental.

CAPITULO II

Marco Referencial

2.1 FIBRA OPTICA

2.1.1 Descripción de la Fibra Óptica

El cable de fibra óptica es un medio de comunicación que utiliza luz modulada para transmitir datos a través de fibras de vidrio delgadas. Las señales que representan bits de datos se convierten en haces de luz. Es importante reconocer que, si bien se requiere electricidad para generar e interpretar las señales de fibra óptica en los dispositivos finales, el cable en sí no tiene electricidad como es el caso de los cables de cobre. De hecho, los componentes del cable de fibra óptica son muy buenos aislantes eléctricos.

Además la fibra óptica presenta diversas propiedades tales como baja atenuación e inmunidad a la interferencia electromagnética, por estas características es que puede utilizar enlaces de alta distancia y gran velocidad que pueden transportar varias longitudes de onda.

Uno de los impedimentos que ha demorado que esta tecnología crezca monumentalmente es los costos de la misma, pero de igual forma dicha tecnología permitirá a futuro componentes más económicos y de mejores requerimientos [2].

2.1.2 Componentes de la Fibra Óptica

Las principales ventajas derivadas de la fibra óptica son el gran ancho de banda, bajas pérdidas de la fibra óptica, a continuación se presenta una ilustración de las partes que componen la fibra óptica [3].

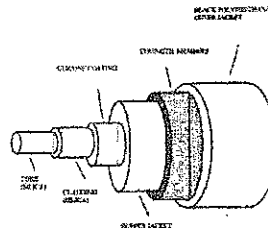


Fig. 3. Componentes de la Fibra Óptica

Fuente: [3] *Tesis Grado Maestría Sistemas de Comunicación*

[2] Referenciado de: *Diseño y simulación de una Red de Acceso Epon (Ethernet Passive Optical Network) para Servicios Triple – Play (Video, Datos y Voz).*

A continuación se presentan algunas propiedades y beneficios globales presentados por la fibra óptica.

Tabla. 1. Comparativo Fibra Óptica

BENEFICIOS	PROPIEDADES
Menor número de repetidores	Bajas pérdidas
Bajo costo por canal	Alta estabilidad con la temperatura
Facilidad de instalación y transporte	Dificultad para captar sus emisiones
No precisa apantallamientos	Resistencia a las radiaciones
Confiabilidad	Pequeño tamaño y flexibilidad
Asilamiento eléctrico	Materias diaelectico
Viabilidad como medio de transmisión en condiciones climáticas adversas	Inmunidad a interferencias electromagnéticas y ausencia de radiaciones

Fuente. ^[3] Tesis Grado Maestría Sistemas de Comunicación

2.1.3 Longitud de Onda

Para hablar de longitudes de onda es necesario hablar de la radiación electromagnética puede ordenarse en un espectro que va desde frecuencias sumamente alta y longitudes de onda corta, en el otro extremo existen frecuencias bajas y longitudes de onda larga. Para fibra Óptica y los elementos ópticos se incluyen luz visible al ojo humano que va desde longitudes de onda de 400 a 700 nanómetros, que están cercanos a la zona infrarroja y ultravioleta. El rango de longitudes de onda van desde los 200 a 20,000nm (0.2-20mm), por otra parte las comunicaciones con fibra óptica de silicio están entre los 700 y 1600nm (0,7-1.6mm) [3].

2.1.4 Modos de Transmisión

La fibra óptica tiene dos modos de transmisión que son monomodo y multimodo los cuales se diferencian por la forma de propagación de los rayos de luz que emiten [4].

2.1.5 Fibra Monomodo

Este tipo de fibra óptica permite un mayor ancho de banda, es la más utilizada entre ediciones y conexiones (WAN), las fibras monomodo presentan menor diámetro que la fibra multimodo [4].

[4] Tesis Estudio de redes Ópticas de Acceso DWDM y Factibilidad de ser Implementadas en la zona central del Ecuador Universidad Técnica de Ambato

De igual forma utiliza como fuente emisora el laser. Un tipo de fibra óptica monomodo conocida es la 9/125 donde el primer numero nos da a conocer el diámetro del núcleo y el segundo numero el diámetro del revestimiento de la fibra. En este tipo de fibra los rayos de luz viajan linealmente, es el más fácil de fabricar y sus aplicaciones son concretas [4].

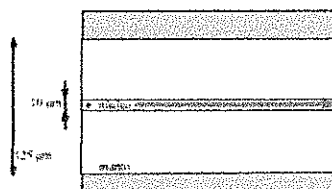


Fig. 4. Diseño Fibra Mono modo

Fuente: ^[4] Tesis Estudio de redes Ópticas de Acceso DWDM

2.1.5.1 Fibra óptica monomodo estándar

Esta fibra se caracteriza por una atenuación en torno a los 0,2 dB/km y una dispersión cromática de unos 16 ps/km-nm en tercera ventana (1550 nm). La longitud de onda de dispersión nula se sitúa en torno a los 1310 nm (segunda ventana) donde su atenuación aumenta ligeramente. Está normalizada en la recomendación ITU G.652 y existen millones de km de este tipo de fibra instalados en redes ópticas de todo el mundo, que se benefician de sus bajas pérdidas a 1550 nm y de la utilización de los amplificadores ópticos de fibra dopada con erbio (EDFA) [5].

2.1.5.2 Fibra óptica de dispersión desplazada

Mediante la modificación geométrica del perfil de índice de refracción, se puede conseguir desplazar la longitud de onda de dispersión nula a tercera ventana, surgiendo de este modo las fibras de dispersión desplazada. Sus pérdidas son ligeramente superiores (0,25 dB/km a 1550 nm), pero su principal inconveniente proviene de los efectos no lineales, ya que su área efectiva es bastante más pequeña que en el caso de la fibra monomodo estándar [5].

2.1.5.3 Fibra óptica de dispersión desplazada no nula

Para resolver los problemas de no linealidades de la fibra de dispersión desplazada surgieron este tipo de fibras, que se

caracterizan por valores de dispersión cromática reducidos pero no nulos. En el mercado se pueden encontrar fibras con valores de dispersión tanto positivos (NZDSF+) como negativos (NZDSF-) con el fin de ser utilizadas en sistemas de gestión de dispersión. En la recomendación ITU G.655 se puede encontrar información sobre este tipo de fibras [5].

2.1.5.4 Fibra óptica compensadora de dispersión

Este tipo de fibra se caracteriza por un valor de dispersión cromática elevado y de signo contrario al de la fibra estándar. Se utiliza en sistemas de compensación de dispersión, colocando un pequeño tramo de DCF para compensar la dispersión cromática acumulada en el enlace óptico. Como datos negativos, tiene una mayor atenuación que la fibra estándar (0,5 dB/km aprox.) y una menor área efectiva [5].

2.1.5.5 Fibra óptica mantenedora de polarización

Es otro tipo de fibra monomodo que se diseña para permitir la propagación de una única polarización de la señal óptica de entrada. Se utiliza en el caso de dispositivos sensibles a la polarización, como por ejemplo moduladores externos de tipo Mach-Zehnder. Su principio de funcionamiento se basa en introducir deformaciones geométricas en el núcleo de la fibra durante el proceso de fabricación para conseguir un comportamiento birrefringente [5].

2.1.5.6 Fibra óptica de plástico

Las fibras ópticas de plástico constituyen una solución de bajo coste para realizar conexiones ópticas en distancias cortas, como por ejemplo en el interior de dispositivos, automóviles, redes en el hogar, etc. Se caracterizan por unas pérdidas de 0,15-0,2 dB/m a 650 nm (se suele emplear como transmisor un LED rojo) y por un ancho de banda reducido como consecuencia de su gran apertura numérica (diámetros del núcleo del orden de 1 mm), pero por otra parte ofrecen como ventajas un manejo e instalación sencillos y una mayor robustez [5].

[5] Referenciado de [posts/info/2001/12/4/Redes-Informaticas.html](https://www.posts.info/2001/12/4/Redes-Informaticas.html)

2.1.6 Fibra Multimodo

Múltiples modos de luz, su fuente emisora es un led, este tipo de fibra trabaja bajo dispersión modal lo cual está regido por los ángulos de incidencia sobre la fibra óptica de igual forma un tipo de fibra multimodo es la 62,5/125 donde el primer número nos da a conocer el diámetro del núcleo y el segundo número el diámetro del revestimiento de la fibra [4].

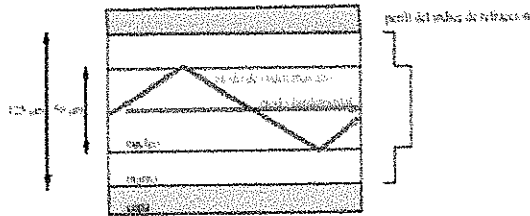


Fig. 5. Diseño Fibra multimodo

Fuente: ^[4] Tesis Estudio de redes Ópticas de Acceso DWDM

2.1.7 Ventajas del Uso de la Fibra Óptica

- Condiciones de Seguridad
- Potencial de ancho de banda
- Inmunidad electromagnética
- Atenuación disminuida y aumento de distancias
- Diámetro pequeño y poco peso.

2.1.8 Cable de Fibra Óptica ADSS de 12 y 24 Hilos

Son cables ópticos auto-sustentados totalmente dieléctricos ya que fueron sometidos a rigurosas pruebas ambientales y mecánicas, de acuerdo a las normas apropiadas de EIA / TIA, IEEE y ASTM. Inicialmente con el uso de cables ópticos auto-sustentados ADSS se eliminó la necesidad de un cable mensajero, constituyendo de este modo una excelente solución para distancias largas tal como travesías de ríos y carreteras ofreciendo ventajas en costo y facilidad de instalación [4].

Estos cables ópticos son inmunes a interferencias de las redes eléctricas y no son susceptibles a la caída de rayos ya que carece de elementos metálicos. El cable óptico, tiene un revestimiento extra de polietileno que envuelve al cable óptico dieléctrico y al elemento de sustentación externo no metálico. Lo cual proporciona la necesaria resistencia a la tracción [5].

2.2 CONTROLADOR DIGITAL DE POSICIÓN F650 GE Consumer & Industrial



Fig. 6. Relé F650

Fuente: ^[6] electricalmanuals.net/files/RELAYS/GE/F650/GEK-113000T.pdf

Esta línea de relés fue diseñada para cubrir las necesidades se presentan en las sub-estaciones que están siendo sometidas a actualizaciones en el área de la automatización.

Anteriormente las funciones de medida, control y protección de las sub-estaciones eran realizadas por elementos electromecánicos, al evolucionar estos elementos fueron remplazados por dispositivos estáticos y en la actualidad todo eso fue remplazado por equipos digitales capaces de tener todas las funciones que hacían varios elementos en uno solo llamándose así IED (Intelligent Electronic Device).

Los IED aparte de realizar las funciones de medida, control y protección del sistema, son capaces de realizar un comunicación de alta velocidad logrando así hablar entre ellos y al mismo tiempo enviar la información recaudada hacia centros de control o dispositivos de almacenamiento remoto, gracias a esto recibirán un gran beneficio al tener una reducción de elementos extras de esta forma tener más espacio y reducir cableado.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente el relé F650 pertenece a esta nueva generación de dispositivos y de esta forma puede ser utilizado dentro de los planes de una automatización de una sub-estación cumpliendo con los requerimientos necesarios para ello [6].

^[6] Referenciado de: electricalmanuals.net/files/RELAYS/GE/F650/GEK-113000T.pdf

2.2.1 Descripción

El relé F650 es un equipo que nos brinda control, monitorización, protección, medida y riesgo, capacitado para usarse en aplicaciones como la protección principal de alimentadores de distribución y líneas de transmisión o protección de respaldo para transformadores, bancos d condensadores, barras, etc.

Para minimizar los errores que provoca el ruido es recomendable usar un cable de par trenzado apantallado. Para un óptimo funcionamiento no se tiene que olvidar la polaridad, aunque se no realizara de esa forma no existe ningún peligro de que se dañe el equipo. Por ejemplo los relés están conectados con los terminales marcados con SDA del RS485 conectados entre si y todos los terminales marcados con SDB conectados entre si. Esto resulta confuso ya que la norma RS485 utiliza A y B como denominaciones y en muchos equipos se utiliza denominaciones como "+" y "-".

Entonces como regla general los terminales A se deben conectar a las terminales "-" y los terminales B se conectan a los "+", los terminales GND se conectan entre si. Los equipos se deben conectar hasta formar un lazo, de esta forma se conectan 32 equipos máximo para no exceder la capacidad que nos ofrece la unidad. Si se desea conectar más de 32 equipos se debe añadir un canal serial adicional. También es posible usar repetidores para incrementar el número de equipos que se pueden conectar usando solo un canal [7].

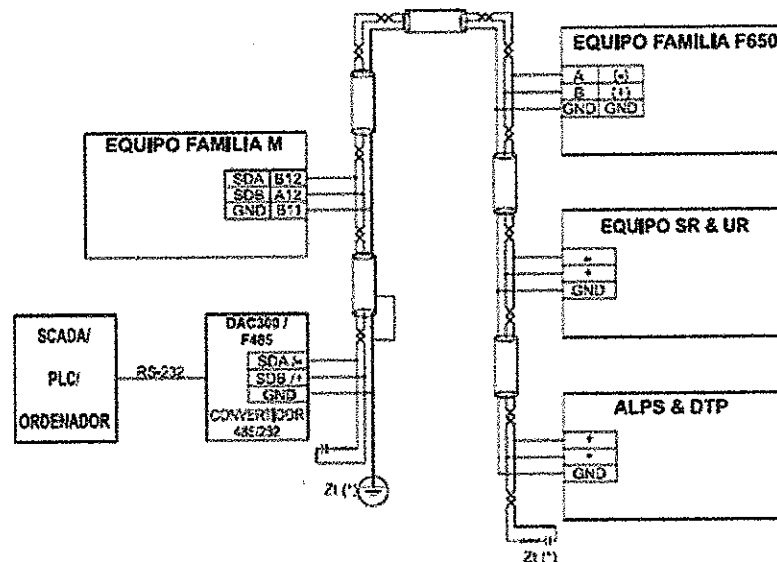


Fig. 7. Conexión RS485 para los equipos F650

Fuente: [7] manual de instrucciones GEK-106311N GE Consumer & Industrial

2.2.3 Arquitectura hardware

Los relés F650 contienen una serie de módulos que se encuentran interconectados donde estos realizan las funciones de control y protección. Inicialmente contiene un grupo de transformadores de corriente alterna que recaudan la corriente y la tensión. Las anteriores magnitudes se digitalizan y luego son enviadas a un DSP o Procesador Digital de Señales que realiza las funciones de medida donde este se comunica con el procesador principal por un bus de banda ancha.

Esto se encuentra configurado de esta forma para liberar el procesador principal de realizar las medidas en tiempo real y así lograr tomar un alto ritmo de muestreo, que se encuentra entre 64 muestras por ciclo [6].

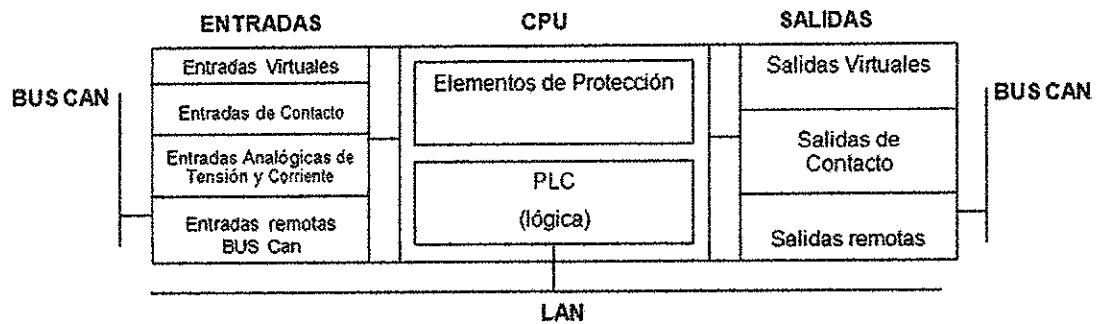


Fig. 8. Diagrama conceptual del F650

Fuente: [7] manual de instrucciones GEK-106311N GE Consumer & Industrial

2.2.3.1 Entradas Analógicas: Son señales provenientes de los transformadores de corriente y tensión de entrada que son utilizados para monitorizar las señales del sistema eléctrico.

2.2.3.2 Entradas y salidas de Contacto: Son señales que se encuentran asociadas con contactos físicos de entrada y salida del equipo F650.

2.2.3.3 PLC: Donde sus siglas significan (*Programmable Logic Controller*). Donde este es el módulo de control que hace posible la configuración del equipo permitiendo de esta forma la asignación de entradas y salidas, y la implementación de circuitos lógicos programables.

2.2.3.4 Elementos de Protección: Cumple las funciones de protección del equipo, por ejemplo como los son la Sobrecorriente, Sobretensión, entre otras.

2.2.3.5 Entradas y salidas remotas BUS Can: Son señales que se encuentran asociadas con contactos físicos de entradas y salidas de los módulos independientes conectados al F650 utilizando como medio el BUS CAN de fibra óptica [6].

2.2.4 Arquitectura de comunicaciones

El procesador principal realiza las funciones de control, protección y comunicaciones y todo esto es posible gracias a que incorpora dos procesadores, uno de ellos para uso genérico y otro es totalmente dedicado a las comunicaciones.

La comunicación entre el procesador principal y la interfaz de usuario (HMI) se realiza mediante un puerto serie. Se usa la conexión serie por lo que presenta una excelente inmunidad a ruidos que se presenten de origen electromagnético (EMC) con el consiguiente aumento de seguridad del sistema.

Todas las unidades F650 cuentan con un puerto serie tipo RS232 en la parte frontal del equipo. Además nos permite la posibilidad de incorporar hasta dos módulos adicionales de comunicación en la parte posterior del equipo.

Donde uno de los módulos ofrece comunicaciones serie asíncronas, utilizando gran variedad de medios físicos entre los cuales esta: RS485, fibra óptica de plástico o fibra óptica de cristal según modelo que se escoja. El módulo consta de dos puertos idénticos, COM1 y COM2. El puerto COM2 se encuentra multiplexado con el puerto frontal y adicionalmente este módulo puede incorporar un puerto de fibra óptica de cristal para comunicaciones en BUS CAN utilizado para la conexión con un módulo de Entradas y Salidas Remotas-Bus-CAN que esto quiere decir que son externas al propio relé.

De esta forma nos permite el incremento de hasta en un 100% la capacidad de Entradas y Salidas, cuando el máximo número de Entradas y Salidas disponibles en el propio relé que es de 32 entradas y 16 salidas no resulte suficiente para una aplicación específica en la que se desea usar el relé F650.

Por último, la comunicación interna con los módulos de entrada y salida se realiza mediante un bus CAN interno, independiente del utilizado para las entradas y salidas Remotas-Bus-CAN (Control Area Network). Esto permite

incrementar la velocidad de comunicación, así como la posibilidad de reconocimiento de módulos, anomalías, etc. Asimismo, por ser un puerto serie gobernado por un protocolo de comunicaciones, proporciona una inmunidad extraordinaria a cualquier perturbación de origen externo o interno [7]

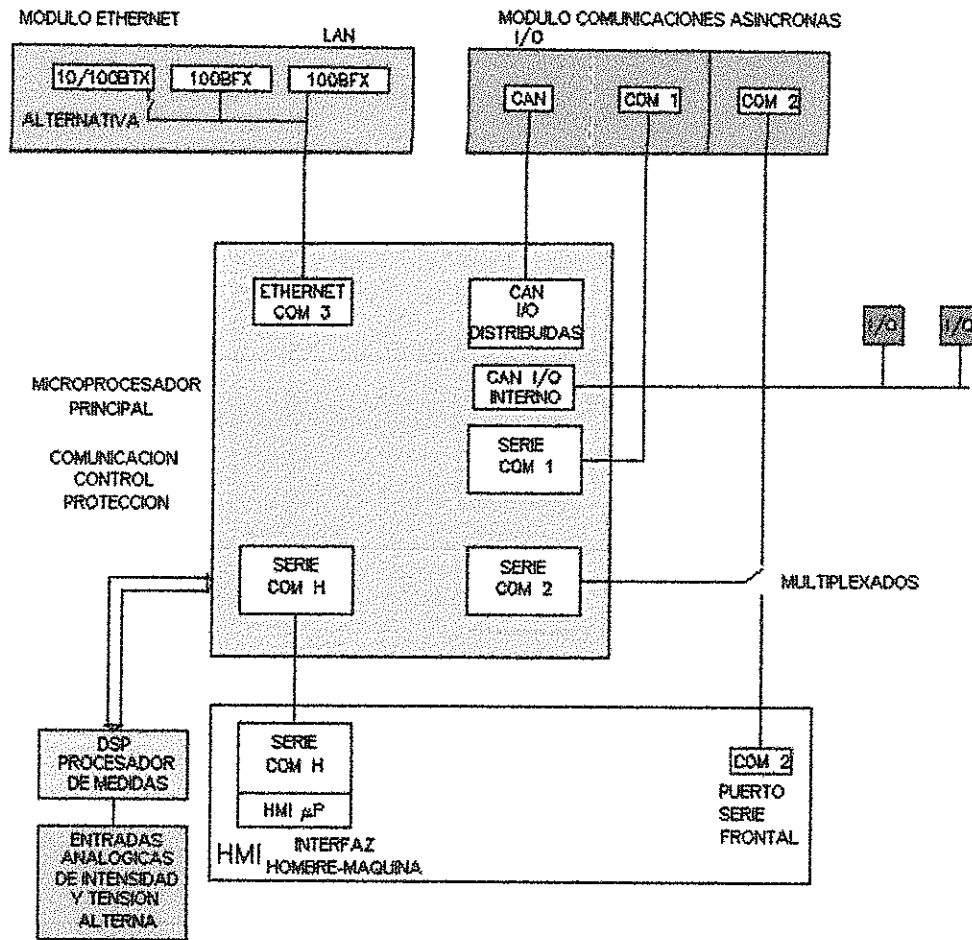


Fig. 9. Arquitectura de comunicaciones del F650

Fuente: [7] manual de instrucciones GEK-106311N GE Consumer & Industrial

2.2.5 Conexión con el equipo

Para realizar la comunicación con el relé mediante el puerto frontal RS232, se necesita un cable serie "no cruzado". El conector macho DB9 va conectado al relé y el conector hembra DB9 o DB25 según el cable y el PC

que se valla a usar para realizar la gestión se conecta al el por el puerto COM que tenga habilitado, tal cual como se observa en la figura 10.

La conexión directa al puerto Ethernet se realizará mediante un cable cruzado. Si dicha conexión se realiza a través de un switch o un hub, se usará un cable Ethernet directo [7].

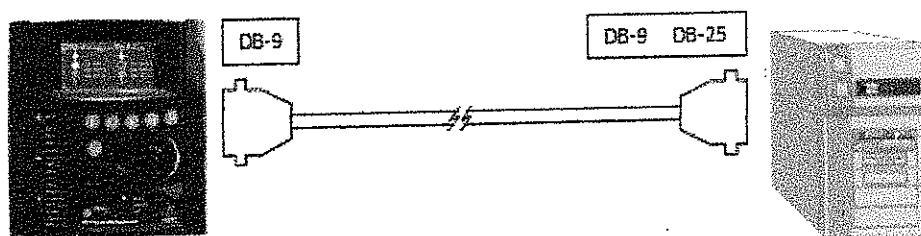


Fig. 10. Ejemplo de conexión

Fuente: [7] manual de instrucciones GEK-106311N GE Consumer & Industrial

[7] Referenciado de: manual de instrucciones GEK-106311N GE Consumer & Industrial

2.3 RELÉ DE PROTECCIÓN DE ALIMENTADOR 750/760 GE Industrial Systems



Fig. 11. Relé 750/760

Fuente: [8] electricalmanuals.net/files/RELAYS/GE/750-760/GEK-113000T.pdf

2.3.1 Descripción

El relé 750/760 es un equipo digital diseñado para la protección y monitorización completa para alimentadores industriales y de línea, además permite nos brinda una utilidad en el área de la gestión y protección de respaldo para transformadores, embarrados y líneas de potencia. El relé registra la frecuencia del sistema de potencia ajustando el rango de muestro para de esta forma mantener la precisión en todo momento.

El relé 750/760 está diseñado para ofrecer una gestión de alimentadores económica, gracias a que tiene incorporado todos los requisitos de protección, control, medida así como interfaces de usuario locales y remotas. De esta forma se ahorra la implementación de varios componentes individuales que realizan las operaciones anteriormente mencionadas [8].

[8] Referenciado de: <http://electricalmanuals.net/files/RELAYS/GE/750-760/GEK-113000T.pdf>

El 750/760 nos proporciona una completa protección de sobreintensidad donde esta incluye protección de fase, tierra, neutro, tierra sensible y secuencia inversa para sobreintensidad temporizada e instantánea, además de control direccional. Las funciones de mínima tensión, máxima tensión y mínima frecuencia comprenden de dos pasos independientes cada una. Cabe mencionar que el relé 750/760 posee un re-enganchador de cuatro intentos.

El relé 750/760 puede ser configurado fácilmente para la aplicación específica que desee el usuario gracias a sus entradas y salidas lógicas programables, el equipo incluye numerosas funciones de monitorización y medida gracias a la memoria interna que posee que permite almacenar los últimos 128 eventos que se presenten, las 10 últimas fallas y 258 ciclos de datos oscilograficos, puesto que el relé realiza una función de auto-chequeo de respaldo mientras este se encuentre funcionando.

El usuario también cuenta con un modo de simulación para verificar su funcionamiento sin la necesidad de que se encuentren conectadas las entradas externas de intensidad o tensión.

Este dispositivo trae incorporado en el panel frontal un display de dos líneas y un teclado numérico además del puerto serie que actúa como interfaz con el PC [8].

2.3.2 Protección y control

2.3.2.1 Sobreintensidad Temporizada

El relé ofrece dos elementos de sobreintensidad temporizada de fase, donde cada uno de los elementos incluye detectores de nivel para cada fase. De la misma forma el relé ofrece dos elementos de sobreintensidad temporizada de neutro pero posee un elemento de sobreintensidad temporizada diferente para tierra, tierra sensible y secuencia inversa. Cada uno de los elementos de sobre intensidad temporizada tiene unas características de programación que se observan a continuación [8].

- Característica temporizada de reposición instantánea o lineal.
- Frenado de tensión.
- Nivel de corriente de arranque para disparo, alarma y control.

- Elección entre 15 formas de curva incluyendo curvas tipo Flexcurve y multiplicadores de curva [8].

2.3.2.2 Sobreintensidad Instantánea

El relé ofrece dos elementos de sobreintensidad instantánea de fase, donde cada uno de los elementos incluye detectores de nivel para cada fase. De la misma forma el relé ofrece dos elementos de sobreintensidad temporizada de neutro pero posee un elemento de sobreintensidad temporizada diferente para tierra, tierra sensible y secuencia inversa. Cada uno de los elementos de sobre intensidad temporizada tiene una intensidad de arranque programable, donde esto es un periodo de tiempo durante el cual la corriente debe exceder el valor de arranque y el número mínimo de fases necesarias de maniobra para el correcto funcionamiento [8].

2.3.2.3 Control Direccional de Fase

El control direccional de fase se usa para la proteger los alimentadores con la fuente múltiple, en el momento que resulta necesario limitar el disparo del relé a faltas en una solo dirección. El control direccional de falta se introduce en el relé para cada una de las fases. Si es habilitado el control los elementos de si sobreintensidad se interrumpen o bloquean si la corriente esta en la dirección de no disparo [8].

2.3.2.4 Control Direccional de Neutro

El control direccional de neutro tiene una corriente residual de los TLs de fase que se usa como corriente de operación. Donde este dispositivo se polariza por intensidad o por tensión, pero también se puede polarizar en ambas. La corriente utiliza un TI en el camino de retorno de la tierra para polarizar. El elemento de tensión utiliza la tensión de secuencia homopolar calculada como tensión de polarización. Es bueno mencionar que el ángulo de torque se puede programar [8].

2.3.2.5 Tensión Máxima, Mínima de Secuencia Inversa y de Desplazamiento de Neutro

En el momento que la tensión cae por debajo de un ajuste previamente programado y especificado las características de

protección de mínima tensión pueden provocar el disparo, enviar un mensaje a un servidor remoto o prender una alarma. Los dispositivos de mínima tensión se habilitan a menos que los niveles sean mayores de un valor previamente programado.

La protección de máxima tensión genera un disparo o una alarma cuando la tensión supera el ajuste para un periodo de tiempo específico. El dispositivo de tensión de secuencia inversa actúa del mismo modo en el valor calculado de V_2 y el dispositivo de tensión de neutro en el valor calculado de $3V_0$ de barra [9].

2.3.4 Entradas y salidas

2.3.4.1 Entradas Lógicas

El relé 750/760 posee veinte entradas lógicas donde 14 de ellas pueden ser entradas físicas como contactos o pueden ser entradas virtuales o ambas y las 6 restantes son entradas virtuales, cada una de las entradas anteriormente mencionadas pueden ser programadas para cualquier función donde podrán incluir reposición, bloqueo de funciones, disparo remoto, entre otros [9].

2.3.4.2 Salidas

El relé dispone de 8 salidas electromecánicas donde 2 de ellas vienen programadas de fábrica para usarse en el control del interruptor, cinco más de ellas son configurables para ser activadas bien a pruebas de fallos o no, por cierre, auto restaurables o por impulso; Se pueden activar por cualquiera de estas características, la salida restante viene programada de fábrica como relé de falla interna del equipo [9].

2.3.4.3 Entrada IRIG-8

El relé posee una salida IRIG-8 para la sincronización horaria mediante una señal satélite [9].

[9] Referenciado de, manual de instrucciones GEK-106471E GE Consumer & Industrial

2.3.5 Esquema lógico

Los siguientes diagramas lógicos secuenciales ilustran como se utiliza cada ajuste, parámetro o entrada lógica en cada función para obtener una salida. Todo esta lógica se realiza utilizando compuertas AND y OR.

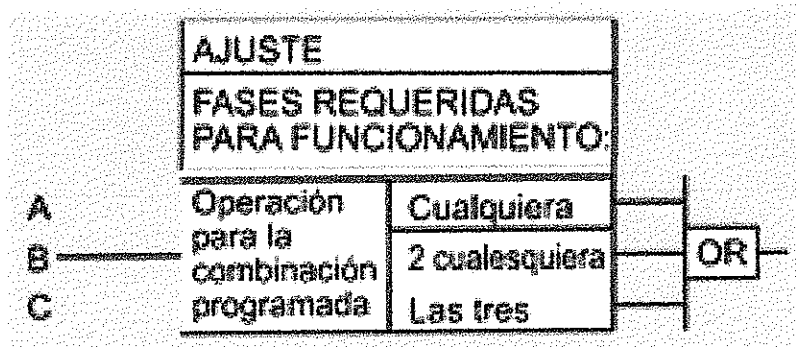


Fig. 12. Diagrama de Bloques de ajustes

Fuente: ^[9] manual de instrucciones GEK-106471E GE Consumer & Industrial

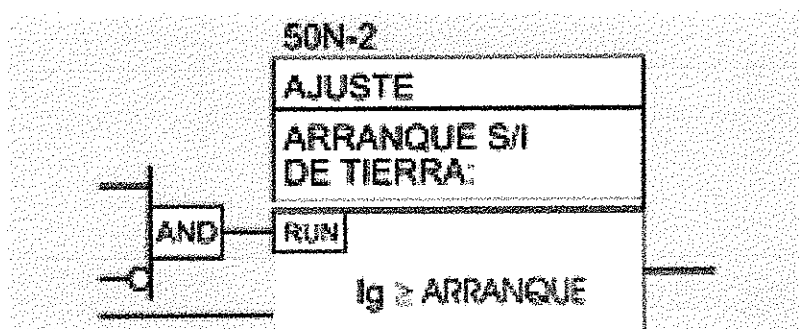


Fig. 13. Diagrama de bloques de detectores de nivel

Fuente: ^[9] manual de instrucciones GEK-106471E GE Consumer & Industrial

2.3.6 Interfaces de usuario

2.3.6.1 Comunicaciones

El relé dispone de 3 puertos de comunicación que son totalmente independientes. Que son distribuidos de la siguiente forma, dos puertos traseros RS485/422 y un frontal RS232. Ellos tres usan el protocolo AEG Modicom ModBus. Todos ellos se pueden usar al mismo tiempo para recaudar información de los valores reales o pueden modificar ajustes y ejecutar comandos [8].

2.3.6.2 Seguridad de Acceso

El relé se le puede programar una protección hacia accesos no autorizados e intento de algún tipo de modificación de los ajustes que no sea autorizada. Para esto se debe instalar un puente en los terminales traseros para así realizar modificación solo por el panel trasero. Cualquier tipo de modificación esta restringida por una password, tanto desde el panel frontal y los puertos de comunicaciones [8].

2.3.6.3 Teclado y Display

El relé contiene una serie de botones de control junto a un teclado numérico que puede ser utilizado para controlar y programar el relé sin necesidad de usar un PC evitando que cuando se presente alguna emergencia o un cambio rápido necesario se pueda hacer inmediatamente sin necesidad de usar un dispositivo externo.

También contiene un display de 40 caracteres, donde puede visualizarse los ajustes y algún tipo de mensaje de los valores que se están presentando. Muestra un mensaje previamente configurado cuando se cumple un periodo de no uso, Los mensajes análisis se muestran solo cuando se genera una alarma o un disparo [8].

2.3.6.4 Indicadores LED

El relé dispone de 20 indicadores LED, donde estos incluyen estado del relé, estado del interruptor y estado de las salidas. El relé 760 contiene los mismos 20 LED más cuatro adicionales que se usan para indicar el estado en el que se encuentra el re-enganchador [8].

[8] Referenciado de: electricalmanuals.net/files/RELAYS/GE/750-760/GEK-113000T.pdf

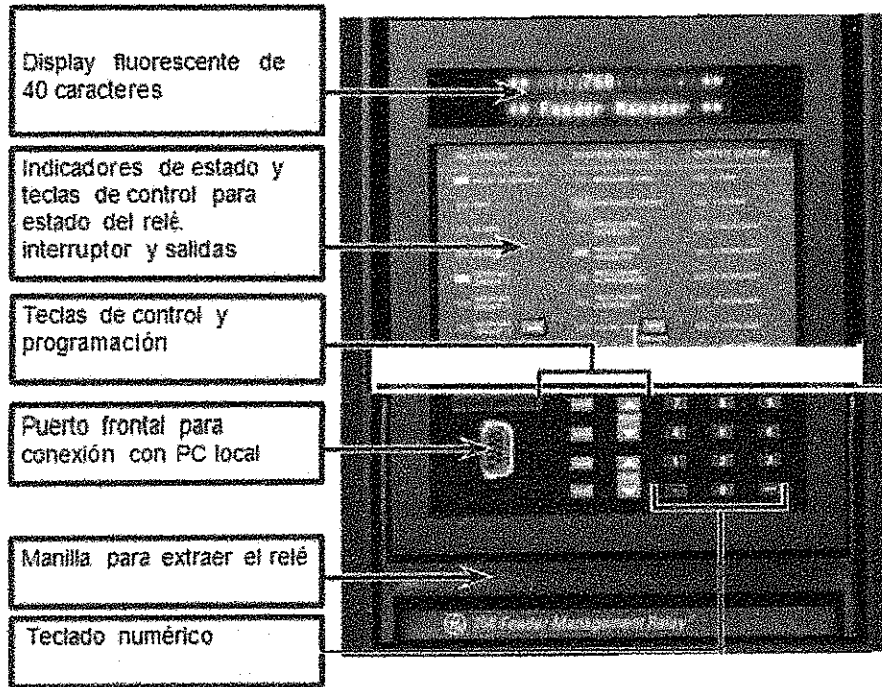


Fig. 14. Características del relé 750/760

Fuente: ^[9] manual de instrucciones GEK-106471E GE Consumer & Industrial

2.4 EnerVista LAUNCHPAD

La versión del software EnerVista LAUNCHPAD es un software robusto y fácil de usar siendo libre de herramientas, este software es utilizado para la configuración y gestión de los productos Multilin. LAUNCHPAD ofrece al usuario la posibilidad de configurar fácilmente archivos de configuración de dispositivos utilizando una sola aplicación. Además ofrece una página web donde se puede descargar documentos de apoyo y alguna herramienta extra del software [10].

2.4.1 Beneficios

- Certifica el software de instalación con manuales y documentos de soporte ofreciendo actualizaciones para siempre mantener al día al usuario.
- Proporciona todas las herramientas utilizadas para el análisis de fallos para que el equipo no presente problemas.
- Provee un método fácil de configuración para todos los productos Multilin.
- Tiene la capacidad de gestión por medio de un tecleo de un botón [10].

2.4.2 Características

- Contiene la opción de medición en tiempo real presentando de esta forma los datos de mantenimiento de cada dispositivo que se encuentra conectado.
- Tiene la posibilidad de recibir firmware de forma automática, avisos de actualizaciones de hardware.
- Permite la configuración de acceso a todos los dispositivos Multilin todo desde una sola aplicación.
- Permite la creación y la edición de archivos de configuración de forma desconectada o en tiempo real.
- Provee una herramienta lógica de estado.
- Provee todos los documentos de apoyo [10].

[10] Referenciado de: gedigitalenergy.com/multilin/enervista

2.4.3 Gestión

- Recibe un informe completo de todos los dispositivos conectados a Launchpad.
- Permite la organización de sus dispositivos de protección mediante una interfaz.
- Ofrece un grupo de herramientas para la gestión abarcando todos los ajustes que tengo los dispositivos Multilin conectados.
- Permite una supervisión de todo el sistema de alimentación que se encuentre automatizado con Launchpad [10].

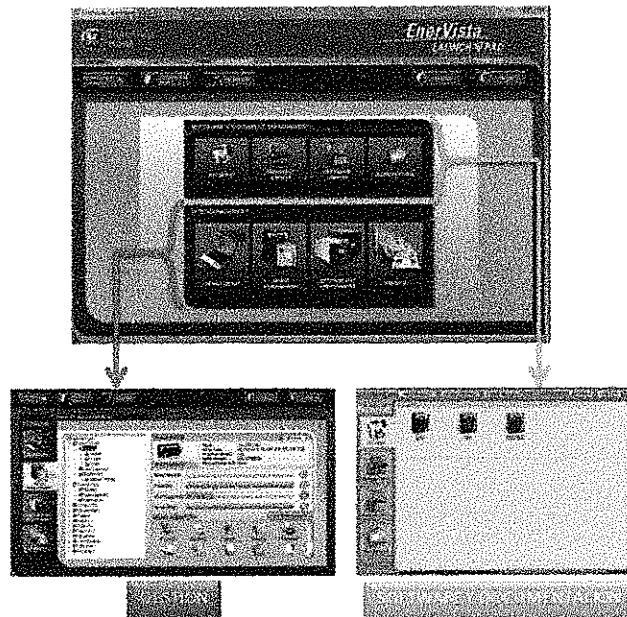


Fig. 15. Launchpad Overview

Fuente: Software EnerVista del Autor.

2.4.4 Device Setup

Organice los dispositivos usando una interfaz fácil de utilizar, ahorre tiempo al entablar comunicación con los dispositivos de protección. Sin importar si tiene los dispositivos conectados a una conexión de red pequeña o grande, podrán administrar y organizar los dispositivos de forma que ayudara al ordenar los activos de valor [10].

[10] Referenciado de, <http://www.gedigitalenergy.com/multilin/enervista>

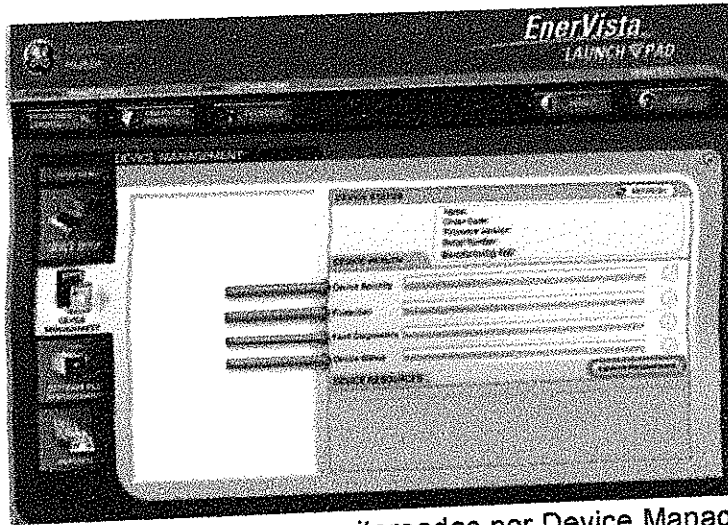


Fig. 17. Categorías que son monitoreadas por Device Management.
Fuente: Software EnerVista del Autor.

2.4.6 Settings File Management

Esta herramienta proporciona una plataforma única para configurar la protección de archivos de configuración de los dispositivos. Además tendrá la posibilidad enlazar documentos que tengan relación con los equipos tales como las fichas técnicas y especificaciones generales [10].

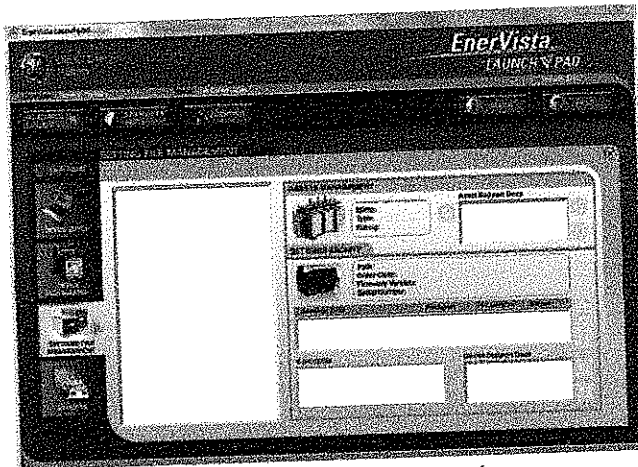


Fig. 18. Settings File Management.
Fuente: Software EnerVista del Autor.

- Administra los archivos de configuración de los equipos.
- Permite el acceso a los archivos guardados del dispositivo sin importar si el equipo no esta conectado.
- Recupera los archivos de configuración del equipo.

2.4.7 Reportes

El software EnerVista Launchpad permite generar informes completos proporcionando también recomendaciones útiles para determinar planes de actualización y mantenimiento para los dispositivos de protección. Puede descargar datos críticos, que incluyen:

- Base de datos completa instalada configurada por tiempo y tipo de dispositivo.
- Actualizaciones de hardware y recomendaciones de mantenimiento.
- Recomendaciones para actualización de firmware [10].

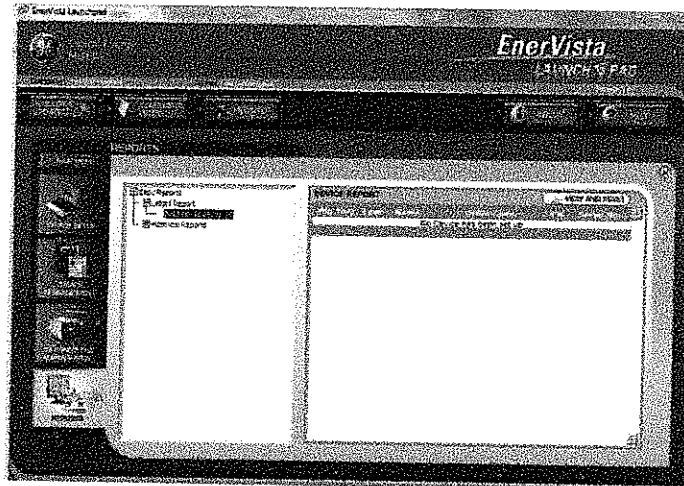


Fig. 19. Reportes

Fuente: Software EnerVista del Autor.

2.4.8 Software y Documentación

- Descarga e instala de forma instantánea las nuevas actualizaciones del software cuando se encuentre disponible mediante un solo click.
- Instala directamente el nuevo software de configuración y los documentos o manuales de apoyo sin tener que realizar una navegación web muy extensa.

[10] Referenciado de, <http://www.gedigitalenergy.com/multilin/enervista>

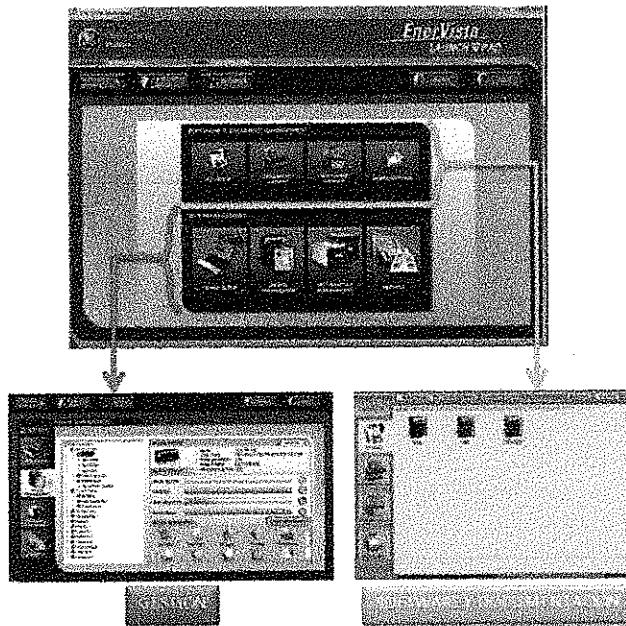


Fig. 20. Launchpad Overview.

Fuente: Software EnerVista del Autor.

2.4.9 A complete Up-To-Date Reference Library

El software EnerVista Launchpad se asegura de que todos los documentos, programas y herramientas de software estén al día recuperándolos de la Web o del CD del producto o enviando un correo electrónico cada vez que se presente nueva información [10].

Launchpad ofrece una biblioteca completa de recursos que se actualiza y organiza automáticamente, la biblioteca incluye:

- Dibujos
- Preguntas frecuentes
- Folletos
- Manuales
- Notas de aplicación
- Documentos de apoyo
- Boletines de servicio
- Especificaciones

[10] Referenciado de, <http://www.gedigitalenergy.com/multilin/enervista>

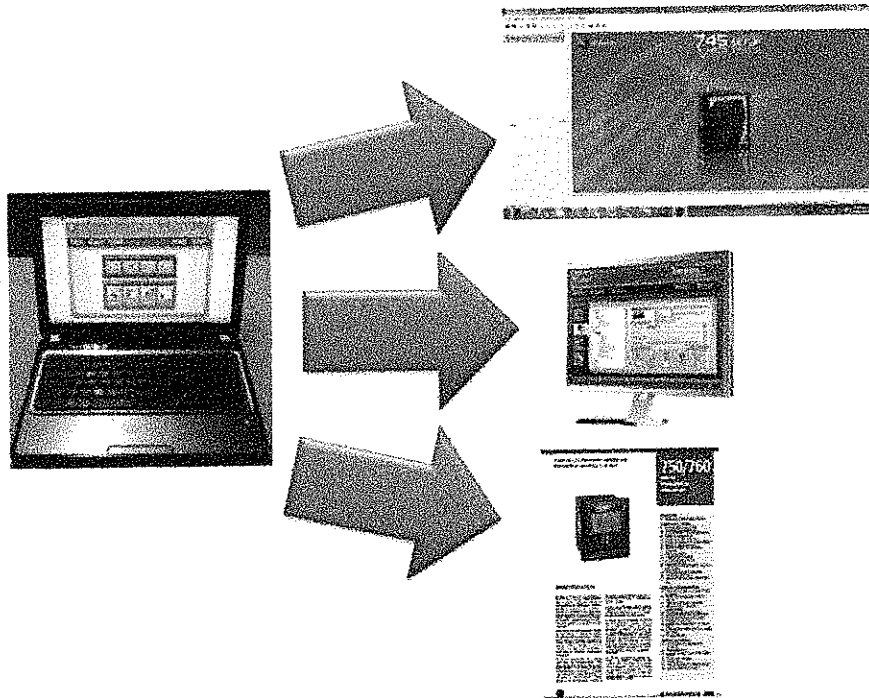


Fig. 21. Representación de la biblioteca de Launchpad.
Fuente: Software EnerVista del Autor.

La suscripción de Launchpad lo mantendrá al día sobre los nuevos recursos de los productos tan pronto como estén disponibles. Launchpad le permitirá recibir notificaciones sobre nuevos datos de uno de los métodos que se verán a continuación:

- La descarga de documentos nuevos automáticamente en Launchpad.
- Generar unas notificaciones cada vez que se abre EnerVista Launchpad.

2.4.10 Create Templates to Reduce Configuration Time

La herramienta de que permite la creación de una plantilla viene incluida con EnerVista Launchpad disminuirá considerablemente el tiempo que se requiere para configurar los relés. Con el ejemplo que se observa en la Fig.22, se observa como el tiempo necesario para configurar diez relés se reduce hasta en un tercio gracias a que se usan las plantillas de Launchpad [10].

[10] Referenciado de, <http://www.gedigitalenergy.com/multilin/enervista>

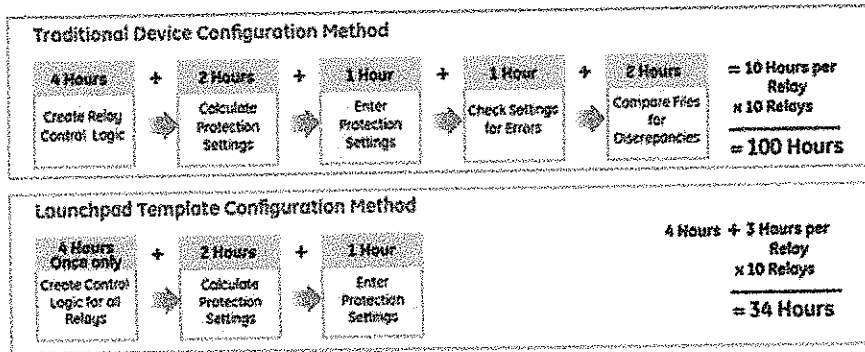


Fig. 22. Ejemplo del tiempo que se gasta utilizando las plantillas de Launchpad
Fuente: Software EnerVista del Autor.

2.5 TruePort MANAGEMENT TOOL

2.5.1 Que es TruePort

TruePort se utiliza cuando se desean conectar dispositivos serie a un servidor, utilizando un servidor de dispositivos en lugar que una tarjeta serie de multiplexado, el TruePort es un redirector de puertos COM. Es especialmente útil cuando se desea implementar un sistema que mejore la seguridad de los datos, como se puede crear una conexión SSL / TLS entre el puerto host TruePort y el servidor de dispositivos, evitando que se tenga que cifrar los datos entre los dos puntos [11].

A continuación encontraran información sobre las ventajas que tiene el usar el TruePort y las aplicaciones que tiene el mismo.

Tabla. 2. Ventajas y Beneficios TruePort

Ventajas y Beneficios	Aplicaciones
No es necesario realizar cambios en el software de aplicación con el que se desea trabajar y de esta forma se eliminan las costosas actualizaciones y modificaciones que se le tengan que hacer a este.	POS y adquisición de datos – Hace posible la comunicación entre una aplicación de software remota y dispositivos tales como lectores de códigos de barras, escáneres, básculas, cajas, etc.
Permite realizar múltiples conexiones con múltiples puertos seriales (COM).	
Direccionamiento IPv6 a lo largo de todos los sistemas operativos.	
Las sesiones se pueden iniciar desde TruePort o desde los servidores de dispositivos que se encuentran ubicados de forma remota.	Automatización Industrial – Haga posible la comunicación entre una aplicación SCADA/HMI remota y dispositivos tales como PLC conectados a servidores de terminales Perle.
Comunicación armonizada de datos y señalización de puerto serial.	
Capacidad de cliente/servidor	

SSL con cifrado AES o 3DES	
Habilidad para pasar información de señalización de control serial sobre TCP, para una transmisión segura de los datos sobre sesiones SSH y SSL.	Las aplicaciones ASCII/RTU Modbus también permiten realizar adquisición de datos y controlar dispositivos de E/S remotos conectados a servidores de dispositivos de E/S Perle.
Ofrece hasta 4000 puertos COM con Windows, Unix y Linux.	
Permite grandes despliegues de dispositivos seriales.	
Puede proveer más de 10000 sesiones para aplicaciones seriales Solaris.	Cifrado de datos en conexiones SSL – Cuando se utiliza con TruePort de Perle, una aplicación puede mantener una sesión SSL (Secure Socket Layer) con dispositivos remotos conectados a servidores de terminales Perle, lo que permite proteger datos sensibles mediante el uso de potentes codificadores de cifrado como AES.
TruePort está disponible con una licencia gratuita para uso con servidores de terminales y servidores de dispositivos de E/S Perle.	

[11] Referenciado de: <http://perlesystems.es/supportfiles/Trueport.shtml>

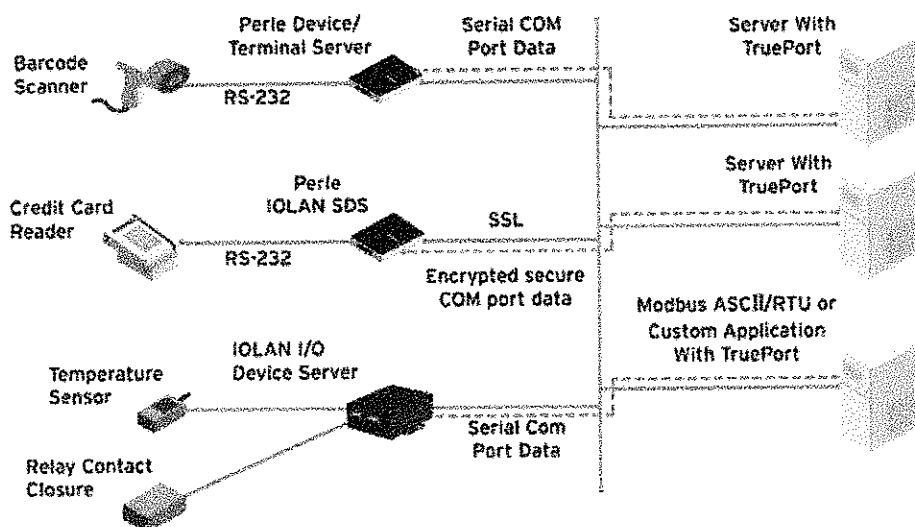


Fig. 23. Ejemplo de las Aplicaciones que se podrán usar en el TruePort.

Fuente: [11] perlesystems.es/supportfiles/Trueport.shtml

2.5.2 TruePort modo completo – modo limitado

Se puede configurar TruePort en Windows, ya sea en modo completo o el modo Limitado. Al iniciar TruePort en el modo completo, los parámetros de configuración de serie se encuentran en el host TruePort. Cuando se inicia TruePort en modo Limitado, los parámetros de configuración de serie se encuentran en el servidor de dispositivos o en los terminales.

En Windows los parámetros de configuración de serie consisten en bits por segundo (velocidad en baudios), bits de datos, paridad, bits de parada y control de flujo. En cualquier modo, los datos se pasan en formato RAW, aunque se puede habilitar la opción de conexión SSL / TLS para cifrar los datos que pasan a través de un puerto [11].

2.5.3 Modo completo

Este modo permite el control completo del dispositivo y funciona exactamente igual que un puerto serie (COM) conectado directamente al puerto. Proporciona una completa interfaz de puerto COM entre el dispositivo serie conectado y la red, proporcionando hardware y software de control de flujo. Los parámetros de configuración del puerto serial establecidos en el host TruePort deben coincidir con la configuración en serie parámetros establecidos en el dispositivo [11]. Ver Fig.24.

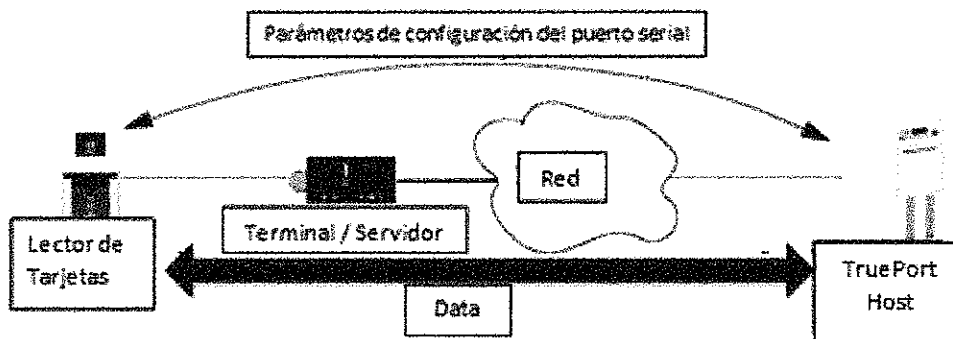


Fig. 24. Ejemplo de configuración modo completo.

Fuente: ^[11] download.perle.com/IOLAN/V3.3/trueport/windows/windows_ug-12.pdf

2.5.4 Modo limitado

Este modo proporciona una interfaz de datos sencilla entre el dispositivo y la red. Aunque el puerto seguirá funcionando como un puerto COM conectado directamente, se ignoran las señales de control. En este

modo, los parámetros de comunicaciones serie se configuran en las terminales del servidor de dispositivos y deben coincidir con la configurada en el dispositivo [11]. Ver Fig.25.

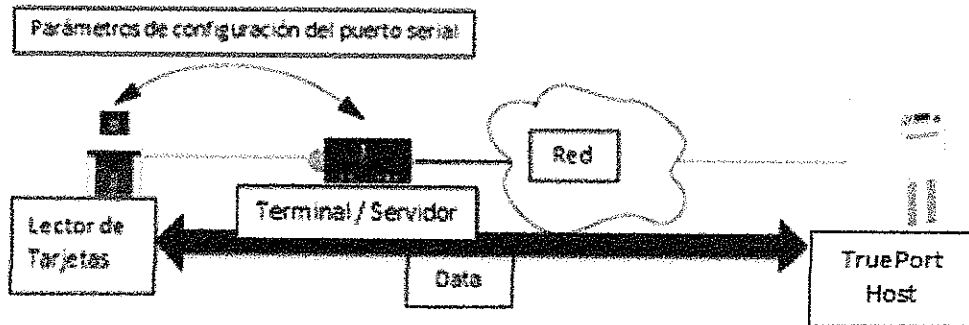


Fig. 25. Ejemplo de configuración modo limitado.

Fuente: ^[11] download.perle.com/IOLAN/V3.3/trueport/windows/windows_ug-12.pdf

2.5.6 Modo modbus ascii/rtu

Si usted ejecuta en un PC una aplicación en serial Modbus contada a una red, puede utilizar TruePort como una conexión serie virtual para comunicarse con el servidor de dispositivos a través de la red y acceder a los datos de entrada y salida.

También tiene la opción de activar SSL como una opción de seguridad para cifrar los datos que se comunica entre el servidor de dispositivos y el ordenador central (SSL / TLS se debe configurar en tanto el servidor de dispositivos como en TruePort) [11]. Ver Fig.26.

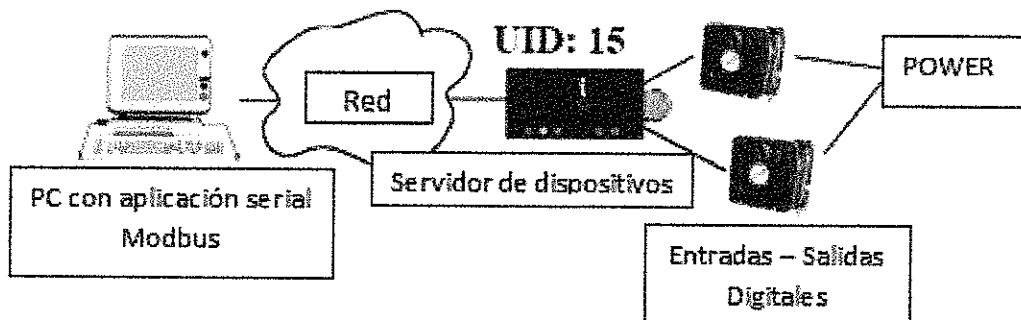


Fig. 26. Ejemplo de configuración modo MODBUS ASCII/RTU.

Fuente: ^[11] download.perle.com/IOLAN/V3.3/trueport/windows/windows_ug-12.pdf

2.6 IOLAN SDSC RACK DUAL ETHERNET TERMINAL SERVER

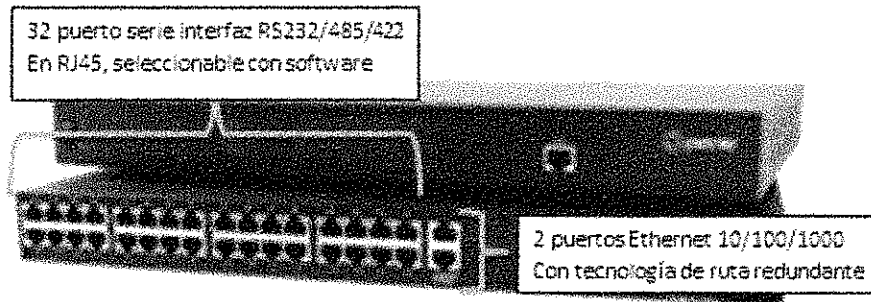


Fig. 27. Servidor IOLAN SDSC

Fuente: ^[12] periesystems.es/products/device-server.shtml?tabnum2

2.6.1 Características Generales

- 32 puertos serie interfaz RS232/422/485 seleccionable por software.
- Soporta Ethernet dual 10/100/1000 con tecnología de ruta redundante.
- Funciones avanzadas de seguridad para cifrado de datos, autenticación de usuario y gestión de eventos.
- Modelos de alimentación 110 AC y 48v DC.

2.6.2 Detalles

Para aplicaciones de serie a Ethernet, el Terminal Server IOLAN SDSC es una serie de servidores de terminales, servidores de consolas y servidores de dispositivos más avanzado que se encuentra disponible. Con el más alto rendimiento y un factor 1U, un IOLAN SDS ofrece gran seguridad, flexibilidad y la tecnología IP de nueva generación (IPv6), lo que lo hace idóneo para aplicaciones que exijan comunicación, captura de datos o supervisión remota de dispositivos serie.

Con 32 puertos RJ45, el IOLAN SDSC ofrece el ajuste perfecto para cualquier aplicación serie a Ethernet. La tecnología incorporada de ruta redundante y Dual Ethernet del IOLAN SDSC proporciona acceso fiable a puertos serie, lo que lo convierte en la solución más fiable para conectar equipos RS232, RS422 o RS485 remotos a Ethernet todo esto con la mejor relación Calidad-Precio [12].

Idóneo para:

- Ingenieros de redes y jefes de proyecto que necesitan una interfaz serie a Ethernet de alto rendimiento para dispositivos serie basados en RS232 o RS485.
- Entornos en los que las rutas redundantes de red suministradas por interfaces Dual Ethernet tengan una importancia crítica.
- Emplazamientos que requieran una conectividad rentable de dispositivos RS232/422/485 en entornos de 48v DC [12].

2.6.3 Ventajas

- Trae incluido "TrueSerial Port" que nos proporciona las conexiones más auténticas a través de Ethernet.
- Los puertos serie universales RS232/422/485 (EIA-232/422/485) seleccionables por software impiden la manipulación mecánica sobre el terreno.
- Procesador de 400 Mhz, 750 MIPS y 32 bits con procesador de cifrado de hardware integrado para lograr el máximo rendimiento disponible en el mercado.
- Clusters: ofrece una vista única de todos los puertos de consola de falta de ancho de banda. Idóneo para grandes centros de datos.
- Ciclo de alimentación de equipos inteligentes con interruptores de alimentación remotos Perle.
- Soporte IP de nueva generación (IPv6) para proteger su inversión y lograr la compatibilidad de red.
- Funcionabilidad de host principal de respaldo que permite conexiones automáticas con hosts alternativos en el caso de que la conexión TCP principal esté fuera de servicio.
- Puertos serie RJ45 con conexiones Cisco para uso con cableado enrollado común CAT5

[12] Referenciado de: perlesystems.es/products/device-server.shtml?tabnum2

- EasyPort Web: Acceso a los puertos de consola serie de su equipo mediante su navegador de internet con capacidad Java.
- DNS dinámico: acceso sencillo a la administración de consolas desde cualquier lugar a través de internet.
- Acceso de navegador sin código Java a puertos de consola serie remota a través de Telnet y SSH.
- Los sondeos de control mediante Ping permiten a los clientes realizar un ciclo de alimentación del equipo conectado a interruptores de alimentación RPS de Perle en el caso de que produzca algún problema de red.
- Garantía de por vida teniendo así la mejor protección de la inversión disponible en el mercado [12].

[12] Referenciado de: perlesystems.es/products/device-server.shtml?tabnum2

CAPITULO III

Desarrollo del proyecto

3.1 Análisis y Diseño

La Empresa de Energía de Boyacá cuenta inicialmente con un anillo de fibra óptica, Fig. 28, el cual comunica catorce puntos que son Sub-estaciones y edificios administrativos y son las siguientes:

1. Edificio administrativo EBSA
2. Chiquinquirá
3. Donato
4. TermoPaipa
5. Duitama
6. Maranta
7. Higuera
8. Iraca
9. San Antonio
10. La Ramada
11. Centro de Control
12. Sirata
13. TermoPaipa 2
14. Hunza

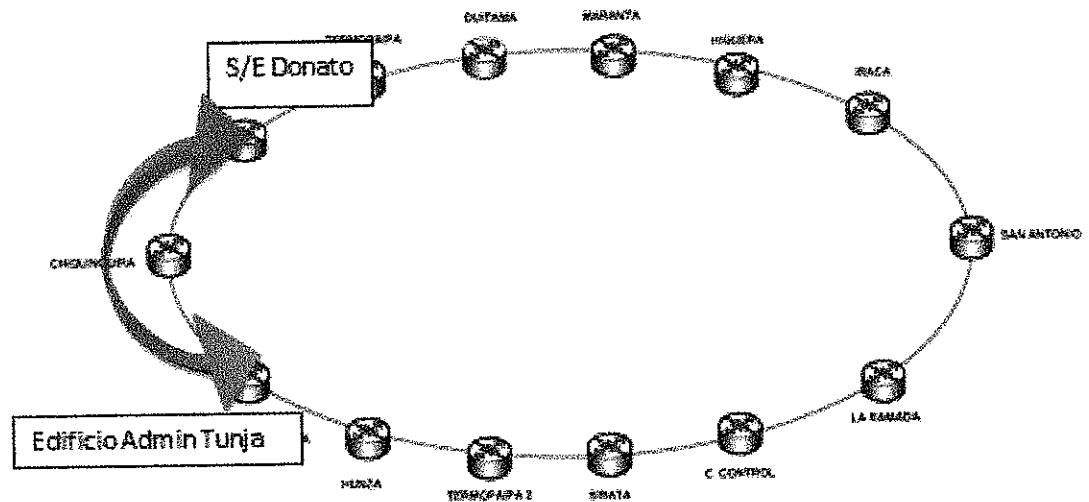


Fig. 28. Grafica Topología Anillo Lógico Fibra Óptica E.B.S.A
Fuente: Grupo de Gestión Telemática E.B.S.A

Estas Sub-estaciones cuentan con un Switch de la tecnología Garrettcom y Ruggedcom, Fig.29, para realizar la conexión con la fibra multipar, donde uno de estos pares se utiliza para la conexión entre Switch y el otro par es usado para cerrar el lazo entre las Sub-estaciones conectadas y así lograr el anillo.



Fig. 29. Switch RUGGEDCOM presente en las Sub-estacione
Fuente: Foto tomada por el autor en la Sub-estación Donato

Es muy importante mencionar que se cuenta con que los relés tienen puerto RS485 para gestión, de esta forma se evita la utilizar varios protocolos y se mantiene en un solo protocolo y así evitar problemas de compatibilidad o de fallas en las conexiones teniendo un sistema ordenado y óptimo.

Conociendo, leyendo y buscando información relacionada sobre los relés se pudo observar que este puerto se encuentra en la parte posterior, Fig. 30, lo cual facilita el cableado ofreciéndolo de forma ordenada y fácil de encontrar para realzar cualquier tipo de cambio futuro, ya que las Sub-estaciones tiene canas destinados para ubicar los cables que traen información de las circuitos hacia el relé.

Tres Primeras Borneras
Conexión Posterior RS485

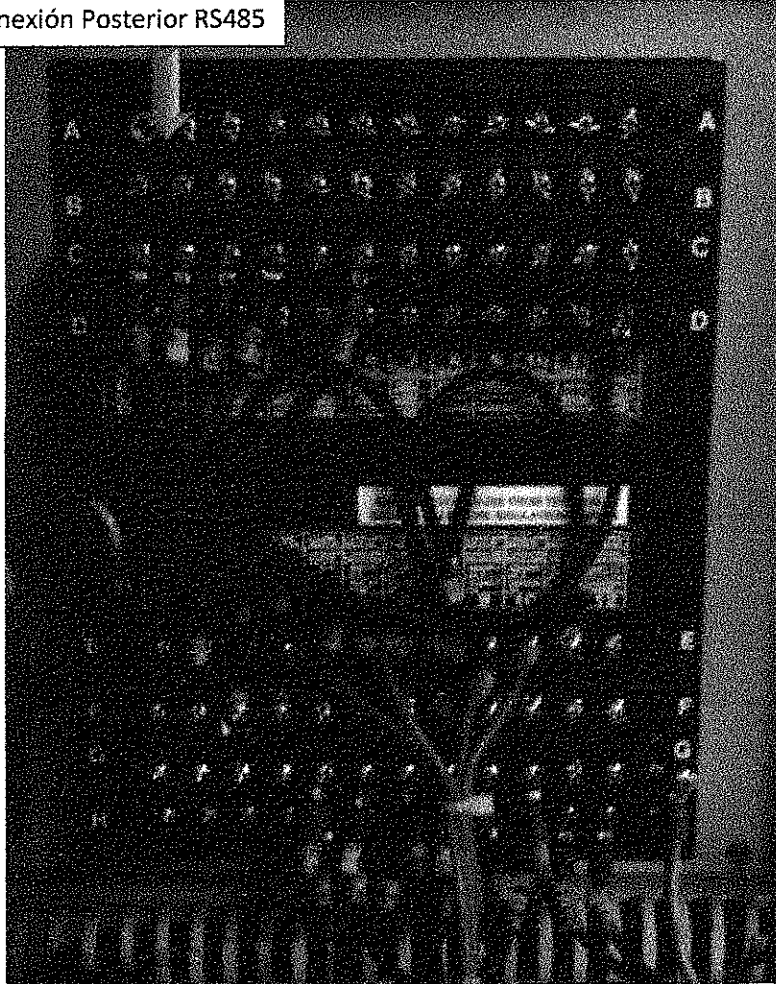
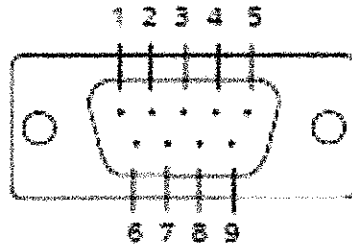


Fig. 30. Imagen posterior del relé, bornera RS485

Fuente: Foto tomada por el autor en la Sub-estación Donato

Como los relés no cuentan con protocolo Ethernet para configurarles una IP de forma individual se solicitó la adquisición del Servidor IOLAN SDSC Rack de la empresa "PERLE" y de esta forma tener todos los relés conectados en un punto, este servidor nos ofrece la posibilidad de conectar treinta y dos equipos que tengan (RS485, RS232 o RS422 seleccionables por Software), utilizando un cable DB9 - RJ45 y teniendo en cuenta la configuración de los pines donde en nuestro caso se necesita RS485 entonces se usan solo tres pines del cable (3, 4 y 5) como se observa en la, Fig. 31.



Pin	RS-422	RS-485 (A)	RS-485 (B)	RS-422
1	DCD	TxD-(A)	---	TxD-(A)
2	RXD	TxD+(B)	---	TxD+(B)
3	TXD	RxD+(B)	Data+(B)	RxD+(B)
4	DTR	RxD-(A)	Data-(A)	RxD-(A)
5	GND	GND	GND	GND
6	DSR	---	---	---
7	RTS	---	---	---
8	CTS	---	---	---
9	---	---	---	---

Fig. 31. Conexión protocolo RS485 a un conector DB9.

Fuente: ^[12] perlesystems.es/products/device-server.shtml?tabnum2

El servidor IOLAN SDSC Rack, Fig. 27, permite la opción de configurarle a cada uno de sus puertos una IP y de esta forma conectarlos a una red específica, esta configuración se realiza mediante un Software que trae incluido el servidor a la hora de su compra junto con su respectivo manual de instrucciones y asistencia técnica directa con la empresa por si se presenta alguna duda en el transcurso del montaje, el servidor nos ofrece tres puertos Ethernet uno de ellos ubicado en la parte frontal del equipo siendo este exclusivo para realizar la configuración y los otros dos ubicados en la parte trasera del equipo utilizados para realizarle gestión al sistema.

El equipo se solicitó con estos dos puertos y de esta forma utilizar uno de ellos para la Tele-gestión conectándolo al Switch que se encuentra en la Sub-estación y el otro se deja libre para cuando el profesional de operación y mantenimiento este en la Sub-estación y desee ingresar a los relés en persona de forma rápida y segura.

[12] Referenciado de: perlesystems.es/products/device-server.shtml?tabnum2

La tele-gestión se realizara finalmente por medio del computador del "Profesional Operación y Mantenimiento" donde se encuentran los software respectivo para realizar la gestión a los relés, este Software es el EnerVista LaunchPad, Fig. 15, el cual sirve para conectarse con los relés GE MULTILIN es un software libre con una interfaz gráfica sencilla.

Para realizar tal conexión con el relé solo necesita escoger como interface la Ethernet introducir la dirección IP y por último la dirección de esclavo y darle enseguida click en conectar, Fig. 32, donde se puede observar la interfaz gráfica de los relés.

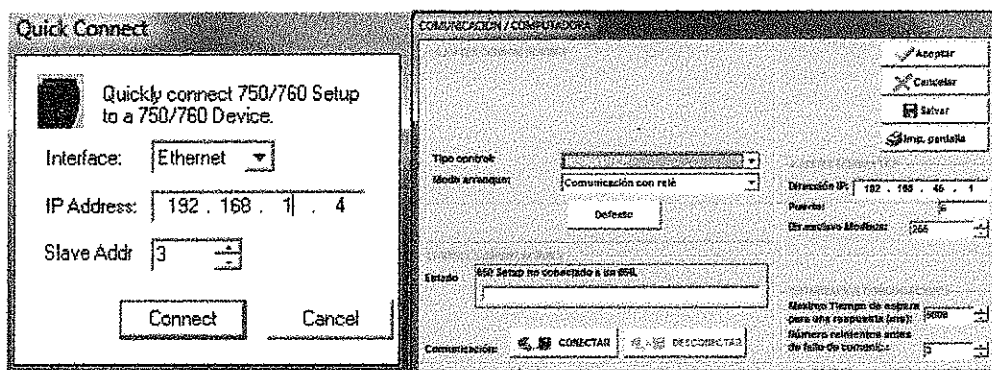


Fig. 32. Interfaz grafica de comunicaciones de los relés 750/760 y F650 de GE.

Fuente: Software del Autor.

En los casos en donde los relés Siemens son los que predominan en la Sub-estación es pertinente mencionar que la interfaz gráfica de estos no permite escoger la interface Ethernet solo la Serial por lo tanto es necesario tener un Software redireccionador de puertos COM el que viene incluido con el servidor IOLAN SDSC Rack y el cual se llama "TruePort Management Tool" para poder tener una gran cantidad de puertos disponibles en el computador este software nos permite crear los puertos COM de forma virtual nombrándolos con una IP y así de esta forma pertenezcan a la red de Tele-gestión de protecciones.

De esta forma se presenta en diagrama de bloques el diseño de la red de Tele-gestión de protecciones el cual se observa en el Anexo 1.

3.2 Implementación

Inicialmente se configuro una Vlan en todos los Switch de las Sub-estaciones que se encuentran dentro del anillo de fibra óptica habilitando un puerto 12 donde se conectara el Servidor IOLAN SDSC Rack, Fig. 33, para tener un mismo orden en la red el puerto que se habilita es el mismo en todas las Sub-estaciones de esta forma si se presenta algún cambio o problema se realice y detecte de forma rápida y precisa.

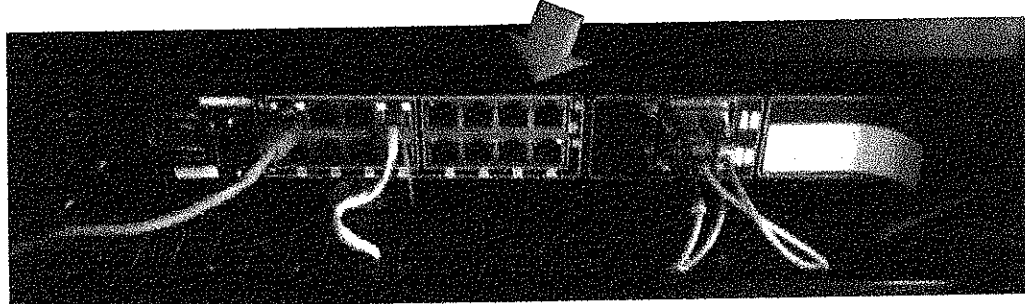


Fig. 33. Switch donde se habilita el puerto 12 para la Tele-gestión de protecciones
Fuente: Foto tomada por el autor en la Sub-estación Donato

Se realizó una tabla donde se observan las direcciones IP y los puertos serie (COM) con los que quedarán los relés de la Sub-estación Donato, Tabla 3, donde encontrarán el nombre del circuito y la descripción técnica del relé, la dirección IP y el puerto COM que le corresponde, también se encuentra dividido en tres colores diferentes, Tabla 4, los cuales hacen referencia a la velocidad de tensión que tiene el circuito (115 KV, 34,5 KV 13,8 KV) para de esta forma mantener un estándar a la hora de implementarlo en las demás Sub-estaciones, y así cuando se presente alguna emergencia se encuentre el relé de forma rápida y efectiva.

Al tener la IP o el puerto serie (COM) identificado solo hay que escoger el relé que se desea gestionar y conectarse a él para así poder modificar variables o descargar información del comportamiento y el registro de los últimos eventos.

Tabla. 3. Lista de direcciones IP y puertos serie COM para los relés de la Sub-estación Donato

Nombre	Descripción	Puertos COM	Dirección IP
Tunja-Chiquinquirá	7SA5225-5CB22-0QR4/GG	COM 10	192.168.1.10
Tunja-Chiquinquirá	760-P5-G5-D5-HI-A20-R	COM 11	192.168.1.11
Donato Paipa 1	7SA5225-5CB22-0QR4/GG	COM 12	192.168.1.12
Donato Paipa 1	F650MABF2G1HIS6	COM 13	192.168.1.13
Donato Paipa 2	7SA5225-5CB22-0QR4	COM 14	192.168.1.14
Donato Paipa 2	F650MABF2G1HIS6	COM 15	192.168.1.15
Entrada TR No 1	F650MABF2G1HIS6	COM 16	192.168.1.16
Entrada TR No 1	SR 745-W2-P5-G5-HI-T	COM 17	192.168.1.17
Entrada TR No 2	F650MABF2G1HIS6	COM 18	192.168.1.18
Entrada TR No 2	W2-P5-G5-HI-T	COM 19	192.168.1.19
Entrada TR No 4	F650MABF2G1HIS6	COM 20	192.168.1.20
Entrada TR No 4	W3-P5-G5-HI-AR-E	COM 21	192.168.1.21
Cto Marquez-Lengupa	760-P5-G5-D5-HI-A20-R	COM 50	192.168.1.69
Cto Samaca-Villa de leyva	760-P5-G5-S5-HI-A20-R-E	COM 51	192.168.1.70
Hunza Occidental	760-P5-G5-D5-HI-A20-R	COM 52	192.168.1.71
Hunza Oriental	760-P5-G5-D5-HI-A20-R	COM 53	192.168.1.72
Salida Arcabuco	760-P5-G5-D5-HI-A20-R-E	COM 54	192.168.1.73
Salida Samaca 34.5KV	SR 760-P5-G5-S5-HI-A20-R	COM 55	192.168.1.74
Barras TR4	760-P5-G5-D5-HI-A20-R	COM 56	192.168.1.75
Barras de TR No2	760-P5-G5-S5-HI-A20-R-E	COM 90	192.168.1.89
Barras de TR No1	F650MABF2G1HIS6	COM 91	192.168.1.90
Cto el Dorado	760-P5-G5-S5-HI-A20-R-E	COM 92	192.168.1.91
Muiscas	760-P5-G5-S5-HI-A20-R-E	COM 93	192.168.1.92
Asís	760-P5-G5-S5-HI-A20-R-E	COM 94	192.168.1.93
Motavita	F650MABF2G1HIS6E	COM 95	192.168.1.94
Chivata URB y Rural	F650MABF2G1HIS6E	COM 96	192.168.1.95
Cto Santander	F650MABF2G1HIS6E	COM 97	192.168.1.96
Cto Maldonado	F650MABF2G1HIS6	COM 98	192.168.1.97
Cto Fuente	F650MABF2G1HIS6	COM 99	192.168.1.98
Reserva 1 TR2	760-P5-G5-S5-HI-A20-R-E	COM 100	192.168.1.99
Reserva 2 TR2	760-P5-G5-S5-HI-A20-R-E	COM 101	192.168.1.100
Reserva 3 TR2	760-P5-G5-S5-HI-A20-R-E	COM 102	192.168.1.101

Tabla. 4. Identificación de las lista de direcciones IP y puertos serie (COM) según su color

Velocidad de tensión	IP		Color
	Desde	Hasta	
115 KV	192.168.1.10	192.168.1.49	
34.5 KV	192.168.1.50	192.168.1.89	
13.8 KV	192.168.1.90	192.168.1.129	
Velocidad de tensión	COM		Color
	Desde	Hasta	
115 KV	COM 10	COM 49	
34.5 KV	COM 50	COM 80	
13.8 KV	COM 90	COM 129	

3.3 Pruebas

La forma en al que normalmente el Profesional de Operación y Mantenimiento realiza la Gestión de a los relés se observa en la Fig. 34, utilizando el puerto frontal RS232 para gestión, pero como pueden notar el cable queda a la vista y no permite que se cierre la tapa del relé por esta razón se decidió buscar otra opción encontrando así el puerto posterior de gestión RS485.

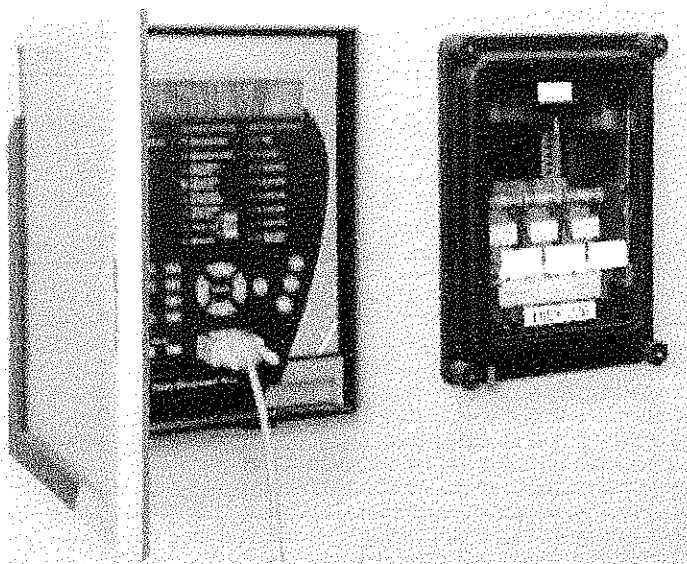


Fig. 34. Conexión frontal relé para gestión puerto RS232
Fuente: foto tomado por el autor en la Sub-estación Donato.

Mientras se aprueba la disponibilidad de los equipos que se deben utilizar en la Tele-gestión de protecciones y poder realizar pruebas fue necesario de mi parte adquirir un servidor, el que se consiguió fue el NP301B de la empresa 3one data, Ver Fig. 35, el cual convierte protocolo Serial a Ethernet utilizando RS232, 422 y 485 permitiendo configurarle una dirección IP.



Fig. 35. Servidor NP301B

Fuente: Servidor Autor

El servidor se conectó al puerto 12 del Switch de la Sub-estación Donato y el computador del profesional de operación y mantenimiento al puerto 12 del Switch que está en el edificio administrativo de la E.B.S.A y de esta forma se realizó la Tele-gestión de protección con un solo relé pero se comprobó que la red quedo perfectamente configurada y que lo mencionado anteriormente si funciona correctamente, como se observa en la Fig.36, al servidor solo se conectan tres cables los cuales van a las bomeras RS485 posteriores del relé Ver Fig. 30, una alimentación con su respectivo cargador de 12 VDC, 100mA y un cable Ethernet el cual va al Switch que se encuentra en la Sub-estación Donato.



Fig. 36. Servidor NP301B conectado
Fuente: Servidor del Autor

CAPITULO IV

Actividades realizadas en la práctica

4.1 UBICACIÓN EN GOOGLE EARTH DE LAS GEO-POSICIONES DE CADA UNA DE LAS SUB-ESTACIONES Y EL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA CON EL QUE CUENTA ACTUALMENTE LA E.B.S.A

Se ubicaron las sub-estaciones y el tendido de fibra óptica en Google Earth, donde en cada Sub-estación aparecerá información como el nombre y número del circuito, la tensión, el grupo a que pertenece, el número de usuarios que estas conectados, el número de trafos que son necesarios para cubrir esos usuarios encontrando esta información en el anexo 2 que se encuentra al final del libro.

4.1.1 Interfaz en Google Earth

Para agregar un marcador nuevo se oprime el botón agregar marca de posición y se desplegará una pantalla como se observa en la Fig. 28, donde podrán darle un nombre en específico, agregar una descripción, cambiarle de color al marcador entre otras cosas y para introducir la geo-posición del marcador lo hacen en las casillas de latitud y longitud donde la información debe encontrarse en grados, minutos y segundos de todas formas si se tienen las coordenadas en algún otro tipo de formato en herramientas – opciones podrán cambiarla a tipo de coordenada que se tenga enseguida darán aceptar y se creara el marcador.

Nombre: Marca de posición sin título

Latitud: 51°34'3.16"N

Longitud: 75°23'3.84"O

Descripción Estilo, color Yr Altitud

Agregar vínculo Agregar imagen...

Aceptar Cancelar

Fig. 37. Pantalla para agregar información al marcador nuevo

Fuente: ^[13] Google Earth Autor

Cuando la información ya se encuentra en Google Earth y todos los marcadores estén creados podrán manipularla de la siguiente forma, al lado izquierdo de la pantalla podrán ver el botón lugares lo despliegan y saldrán todos los marcadores creados con el nombre que se le dio previamente como se observa en la Fig. 38, al seleccionar cualquiera de los marcadores aparecerá en el mapa.

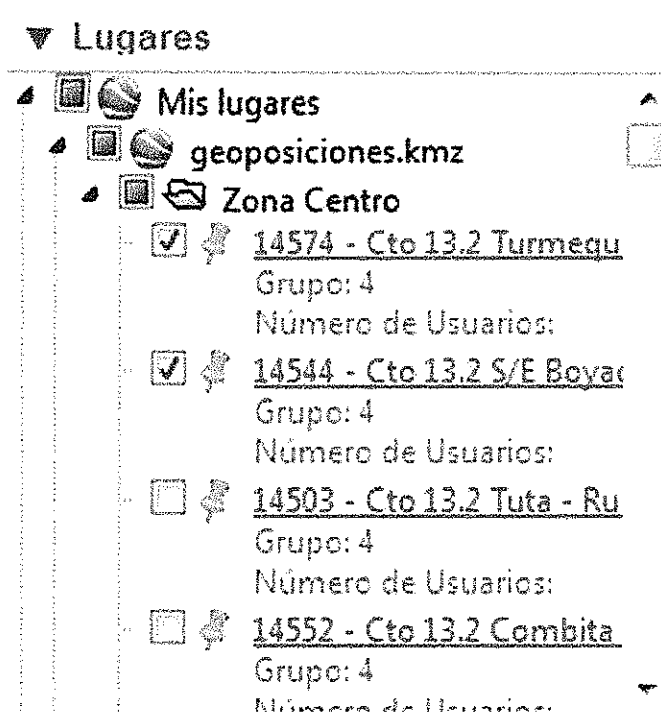


Fig. 38. Marcadores ya creados
Fuente: ^[13] Google Earth Autor

Ya teniendo los marcadores sobre el mapa se acercan sobre el con el puntero dando un solo click y aparecerá la descripción que previamente fue introducida como aparece en la Fig. 39, es importante mencionar que aparecerán puntos de diferentes colores puesto que se le dio un color a cada Zona como se observa en la, Tabla. 5, para facilitar la búsqueda y el uso de esta herramienta.

[13] Referenciado de: Google Earth Autor

Tabla. 5. Color respectivo para cada Zona

Nombre de la Zona	Color
Zona Centro	Amarillo
Zona Tundama	Azul
Zona Sugamuxi	Verde
Zona Occidente	Agua Marina
Zona Oriente	Purpura
Zona Norte	Morado
Zona Puerto Boyacá	Rojo
Zona Ricaurte	Blanco

Para navegar por el mapa se puede usar el mouse o las flechas que se encuentran en la parte superior derecha de la pantalla de esta forma se puede acercar o alejar y moverse sobre el todo el mapa para más comodidad.

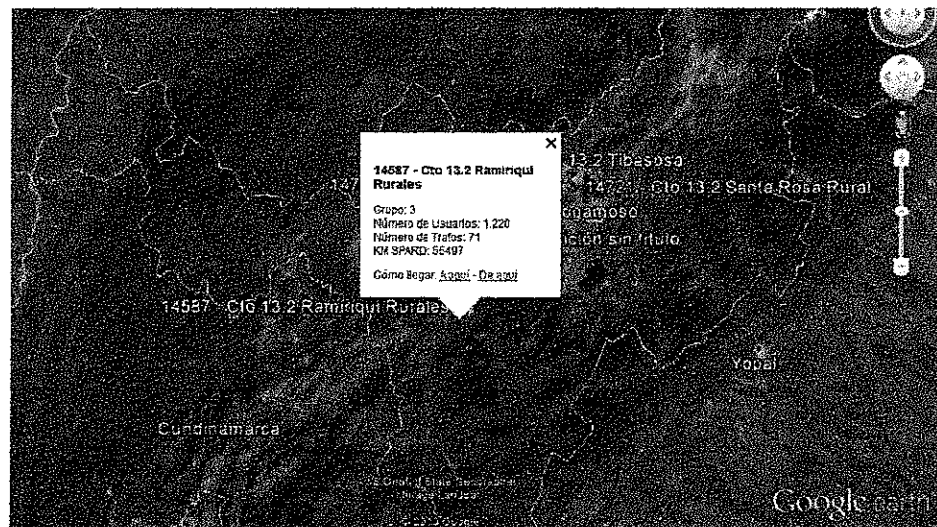
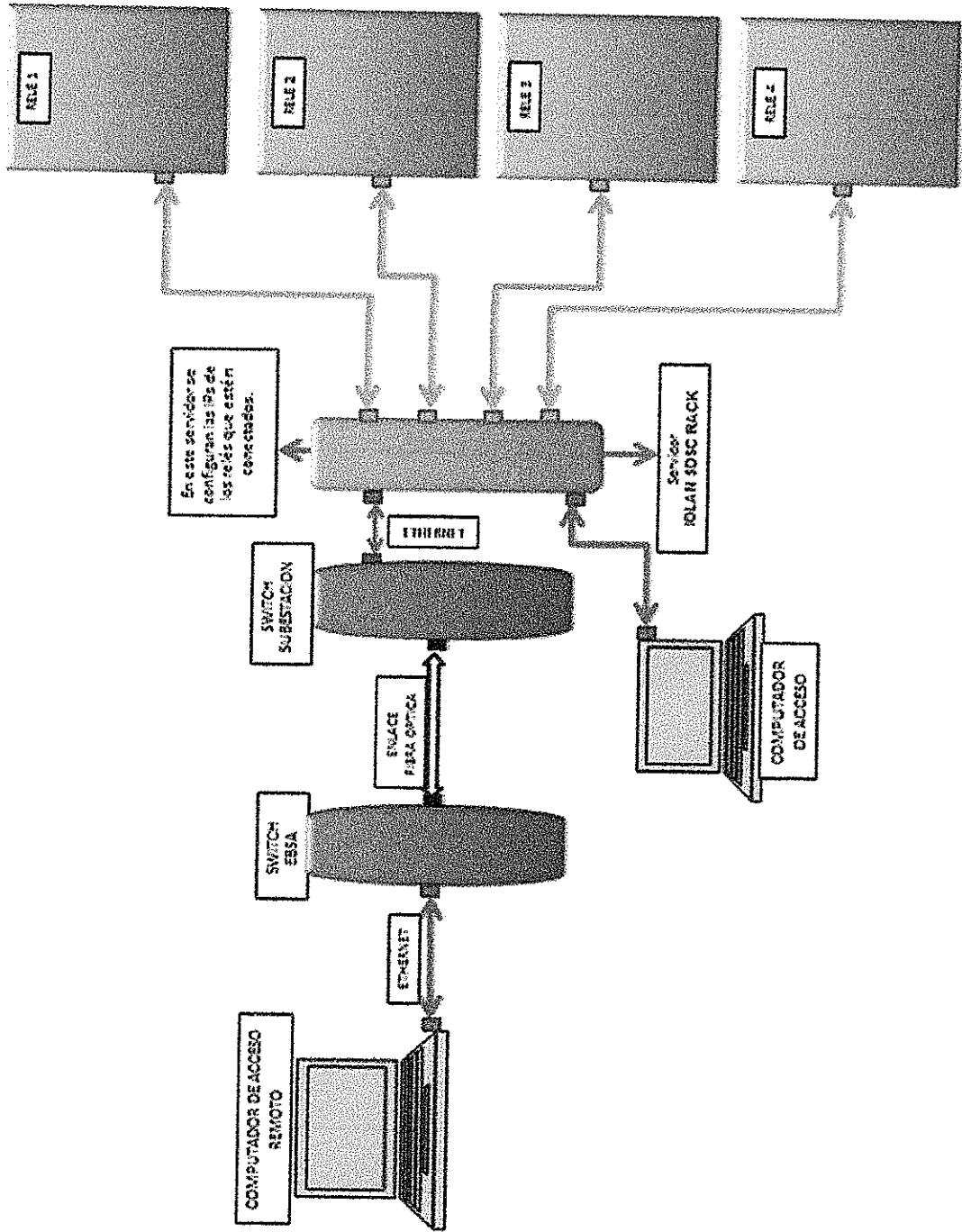


Fig. 39. Marcadores sobre el mapa y con descripción
Fuente: [13] Google Earth Autor

REFERENCIAS

- [1]. Referenciado de: ebsa.com.co/wps/portal.
- [2]. Referenciado de: Diseño y simulación de una Red de Acceso Epon (Ethernet Passive Optical Network) para Servicios Triple – Play (Video, Datos y Voz).
- [3]. Referenciado de: tesis Grado Maestría Sistemas de Comunicación.
- [4]. Referenciado de: tesis *Estudio de redes Ópticas de Acceso DWDM y Factibilidad de ser Implementadas en la zona central del Ecuador* Universidad Técnica de Ambato.
- [5]. Referenciado de: posts/info/2001124/Redes-Informaticas.html.
- [6]. Referenciado de: electricalmanuals.net/files/RELAYS/GE/F650/GEK-113000T.pdf.
- [7]. Referenciado de: manual de instrucciones GEK-106311N GE Consumer & Industrial.
- [8]. Referenciado de: electricalmanuals.net/files/RELAYS/GE/750-760/GEK-113000T.pdf.
- [9]. Referenciado de: manual de instrucciones GEK-106471E GE Consumer & Industrial.
- [10]. Referenciado de: gedigitalenergy.com/multilin/enervista.
- [11]. Referenciado de: perlesystems.es/supportfiles/Trueport.shtml.
- [12]. Referenciado de: perlesystems.es/products/device-server.shtml?tabnum2.
- [13]. Referenciado de: Google Earth.

ANEXO 1



ANEXO 2

Información de las Sub-estaciones #1

CTO	TENSIÓN	NOMBRE CIRCUITO	GRUPO	USUARIOS	NO. TRAFOS	KM SPARD
14574	13,2	Cto 13.2 Turmeque Rurales	4	2.250	83	63279
14544	13,2	Cto 13.2 S/E BOYACA	4	1.772	72	50643
14503	13,2	Cto 13.2 tuta-Rural Barne	4	1.812	140	89878
14552	13,2	Cto 13.2 combita-Cerro y Vergara	4	2.156	117	96780
14620	13,2	Cto 13.2 Sachica Espinal-Villa Vda sopota	4	2.023	227	106343
14621	13,2	Cto 13.2 Cañuela Santo Exceomo	4	483	67	35790
14563	13,2	Cto 13.2 Vdas Jenesano	3	1.516	48	38930
14607	13,2	CtoIDA 13.2 PUEBLO Y CAJON	3	876	73	68722
14606	13,2	Cto 13.2 San Eduardo-Berbeo	3	1.299	121	90055
14604	13,2	Cto 13.2 Miraflores El Morro	3	722	56	39212
14616	13,2	Cto 13.2 Chameza-Vista Hermosa	4	547	88	118031

Información de las Sub-estaciones #2

CTO	TENSIÓN	NOMBRE CIRCUITO	GRUPO	USUARIOS	NO. TRAFOS	KM SPARD
14587	13,2	Cto 13.2 RAMIRIQUI Rurales	3	1.220	71	55497
14588	13,2	Cto 13.2 CIENAGA VIRACACHA	3	2.463	107	75370
14589	13,2	Cto 13.2 Ramiriqui Urbano	3	2.533	57	27699
14533	13,2	CtoIDA 13.2 SAMACA	4	3.766	152	92707
14534	13,2	Cto 13.2 S/E SAMACA a Cucaita y Sora	4	2.490	178	98903
14535	13,2	Cto 13.2 loma redonda	4	842	107	45468
14690	13,2	Coservicios	1	6.299	112	16941
14694	13,2	Centro Terminal	3	4.054	91	10781
14695	13,2	Siachoque Toca	1	5.871	262	210169
14632	13,2	Cto 13.2 Suta Urb pedregal Rural	3	1.541	94	61698
14633	13,2	Cto 13.2 Raquira-Tinjaca	3	2.547	139	118975
14568	13,2	Cto. 13.2 Kv Tibana URBANO	3	671	91	1781
14569	13,2	CtoIDA 13.2 RURAL EL CARMEN	3	1.380	246	49979
14567	13,2	CtoIDA 13.2 RUL SUTA	3	1.803	79	65387
14509	13,2	CTO LA FUENTE	1	4.796	136	15329
14511	13,2	13.2 Ckto 4 SANTANDER	1	2.415	54	7110
14520	13,2	Cto 13.2 Motavita	1	1.136	84	106343

Información de las Sub-estaciones #3

CTO	TENSIÓN	NOMBRE CIRCUITO	GRUPO	USUARIOS	NO. TRAFOS	KM SPARD
14515	13,2	Cto 13,2 Chivata U y R	1	1.840	153,00	135889
14510	13,2	Cto 13.2 Ckto 3 MALDONADO	1	4.418	126,00	14136
14512	13,2	Cto 13.2 Asis	1	4.436	115,00	15925
14526	13,2	Cto 13.2 Muiscas	1	4.304	154	33400
14525	13,2	Cto 13.2 Ckto 1 EL DORADO	1	5.170	127	21349
14523	13,2	Cto 13.2 Ckto 9 LA FLORIDA SAN FRANSISCO	1	4.852	103	16147
14524	13,2	Cto 13.2 CTO 11 S/E HUNZA Pila Ctoada Centro	4	2.895	81	8812
14522	13,2	Cto 13.2 Ckto 10 LIBERTADOR	4	9.219	149	25859
14530	13,2	Cto 13.2 S/E ckto 12 Rural- San Pedro De Iguaq	4	2.056	131	102168
14674	13,2	Cto 13.2 Icabuco	4	1.253	73	64712
14675	13,2	Cto 13.2 TAMBOR UVERO	4	1.773	57	51397
14546	13,2	Cto 13.2 El Carmen rural	4	1.696	113	84437
14548	13,2	Cto 13.2 Pte Boyaca Rural	3	1.454	65	34363
14693	13,2	Circuito 13.2kv Tierra Negra	3	1.323	63	42214
14627	13,2	Cto 13.2 Villa de Leyva Urbano	3	3.367	146	51808
14730	13,2	Ceranza - Belen	3	3.498	213	69440
14753	13,2	Tutaza	3	896	72	68741

Información de las Sub-estaciones #4

CTO	TENSIÓN	NOMBRE CIRCUITO	GRUPO	USUARIOS	NO. TRAFOS	KM SPARD
14731	13,2	San Jose de La montaña	3	1.682	130	139667
14772	13,2	El Cogollo	2	2.210	74	36625
14773	13,2	Sirata	2	5.486	110	12635
14770	13,2	Boyaca	2	5.332	104	16749
14771	13,2	San Luis	2	1.289	31	9468
14713	13,2	Camilo Torres	2	6.332	119	14530
14716	13,2	Duitama Centro	2	4.069	132	10402
14720	13,2	Santa Rosa	2	2.498	70	27756
14718	13,2	Tibasosa	2	3.262	173	61429
14721	13,2	Santa Rosa Rural	3	1.563	91	62191
14704	13,2	La Rusia	2	973	105	104432
14705	13,2	Vargas	2	2.651	245	148190
14706	13,2	Hospital	2	7.699	168	18523
14707	13,2	Batallon Silva Plazas	2	2.491	103	45004
14708	13,2	Autopista	2	9.702	364	15755
14709	13,2	Ciudadela Industrial	2	71	44	6966
14795	13,2	Maguncia Industrial	4	105	22	45600
14794	13,2	Maguncia Rural	4	2.083	199	232372
14798	13,2	Zona Hotelera Paipa	4	299	54	29220
14797	13,2	Paipa Zona Industrial	4	5.768	197	58732
14796	13,2	Palermo	3	2.507	196	81635
14750	13,2	Paz del Rio Urbano	3	2.386	145	1442
14748	13,2	Socha Viejo	3	860	63	38402
14680	13,2	Vda los pinos - Socota Rural	3	1.170	95	91244
14851	13,2	Fira Urbano	4	1.039	57	39831
14850	13,2	Iza Cuitiva	4	2.678	188	123319

Información de las Sub-estaciones #5

CTO	TENSIÓN	NOMBRE CIRCUITO	GRUPO	USUARIOS	NO. TRAFOS	KM SPARD
14849	13,2	Fira Rural	4	602	55	43930
14860	13,2	El Crucero	4	240	35	13762
14859	13,2	Aquitania Rural	4	1.897	202	123920
14861	13,2	Aquitania Urbano	4	3.345	134	122507
14811	13,2	Nazareth	4	2.005	82	17806
14863	13,2	La Catorce	1	1.817	42	6070
14864	13,2	Terminal	1	5.423	106	15752
14865	13,2	Libertador	1	3.380	140	45329
14822	13,2	Oriente	1	5.230	132	16245
14823	13,2	Centro Sogamoso	1	2.846	82	8742
14824	13,2	Nobsa-Morca	1	4.463	190	61461
14842	13,2	Venecia	1	2.111	105	42482
14844	13,2	El Bosque	1	4.468	85	10434
14845	13,2	La villita	1	1.757	47	5155
14846	13,2	Monquirá-Playita	1	3.772	136	71516
14843	13,2	Magdalena	1	3.300	58	10037
14760	13,2	Ckto 2 Beteitiva - La Hacienda	4	967	67	60165.9
14802	13,2	Topaga - Mongua	4	3.595	181	128142
14803	13,2	Gameza - Floresta	4	2.691	182	160472
14804	13,2	Mongui	4	2.031	84	58487
14948	13,2	San Pedro	3	392	54	40908
14912	13,2	Buenavista Urb-Maripi	3	2.006	119	106536
14903	13,2	Ckto Basilica	3	6.511	125	17590
14904	13,2	La Reina	3	6.404	145	23241
14905	13,2	Casa Blanca	3	2.769	233	172402
14932	13,2	Quipama - Mina la victoria	4	2.292	155	80013

Información de las Sub-estaciones #6

CTO	TENSIÓN	NOMBRE CIRCUITO	GRUPO	USUARIOS	NO. TRAFOS	KM SPARD
14934	13,2	Vda Egidos Guazo	4	918	97	6919
14967	13,2	Vda Pizarra	3	1.165	115	131623
14939	13,2	Briceño, Tunungua ya Albania	4	1.339	84	72819
14974	13,2	Vda Merchan	3	1.980	125	102268
14961	13,2	Mina Coscuez	4	697	69	18528
15115	13,2	Macanal Garagoa	3	1.219	104	84469
15054	13,2	Rurales Fatima Ramiriqui	3	672	49	46760
15107	13,2	Chivor Urbano	3	375	32	23562
15065	13,2	Tunjita Rural	3	749	78	91757
15064	13,2	Las Juntas Rural	3	1.207	70	47235
15099	13,2	Guayata Urbano y Rural	3	1.789	86	64574
15097	13,2	Somondoco	3	1.582	87	53635
15100	13,2	Guateque Sutatenza Rurales	3	1.486	78	51292
15120	13,2	Macanal Los Cedros Rural	3	576	76	89358
15136	13,2	ARRAYANES BALCONES	3	196	57	59282
15148	13,2	Santa Maria Rural	3	542	109	109644
15083	13,2	Tenzala capilla UrbanoRural	3	1.632	68	41986
15204	13,2	San Mateo Urb y Rural	3	1.785	100	88994
15205	13,2	a Boavita Rural	3	1.716	119	11331
15236	13,2	Chita y Rurales	3	2.106	124	103084
15224	13,2	a Gutierrez	4	3.784	236	208634
15226	13,2	Espino	4	3.002	153	144003

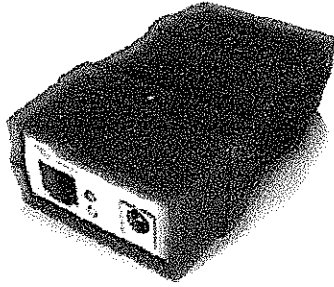
Información de las Sub-estaciones #7

CTO	TENSIÓN	NOMBRE CIRCUITO	GRUPO	USUARIOS	NO. TRAFOS	KM SPARD
15220	13,2	Susacon Urbano-Rural	3	1.626	100	7929
15213	13,2	S/E Covarachia	3	1.430	96	88688
15302	13,2	Pueblo Nuevo	3	4.604	93	13656
15344	13,2	Dos y medio	4	596	62	50438
15303	13,2	Urbano Centro	3	3.727	83	8258
15340	13,2	La Paz	3	3.257	70	8708
15307	13,2	MARFIL	4	1.107	186	126227
15308	13,2	PALAGUA	4	837	240	220766
15315	13,2	PTO PINZON	4	505	106	112735
15335	13,2	km 25 pto Gutierrez	4	281	86	69989
15333	13,2	Pescado Puerto Pineda	4	303	86	78027
14656	13,2	Ru. Arcabuco Quemados	4	505	51	32545
14649	13,2	Ubaza	3	1.611	117	81727,1 0
14645	13,2	Vda Pajales Rural	3	1.794	161	99122
14671	13,2	Antigua a Togui	3	2.013	142	99179
14646	13,2	Br Ricaurte Moniquira	3	2.474	53	8687
14647	13,2	Moniquira Rural	3	1.560	51	7344
14663	13,2	Vda la Balsa Rural	3	1.219	93	68801
14659	13,2	Vda Santa Barbara	3	1.597	105	66517
14651	13,2	Vda Hatillo Rural	3	729	54	43356
14684	13,2	Rural Palmichal	3	693	57	50246

ANEXO 3

Cotización conversor sencillo

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO



Dimension: 95x57x30mm DS100B: RS232/422/485 port
modos de puerto serial Ethernet – RS 485.
Configuración almacenada en la EEPROM.
Indicación del estado mediante LED detallada.
Serie-paralelos "modemos" los comandos de red de control de las conexiones.
Control directo de los módems ADSL.

CONDICIONES COMERCIALES

Favor tener en cuenta las siguientes condiciones comerciales para realizar su orden de compra :

VALOR UNIDAD	\$470.000 + IVA
TIEMPO DE ENTREGA	+/- 10 días en importación
FORMA DE PAGO	Anticipada
VALIDEZ OFERTA	30 Días

CARRERA 21 150-24, Telefax 2585749
Visítenos altamarequipoisdemedicion.com
gerencia@altamarequipoisdemedicion.com
Bogotá, D.C.

