

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERÍA

INSTALACIÓN, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO
DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS eLAN
PARA EL MONITOREO Y CONTROL DEL CENTRO
NACIONAL DE CONTROL DE ENERGÍA (CENACE)

JUAN CARLOS VALLECILLA MOSQUERA

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2007

CERTIFICACIÓN

Certificamos que le Señor Juan Carlos Vallecilla Mosquera, realizo el presente proyecto bajo nuestra supervisión y asesoramiento.

Ing. Rodrigo Silva
Director

Ing. Evelio Granizo
Codirector

RESUMEN

En el presente proyecto se realizó la Instalación, Pruebas y Mantenimiento del Sistema de Adquisición de Datos eLAN para el monitoreo y control del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), fueron elaborados los procedimientos de configuración, mantenimiento y verificación de la correcta llegada de información en los servidores concentradores de datos eLAN, los cuales permiten solventar el requerimiento de bifurcar la información enviada desde las Subestaciones y Centrales de Generación Eléctrica hasta los centros de control del CENACE y Transelectric mediante la configuración por software de Unidades Terminales Remotas (VRTU), utilizando como medio de comunicación entre las Unidades Terminales Remotas (RTU) ubicadas en las Centrales de Generación y Subestaciones Eléctricas con los servidores eLAN el sistema de comunicaciones PLC (Power Line Carrier) y el sistemas de Fibra Óptica que permite la comunicación de los servidores eLAN con los centros de control del CENACE y Transelectric.

Como resultado se elaboró el conjunto de procedimientos que permiten realizar acciones rápidas y efectivas para verificar la adquisición de Datos en los servidores eLAN, verificar la adquisición de datos en el Sistema Administrador de Energía (*Network Manager*) ubicado en el CENACE, configurar el ingreso de Nuevas RTU en los servidores eLAN y establecer el correcto funcionamiento del sistema de redundancia de los enlaces WAN de Fibra Óptica.

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a mis padres y hermano que son los pilares fundamentales para el logro de mis objetivos y metas propuestas, a todos mis familiares, en especial a mi tía Susana por su ayuda, la cual me permitió la culminación de mi carrera de Ingeniería Electrónica.

AGRADECIMIENTO

Mi eterno y profundo agradecimiento a Dios, al Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército, Director y Codirector de Tesis, al CENACE, en especial a mis amigos y compañeros que laboran en la Dirección de Sistemas de Información, de tan prestigiosa Institución, quienes con y don de gentes me guiaron, apoyaron y estimularon en el desarrollo y culminación del presente Trabajo.

PROLOGO

Dado que en el país existen dos Centros de Control de Energía que supervisan en tiempo real el Sistema Nacional Interconectado, como son: el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) y el Centro de Operaciones Transelectric (COT), es necesario optar por una solución que permita solventar el requerimiento principal del envío de información desde las subestaciones y generadores de energía hasta ambos Centros de Control en forma rápida y segura.

El presente proyecto elabora los procedimientos de configuración, mantenimiento y verificación de la correcta llegada de información, en los servidores concentradores de datos eLAN en base a los siguientes puntos: descripción general del Sistema Administrador de Energía (Network Manager), la Arquitectura del Sistema de Adquisición de Datos del CENACE, los medios de comunicación que utiliza los servidores eLAN, y la ubicación geográfica de los servidores concentradores de información en el Sistema Nacional Interconectado (SNI).

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 RESUMEN.....	3
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE ENERGÍA (NETWORK MANAGER).....	5
2.1.1 INTRODUCCIÓN.....	5
2.1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA NETWORK MANAGER.....	8
2.1.2.1 Arquitectura del Sistema Network Manager.....	8
2.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL SISTEMA NETWORK MANAGER.....	10
2.2.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL SISTEMA NETWORK MANAGER.....	10
2.2.2 UNIDAD TERMINAL REMOTA (Remote Terminal Unit RTU).....	13
2.2.2.1 Arquitectura RTU.....	13
2.2.2.2 Sistema de Comunicaciones.....	18
2.2.2.3 Tipos de Señales Manejadas por las RTU.....	21
2.2.3 DESCRIPCIÓN DE LOS SERVIDORES DE ADQUISICIÓN DE DATOS ELAN.....	23
2.2.3.1 Hardware del eLAN.....	23
2.2.3.2 Software del eLAN.....	31
2.2.3.4 Sistema de comunicaciones PLC (Power Line Carrier).....	40
2.2.3.5 Sistema de comunicaciones de Fibra Óptica.....	42

ANÁLISIS DE LA TOPOLOGÍA DE RED DE LOS SERVIDORES DE ADQUISICIÓN DE DATOS (eLAN) EN EL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO (SNI).....	45
3.1 TOPOLOGÍA DE LA RED DE ADQUISICIÓN DE DATOS EN EL SNI.....	45
3.1.1 Distribución de los servidores eLAN en el SNI.....	45
3.1.1.1 Ubicación de los servidores eLAN.....	45
3.1.1.2 Redes WAN de Comunicaciones	49
3.1.2 Red de comunicación para cada servidor eLAN	67
3.1.2.1 Servidor eLAN Santa Rosa	67
3.1.2.2 Servidor eLAN Quevedo.....	70
3.1.2.3 Servidor eLAN Pascuales.....	72
3.1.2.4 Servidor eLAN Paute (Molino).....	75
3.1.3 Topología General del Sistema de Adquisición de datos eLAN en el SNI...	78
3.2 ANÁLISIS DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS eLAN	80
3.2.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA plc	80
3.2.2 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA	82
4.1 INSTALACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO Y APLICACIONES DEL eLAN	84
4.1.1 INSTALACIÓN DEL SERVIDOR TFTP	85
4.1.2 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR TFTP	85
4.1.3 COPIA DE ARCHIVOS REQUERIDOS DE LOS SERVIDORES eLAN AL SERVIDOR TFTP	86
4.1.5 CREACIÓN DE DISCOS DE ARRANQUE DE LOS SERVIDORES eLAN.	87
4.1.6 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LAS APLICACIONES Y SISTEMA OPERATIVO	88
4.1.6.1 Descarga de la Imagen.....	88
4.1.6.2 Configuración de parámetros.....	89
4.1.6.2 Configuración Manual de Parámetros	90
4.2 PROCESO DE CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES DE ADQUISICIÓN DE DATOS eLAN	91
4.2.1 CREACIÓN DEL PROYECTO.....	92
4.2.2 AÑADIR UN SITIO (ADD SITES).....	94

4.3.3 DEFINICIÓN DE LOS SEGMENTOS DE RED	95
4.3.4 CREACIÓN DE LOS SERVIDORES ELAN	95
4.3.5.1 Utilidades de Software.....	96
4.3.5.2 Utilidades de Hardware	97
4.3.5 CREACIÓN DE INTERFACES FÍSICAS	97
4.3.6 CREACIÓN DE HOST DEVICES	98
4.3.7 CREACIÓN DE POLLING SCHEMES AND SCANS	100
4.3.8 CREACIÓN DE PLANTILLAS PARA DISPOSITIVOS (DEVICE TEMPLATE).....	101
4.3.9 AÑADIR PUNTOS A LA PLANTILLA.....	102
4.3.10 AÑADIR UN EQUIPO REMOTO	108
4.3.11 CONEXIÓN DE UN EQUIPO REMOTO AL SISTEMA ELAN	110
4.3.12 CREACIÓN DE UNA RTU VIRTUAL (VRTU).....	111
4.3.13 MAPEO DE CONEXIONES LÓGICAS.....	112
4.3.14 MAPEO DE PUNTOS (POINT MAPPING).....	114
5.1 PROCEDIMIENTOS PARA PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....	116
5.1.1 PROCEDIMIENTOS DE Pruebas de Recepción de Señales de Campo EN LOS SERVIDORES eLAN	117
5.1.1.1 Procedimiento de Pruebas de señales Digitales (Interruptores, Seccionadores y Alarmas)	117
5.1.1.2 Procedimiento de Pruebas de señales Analógicas	119
5.1.1.3 Procedimiento de Pruebas de Acumuladores (Mediciones de Energía).....	121
5.1.2 PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS DE TRANSFERENCIA DE DATOS CON EL SISTEMA NETWORK MANAGER	123
5.1.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA PARA LOS ENLACES DE COMUNICACIONES DE FIBRA ÓPTICA	125
5.2 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	127
5.2.1 MONITOREO DEL RENDIMIENTO DEL servidor elan	127
5.2.2 POLÍTICA DE BACKUP PARA RESPALDAR LOS ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES eLAN.....	131
5.2.3 MONITOREO REMOTO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	133
5.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	135

5.3.1 FALLAS EN EL SISTEMA DE COMUNICACIONES	135
5.3.2 FALLAS EN LA ADQUISICIÓN DE DATOS	138
5.3.3 FALLAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SERVIDORES eLAN .	142
5.4 MANUAL TÉCNICO	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 2.1 Cantidad de Modelos (RTU) utilizados en el Sistema Nacional Interconectado	13
Tabla. 2.2 de estados de las señales digitales	23
Tabla. 4.1 Parámetros del BIOS de los servidores eLAN	87
Tabla. 4.2 Comandos para añadir Aplicaciones	91
Tabla. 4.3 Seteo del parámetro Modificador para Protocolo RP – 570.....	105
Tabla. 4.4 Seteo del parámetro Modificador para Protocolo IEC 870 – 5 – 101	105
Tabla. 4.5 Seteo del parámetro Modificador para Protocolo DNP 3.0.....	106
Tabla. 4.6. Configuración de los parámetros Start Point, Primary Address y Secondary Address para el protocolo RP- 570.....	106
Tabla. 4.7 Configuración de los parámetros Start Point, Primary Address y Secondary Address para el protocolo IEC 870 – 5 – 101.....	107
Tabla. 4.8 Configuración de los parámetros Start Point, Primary Address y Secondary Address para el protocolo IEC 870 – 5 – 101.....	107
Tabla. 5.1 Tabla de registro de prueba de Puntos Digitales	118
Tabla. 5.2 Tabla de registro de prueba de Puntos Analógicos	120
Tabla. 5.3 Tabla de registro de prueba de Acumuladores	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 2.1 Esquema del Sistemas de Comunicaciones.....	8
Figura. 2.2 Arquitectura del Sistema Network Manager.....	9
Figura. 2.3 Arquitectura del Sistema de Adquisición de Datos.....	12
Figura. 2.4 Diagrama de Bloques RTU	14
Figura. 2.5 Arquitectura RTU – 400.....	15
Figura. 2.6 Arquitectura RTU – 560.....	16
Figura. 2.7 Arquitectura CMU	17
Figura. 2.8 Trama de Comunicaciones	18
Figura. 2.9 Modulación FSK	19
Figura. 2.10 Arquitectura de Comunicaciones RTU – 400	21
Figura. 2.11 Monitoreo de la Banda Muerta	22
Figura. 2.12 eLAN CP - 300	24
Figura. 2.13 eLAN CP - 700	25
Figura. 2.14 Tarjeta MSD.....	26
Figura. 2.15 Ampliación Tarjeta MSD	27
Figura. 2.16 Señales Indicadas por los Leds	28
Figura. 2.17 Tarjeta ICP	29
Figura. 2.18 Conexión Tarjetas MSD e ICP.....	30
Figura. 2.19 Grafico de Funcionamiento del TIE.....	33
Figura. 2.20 Grafico de Funcionamiento Intra-Router	34
Figura. 2.21 Grafico de Funcionamiento Mode Arbitrator	35
Figura. 2.22 Sistema Power Line Carrier	41
Figura. 2.23 Sistema OPGW	43
Figura. 2.24 Sistema de Fibra Óptica propiedad de TRANSLECTRIC S.A	44
Figura. 3.1 Diagrama Actual de Ubicación Geográfico de los servidores eLAN	47

Figura. 3.2 Diagrama de Ubicación Geográfico de los servidores eLAN.....	48
Figura. 3.3 Diagrama de de la Red WAN	51
Figura. 3.4 Enrutamiento de la Información hacia el COT por pérdida del enlace Santa Rosa – COT	54
Figura. 3.5 Enrutamiento de la Información hacia el CENACE por pérdida del enlace Santa Rosa – CENACE	56
Figura. 3.6 Enrutamiento de la Información hacia el COT por pérdida del enlace Paute-COT	58
Figura. 3.7 Enrutamiento de la Información hacia el CENACE por pérdida del enlace Paute-CENACE	60
Figura. 3.8 Enrutamiento de la Información hacia los Centros de Control por pérdida del enlace Santa Rosa – Quevedo.....	62
Figura. 3.9 Enrutamiento de la Información hacia los Centros de Control por pérdida del enlace Quevedo – Pascuales	64
Figura. 3.10 Enrutamiento de la Información hacia los Centros de Control por pérdida del enlace Pascuales – Paute.....	66
Figura. 3.11 Esquema de Adquisición de datos del eLAN de Santa Rosa.....	69
Figura. 3.12 Esquema de Adquisición de datos del eLAN de Quevedo	71
Figura. 3.13 Esquema de Adquisición de datos del eLAN de Pascuales	74
Figura. 3.14 Esquema de Adquisición de datos del eLAN de Paute.....	77
Figura. 3.15 Topología General Del Sistema de Adquisición de Datos del CENACE..	79
Figura. 3.16 Ventana TIE RTU Diagnostic.....	81
Figura. 3.17 Red de Fibra Óptica de Transelectric.....	83
Figura. 4.1 Descarga desde el Servidor TFTP.....	84
Figura. 4.2 Diagrama esquemático de la recolección de datos del sistema eLAN.....	93
Figura. 4.3 Ventana Device Template	102
Figura. 4.4 Ventana añadir puntos Device Template	103
Figura. 4.5 Ventana para añadir puntos en el Device Template.....	104
Figura. 4.6 Ventana Device All	108
Figura. 4.7 Ventana Device Selection	109
Figura. 4.8 Ventana Select Remote Points	109
Figura. 4.9 Ventana Configuración Device Address.....	110
Figura. 4.10 Ventana de selección del Dispositivo	113
Figura. 4.11 Ventana del Mapeo de Puntos.....	115

Figura. 5.1 Resultado de Pruebas sobre los puntos 41, 44, 39 y 50 de la RTU de Molino	121
Figura. 5.2 Despliegues de la Subestación Pomasqui (Interconexión con Colombia) en estado Normal.....	124
Figura. 5.3 Despliegues de la Subestación Pomasqui en error de Telemetría (RTU fallada).....	125
Figura. 5.4 Topología de Adquisición de Datos mediante la Red de Fibra Óptica para CENACE	126
Figura. 5.5 Dirección para el Ingreso a la aplicación Webmin	128
Figura. 5.6 Ventana de Ingreso Webmin.....	128
Figura. 5.7 Ventana Webmin – eLAN Diagnostic	129
Figura. 5.8 Reporte de Sensores del Servidor eLAN	130
Figura. 5.9 Información de las particiones del Servidor eLAN.....	131
Figura. 5.10 Arquitectura del sistema de Supervisión.....	134
Figura. 5.11 Ventana eLAN TIE Diagnostics	136
Figura. 5.12 Ventana Modard Diagnostic	137
Figura. 5.13 Ventana RTU Mode	138
Figura. 5.14 Esquema lógico de comunicaciones.....	139
Figura. 5.15 Ventana RTU Communications Switching.....	141
Figura. 5.16 Ventana System Device Status	142
Figura. 5.17 Detalle de la aplicación TIE en el servidor de Santa Rosa	144
Figura. 5.18 Ventana Webmin - System.....	145
Figura. 5.19 Ventana Reboot Sytem.....	146
Figura. 5.20 Ventana eLAN TIE Diagnostics	148
Figura. 5.21 Ventana Modard Diagnostic	149
Figura. 5.22 Ventana RTU Mode	150
Figura. 5.23 Ventana RTU Communications Switching.....	151
Figura. 5.24 Ventana System Device Status	152

GLOSARIO

ABB	Asea Brown Borveri
API	Application Program Interface
ASDU	Application Service Data Unit
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía
CMU	Communication and Data Processing Unit
DCD	Data Carrier Detect
DST	Data Set Ready
DTS	Dispatcher Training Simulator
DTR	Data Terminal Ready
ECS	Energy Control System
EMS	Energy Management System
FSK	Frequency Shift Keying
GPL	General Public License
HMI	Human Interface Machine
ICP	Intelligent Communication Processor
FO	Fibra Óptica
MPU	Main Processing Unit
MSD	Modem Sharing Device
OPGW	Optical Power Ground Wire
RTU	Remote Terminal Unit
PCP	Programmable Communication Port
PDS	Program Development System
PLC	Power Line Carrier
RAS	Remote Access Service
RTS	Ready To Send

SCADA	Supervision Control and Data Adquisition
SNI	Sistema Nacional Interconectado
TIE	Telemetry Integration Environment
VRTU	Virtual Remote Terminal Unit
WS500	Interfase Humano Maquina del sistema Network Manager

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS

El siguiente proyecto tiene por objetivos:

- Instalar, configurar y establecer los procedimientos de pruebas y mantenimiento del Concentrador de datos eLAN del CENACE
- Describir el nuevo sistema de control de energía de CENACE denominado “Network Manager”
- Describir el Sistema de Adquisición de Datos
- Analizar la topología de red de comunicaciones actual y futura en el corto plazo
- Configurar el concentrador de datos eLAN
- Elaborar los procedimientos de prueba entre el sistema Network Manager y el eLAN
- Elaborar los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo del servidor eLAN
- Elaborar un documento manual Técnico

1.2 JUSTIFICACIÓN

Dado que en el país existen dos Centros de Control de Energía que supervisan en tiempo real el Sistema Nacional Interconectado Eléctrico, que son: el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) y el Centro de Operaciones de Transelectric (COT), es necesario disponer de una solución que permita solventar el requerimiento principal de envío de información desde las distintas subestaciones eléctricas y generadores de energía hasta ambos Centros de Control en forma rápida y confiable.

Para lograr que la información llegue a los dos Centros de Control de Energía, se incorporó al recientemente actualizado sistema Energy Management System (EMS) de CENACE, el equipamiento concentrador de datos “eLAN”, que permite el envío de la información mediante su software y el equipamiento de comunicaciones conformado principalmente por routers utilizando la red de fibra óptica de Transelectric hasta los mencionados centros de control ubicados en Quito.

Cabe indicar que este proceso de adquisición de la información para el antiguo sistema de CENACE, conocido como SPIDER, se lo hacía en su totalidad por medio del sistema de comunicaciones Power Line Carrier (PLC), existiendo un solo centro de control.

Otro factor importante que posee el servidor eLAN es el de manejar varios protocolos estándares de comunicaciones, utilizando aguas abajo en la comunicación serial con las RTU los protocolos IEC-870-5-101, DNP3.0 serial y RP-570 propietario de ABB, mientras que aguas arriba para comunicarse con los sistemas Network Manager de ambos Centros de Control se usa el protocolo DNP 3.0 sobre TCP/IP.

Los servidores eLAN son esenciales en la comunicación entre los Centros de Control y las estaciones remotas (RTU), siendo necesario establecer los procedimientos que permitan administrar este equipamiento en forma correcta y eficiente, dado que los procesos dependientes de esta información, que se realizan para la Coordinación de la Operación del Sistema Nacional Interconectado y la Administración del Mercado Eléctrico Mayorista son muy delicados.

1.3 RESUMEN

Este documento en su capítulo II, recopila información sobre el nuevo Sistema de Administración de Energía (EMS) conocido comercialmente con el nombre de Network Manager fabricado por la compañía Andrew Burberry Borrow (ABB) de Estados Unidos, realizando una descripción de los componentes de este Sistema en particular y del sistema de Adquisición de Datos conformado por las Unidades Terminales Remotas (RTU), los concentradores de Datos eLAN, los equipos y medios de comunicación necesarios para enviar la información hasta los centros de control ubicados en la ciudad de Quito.

En el capítulo III se analiza la topología de la red de adquisición de datos del sistema Network Manager (NM), constituida por 4 pares de servidores eLAN en el Sistema Nacional Interconectado, en donde cada par de servidores posee una red de comunicaciones con un grupo de RTU y/o gateways, los cuales envían la información hasta los servidores eLAN por medio de la red PLC y mediante routers la información concentrada se distribuye hacia los centros de control de Energía ubicados en la ciudad de Quito por medio de la red de fibra óptica de Transelectric. Considerando que la topología prevista asegura la alta disponibilidad de la información ante fallas de los enlaces de comunicaciones de

fibra óptica existe alguna falla en los enlaces de comunicaciones de fibra óptica garantizando que la información no deje de llegar a los centros de control.

En el capítulo IV se detalla la instalación y configuración de los servidores eLAN, considerando su sistema operativo Linux, aplicaciones de monitoreo y su configurador, el cual permiten establecer los parámetros necesarios para el correcto envío de la información desde los servidores eLAN hasta el sistema Network Manager.

El capítulo V contiene los procedimientos de pruebas y mantenimiento para los servidores eLAN, en donde se comprueba la recepción de información en el sistema Network Manager y el estado de los servidores eLAN, esto con el fin de permitir el desarrollo de un manual con los procedimientos básicos para el mantenimiento y supervisión de los concentradores de datos eLAN, por parte del personal de CENACE.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE ENERGÍA (NETWORK MANAGER)

2.1.1 INTRODUCCIÓN

La Corporación CENACE es una institución privada sin fines de lucro, la cual se encarga de administrar con seguridad, calidad y economía, el funcionamiento técnico del Sistema Nacional Interconectado (SNI) e interconexiones internacionales; y la administración comercial del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), incluyendo las transacciones internacionales de electricidad.

Para cumplir con sus funciones, la Corporación realiza los siguientes procesos:

1. Planificar la operación de energía eléctrica del SNI.
2. Realizar el despacho económico.
3. Coordinación y supervisión de la operación en Tiempo Real del SNI.
4. Análisis las operaciones y preparar información para la liquidación comercial.
5. Administrar y liquidar las transacciones comerciales del MEM.

6. Administración de la cartera financiera del MEM.
7. Realizar gestión estratégica y de control
8. Administración del sistema informático de gestión y sistemas tecnológicos que soportan cada proceso

Todos estos procesos están distribuidos en varios departamentos, entre los cuales está la Dirección de Sistemas de Información (DSI), la misma que se encarga de la provisión y administración de los diferentes sistemas tecnológicos requeridos por todos los procesos desarrollados en la Corporación, siendo uno de los mas importantes el sistema EMS de manejo de energía de tiempo real.

Esta dirección se subdivide en tres áreas que son:

- Área de Informática
- Área de Sistemas de Tiempo Real
- Área de Medición Comercial

El área de Sistema de Tiempo Real tiene por misión administrar, mantener y expandir la infraestructura de los sistemas de control, telecomunicaciones y servicios tecnológicos del CENACE, para atender en forma eficiente y oportuna los requerimientos de información que demande el sector eléctrico.

El CENACE en su proceso de mejoramiento continuo y con el afán de disponer de las mejores herramientas tecnológicas que le permitan cumplir con su misión, emprendió diversos proyectos para la actualización e implementación de sistemas tecnológicos de punta entre los que se encuentra el sistema para la administración de la energía eléctrica (Energy Managment System EMS) cuyo nombre comercial es "NETWORK MANAGER", el que fue desarrollado e implementado por la empresa Asea Brown Boveri Inc. (ABB) de Estados Unidos de América. Este sistema permite la supervisión y control (actuación sobre el

equipamiento) en base a los datos obtenidos de las Centrales de generación, las subestaciones de transmisión y subtransmisión de TRANSELECTRIC y los Agentes del Mercado y las interconexiones internacionales (con Colombia y próximamente con Perú) en tiempo real.

El sistema de adquisición de datos del CENACE consta de las siguientes partes fundamentales:

- Unidades Terminales Remotas (UTR) ubicadas en todas las subestaciones y centrales de generación que conforman el SNI y que son las encargadas de realizar la adquisición de información de estas instalaciones y/o ejecución de control desde/hacia el centro de control.

- Concentradores de datos eLAN ubicados en subestaciones estratégicas del anillo troncal de transmisión eléctrica como son Santa Rosa, Quevedo, Pascuales y próximamente en la subestación Molino. Los concentradores de datos son los encargados de recolectar la información de las diferentes UTRs y enviarla hacia los centros de control de CENACE y TRANSELECTRIC formando un anillo a nivel nacional que esta conformado por cuatro pares de estos servidores, estos equipos denominados Front End Remotos (eLAN) son suministro de la empresa canadiense BOW NETWORKS en cooperación con ABB.

- El sistema de comunicaciones para la adquisición de datos es híbrido y consta de:
 - Sistema de Comunicaciones Power Line Carrier (PLC) utilizado generalmente para la comunicación entre las UTRs que se

encuentran en todas las subestaciones o centrales supervisadas por CENACE y los servidores eLAN.

- La red WAN de fibra óptica que permite la comunicación desde los servidores eLAN hacia los centros de control de CENACE y TRANSELECTRIC ubicados en la ciudad de Quito.

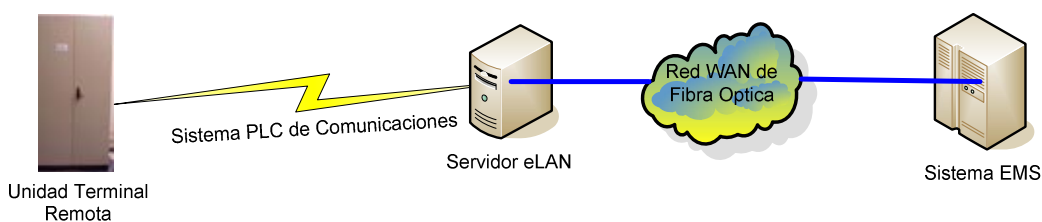


Figura. 2.1 Esquema del Sistema de Comunicaciones

2.1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA NETWORK MANAGER

2.1.2.1 Arquitectura del Sistema Network Manager

El sistema Network Manager es el sistema de información utilizado por ABB Inc. para la administración de centros de control de energía. Este sistema fue adaptado para cubrir los requerimientos del CENACE a fin de cumplir eficazmente con las responsabilidades de administrador del Sistema Nacional Interconectado y de las interconexiones internacionales. La arquitectura del sistema Network Manager comprende de los sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA Supervisory Control And Data Acquisition), Sistema de Control de Energía (ECS Energy Control System), Sistema de Entrenamiento de Operadores (DTS Dispatcher Training System) y el Sistema de Desarrollo (PDS Program Development System), los cuales pueden ser visualizados por el usuario

mediante el interfaz humano-máquina constituido por las diferentes consolas del sistema. Para la comunicación entre los sistemas enunciados anteriormente se utiliza el protocolo estándar TCP/IP.

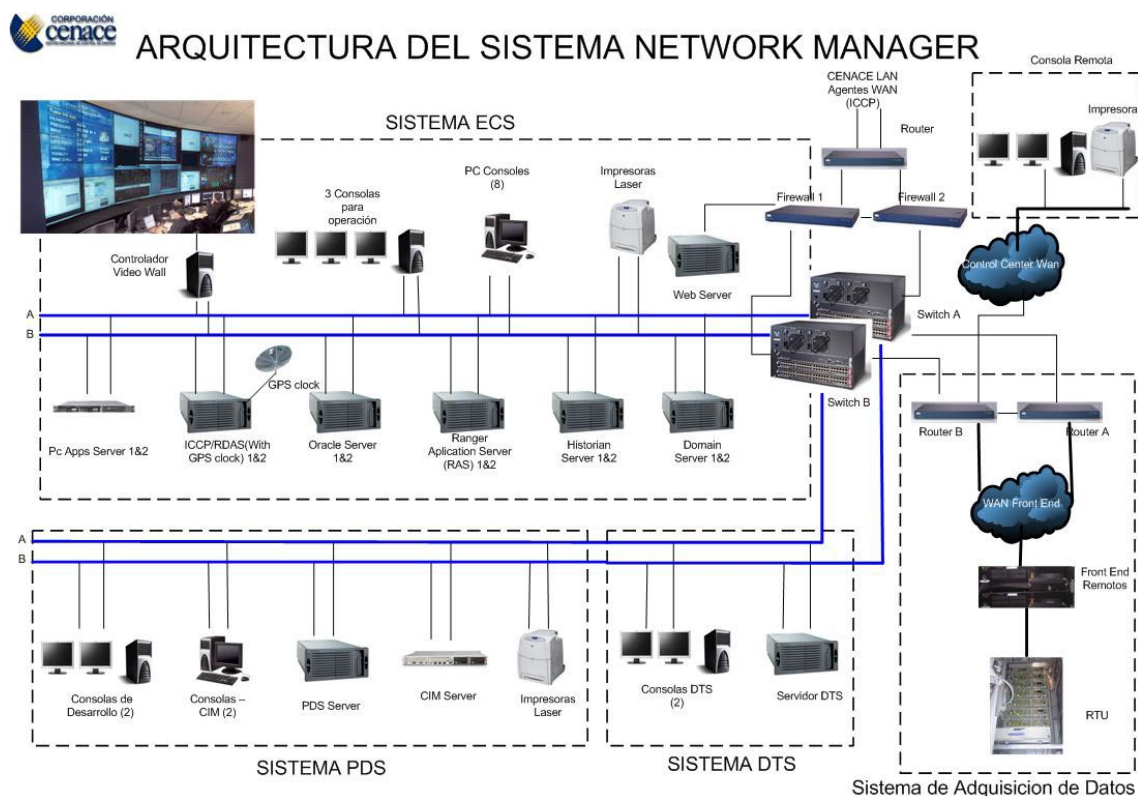


Figura. 2.2 Arquitectura del Sistema Network Manager

Sistema ECS. El sistema ECS constituye la parte central del Sistema Network Manager, consiste en un conjunto amplio de funciones de supervisión, control y soporte en tiempo real distribuidos en varios servidores los cuales dan el soporte de Adquisición de datos, Servicios de Aplicaciones, Consultas de datos en el Historiador, almacenamiento de datos en servidores Oracle y Aplicaciones Web los cuales son componentes necesarios para la supervisión y control del SNI.

Sistema DTS (Dispatcher Training Simulator). También denominado “Simulador de Vuelo”, puesto que su objetivo es representar en un ambiente

controlado la dinámica del sistema eléctrico de potencia del SNI de tal forma que el usuario pueda entrenarse en este sistema para realizar eficientemente la operación del SNI. Para lograr lo anterior, combina una duplicación del software SCADA/EMS de tiempo real con un modelo matemático exacto de la red eléctrica produciendo una simulación de alta fidelidad del control de la red para el SCADA/EMS de tiempo real. Las pantallas en el monitor y los procedimientos operativos del sistema de potencia simulados son idénticos a los que el usuario entrenado utilizará en un ambiente real.

Sistema de Desarrollo (Program Development System PDS). El sistema PDS permite realizar el mantenimiento, modelación, actualización y pruebas de aplicaciones del sistema EMS antes de ser puestas en funcionamiento. Este sistema está constituido por un servidor que soporta las funciones de los sistemas principales permitiendo la simulación de cualquier aplicación.

2.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL SISTEMA NETWORK MANAGER

2.1.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL SISTEMA NETWORK MANAGER

La adquisición de datos del sistema Network Manager consiste en la recolección de la información desde las generadoras y subestaciones de transmisión y subtransmisión eléctrica hacia los front end remotos (eLAN), los mismos que posteriormente envían esta información a ambos Centros de Control bifurcándola mediante software al crear dos unidades terminales remotas virtuales (Virtual Terminal Unit VRTU) orientada cada una hacia los Centros de Control (CENACE y TRANSELECTRIC).

Este proceso se realiza con los sistemas de comunicaciones de PLC (permite la comunicación a través de modems entre las RTU de las subestaciones o generadoras con los front end remotos) y el sistema de fibra óptica (permite la comunicación entre los front end remotos y los centros de control) utilizando routers para lograr esta comunicación como se puede apreciar en la figura 2.3.

Los servidores eLAN están conectados entre si a través de una de sus tarjetas Ethernet del tal manera de que opere el concepto de redundancia en caso de fallas en alguno de estos dos servidores, igual ocurre con los routers los cuales establecen la redundancia en caso de que ocurra alguna falla en el canal de comunicaciones o en estos equipos de fibra óptica.

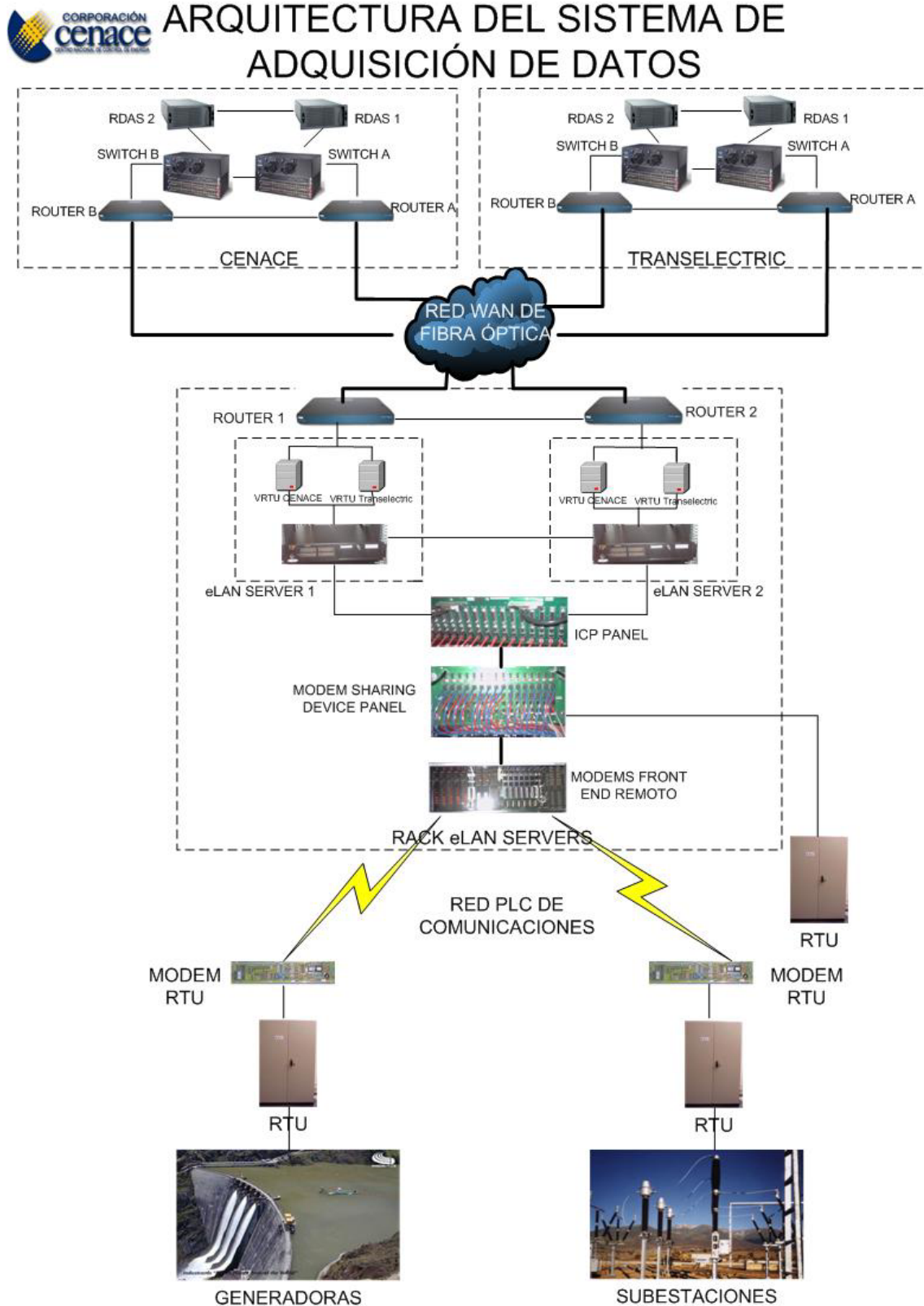


Figura. 2.3 Arquitectura del Sistema de Adquisición de Datos

2.2.2 UNIDAD TERMINAL REMOTA (Remote Terminal Unit RTU)

2.2.2.1 Arquitectura RTU

Las Unidades Terminales Remotas son equipos que permiten el envío y recepción de información desde las generadoras y subestaciones hasta los eLANs siendo un elemento esencial del sistema SCADA.

La mayoría de RTU utilizadas en el SNI son fabricadas por ABB teniendo en la actualidad dos modelos (tabla 2.1), esto es la RTU 400 la cual maneja el protocolo de comunicaciones RP-570 propietario de ABB, sin embargo existen otros equipos fabricados por otras compañías que no manejan el protocolo RP-570 sino los protocolos estándares que soporta el servidor eLAN.

Modelo	Cantidad en el SNI	Porcentaje
RTU - 400	28	77,78
RTU - 560	1	2,78
Convertidores	7	19,44

Tabla. 2.1 Cantidad de Modelos (RTU) utilizados en el Sistema Nacional Interconectado

La RTU – 400 esta compuesta por varios sistemas (Figura 2.4) distribuidos en tarjetas las cuales realizan una función específica, teniendo una microcomputadora MP 200 con un procesador Motorota MC68000 de 32 bits para su arquitectura interior y 16 bits para el bus paralelo de comunicaciones (Parallel Bus Communication PBC) y un reloj de 10 MHz.

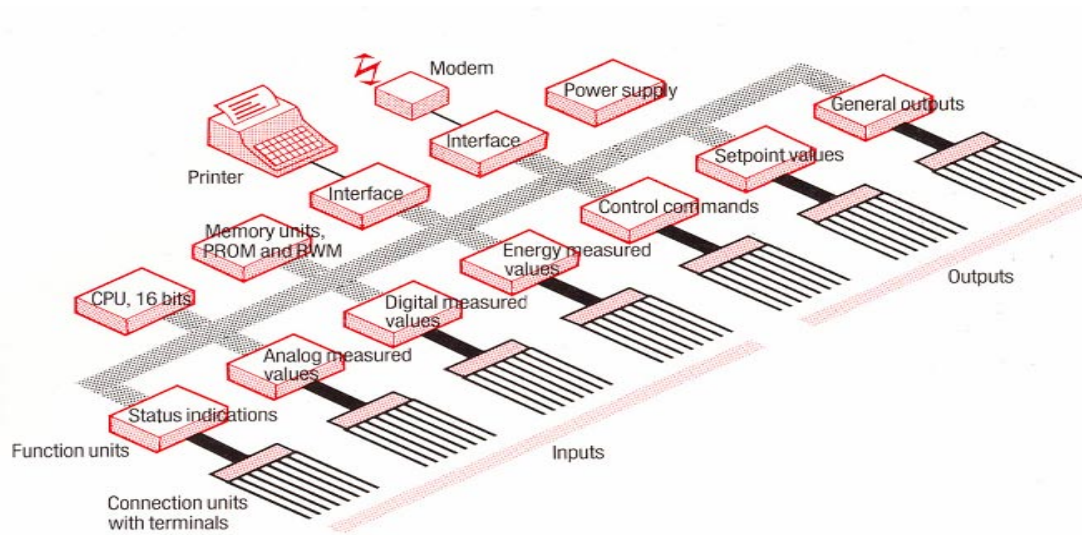


Figura. 2.4 Diagrama de Bloques RTU

La adquisición de datos se lo realiza mediante tarjetas que procesan mediciones analógicas, mediciones digitales, mediciones de energía, indicaciones de estado y alarmas, mientras que para el control posee salidas para valores de consigna (set point), ejecución de comandos y otros de propósito general.

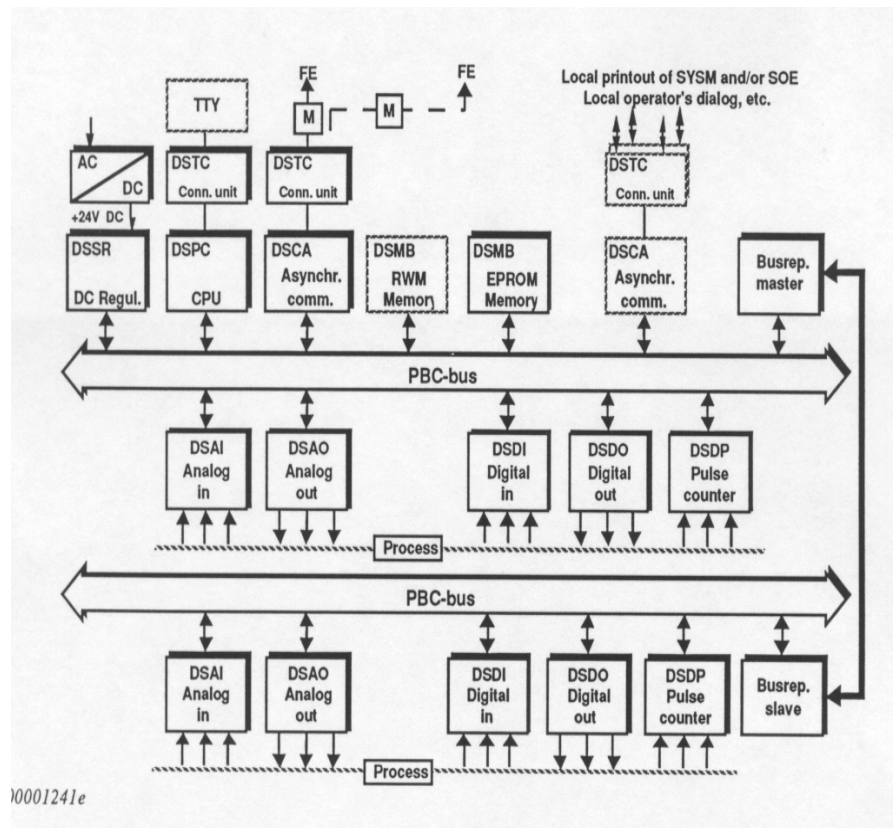


Figura. 2.5 Arquitectura RTU – 400

En el momento que arranca la RTU400, es necesario cargar la tabla de funciones con la información concerniente a los parámetros de hardware y configuraciones previamente establecidas en el centro de control, siendo esta tabla enviada utilizando las líneas de comunicación.

La RTU560 utiliza una arquitectura diferente a la RTU400 (Figura 2.6) puesto que usa un procesador por cada función que se encuentre desempeñando (Communication and Data Processing Unit CMU), ganando velocidad e independencia al momento de realizar sus procesos tomando en cuenta que posee el mismo principio de la RTU400 para la administración de los datos en el sistema SCADA.

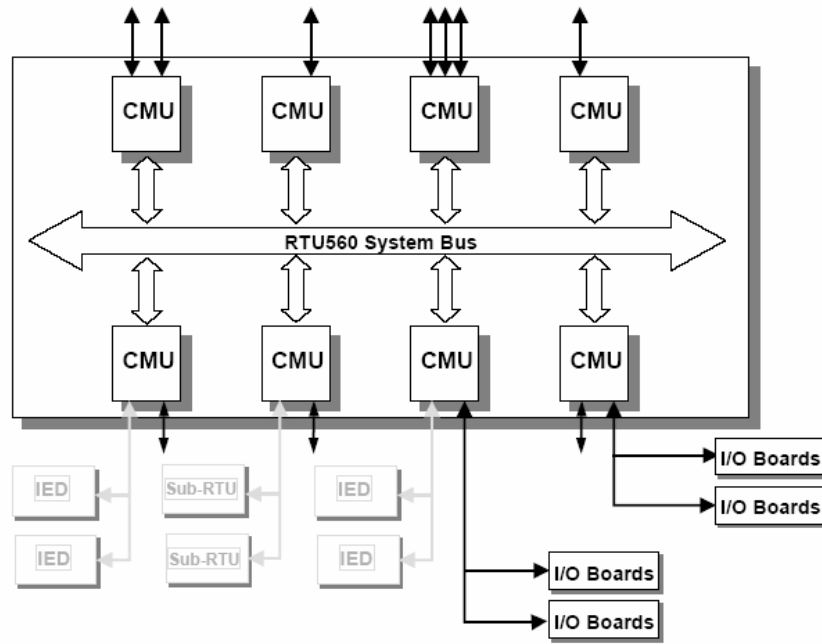


Figura. 2.6 Arquitectura RTU – 560

Cada CMU de la RT560 posee su propia unidad central de proceso (Main Processing Unit MPU) de 32 bits con un propio bus de comunicaciones, memorias e interfaces para comunicación serial (Figura 2.7).

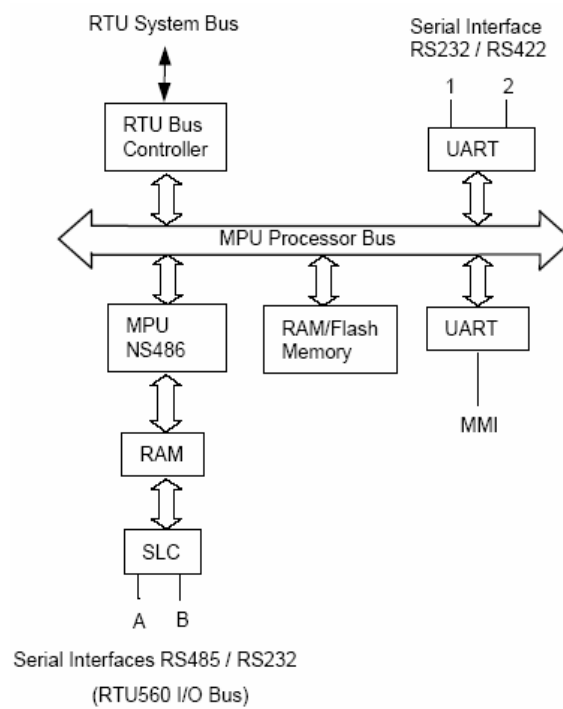


Figura. 2.7 Arquitectura CMU

El desempeño de la RTU560 radica en su programación ya que cada tarjeta CMU posee una interfase humano máquina, la que permite cargar datos o mantener un diálogo con la tarjeta para realizar un diagnóstico del funcionamiento y desempeño de esta, por lo que no es necesario realizar la descarga de una tablado funciones.

2.2.2.2 Sistema de Comunicaciones.

a) Modem de Comunicación

El MODEM de la RTU es el equipo encargado de transformar las señales digitales provenientes de las RTU en analógicas y de esta manera enviar la información por medio de las líneas de alta tensión utilizando modulación FSK (Frequency Shift Keying) a una velocidad de 1200 bps, usando 4 hilos 2 para transmisión y 2 para recepción logrando una transmisión full-duplex.

La trama de comunicaciones (Figura 2.8) esta compuesta por:

- Un bit de inicio
- 8 bits de datos
- Un bit de paridad
- Un bit de parada

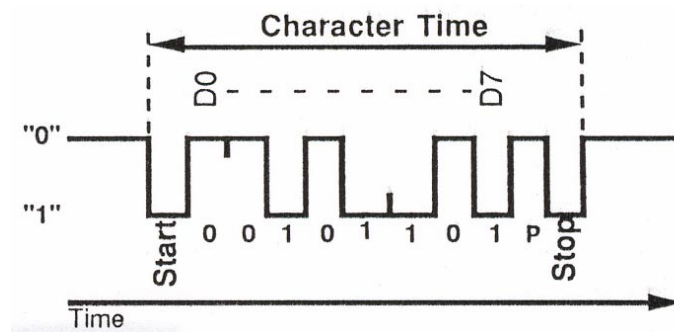


Figura. 2.8 Trama de Comunicaciones

Los datos binarios deben ser transformados en forma analógica para poder transmitidos por el canal de PLC, es entonces que el MODEM convierte la trama digital en analógica utilizando la modulación FSK (Figura 2.9), en donde varía la frecuencia en función de un cambio.

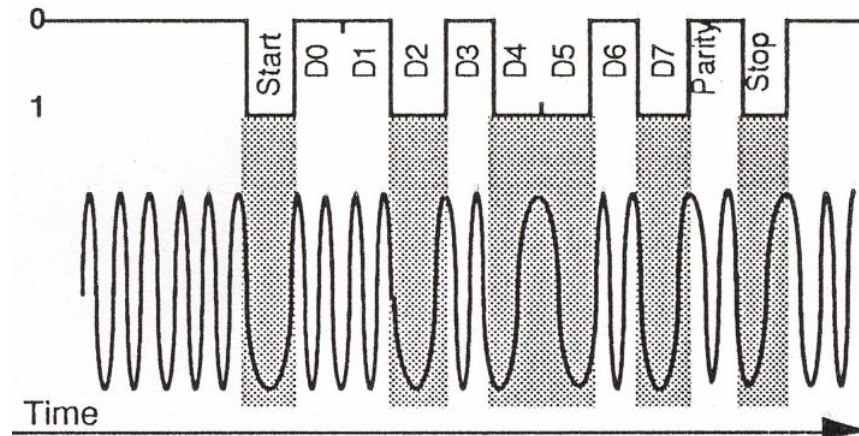


Figura. 2.9 Modulación FSK

Para establecer la comunicación entre el modem (Data Communication Equipment DCE) y la RTU (Data Terminal Equipment DTE) se utiliza las siguientes señales de handshake.

- DTR Data Terminal Ready (La RTU le indica al modem que esta lista para comunicarse)
- DSR Data Set Redy (El modem le indica a la RTU que esta listo para comunicarse)
- RTS Ready to Send (La RTU le pregunta al modem si esta puede enviar la información)
- RFS Ready for Sending (El modem le indica a la RTU que ya le puede enviar la información)
- DCD Data Carrier Detect (Determina si el modem esta conectado a la red PLC)
- TD Transmisión Data (La RTU envía información al modem)
- RD Receive Data (La RTU recibe información del modem)

b) Tarjeta de Comunicaciones

La tarjeta de comunicaciones se encarga de administrar:

- El Procesamiento de la información
- Las Estructuras de redes
- Los Protocolo de Comunicaciones
- La Velocidades de Conexión

En el caso de las RTU400, maneja únicamente el protocolo de comunicaciones RP570, siendo posible ajustar su velocidad de funcionamiento entre 50 y 4800 bps manejando cinco tipos de estructura de redes siendo la más común la comunicación Radial que es la conexión directa entre dos RTU (Figura 2.10):

- Punto – Punto
- Radial
- Radial Estrella
- Multi – Caída
- Lazo

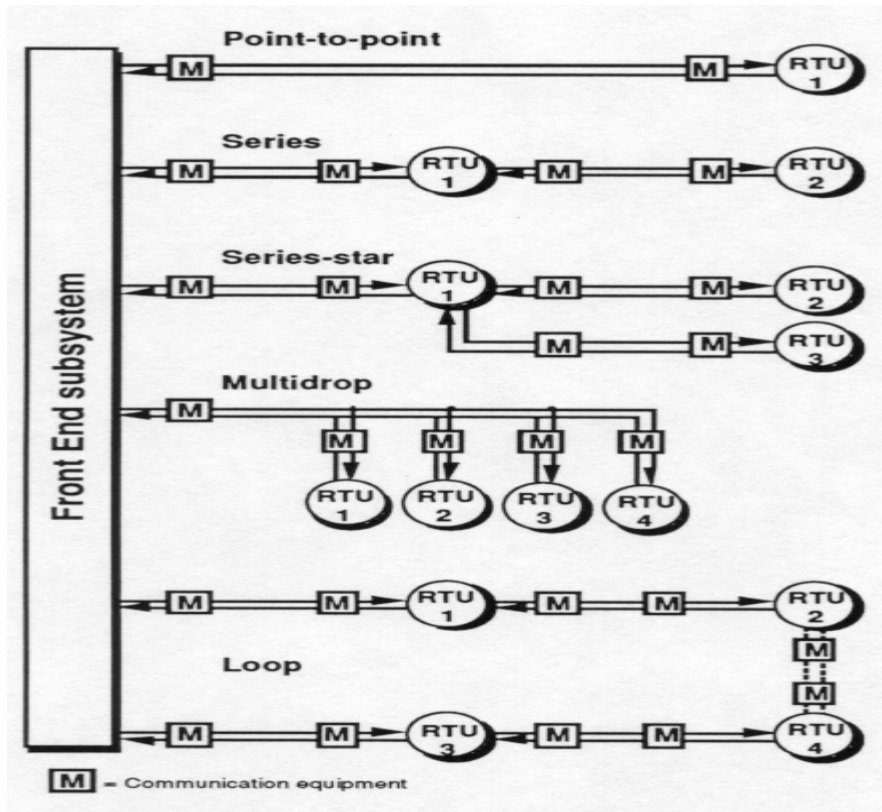


Figura. 2.10 Arquitectura de Comunicaciones RTU – 400

2.2.2.3 Tipos de Señales Manejadas por las RTU

Tanto la RTU400 como la RTU560 manejan varios tipos de señales esenciales dentro del sistema SCADA:

- Señales Analógicas
- Señales Digitales
- Comandos
- Mediciones de Energía

Las señales analógicas utilizadas en el SNI son:

- Mediciones de Frecuencia
- Mediciones de Potencia Activa
- Mediciones de Potencia Reactiva
- Mediciones de Voltaje
- Mediciones de Nivel de embalse
- Mediciones de caudal

Para esto la RTU posee un convertidor analógico-digital de 10 bits más un bit de signo, la medición de estas señales se las realiza a intervalos de tiempo en donde para detectar un cambio se compara la señal actual con la señal anterior, si la diferencia excede el valor de la banda muerta (Figura 2.12) el nuevo valor es reportado al centro de control.

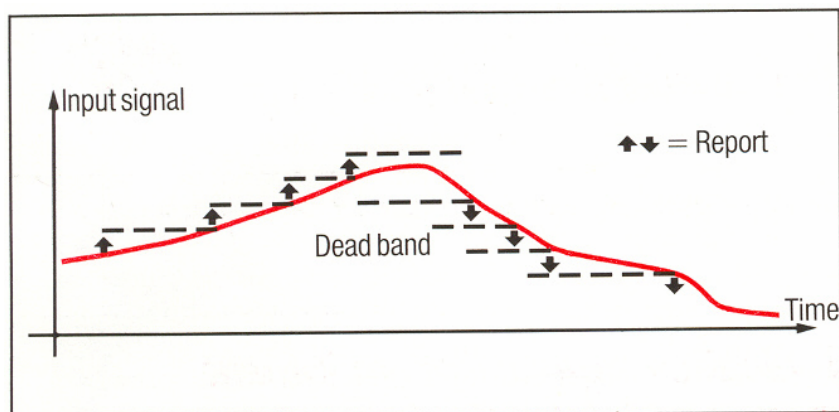


Figura. 2.11 Monitoreo de la Banda Muerta

Las señales digitales se usan en:

- Indicaciones de Interruptores
- Indicaciones de Seccionadores
- Indicaciones de Alarmas

Para las señales digitales se manejan 2 bits los cuales indican el tipo de estado en el cual se encuentra el indicador digital.

A	B	Status
1	0	Abierto
0	0	Indeterminado
1	1	Indeterminado
0	1	Cerrado

Tabla. 2.2 de estados de las señales digitales

Los Comandos son acciones enviadas desde los centros de control que permiten ejecutar operaciones sobre los equipos del SNI tales como:

- Apertura y cierre de interruptores
- Apertura y cierre de seccionadores
- Incremento o decremento de posiciones de taps en transformadores

La medición de energía se la realiza a través de tarjetas que integran las variaciones de energía cada 15 minutos transformándolas en digital para luego enviarlas a los centros de control.

2.1.3 DESCRIPCIÓN DE LOS SERVIDORES DE ADQUISICIÓN DE DATOS ELAN

2.1.3.1 Hardware del eLAN

Dentro del SNI se utilizan dos modelos de servidores eLAN ensamblados por la compañía Bow Networks, los cuales fueron fabricados para soportar el choque, la vibración, el polvo, y una amplia gama de temperaturas de funcionamiento en ambientes industriales ásperos, poseyendo una alta eficiencia en el consumo de energía con 300 W..

a) Modelo CP – 300 2U

Características:

- Unidad de Montaje en Rack de 19”
- Flash Drive de 512 Mb
- 2 tarjetas ethernet de 100 Mbps
- 2 puertos comunicación serial RS-232
- 3 puertos comunicación serial ICP (Cada puerto ICP maneja 8 Canales)
- Procesador Pentium IV
- 2 Puertos USB
- 6 slot PC-bus

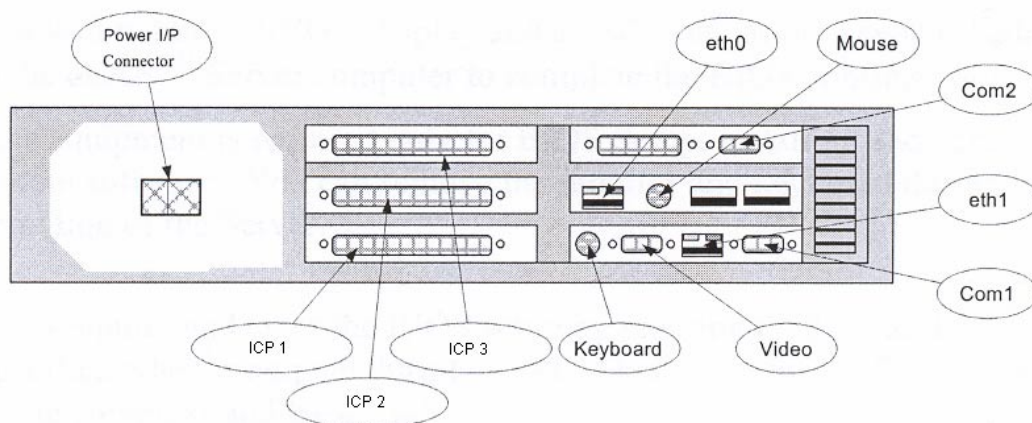


Figura. 2.12 eLAN CP - 300

b) Modelo CP – 700 4U

Características:

- Unidad de Montaje Rack de 19”
- Flash Drive de 512 Mb
- 2 tarjetas ethernet de 100 Mbps
- 2 puertos comunicación serial RS-232
- 3 puertos comunicación serial ICP (Cada puerto ICP maneja 8 Canales)
- Procesador Pentium IV
- 2 Puertos USB
- 14 Slot PC-bus
- 2 fuentes internas de poder conmutables.

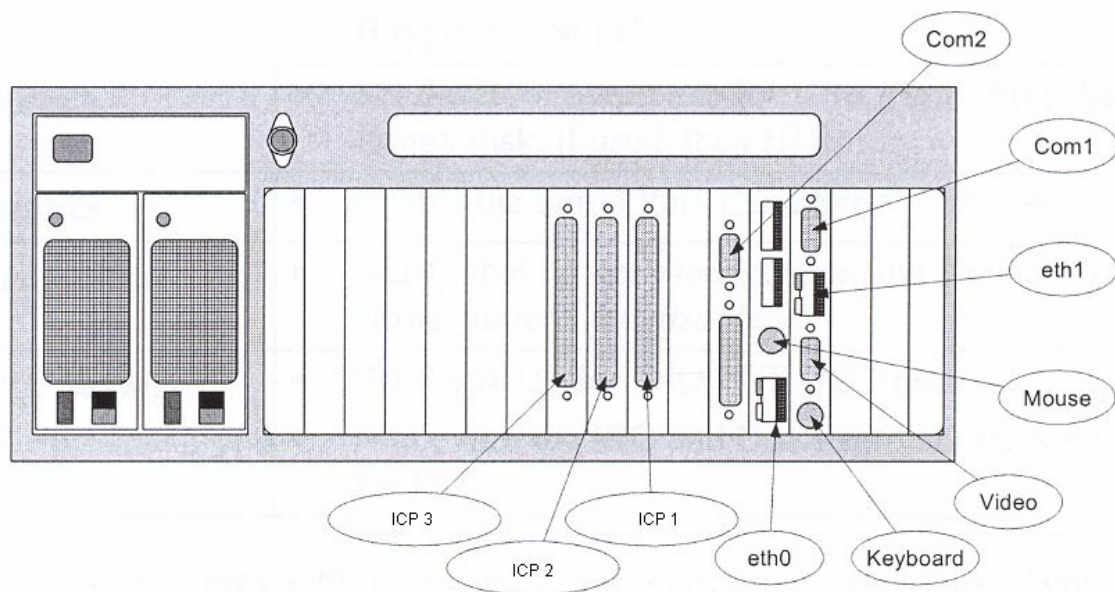


Figura. 2.13 eLAN CP - 700

c) Tarjeta Modem Sharing Device (MSD)

La tarjeta MSD (Figura 2.14) esta compuesta por 16 canales en donde cada uno posee las siguientes características:

- Una entrada para modo Existing (Listening)
- Una entrada para la señal que proviene del Modem
- Una salida hacia el panel ICP 1 (servidor eLAN1)
- Una salida hacia el panel ICP 2 (servidor eLAN2)
- LEDs indicadores del estado de las comunicaciones
- Un switch para seleccionar el modo de trabajo

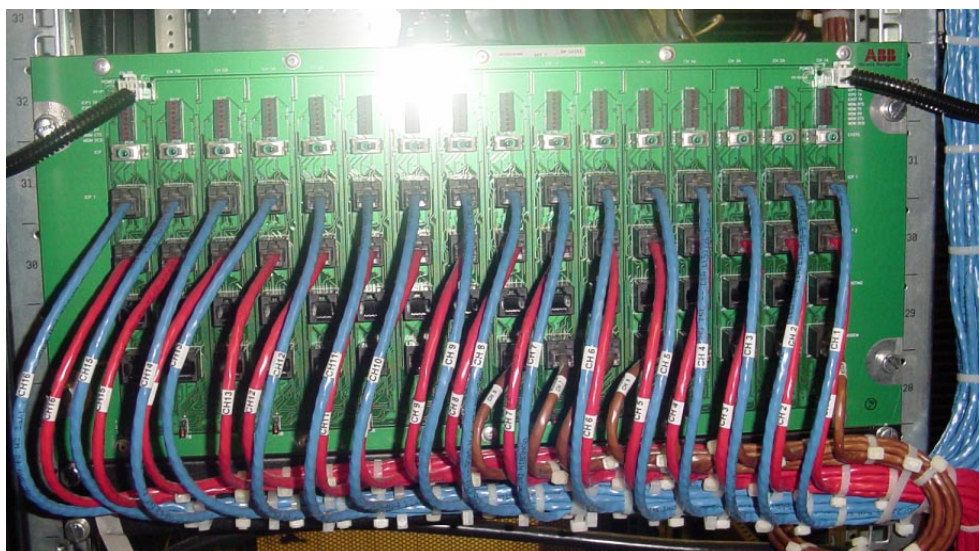


Figura. 2.14 Tarjeta MSD

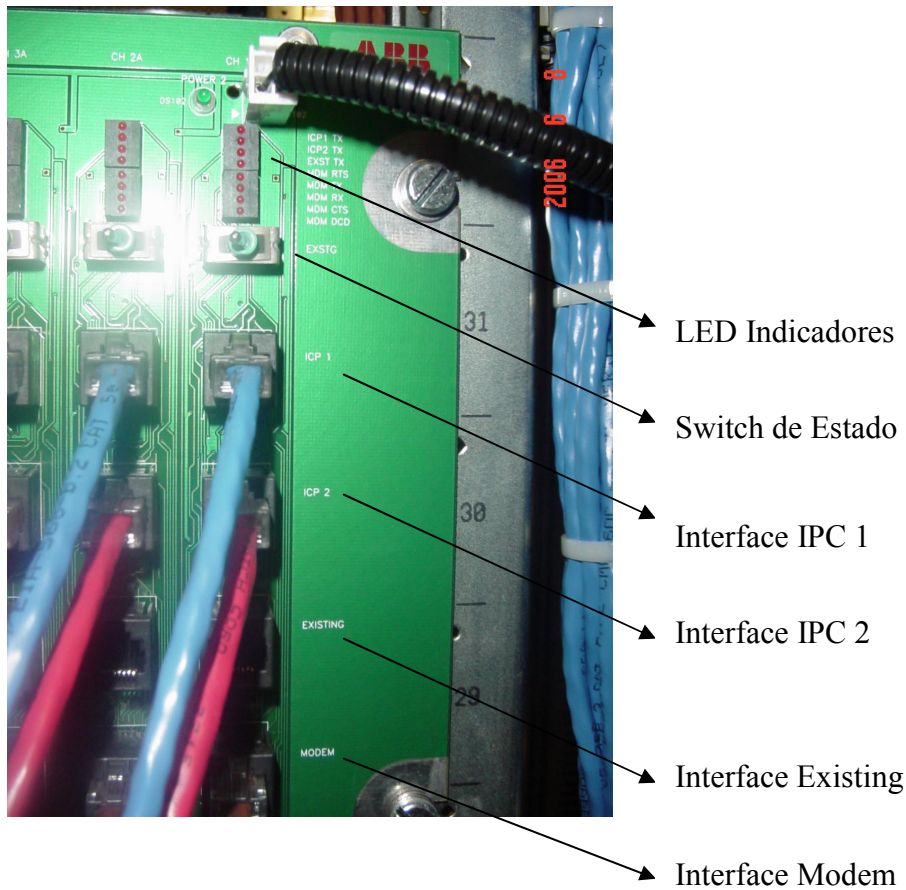


Figura. 2.15 Ampliación Tarjeta MSD

Si la señal de entrada está en la interfase Existing, el sistema estará en modo escucha, es decir solo recepta información, mientras que si esta conectada a la interfase modem, el sistema tendrá transmisión y recepción de tal manera que la información es procesada por los servidores.

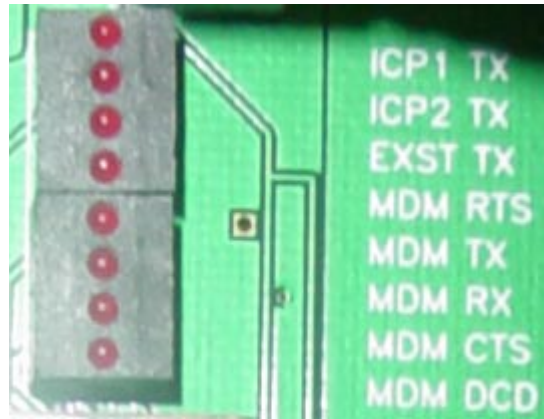


Figura. 2.16 Señales Indicadas por los Leds

Las señales de los leds (Figura 2.16) nos permiten visualizar el estado de las comunicaciones tanto transmisión como recepción al igual que las señales de handshake del modem.

La información recibida por el MSD luego es transmitida a los paneles ICP por medio de las interfaces IPC1 e IPC2.

d) Tarjeta Intelligent Communication Processor (ICP)

La tarjeta ICP (Figura 2.17) al igual que el MSD contiene 16 canales divididos en dos grupos de ocho, los primeros corresponde a la interfase ICP 1 (servidor eLAN1) y los ocho restantes corresponden a la interfase ICP 2 (servidor eLAN2).

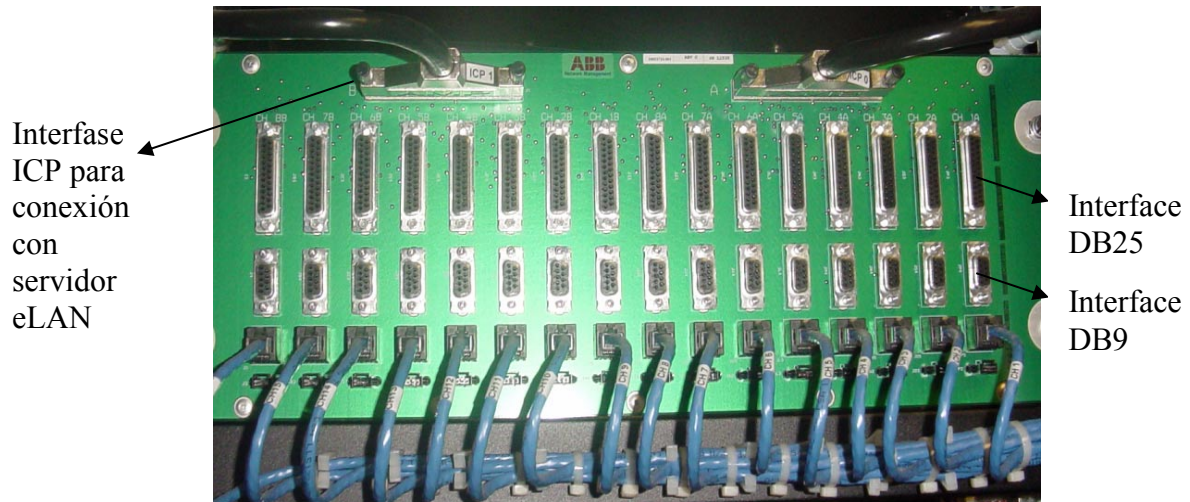


Figura. 2.17 Tarjeta ICP

La información enviada desde el modem del front end, es receptada por un canal en el MSD para bifurcarla y enviarla a las dos tarjetas ICP encargadas de enviar la información a los dos servidores eLAN. La tarjeta ICP 1 envía la información de los 16 canales por medio de dos interfaces ICP al servidor número uno, y la tarjeta ICP 2 envía la misma información por medio de dos interfaces ICP al servidor dos.

Estas tarjetas también permiten utilizar dos interfaces, db25 y db9 a parte de las ICP, teniendo en cuenta que cada interfase es exclusiva de un canal y no como la ICP de 8 canales.

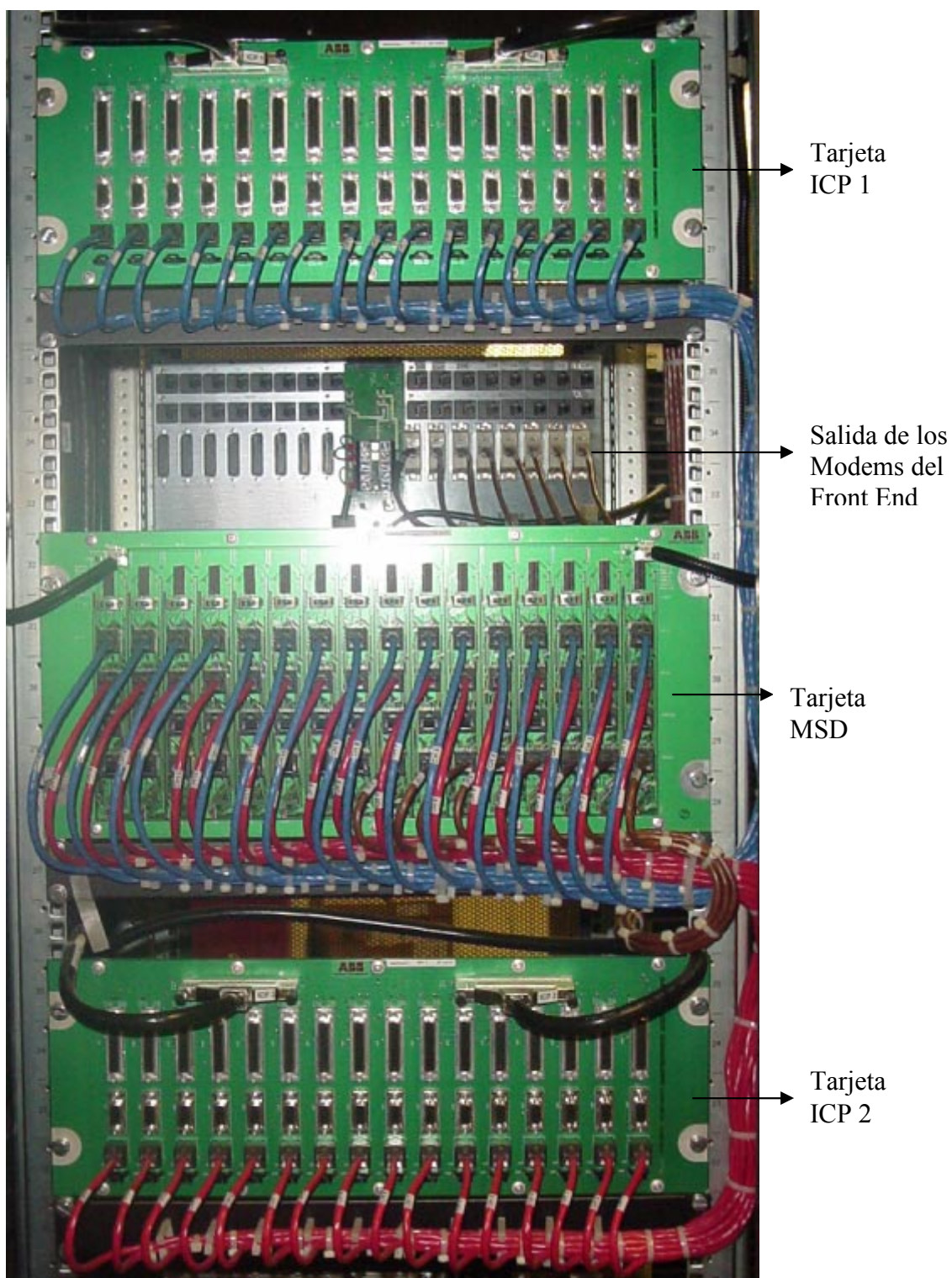


Figura. 2.18 Conexión Tarjetas MSD e ICP

2.1.3.2 Software del eLAN

a) Sistema Operativo

El sistema operativo utilizado por los servidores eLAN es LINUX Mandrake versión 9.0, con las siguientes características:

- Linux es un sistema operativo gratuito y de libre distribución basado en el sistema Unix
- Linux es un sistema operativo multitarea y multiusuario. Esto quiere decir que es capaz de ejecutar varios programas (o tareas) de forma simultánea y albergar a varios usuarios de forma simultánea.
- Linux organiza a los usuarios en grupos de forma que se puedan establecer privilegios a un determinado grupo de trabajo, para el acceso a determinados archivos o servicios del sistema.
- Linux es un sistema multiplataforma: corre en muchas CPUs distintas, no sólo Intel

b) Ambiente de Integración de Telemetría Telemetry Integration Enviroment (TIE)

Este software permite el manejo de las comunicaciones en una forma flexible ya que posee una librería con más de 50 protocolos SCADA, aunque para el CENACE solamente se dispone de tres licencias para la administración de los protocolos: DNP 3.0, IEC870-5 y RP570.

Su base de datos opera en tiempo real.

El TIE (Figura 2.19) posee tres elementos principales:

1. **Remote Protocol Interfaces** el cual administra la comunicación con los equipos ubicados en las subestaciones
2. **Host Protocol Interfase** administra la comunicación que es enviada al centro de control.
3. **TIE Core** el cual proporciona almacenamiento de datos, diagnóstico, y otros servicios de ayuda.

El TIE del eLAN maneja varios protocolos de comunicaciones SCADA, dependiendo de las necesidades del usuario, administrando en el CENACE los protocolos:

- Protocolo RP – 570
- Protocolo IEC 870 – 5 – 101
- Protocolo DNP 3.0

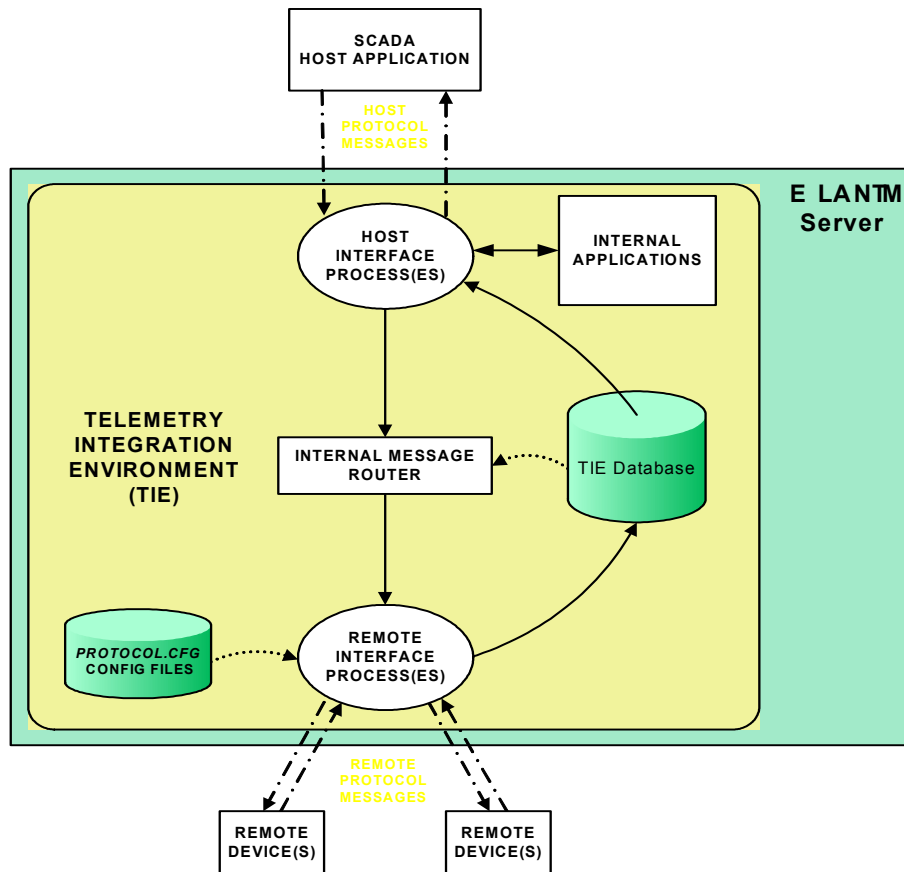


Figura. 2.19 Grafico de Funcionamiento del TIE

El TIE básicamente realiza en primera instancia una transformación de protocolos, en donde se normaliza los datos y utilizando una base de datos en tiempo real se envía la información dependiendo de su destino.

La misión del eLAN es la de bifurcar la información, el TIE se combina con un Router interno (Figura 2.20) el cual direcciona la información ya sea hacia los centros control o las RTU.

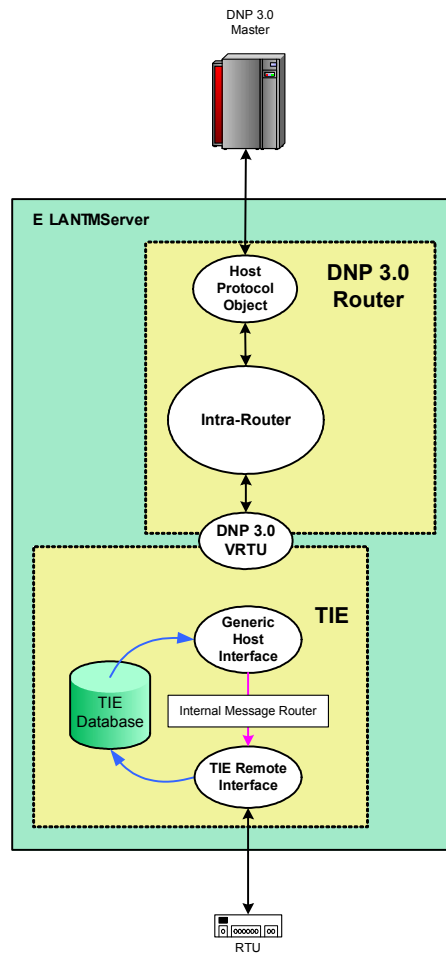


Figura. 2.20 Grafico de Funcionamiento Intra-Router

Por ser un equipo redundante, existe la aplicación Mode Arbitrador (Figura 2.21) el cual verifica el estado de los servidores eLAN, de tal manera que si detecta una falla en los servidores este conmuta del primario al secundario.

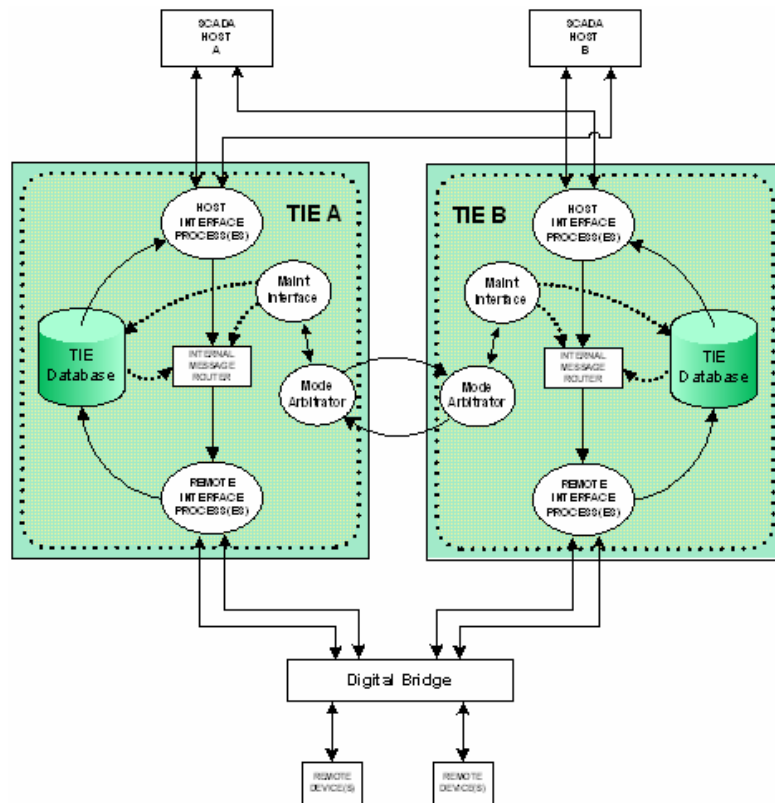


Figura. 2.21 Grafico de Funcionamiento Mode Arbitrator

c) Interfase Web Gráfica Webmin

El interfaz web de Webmin permite configurar de una manera gráfica las múltiples versiones de Linux ya sean Mandrake, Redhat o Debian.

Webmin se compone de una serie de módulos estándar a los que se los puede añadir módulos comerciales, ya que posee un API (Application Program Interface) de desarrollo de módulos.

La licencia inicial no es exactamente GPL (General Public License), pero Webmin en su versión "free" es de libre distribución, siempre y cuando no se modifique

(hay que enviar las modificaciones a su autor). También habrá una versión comercial que incluya los módulos comerciales.

El Webmin utilizado por los servidores eLAN es versión 1.070 el cual posee aplicaciones exclusivas para los servidores eLAN, permitiendo revisar el estado de los servidores (Primario o Secundario), el estado de las Remotas, puertos de comunicaciones y monitoreo de utilización en las flash disk de los servidores, etc.

e) eLAN Configurator

El eLAN configurator es un software creado por BOW Networks para la configuración de los servidores eLAN, permitiendo crear las bases de datos de las diferentes instalaciones (subestaciones y generadoras eléctricas) del SNI, las mismas que son creadas también en el sistema Network Manager. Permite crear las RTU virtuales para el envío de información a varios centros de control.

Requerimientos de hardware

- Procesador Pentium 1,0 Ghz o superior
- Necesita un mínimo de memoria RAM de 256 o superior
- Un espacio mínimo en disco duro de 300 Mb
- Una configuración de video de 800x600, 256 colores
- Una interfase LAN

El eLAN Configurator soporta los siguientes sistemas operativos:

- Microsoft Windows 2000
- Microsoft Windows XP
- Microsoft Windows NT 4.0

- Microsoft Windows Millennium Edition
- Microsoft Windows 98

Requiere también del MDAC (Microsoft Data Access Components), incluyendo este componente Microsoft ActiveX, Data Objects (ADO), OLE DB y ODBC (Open Database Connectivity).

e) Protocolo de Comunicaciones

Se le llama protocolo de comunicación al conjunto de reglas que controlan la secuencia de mensajes que ocurren durante una comunicación entre entidades que forman una red. En este contexto, las entidades de las cuales se habla son programas de computadora o automatismos de otro tipo, tales como dispositivos electrónicos capaces de interactuar en una red.

El Modelo de Referencia OSI (Open System Interconnection), brinda una descripción generalizada de las funciones necesarias para realizar comunicaciones confiables entre sistemas heterogéneos. El modelo, está organizado como una serie de siete capas, cada una de las cuales está dirigida a funciones específicas de comunicaciones. En general, las capas 1 a 4 (física, enlace de datos, red y transporte), definen funciones necesarias para la transmisión de datos entre sistemas, mientras que las capas 5 a 7 (sesión, presentación y aplicación), definen funciones orientadas al usuario. El modelo denominado "EPA (Enhanced Performance Architecture)", utiliza solamente tres de las siete capas.

Estandar IEC	Modelo EPA	Modelo OSI
Selected Application Functions of IEC 60870-5-5	User Process	
Selected Application Service Data Units of IEC 60870-5-3	Application	Application
Selected Application Information Elements of IEC 60870-5-4		Presentation
		Session
Selected Link Transmission Procedures of IEC 60870-5-2	Link	Network and Transport
Selected Transmission Frame Formats of IEC 60870-5-1		Data Link
Selected CCITT Recommendations	Physical	Physical

Tabla. 2.3 Estándares y Capas de los Modelos

El estándar asociado en la capa Física, especifica recomendaciones CCITT que definen las interfaces entre equipamiento terminal del circuito de datos (DCE) y el equipamiento terminal de datos (DTE) de la estación controlante (maestra) y estación controlada. Los enlaces entre estaciones pueden ser operados en modo de transmisión balanceado o no balanceado. La interfaz estándar entre DTE y DCE es la interfaz asincrónica V.24/V.28, para transmisión analógica y X.24/X.28, para transmisión digital hasta 64 Kbps.

Para la capa Enlace, los estándares asociados son las publicaciones IEC 60870-5-1 e IEC 60870-5-2. El primer estándar, permite un formato de trama

estandarizado, que debe proveer la integridad de datos requerida, conjuntamente con la máxima eficiencia disponible, en función del tipo de servicio a implementar.

La publicación IEC 60870-5-2, ofrece una selección de procedimientos de enlace de transmisión, utilizando un campo de control y el campo de dirección opcional.

Si los enlaces entre una estación maestra y diversas estaciones telecontroladas, comparten un canal físico común, entonces los enlaces deben ser operados en un modo no balanceado, para evitar la posibilidad de que más de una estación intente transmitir en el canal, al mismo tiempo. La secuencia en la cual a las diversas estaciones telecontroladas se les garantiza acceso a transmitir en el canal, es por tanto determinada por un procedimiento de la capa Aplicación, en la estación maestra. El estándar asociado, especifica si se debe utilizar un modo de transmisión balanceado o no balanceado, conjuntamente con el tipo de procedimiento de enlace (SEND/NO REPLY, SEND/CONFIRM y REQUEST/RESPOND).

En la capa Aplicación, la publicación IEC 60870-5-3, describe la estructura general de información de aplicación, sin especificar detalles acerca de los campos de información y sus contenidos. Especifica la estructura general de las ASDUs (Application Service Data Units), utilizadas por los procedimientos de aplicación.

En la publicación IEC 60870-5-4, se definen y se dan las especificaciones de codificación de elementos individuales de información que son frecuentemente utilizados en aplicaciones de telecontrol.

La publicación IEC 60870-5-5, define las Funciones de Aplicación Básicas que realizan los procedimientos estándar para sistemas de telecontrol. Las Funciones de Aplicación Básicas, son procedimientos de aplicación que residen por encima

de la capa 7 del Modelo de Referencia OSI y que utilizan los servicios estándar de la capa.

El sistema Network Manager tiene la capacidad de manejar varios protocolos de comunicación SCADA iguales a los manejados por los servidores eLAN, utilizándose en el Sistema Nacional Interconectado tres protocolos de comunicaciones: el protocolo RP-570 propietario ABB, el protocolo DNP3.0 sobre TCP/IP y el protocolo IEC 870-5-101.

2.1.3.4 Sistema de comunicaciones PLC (Power Line Carrier)

Power Line Carrier (PLC) es una tecnología que permite ofrecer servicios de telecomunicación a través de la red eléctrica, por lo tanto se trata de una transmisión que usa como medio de transmisión los cables de alta tensión utilizando frecuencias muy superiores a los 60Hz (frecuencia de transmisión eléctrica).

La mayoría de equipos instalados en el SNI, son fabricados por ABB y General Electric los cuales poseen un rango de frecuencia entre 30 a 500 KHz, con una potencia de transmisión entre 20 y 100 Watts la cual se escoge dependiendo de la distancia entre los puntos del enlace. Utiliza modulación FSK a una velocidad máxima de transmisión de 1200 bps.

Estos equipos poseen cuatro canales utilizando tres para comunicación de voz y uno para comunicación de datos.

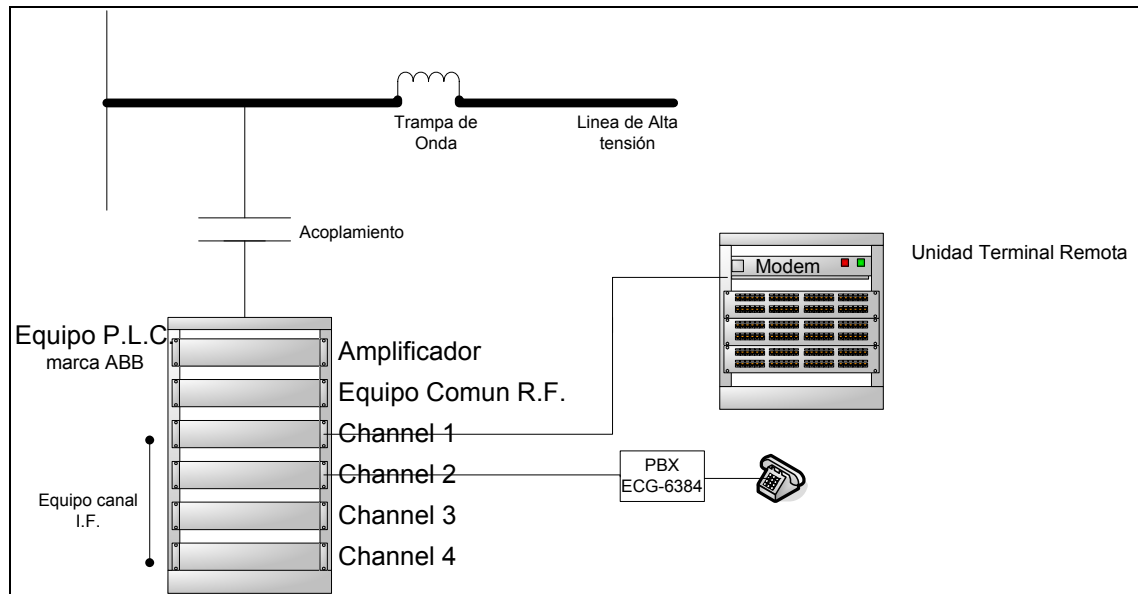


Figura. 2.22 Sistema Power Line Carrier

El capacitor de acoplamiento tiene la función de acoplar los sistemas de telecomunicaciones en alta frecuencia a las líneas aéreas de alta tensión, que de esta manera actúan como soporte de comunicaciones.

Los transformadores de tensión capacitivos pueden cumplir las funciones de transformador de tensión y de capacitor de acoplamiento para las altas frecuencias que sostienen la comunicación.

La bobina de bloqueo, también llamada Trampa de Onda, es un dispositivo destinado a ser instalado en serie a la línea de alta tensión. Su impedancia debe ser despreciable a la frecuencia de la red, de manera de no perturbar la transmisión de Energía, pero debe ser selectivamente elevada en cualquier banda de frecuencia utilizable para la transmisión por onda portadora.

2.1.3.5 Sistema de comunicaciones de Fibra Óptica

El cable utilizado es OPGW (Optical Power Ground Wire) (Figura 2.23) el cual es idóneo para las redes de alta tensión ya que también funciona como cable de tierra.

Se utilizó cable fabricado por la compañía Pirelli teniendo las siguientes especificaciones:

- 48 fibras fibra Monomodo
- Diámetro 21.1 m.m
- Peso 1020 Kg/Km
- Estructura de Armadura doble
- Velocidad Máxima de Transmisión de 2Gbps
- Dispersión de 0.17 ps/nm por Km

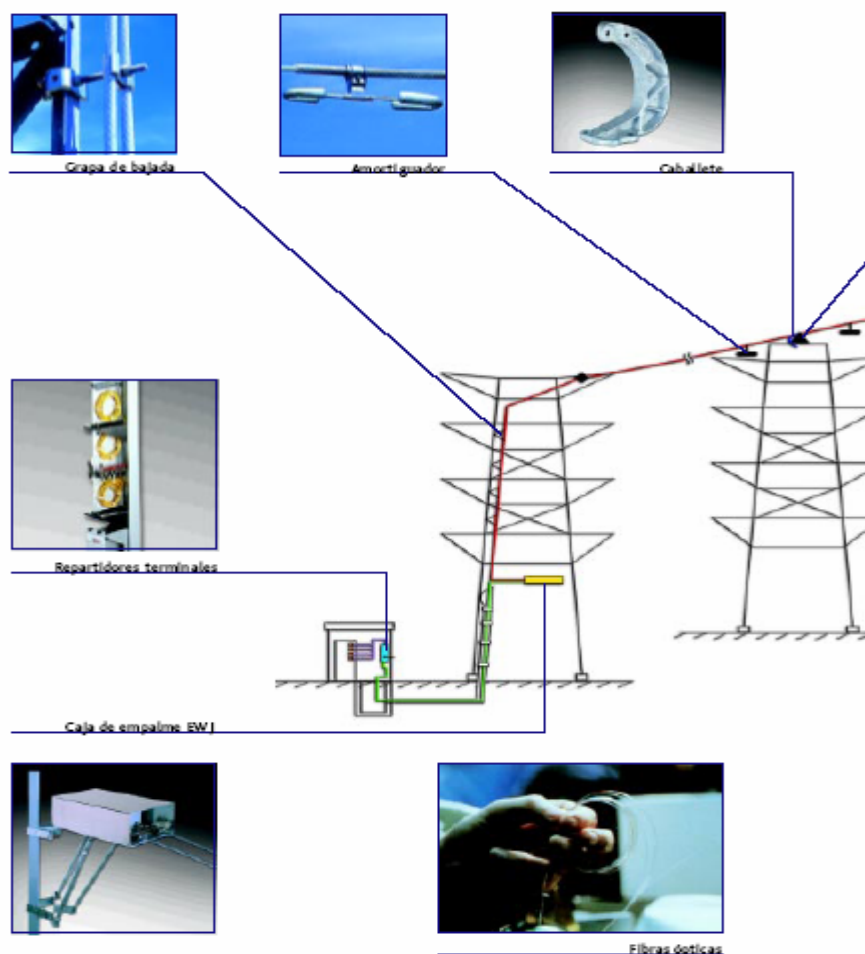


Figura. 2.23 Sistema OPGW

El sistema de TRANSELECTRIC (Figura 2.24) está compuesto por equipos multiplexores SDH Trans Xpress SMA16 marca SIEMENS permitiendo velocidades desde E1 (2.048 Mbps) hasta STM-16 (2.4 Gbps) con interfaces V34 V35 y X21.

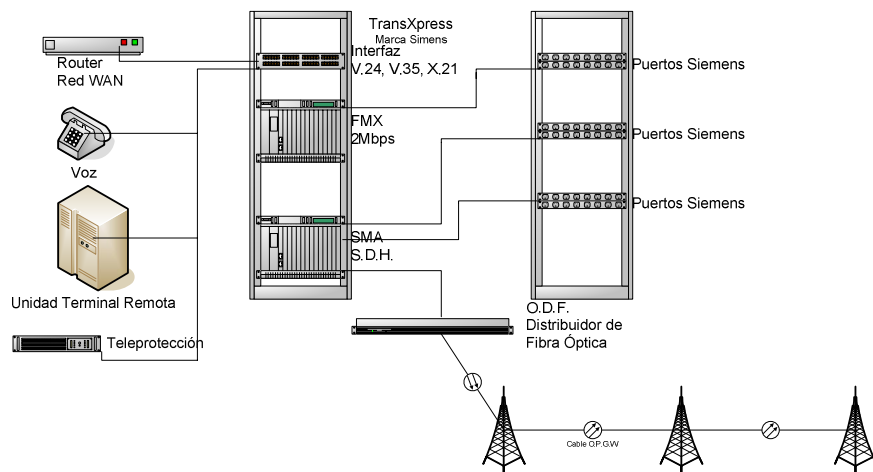


Figura. 2.24 Sistema de Fibra Óptica propiedad de TRANSLECTRIC S.A

CAPITULO III

ANÁLISIS DE LA TOPOLOGÍA DE RED DE LOS SERVIDORES DE ADQUISICIÓN DE DATOS (eLAN) EN EL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO (SNI)

3.1 TOPOLOGÍA DE LA RED DE ADQUISICIÓN DE DATOS EN EL SNI.

El sistema de adquisición de datos del CENACE utiliza dos sistemas de comunicaciones, el primero es el sistema PLC que se encarga principalmente de la comunicación desde las centrales de generación y subestaciones hasta los servidores eLAN y el sistema de fibra óptica que permite la comunicación desde los servidores eLAN hasta el sistema central Network Manager.

3.1.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS SERVIDORES ELAN EN EL SNI

3.1.1.1 Ubicación de los servidores eLAN

Se decidió ubicar cuatro servidores en lugares geográficamente estratégicos que permitan concentrar de mejor manera la información enviada por los canales de comunicaciones PLC y el sistema de F.O. del Sistema Nacional Interconectado:

1. eLAN Santa Rosa ubicado en la ciudad de Quito
2. eLAN Quevedo ubicado en la ciudad de Quevedo
3. eLAN Pascuales ubicado en la ciudad de Guayaquil
4. eLAN Molino ubicado en el la Central Paute

Los cuatro pares de servidores concentran la información del SNI sobre el anillo eléctrico a nivel nacional en donde la comunicación entre los servidores eLAN y los centros de control es por medio de la red de fibra óptica de Transelectric. Actualmente el anillo de fibra óptica no esta culminado en su totalidad llegando solamente hasta la ciudad de Guayaquil, por lo que el servidor eLAN de Paute se encuentra operando en el CENACE, utilizando canales PLC para la adquisición de datos hasta su posterior traslado a Paute.

Cada par de servidores eLAN utiliza un par de Routers, los mismos que manejan la conexión hacia la red de F.O, permitiendo enrutar la información de los servidores eLAN a los dos Centros de Control.

3.1.1.2 Redes WAN de Comunicaciones

La red WAN de Comunicaciones permite que la información proveniente de los distintos servidores eLAN llegue a los centros de control utilizando los enlaces de Fibra Óptica como se muestra en la figura 3.3.

Cada servidor eLAN posee una dirección IP que le permite ser identificado dentro de la red WAN, en donde cada par de servidores se conecta entre ellos al igual que los router para tener redundancia en caso de existir alguna falla en cualquiera de estos equipos.

Dado que los servidores eLAN poseen dos tarjetas de red, la tarjeta eth1 es utilizada para la conexión entre los servidores eLAN y la eth0 se utiliza para conectarse con los routers hacia la red WAN.

El anillo final de F.O. esta conformado por siete enlaces de comunicaciones que forman la red WAN de comunicaciones:

1. Enlace Santa Rosa – COT enlaza la subestación Santa Rosa ubicada en el sector de Cutulagua en la ciudad de Quito con el Centro de Operaciones de Transelectric ubicado en Carapungo en la misma ciudad.
2. Enlace Santa Rosa – CENACE enlaza la subestación Santa Rosa ubicada en el sector de Cutulagua en la ciudad de Quito con el Centro Nacional de Control de Energía ubicado en el mismo sector.

3. Enlace Santa Rosa – Quevedo enlaza la subestación Santa Rosa ubicada en el sector de Cutulagua en la ciudad de Quito con la subestación Quevedo ubicada en la ciudad de Quevedo.
4. Enlace Quevedo – Pascuales enlaza la subestación Quevedo ubicada en la ciudad de Quevedo con la subestación Pascuales ubicada en la ciudad de Guayaquil.
5. Enlace Pascuales – Paute enlaza la subestación Pascuales ubicada en la ciudad de Guayaquil con la subestación Paute ubicada en el sector de Guarumales en el cantón Paute.
6. Enlace Paute – COT enlaza la subestación Paute ubicada en el sector de Guarumales en el cantón paute con el Centro de Operaciones Transelectric ubicado en Carapungo en la ciudad de Quito.
7. Enlace Paute – CENACE enlaza la subestación Paute ubicada en el sector de Guarumales en el cantón paute con el Centro Nacional de Control de Energía ubicado en el sector de Cutulagua en la ciudad de Quito

El protocolo utilizado para la comunicación entre los servidores eLAN y el sistema Network Manager es DNP3.0 sobre TCP/IP manejado en ambos Centros de Control.



Redes WAN de Comunicaciones

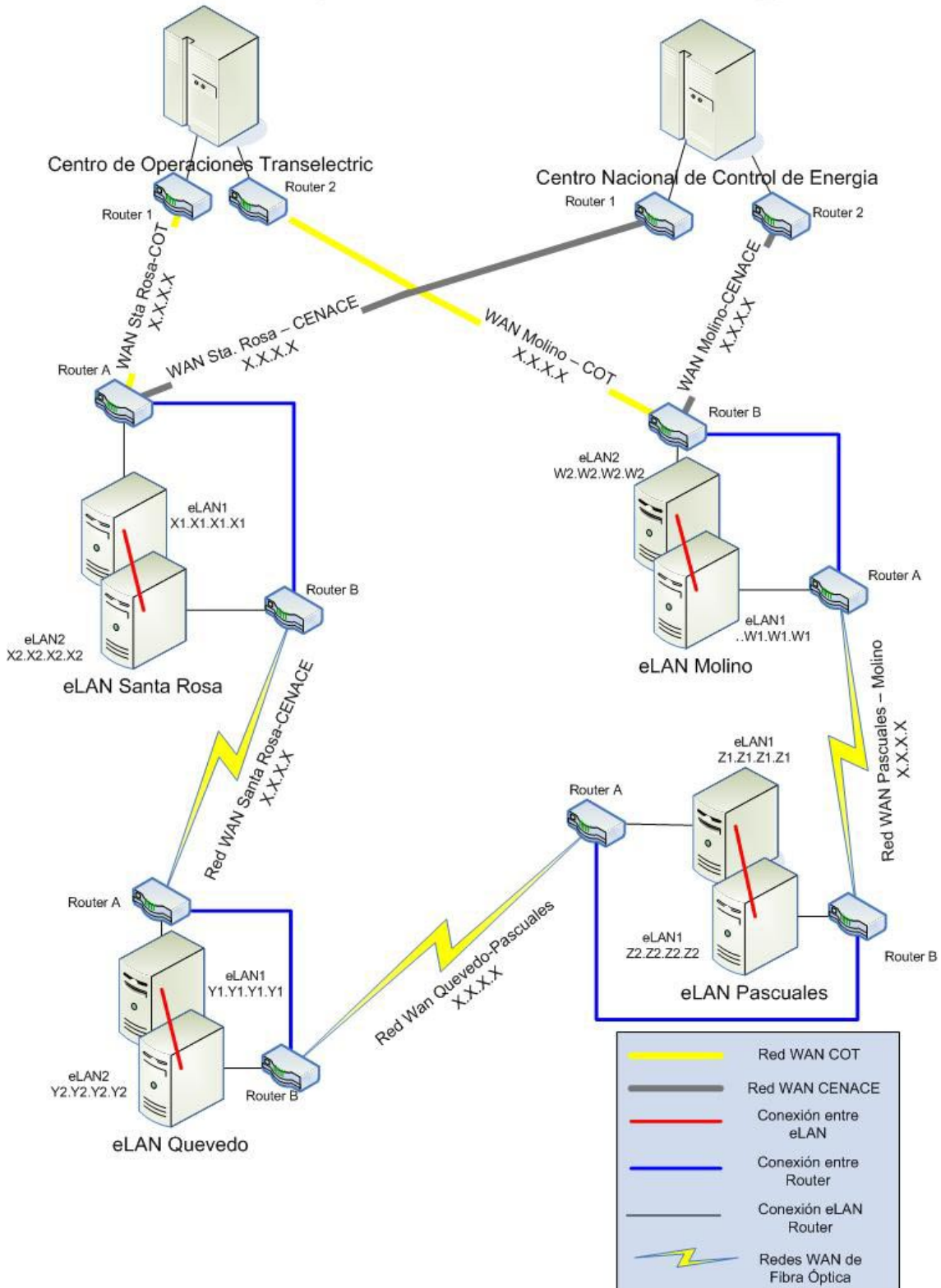


Figura. 3.3 Diagrama de de la Red WAN

El anillo de fibra se forma mediante estos enlaces que unen los cuatro pares de servidores eLAN con el CENACE y COT (figura 3.3), tomando en cuenta que el anillo se cierra independientemente para el CENACE como COT.

Los routers actualizan constantemente sus tablas de enrutamiento de tal manera que para llegar de un punto otro se elige el recorrido de menor cantidad de saltos. En el caso de que exista falla en alguno de lo de los enlaces, los routers encaminan la información por el camino que tenga disponible para llegar al punto de destino.

a) Sistema de Redundancia

La base del sistema de redundancia para el envío de información desde los servidores eLAN hasta los centros de control son los Routers ya que tienen la capacidad de re-enrutar la información por el mejor camino que tengan.

Para esto se utiliza el protocolo de enrutamiento EIGRP (Enhanced Interior Gateway Protocol), siendo un protocolo propietario de Cisco System, ofreciendo lo mejor en algoritmos en vector de distancias y del estado del enlace, manteniendo la información de la ruta y topología a disposición en la RAM, para que pueda reaccionar rápidamente ante cualquier cambio.

En la Figura 3.3 se puede observar la topología del anillo de fibra en donde cada servidor puede enviar la información a través de sus routers por dos caminos diferentes para llegar a los centros de control. Los routers están conectados entre si de tal manera que exista redundancia y la actualización de sus tablas, escogiendo la mejor ruta para el envío de la información.

1. Falla en el enlace Santa Rosa – COT

Desde Santa Rosa se distribuye la información para los dos centros de control como se puede observar en la figura 3.4, existiendo un enlace que va hacia el Centro de operaciones Transelectric y otro enlace que llega al Centro Nacional de Control Energía.

En caso existir una falla en el enlace Santa Rosa – COT la información llegara al COT únicamente por enlace Paute – COT ya que toda la información se re-enrutara encontrando el único camino disponible para llegar a su destino que es por el enlace Paute – COT.

Falla del enlace Santa Rosa - COT

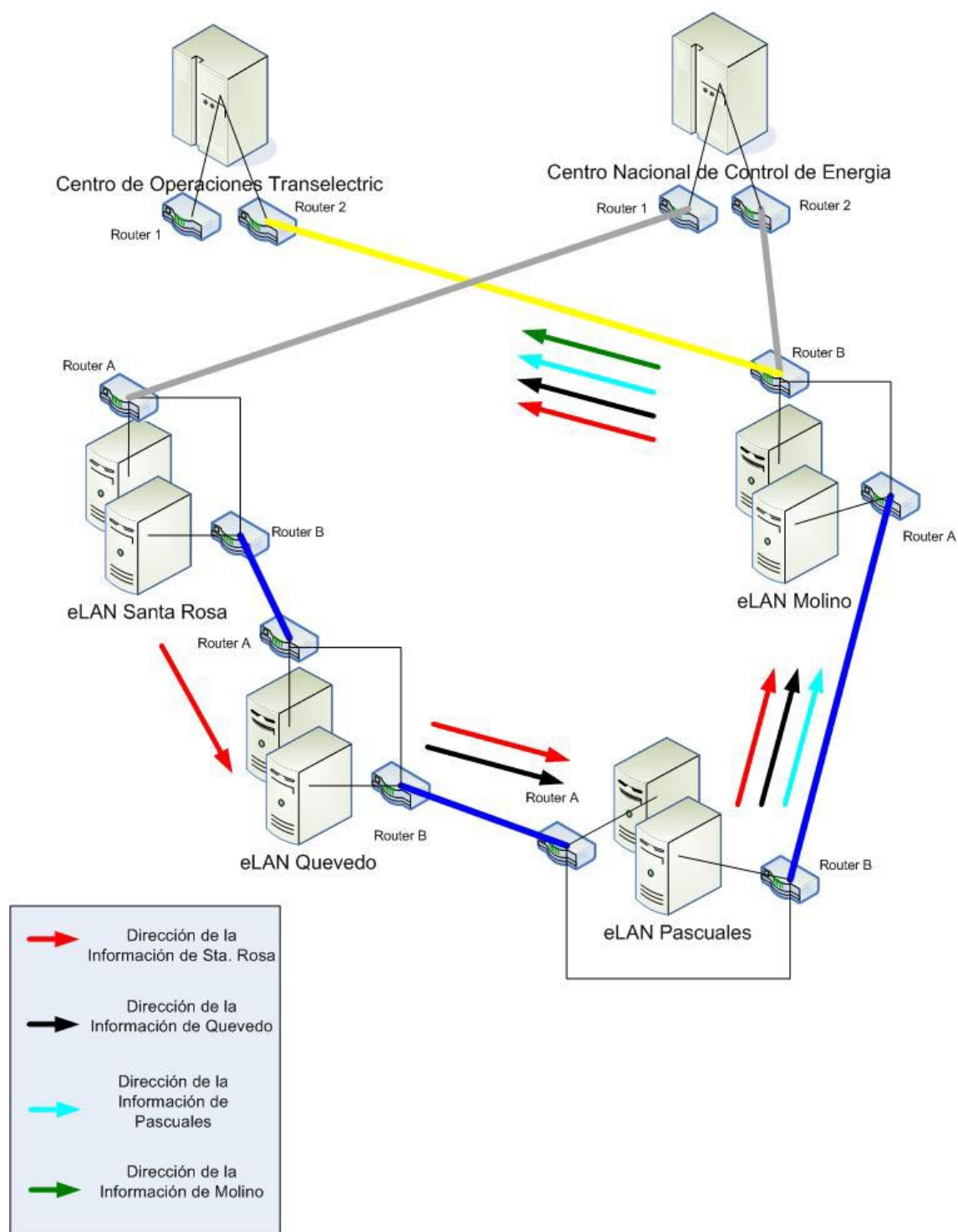


Figura. 3.4 Enrutamiento de la Información hacia el COT por pérdida del enlace Santa Rosa - COT

Como se muestra en la Figura 3.4 la información proveniente de Santa Rosa llega al COT por medio del anillo de comunicaciones el cual recoge toda la información de los servidores como muestran las flechas de la Figura 3.4.

2. Falla en el enlace Santa Rosa – CENACE

En caso existir una falla en el enlace Santa Rosa – CENACE la información llegara al CENACE únicamente por enlace Paute – CENACE ya que toda la información al igual que en el caso anterior se re-enrutara encontrando el único camino disponible para llegar a su destino que es por medio del enlace Paute – CENACE.

Falla del enlace Santa Rosa - CENACE

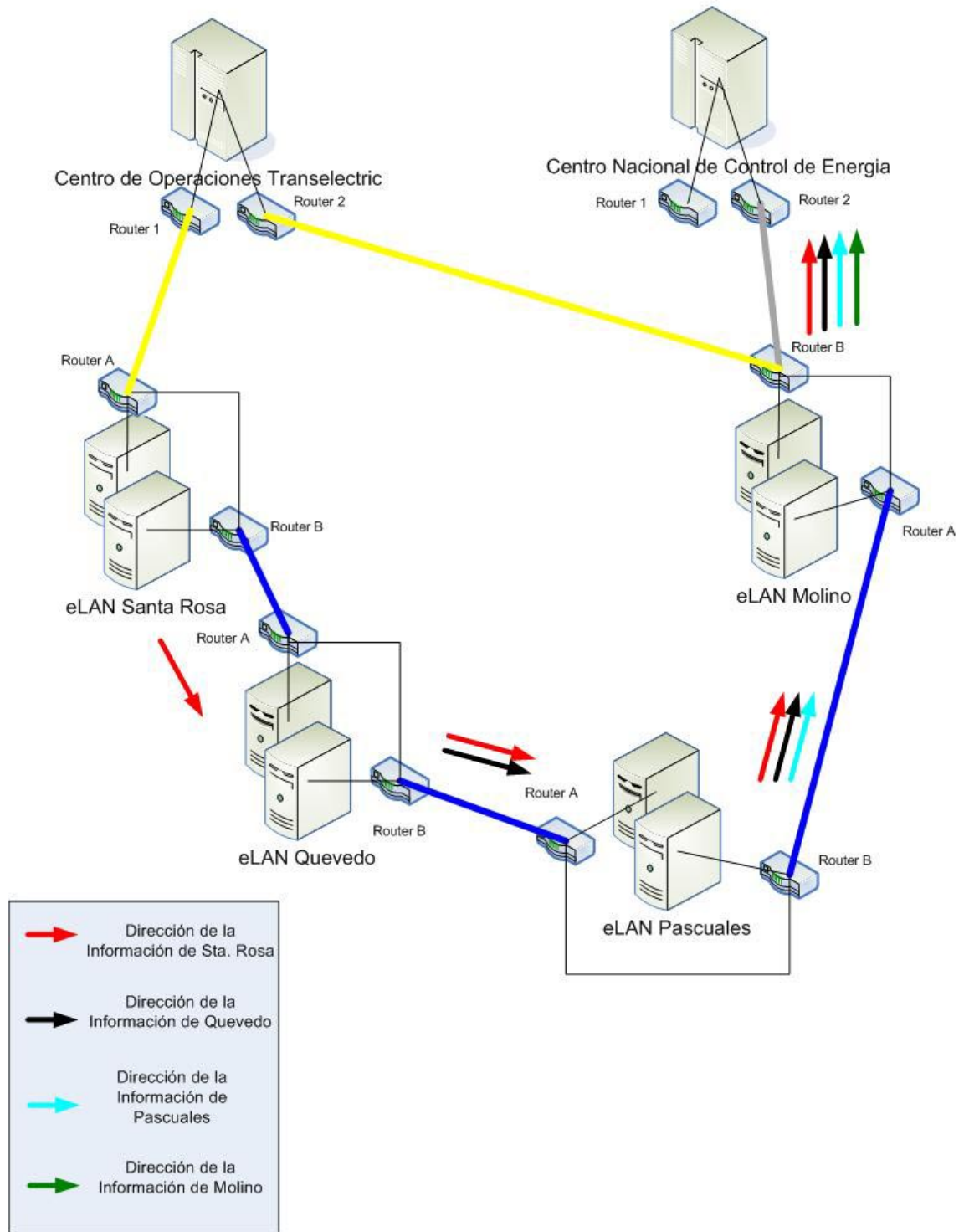


Figura. 3.5 Enrutamiento de la Información hacia el CENACE por pérdida del enlace Santa Rosa – CENACE

Como se muestra en la Figura 3.5 la información proveniente de Santa Rosa llega al CENACE por medio del anillo de comunicaciones el cual recoge toda la información de los servidores como muestran las flechas de la Figura 3.5.

3. Falla en el enlace Paute – COT

Al existir una falla en el enlace Paute – COT la información llegará al COT únicamente por enlace Santa Rosa – COT ya que toda la información se re-enrutara encontrando el único camino disponible para llegar a su destino que es a través el enlace Santa Rosa – COT.

Falla del enlace Molino - COT

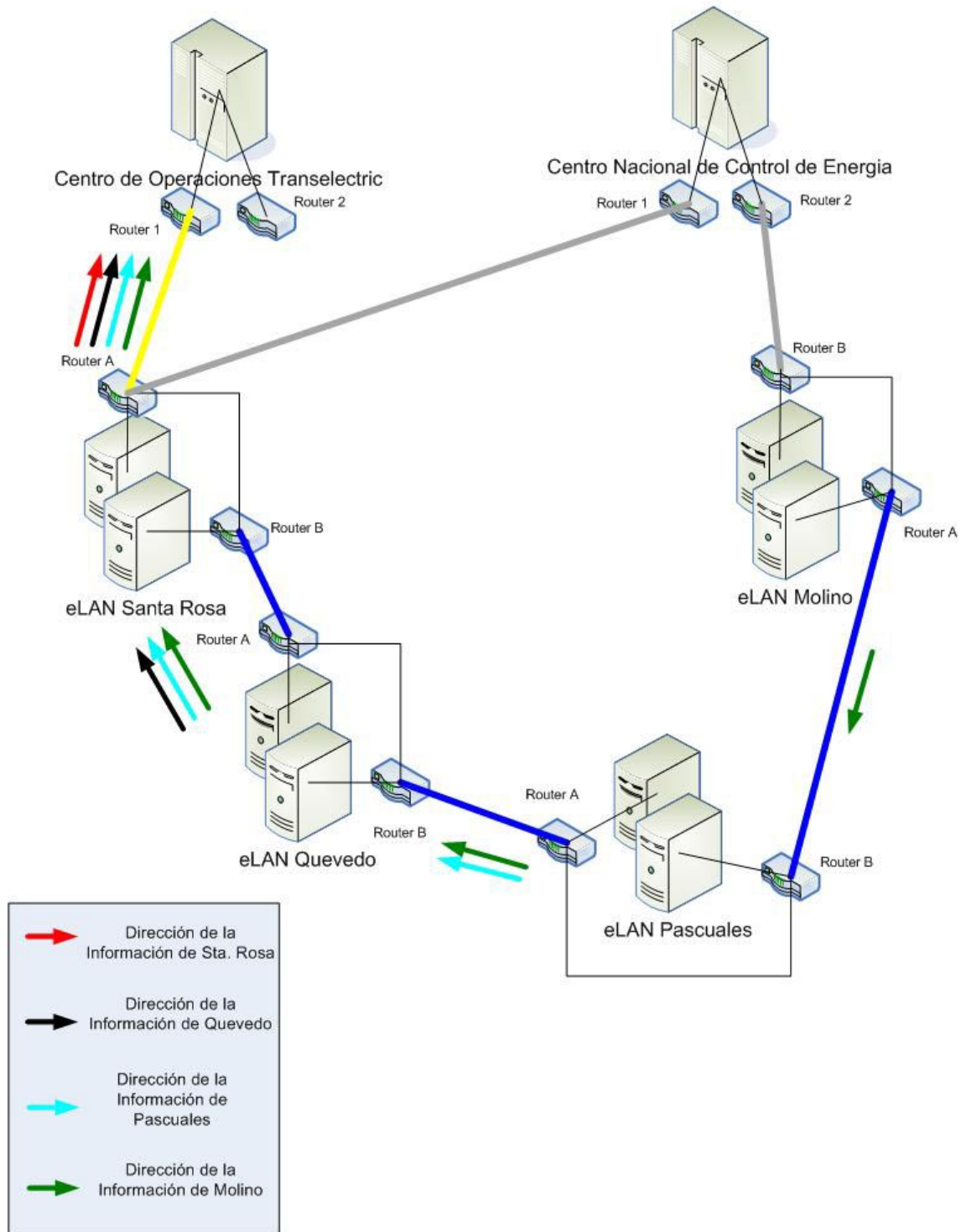


Figura. 3.6 Enrutamiento de la Información hacia el COT por pérdida del enlace Paute-COT

Como se muestra en la Figura 3.6 la información proveniente de Paute llega al COT por medio del anillo de comunicaciones el cual recoge toda la información de los servidores.

4. Falla en el enlace Paute – CENACE

Al existir una falla en el enlace Paute – CENACE la información llegara al CENACE únicamente por el enlace Santa Rosa – CENACE ya que toda la información se re-enrutara encontrando el único camino disponible para llegar a su destino a través del enlace Santa Rosa – CENACE como se muestra en la figura 3.7.

Falla del enlace Molino - CENACE

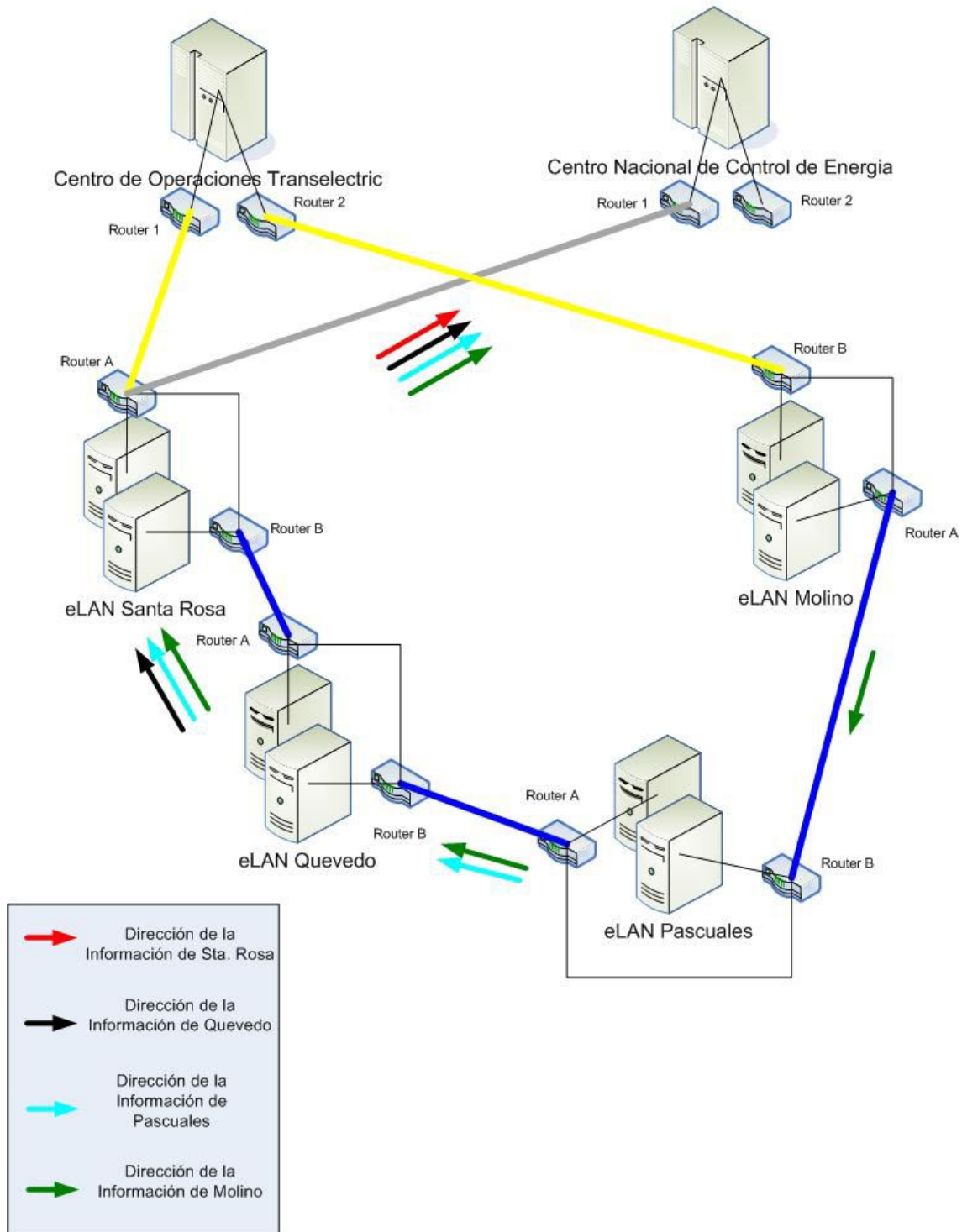


Figura. 3.7 Enrutamiento de la Información hacia el CENACE por pérdida del enlace Paute-CENACE

5. Falla en el enlace Santa Rosa – Quevedo

Al existir una falla en el enlace Santa Rosa – Quevedo la información llegara a los Centros de Control por los enlaces de fibra disponibles.

La información proveniente del eLAN de Santa Rosa llegara al Centro de Operaciones Transelectric por el enlace Santa Rosa – COT y al Centro Nacional de Control de Energía por el enlace Santa Rosa – CENACE.

La información proveniente de los eLAN ubicados en Quevedo, Pascuales y Paute llegara al Centro de Operaciones Transelectric por el enlace Paute – COT y al Centro Nacional de Control de Energía por el enlace Paute – CENACE como se puede observar en la figura 3.8

Falla del enlace Santa Rosa - Quevedo

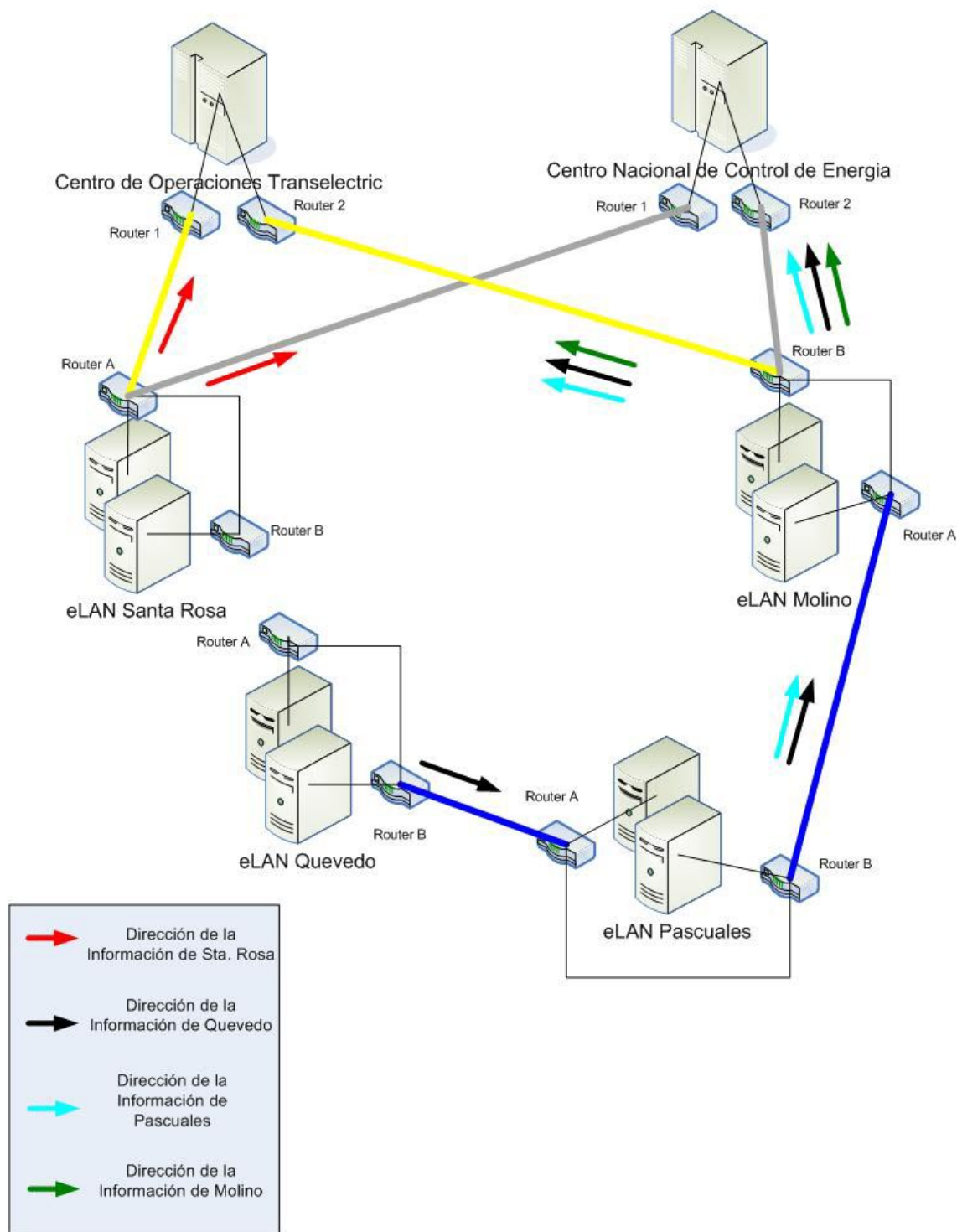


Figura. 3.8 Enrutamiento de la Información hacia los Centros de Control por pérdida del enlace Santa Rosa – Quevedo

6. Falla en el enlace Quevedo – Pascuales

Al existir una falla en el enlace Quevedo – Pascuales la información llegara a los Centros de Control por los enlaces de fibra disponibles.

La información proveniente del eLAN de Santa Rosa y Quevedo llegara al Centro de Operaciones Transelectric por el enlace Santa Rosa – COT y al Centro Nacional de Control de Energía por el enlace Santa Rosa – CENACE.

La información proveniente de los eLAN ubicados en Pascuales y Moilino llegara al Centro de Operaciones Transelectric por el enlace Paute – COT y al Centro Nacional de Control de Energía por el enlace Paute – CENACE como se puede observar en la figura 3.9.

Falla del enlace Quevedo - Pascuales

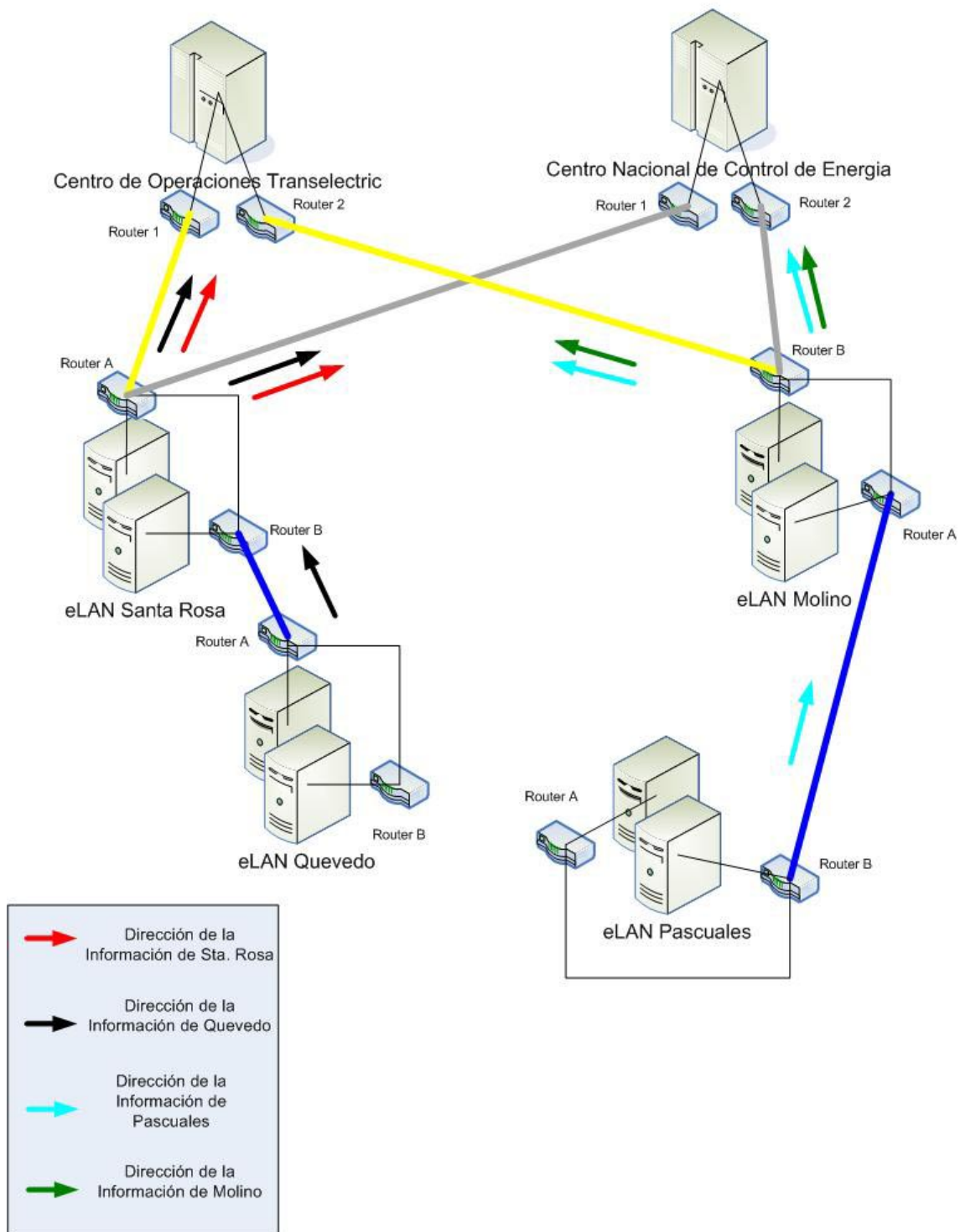


Figura. 3.9 Enrutamiento de la Información hacia los Centros de Control por pérdida del enlace Quevedo – Pascuales

7. Falla en el enlace Pascuales – Paute

Al existir una falla en el enlace Pascuales – Paute la información llegara a los Centros de Control por los enlaces de fibra disponibles.

La información proveniente del eLAN de Santa Rosa, Quevedo y Pascuales llegara al Centro de Operaciones Transelectric por el enlace Santa Rosa – COT y al Centro Nacional de Control de Energía por el enlace Santa Rosa – CENACE.

La información proveniente de los eLAN ubicado en Moilino llegara al Centro de Operaciones Transelectric por el enlace Paute – COT y al Centro Nacional de Control de Energía por el enlace Paute – CENACE como se puede observar en la figura 3.10

Falla del enlace Pascuales – Molino

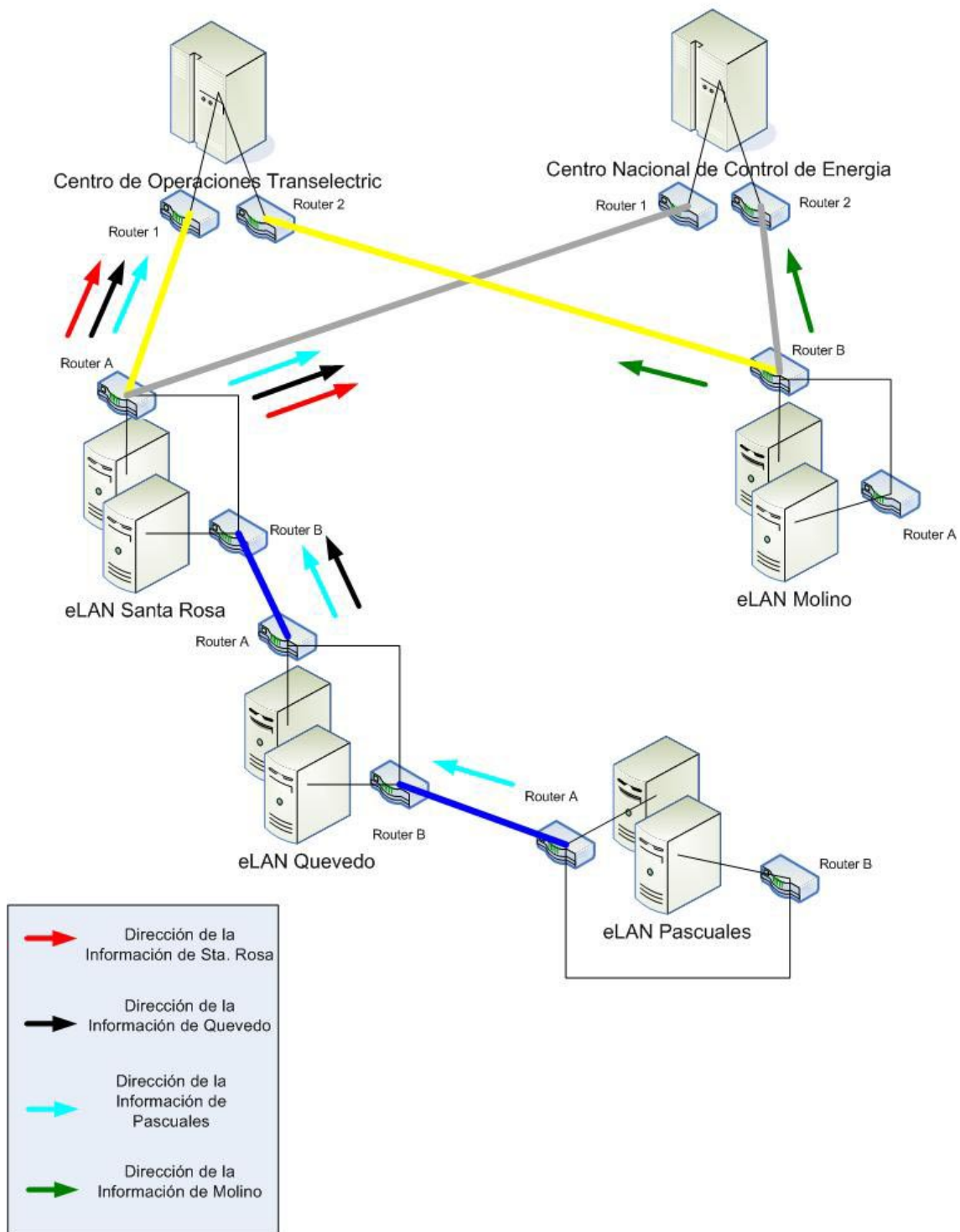


Figura. 3.10 Enrutamiento de la Información hacia los Centros de Control por pérdida del enlace Pascuales – Paute

3.1.2 RED DE COMUNICACIÓN PARA CADA SERVIDOR ELAN

Cada servidor elan concentra los datos de las diferentes subestaciones y generadoras, enviada por las Unidades Terminales Remotas, utilizando canales de comunicación PLC.

Una vez concluido el anillo de fibra óptica de Transelectric, quedan distribuidos los cuatro pares de servidores eLAN en el SNI, encargados de recolectar la información enviada por las centrales de generación y subestaciones eléctricas a nivel nacional, utilizando los protocolos de comunicaciones seriales RP – 570, IEC 870 – 5 – 101 o DNP 3.0 entre las RTU y los servidores eLAN.

3.1.2.1 Servidor eLAN Santa Rosa

El servidor eLAN de Santa Rosa concentra la información de las zonas norte y central del País, teniendo a su cargo las siguientes subestaciones y generadoras:

- Subestación Tulcán ubicada en la Provincia de Carchi.
- Subestación Ibarra ubicada en la Provincia de Imbabura.
- Subestación Mulaló ubicada en la Provincia de Cotopaxi.
- Subestación Santa Rosa ubicada en la Provincia de Pichincha.
- Central de Generación Gas Santa Rosa ubicada en la Provincia de Pichincha.
- Subestación IEC Pomasqui ubicada en la Provincia de Pichincha.
- Subestación Vicentina ubicada en la Provincia de Pichincha.
- Subestación Ambato ubicada en la Provincia de Tungurahua.
- Central de Generación Hidroeléctrica Pucará ubicada en la Provincia de Tungurahua.

- Subestación Totoras ubicada en la Provincia de Tungurahua.
- Central de Generación Hidroeléctrica Agoyán ubicada en la Provincia de Tungurahua.

La RTU Vicentina tiene dos RTU-400 radiales (RTU Tulcán y RTU Ibarra). La RTU de Ibarra tiene una conexión radial con la RTU Tulcán la cual envía su información en Protocolo RP-570 a través del canal PLC (Fig. 3.12).

En la Subestación Santa Rosa se utiliza una RTU – 400 la cual es conectada directamente al MSD del eLAN enviando la información en protocolo RP-570 y un convertidor de protocolos AREVA que envía la información en protocolo IEC-870-5-101.

La subestación Pomasqui IEC, posee su propio sistema SCADA enviando la información en el protocolo de comunicaciones IEC 870 – 5 – 101 a través de Fibra Óptica por lo que no es necesario utilizar modems conectando esta señal directamente al MSD.

Las subestaciones de Totoras, Ambato y las Centrales de Agoyán y Pucara utilizan RTU-400, enviando la información por medio de canales de PLC hasta el eLAN ubicado en Santa Rosa como se puede observar en la figura 3.11.

Remotas eLAN Santa Rosa

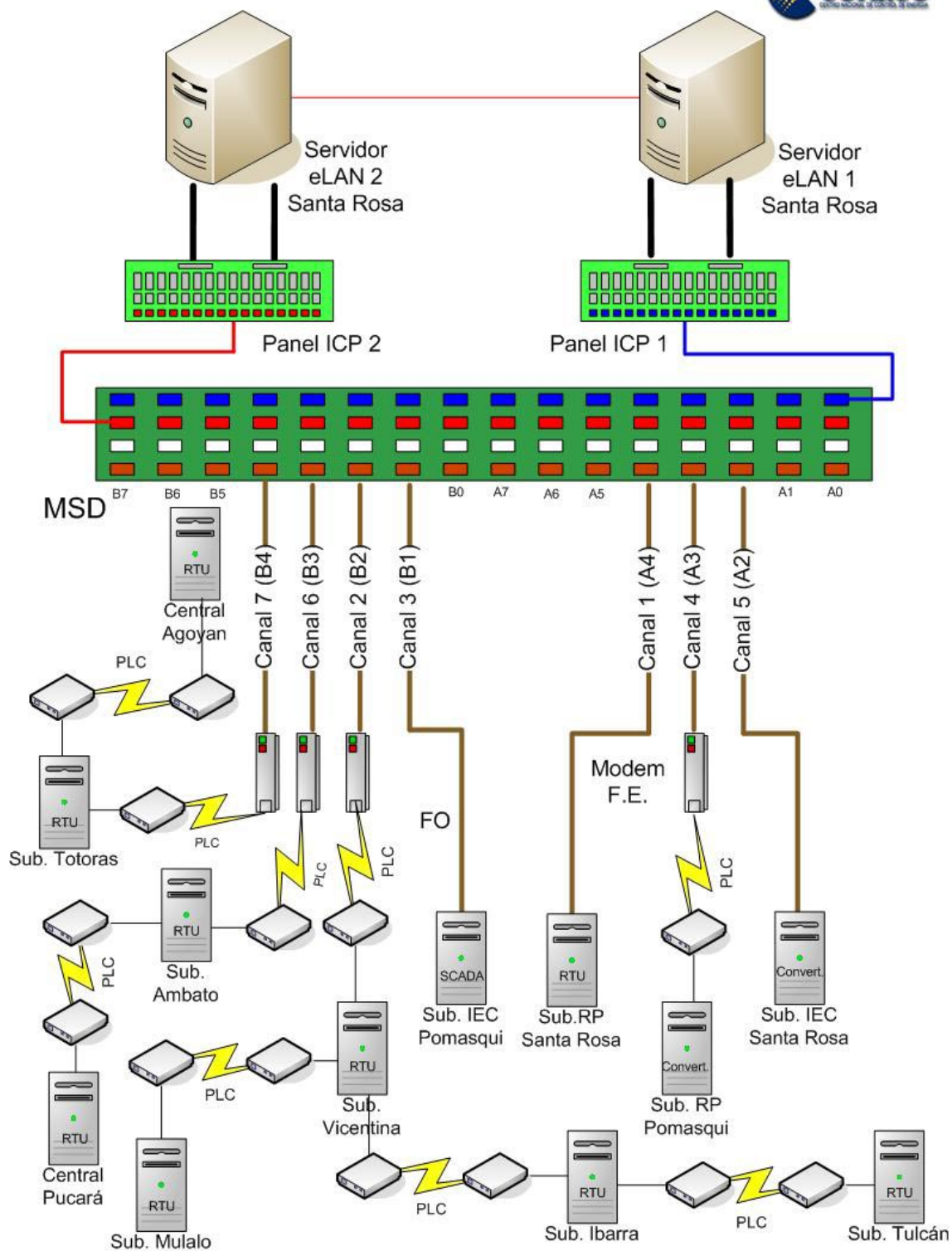


Figura. 3.11 Esquema de Adquisición de datos del eLAN de Santa Rosa

3.1.2.2 Servidor eLAN Quevedo

El servidor eLAN de Quevedo concentra la información de la zona nor-occidental de la costa, teniendo a su cargo las siguientes subestaciones y generadoras:

- Subestación Santo Domingo ubicada en la Provincia de Pichincha.
- Subestación Esmeraldas ubicada en la Provincia de Esmeraldas.
- Central Térmica Esmeraldas ubicada en la Provincia de Esmeraldas.
- Subestación Quevedo ubicada en la Provincia de los Ríos.
- Central Hidroeléctrica Daule Peripa ubicada en la Provincia de Guayas.
- Subestación Chone ubicada en la Provincia de Manabí.
- Subestación Portoviejo ubicada en la Provincia de Manabí

Santo Domingo posee una RTU-400, como radial a esta esta la RTU-400 de Esmeraldas comunicándose mediante protocolo RP – 570 por medio de canal PLC.

La Subestación de Quevedo utiliza una RTU – 400 la cual se la conecta directamente al MSD del eLAN de Quevedo usando el protocolo RP – 570 para el envío de información.

La Central Daule Peripa posee un sistema Micro SCADA que utiliza un convertidor de protocolo Modbus a RP – 570, enviando la información por medio de un enlace PLC digital hasta la subestación Quevedo. Las subestaciones de Chone y Portoviejo son radiales de Daule Peripa teniendo una RTU-400 para la adquisición de datos como se puede apreciar en la figura 3.12.

Remotas eLAN Quevedo

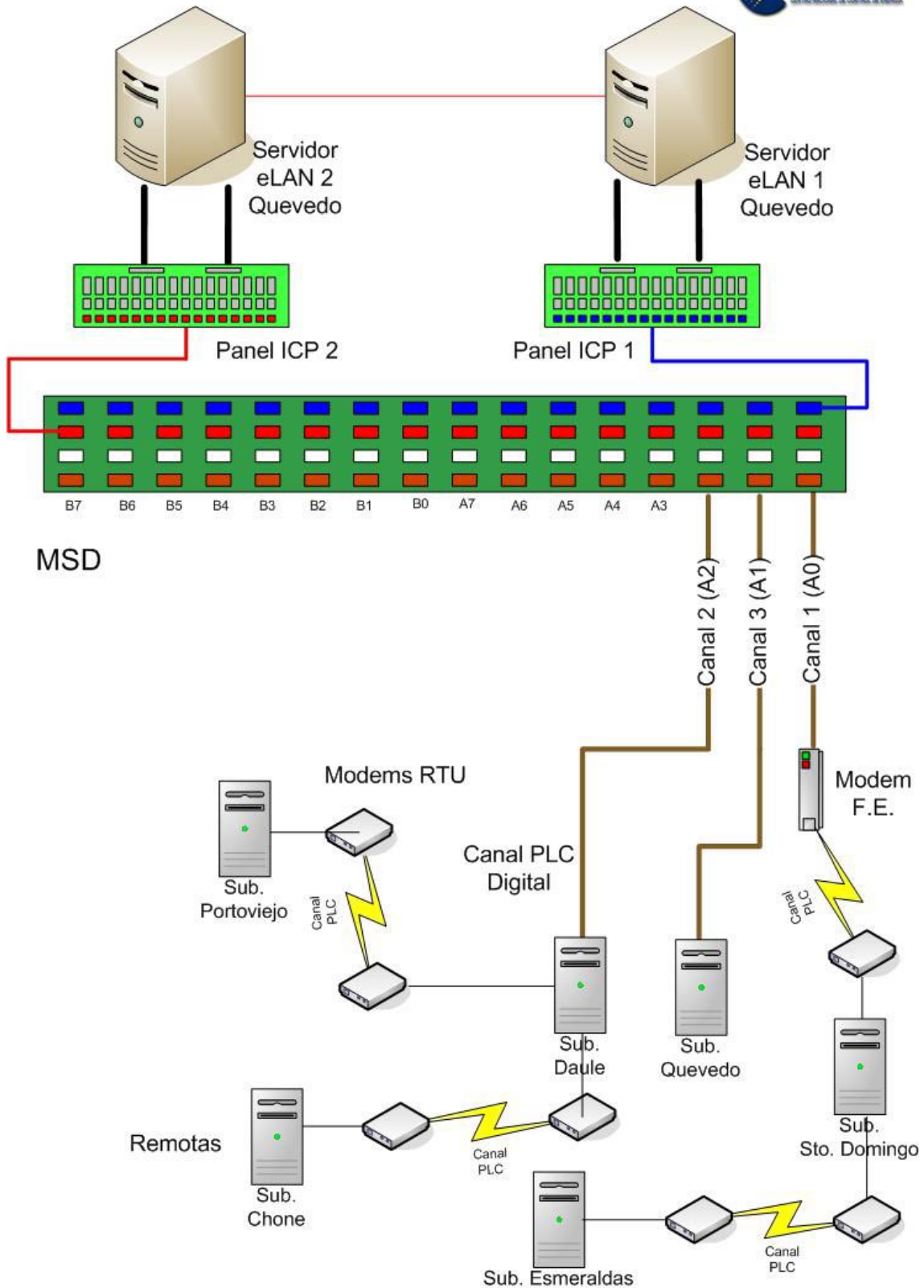


Figura. 3.12 Esquema de Adquisición de datos del eLAN de Quevedo

3.1.2.3 Servidor eLAN Pascuales

El servidor eLAN de Pascuales concentra la información de la provincia del Guayas recolectando la información de las siguientes Centrales y subestaciones (fig. 3.13):

- Subestación Pascuales.
- Central Gas Pascuales.
- Subestación Policentro.
- Subestación Salitral.
- Central de Generación Térmica Gonzalo Zevallos.
- Subestación Santa Elena.
- Subestación Posorja.
- Subestación Trinitaria.
- Central de Generación Térmica Trinitaria.

La Subestación de Pascuales posee una RTU – 400 la cual se comunica utilizando el protocolo RP – 570, esta RTU esta conectada directamente al MSD dada su ubicación con respecto al servidor eLAN de Pascuales.

La Central Gas Pascuales utiliza una PC como convertidor la cual se conecta directo al MSD ya que el convertidor PC se encuentra dentro de la RTU de Pascuales.

Las subestaciones de Posorja, Santa Elena y Policentro utilizan la RTU – 400 enviando la información en protocolo RP – 570 por medio de canales radiales de PLC hasta el servidor eLAN de Pascuales.

La subestación Salitral posee una RTU – 400 enviando la información en protocolo RP – 570 por medio de PLC hasta el servidor eLAN de Pascuales. Esta Subestación tiene como radial a la Central Gonzalo Zevallos, comunicándose ambas mediante modems por medio de cable telefónico.

La Subestación Trinitaria tiene una RTU – 400 la cual envía la información en protocolo RP – 570 al servidor eLAN utilizando el canal de comunicaciones PLC.

La Central Trinitaria es Radial de la Subestación Trinitaria (fig. 3.13) enviando la información desde una RTU – 400 en protocolo RP-570 mediante un enlace de Fibra Óptica.

Remotas eLAN PASCUALES

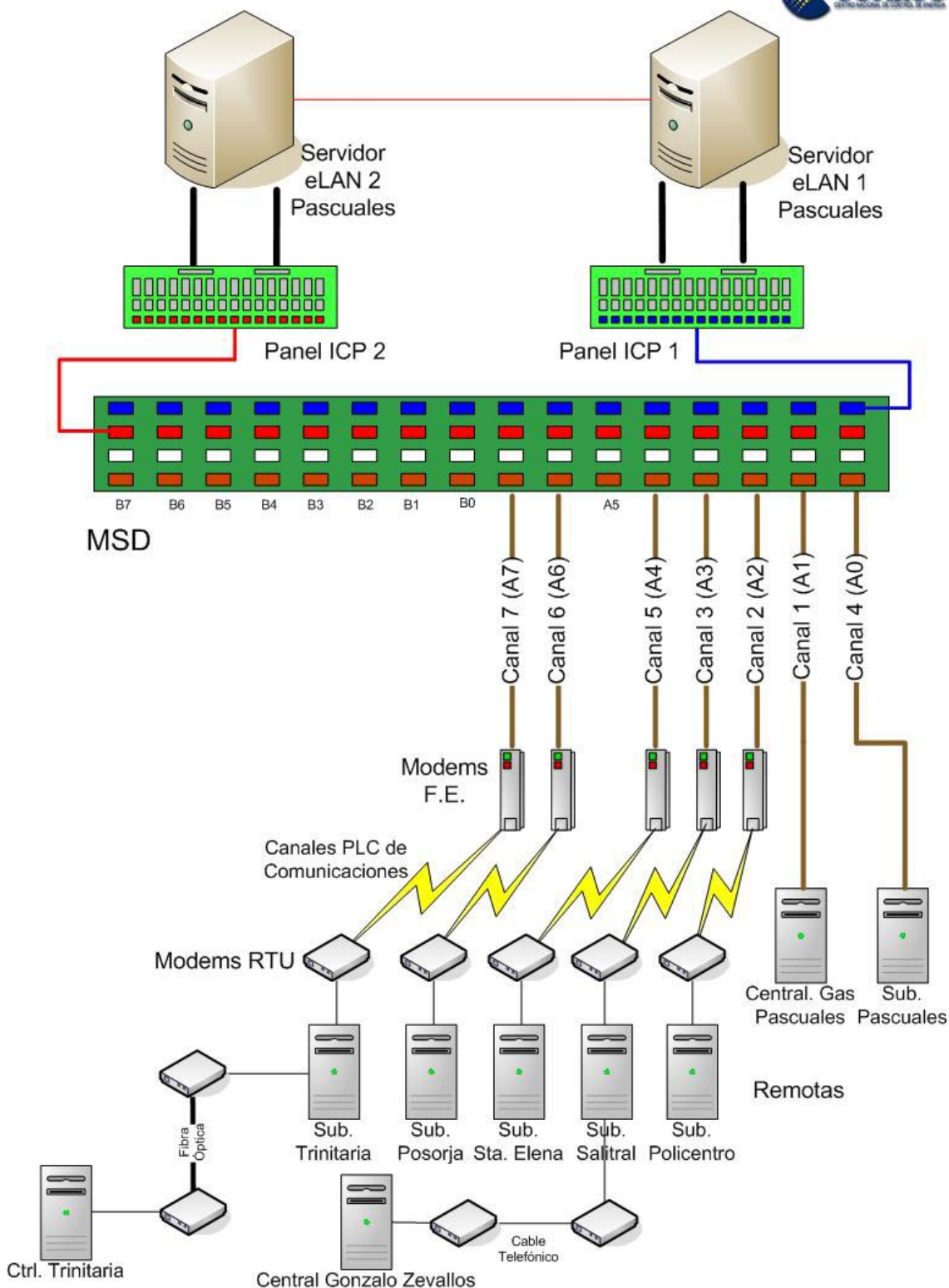


Figura. 3.13 Esquema de Adquisición de datos del eLAN de Pascuales

3.1.2.4 Servidor eLAN Paute (Molino)

El servidor eLAN de Paute concentra la información del sur de la sierra y parte de la costa Ecuatoriana convirtiéndose en un punto sensible para el monitoreo del SNI. Esta subestación concentra la información de las siguientes subestaciones y generadoras (figura. 3.14):

- Central y Subestación Paute ubicada en la Provincia del Azuay.
- Subestación Loja ubicada en la Provincia de Loja.
- Subestación Cuenca ubicada en la Provincia del Azuay.
- Subestación Riobamba ubicada en la Provincia de Chimborazo.
- Subestación Dos Cerritos ubicada en la Provincia del Guayas.
- Subestación Machala ubicada en la Provincia del Oro.
- Subestación San Idelfonso ubicada en la Provincia del Oro.
- Central de Generación Machala Power ubicada en la Provincia del Oro.
- Subestación Milagro ubicada en la Provincia del Guayas

La Central y Subestación de Paute utilizan RTU – 400 la cual se comunica mediante el protocolo RP – 570, esta RTU se conecta directamente al MSD dada su ubicación con respecto al servidor eLAN de Paute.

Las subestaciones de Cuenca, Loja, Riobamba y Milagro la RTU – 400 enviando la información en protocolo RP – 570 por medio de canales de PLC hasta el servidor eLAN de Paute.

La subestación de Dos Cerritos utiliza una RTU – 560 ABB que utiliza el protocolo RP-570 a través de un canal PLC.

La Subestación de San Idelfonso y la Central de Generación Térmica Machala Power utilizan convertidores de protocolo elcom90 a RP-570 enviando la información por canales PLC.

La Subestación Machala utiliza un convertidor SIEMENS que transforma de protocolo IEC 870 – 5 – 101 a protocolo RP-570 enviando la información por medio de un canal PLC, en el futuro se espera implementar un enlace directo hasta el concentrador eLAN de Molino, permitiendo utilizar el protocolo IEC 870 – 5 – 101.

Remotas eLAN Paute

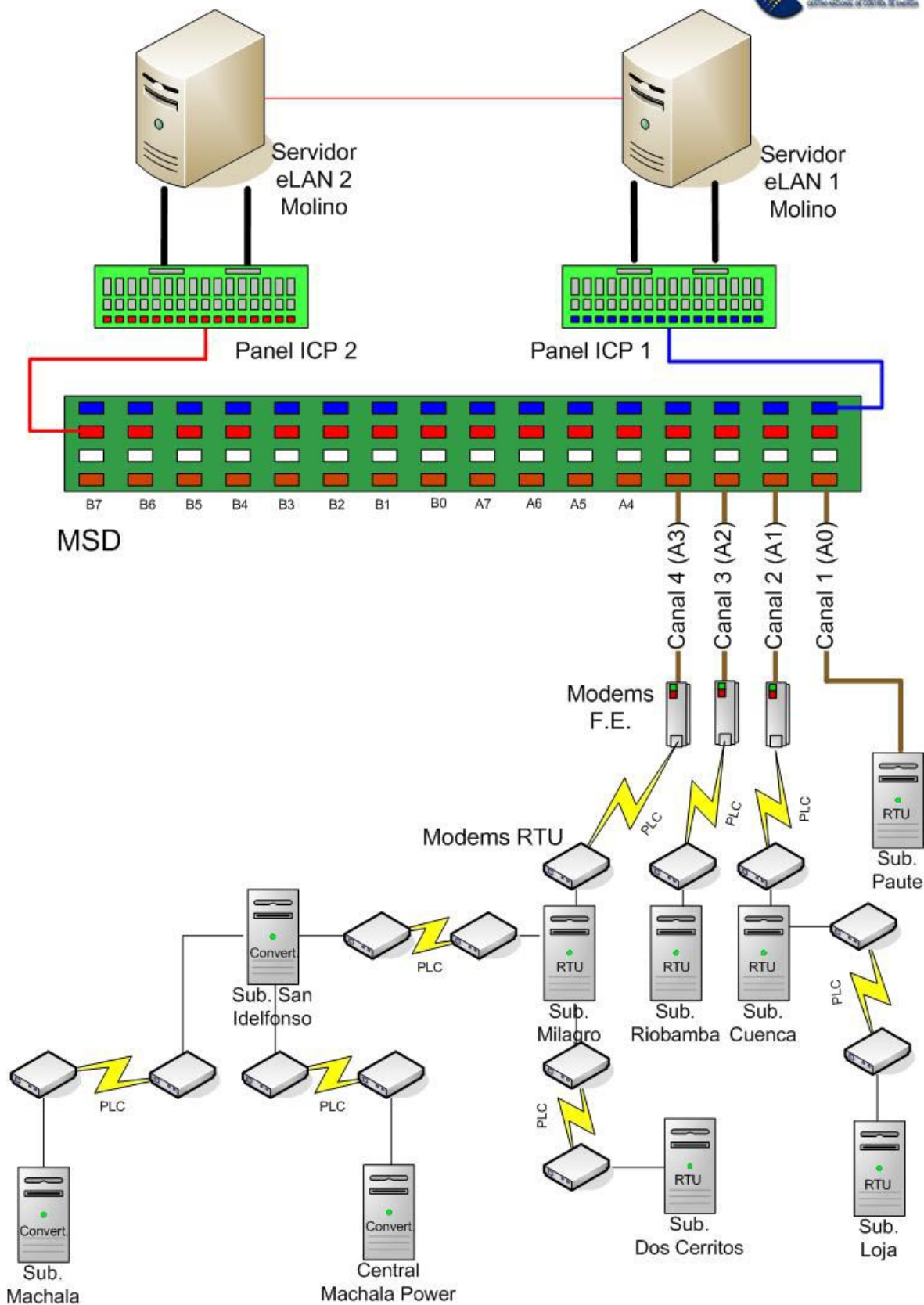


Figura. 3.14 Esquema de Adquisición de datos del eLAN de Paute

3.1.3 TOPOLOGÍA GENERAL DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS ELAN EN EL SNI

El uso de ambos sistemas de comunicaciones (PLC y Fibra Óptica) se puede observar en la figura. 3.16, en donde se tiene las generadoras y subestaciones que envían la información hasta los servidores eLAN utilizando en su gran mayoría el sistema PLC.

La fibra óptica, próxima a ser culminada, se tiende sobre el sistema de alta tensión de 230 KV compartiendo la misma ruta física de transmisión de PLC como se puede observar en la figura. 3.15

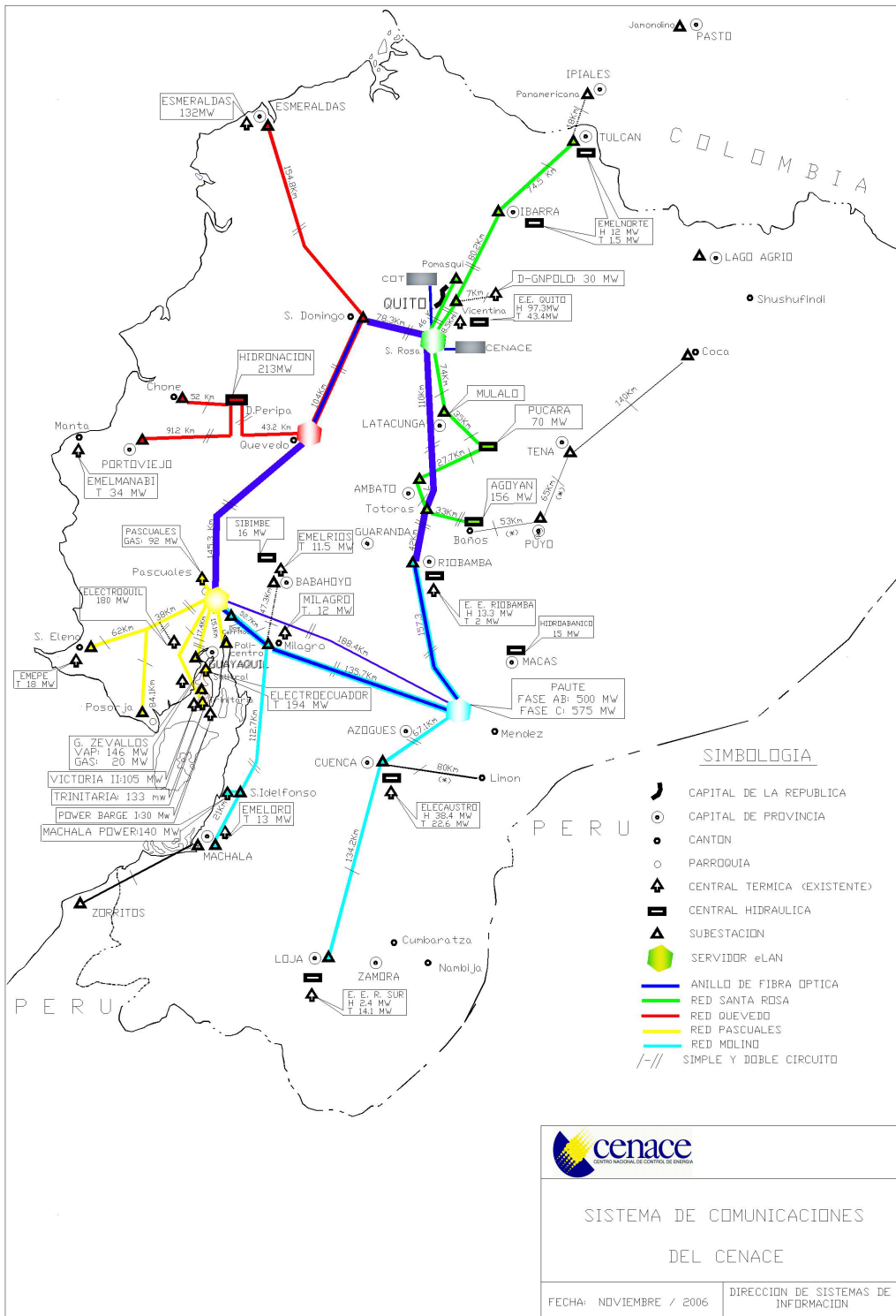


Figura. 3.15 Topología General Del Sistema de Adquisición de Datos del CENACE

3.2 ANÁLISIS DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS eLAN

3.2.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA PLC

El equipamiento del sistema de comunicaciones PLC es propiedad de la empresa Transelectric. Este sistema trabaja en altas frecuencias entre 40 a 500 Khz y se encuentra disponible en cada subestación de Transelectric, permitiendo la comunicación entre las mismas a través de cuatro canales asignados a cada subestación de los cuales tres son utilizados para la comunicación de voz y uno para la comunicación de datos.

En la actualidad dependiendo del sitio en el que se encuentre ubicados los servidores o las subestaciones; el CENACE utiliza los canales de datos PLC para la adquisición de la información.

Este sistema permite una velocidad máxima de 1200 bps y una comunicación full duplex entregando en sus tableros bastidores cuatro cables, dos para transmisión y dos para recepción los cuales van conectados a los modems de comunicaciones del sistema eLAN.

Con la finalidad de monitorear la comunicación de las distintas RTUs con los servidores eLAN que se encuentran utilizando el sistema de comunicaciones PLC, el servidor eLAN dispone de la aplicación TIE RTU Diagnostic en la interface web Webmin que permite obtener información sobre los paquetes transmitidos y recibidos desde una remota hasta el servidor eLAN.

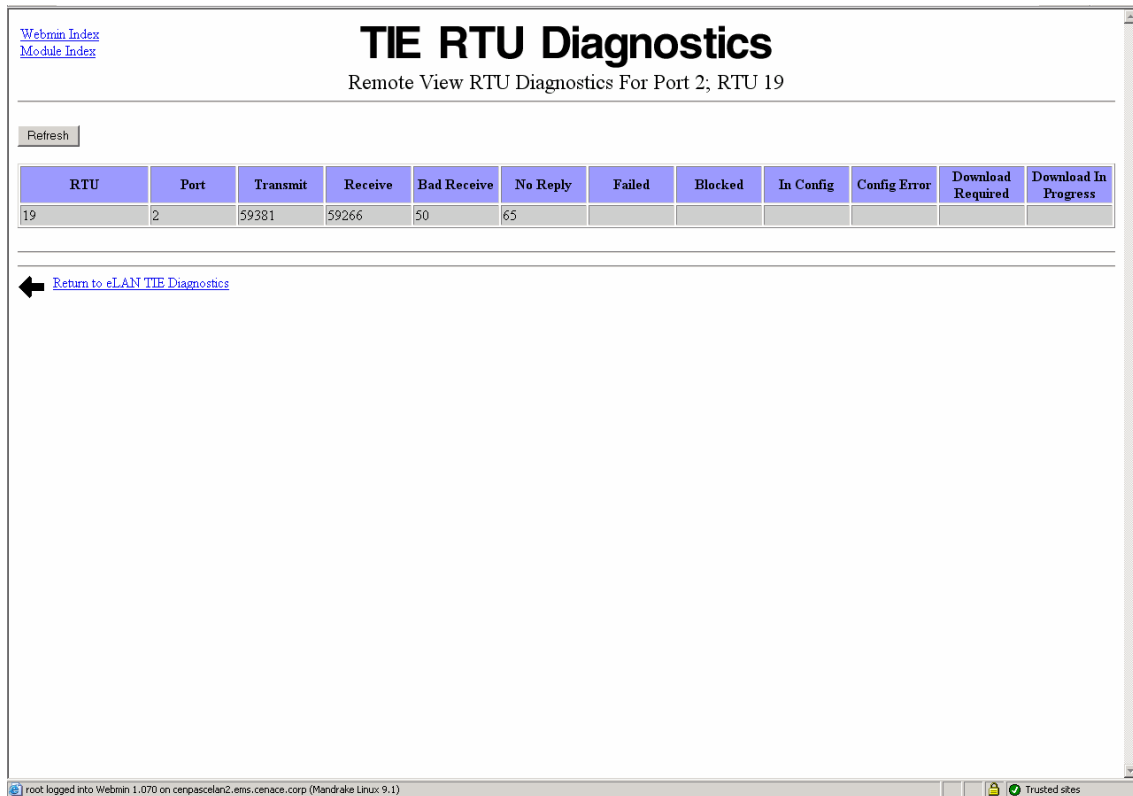


Figura. 3.16 Ventana TIE RTU Diagnostic

En la figura 3.16 se tiene la ventana que permite visualizar los paquetes transmitidos, recibidos, fallados y las veces en la que la remota no respondió en forma correcta (errores en la Recepción).

Si se tiene valores altos en el campo de no respuesta o malas respuestas, esto representa un indicativo de problemas en el estado del canal de comunicaciones, siendo necesario realizar la revisión de este con equipos adecuados que comprueben la calidad de este medio y permiten en caso de ser necesario, realizar las calibraciones y ajustes. El personal de comunicaciones de Transelectric dispone de estas herramientas para el mantenimiento del sistema PLC.

3.2.2 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA

El sistema de fibra óptica, utilizado para el envío de información desde los servidores eLAN hasta los centros de control es de propiedad de Transelectric, los canales utilizados tienen un ancho de banda de 2.012 Mbps (1 E1) suficientes para la comunicación entre los servidores y los sistemas EMS (figura 3.17).

Estos enlaces utilizan equipos simens SMA16, los cuales se encuentran ubicados en las distintas subestaciones de Transelectric donde están instalados los servidores eLAN, demultiplexando en canales, permitiendo conectar los ruteadores al equipo Terminal Siemens mediante cables coaxiales (terminales G.703).

La supervisión de estos enlaces la realiza el centro de Gestión de Transelectric, desde donde se monitorizan los distintos enlaces.

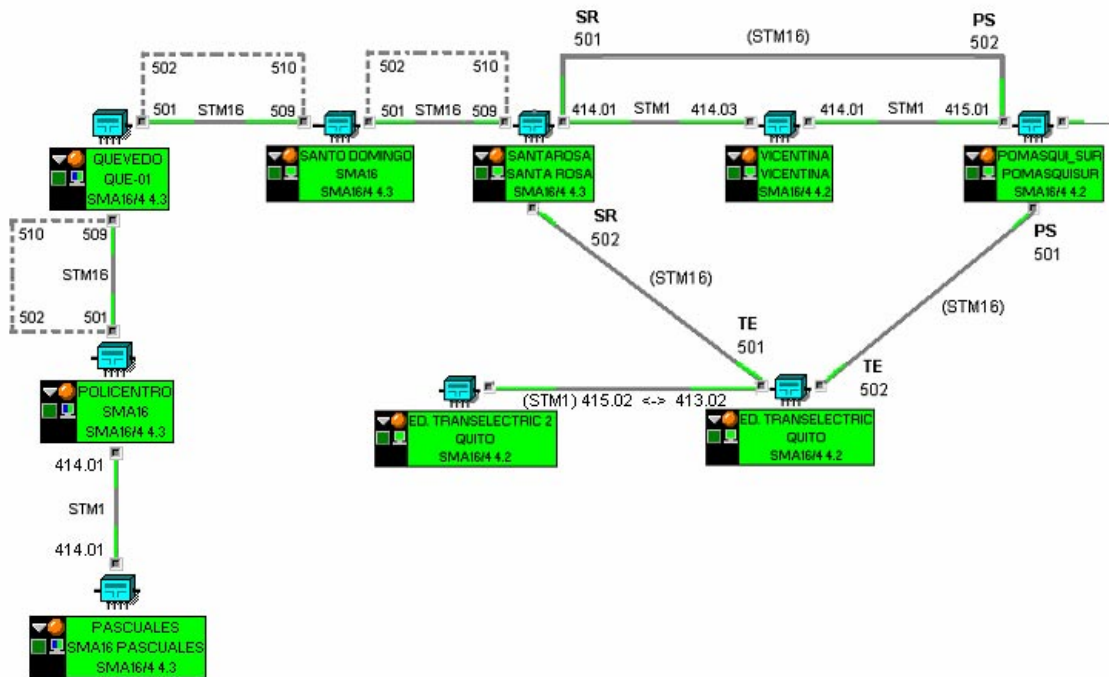


Figura. 3.17 Red de Fibra Óptica de Transelectric

Este sistema de fibra cuenta con redundancia en algunos tramos es decir 1+1, por ejemplo en los enlaces entre Quevedo – Policentro, Santo Domingo – Santa Rosa y Santa Rosa – Pomasqui. Para el caso de Pascuales en donde se encuentra ubicado el servidor eLAN de Pascuales, no se dispone de este tipo de redundancia.

CAPÍTULO IV

INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES eLAN

4.1 INSTALACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO Y APLICACIONES DEL eLAN

Los servidores eLAN utilizan el sistema operativo LINUX Mandrake y otras aplicaciones propias estos servidores, desde un servidor TFTP (figura 4.1), usualmente instalado en una computadora portátil debido a las necesidades de movilidad.

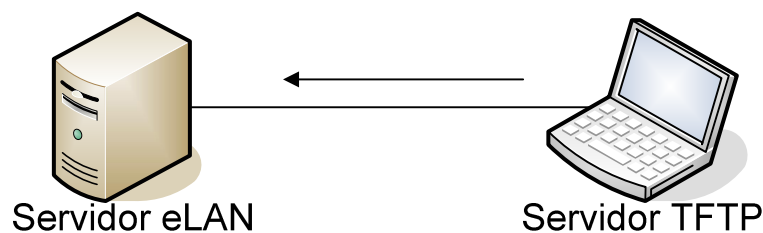


Figura. 4.1 Descarga desde el Servidor TFTP

Para lograr esto es necesario seguir el siguiente procedimiento tanto para el servidor eLAN como al servidor TFTP.

1. Instalación del servidor TFTP en una laptop.
2. Configuración del servidor TFTP.

3. Copia de archivos de configuración de los servidores eLAN en el servidor TFTP
4. Preparación del Servidor eLAN
5. Creación de Discos de Arranque de los servidores eLAN
6. Instalación y Configuración de las aplicaciones y Sistema Operativo

4.1.1 INSTALACIÓN DEL SERVIDOR TFTP

Para la descarga de las aplicaciones y el sistema operativo Linux en el servidor eLAN se utiliza un servidor TFTP, que debe ser instalado en una computadora de escritorio o portátil encargada de la descarga. Esta computadora debe encontrarse en la misma red que el servidor eLAN.

El servidor TFTP es un programa “freeware” 3C Daemon creado por 3com que se encuentra en el CD entregado por ABB/ Bow Networks. Para su instalación es necesario ejecutar su instalador 3dvc2r10.exe que está ubicado en el directorio *d:\Tools\TFTP_Server*.

4.1.2 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR TFTP

Una vez instalado el servidor TFTP, se realiza su configuración ingresando al servidor TFTP en: **inicio | programas | 3C Daemon**, se escoge la opción **configuration** del menú principal, desplegando una ventana que permite colocar el directorio en la misma carpeta donde se colocan los archivos necesarios para la descarga de las aplicaciones y el sistema operativo del servidor eLAN.

El directorio de descarga esta colocado en la raíz con el nombre tftpboot. Si el directorio no ha sido creado todavía dará un mensaje de alarma indicando que no existe dicho directorio.

4.1.3 COPIA DE ARCHIVOS REQUERIDOS DE LOS SERVIDORES eLAN AL SERVIDOR TFTP

En el path d:\Fireware\elan_shared\ de CD entregado por Bow Networks están los archivos necesarios para la descarga del sistema operativo y aplicaciones de los servidores eLAN. Todos los archivos de esta carpeta son copiados en el path c:\tftpboot\elan_shared\ del computador.

4.1.4 PREPARACIÓN DEL SERVIDOR ELAN

Para la preparación de los servidores eLAN es necesario contar con un teclado PS/2 y una pantalla SVGA, puesto que los racks en los cuales se encuentran los servidores eLAN no dispone de estos periféricos.

Una vez que se enciende el servidor eLAN es necesario configurar el BIOS oprimiendo la tecla delete (DEL) o F8, ingresando al inicio del setup en donde se deben configurar los siguientes parámetros:

Parámetros	Descripción
Estándar CMOS Settings	<ul style="list-style-type: none">• Ajustar la hora y fecha de la computadora en el estándar GMT• La selección de discos duros debe estar en automática• El modo de acceso debe estar en LBA• Para los servidores CP-300 y 500 se configura el disco A como 1.44M, 3.5 in
Características del BIOS	<ul style="list-style-type: none">• La secuencia de arranque es: USB flash drive, disco floppy y por último si se dispone un disco duro.
Características Chipset	<ul style="list-style-type: none">• Se deben habilitar los puertos seriales 1 y 2
Administrador de Alimentación	<ul style="list-style-type: none">• Verificar que las opciones Power Management y HDD Power Down estén deshabilitadas
PNP and PCI Settings	<ul style="list-style-type: none">• Verificar que la opción NO PNP OS se encuentre instalada• Asegurarse que las IRQ y DMA no estén seteadas en la opción ISA

Tabla. 4.1 Parámetros del BIOS de los servidores eLAN

Una vez completado esto se sale del menú de configuración del BIOS seleccionando la opción Save & Exit Setup, guardando los cambios realizados.

4.1.5 CREACIÓN DE DISCOS DE ARRANQUE DE LOS SERVIDORES eLAN.

Los servidores eLAN arrancan desde el disco floppy, por lo que es necesario crear discos de arranque que permitan cargar la configuración necesaria.

El programa para crear los discos de arranque se encuentra en el CD de instalación entregado por ABB/Bow Network en el path `d:\Tools\Raw\rawwritewin.exe`.

Mediante este programa se crea la imagen de los tres discos de arranque. Para esto se debe escoger los paths de la imagen de los discos, los cuales pueden ser `d:\Fireware\elan_shared\4.0x.0x.0x\boot1.img` para la primera imagen, `boot2.img` para la segunda y `boot3.img` para la tercera imagen.

Una vez que se ubica el path de la imagen del disco es necesario hacer click en el botón write para completar el proceso.

4.1.6 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LAS APLICACIONES Y SISTEMA OPERATIVO

Para la instalación y configuración del servidor eLAN se tiene el siguiente proceso:

4.1.6.1 Descarga de la Imagen

Se coloca el Disco Boot1 en el drive de 3 ½ del servidor eLAN, procediendo entonces a encenderlo o reiniciarlo.

Al arrancar el servidor eLAN revisa el Disco 3 ½ comenzando la descarga de la imagen que está contenida en los tres diskettes de arranque, se tiene 15 segundos para cambiar de un Disco a otro.

En caso de no cambiar el diskette dentro de los 15 segundos es necesario repetir todo el proceso nuevamente.

4.1.6.2 Configuración de parámetros

Terminada la descarga de la imagen del tercer diskette, se procede a la configuración de los siguientes parámetros de red:

1. Se escoge el controlador **e100** para las interfaces de Red.
2. Se escoge la interfase **eth0** para la descarga del servidor TFTP.
3. Se registra el Host Name del Equipo.
4. Se registra la dirección IP del servidor eLAN.
5. Se registra la mascara IP de red del servidor eLAN.
6. Se asigna la dirección IP del Gateway.
7. La dirección IP del Servidor TFTP, después de lo cual empieza la descarga del sistema operativo y aplicaciones desde el servidor TFTP.
8. Se escoge el controlador FL512 para el disco flash de 512 MB de capacidad.
9. Se ingresa el password para acceder como root al servidor eLAN.
10. Se selecciona el uso horario GTM, seleccionando la zona horaria a la ciudad de Guayaquil

4.1.6.2 Configuración Manual de Parámetros

- La habilitación del uso de la aplicación de Telnet se lo hace editando el archivo ubicado en el path: `etc/xinetd.d/telnet`, editando la opción “`disable=yes`” por “`disable=no`”.
- Los archivos de configuración para las interfaces LAN están ubicados en el path:
`/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0` (tarjeta de red eth0)
`/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth1` (tarjeta de red eth1)
La edición de estos archivos permite cambiar los parámetros de red de cualquiera de las dos tarjetas de red de los servidores eLAN.
- Para la sincronización de los servidores eLAN con respecto al sistema Network Manager se configura el archivo NTP (Network Time Protocol) ubicado en el path:
`/etc/ntp.conf`
Editando la línea “`Server clock.via.net`” por “`Server <NTP Server IP>`”.
- Para añadir o eliminar aplicaciones del Startup del servidor eLAN es necesario activar las siguientes aplicaciones ingresando en el servidor con usuario root :

Aplicación	Comando en el prompt #
Añadir tarjetas ICP	chkconfi--padd icp2432
Añadir aplicaciones del TIE	chkconfig--add elantie
Añadir aplicación de Router	chkconfig--add elanrouter
Añadir servicio NTP	chkconfig--add ntpd
Añadir permisos para la descarga de la base de datos desde el Configurador	chkconfig--add elansql-pre chkconfig--add elansql-post

Tabla. 4.2 Comandos para añadir Aplicaciones

- En caso de ser necesario eliminar alguna aplicación en el prompt # se digita:
chkconfig--del <xxxx>
Siendo xxxx el nombre de la aplicación a borrar

4.2 PROCESO DE CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES DE ADQUISICIÓN DE DATOS eLAN

Los servidores eLAN concentran la información enviada desde las distintas RTU del sistema S.N.I., administrando una base de datos que le permite relacionar los distintos puntos de una RTU física con el sistema EMS Network Manager, formando RTU virtuales para la bifurcación del envío de la información a los dos centros de control.

La configuración se lo realiza mediante el programa eLAN Configurator permitiendo dar las directrices para un perfecto acoplamiento entre los dispositivos Remotos y Masters, utilizando los siguientes pasos:

1. Creación del Proyecto
2. Añadir un Sitio (ADD SITES)
3. Definición de los segmentos de Red
4. Creación de los Servidores eLAN
5. Creación de Interfaces Físicas
6. Creación de Host Devices
7. Creación de Polling Schemes and Scans
8. Creación de Plantillas para Dispositivos (Device Template)
9. Añadir Puntos a la Plantilla
10. Añadir un Equipo Remoto
11. Conectar un Equipo Remoto al Sistema eLAN
12. Creación de una RTU Virtual (VRTU)
13. Mapeo de Conexiones Lógicas
14. Mapeo de Puntos (Point Mapping)

En el caso de ser necesario ingresar a los concentradores un nuevo equipo Terminal remoto, se procederá a empezar la configuración en el programa eLAN Configurator desde el paso 8.

4.2.1 CREACIÓN DEL PROYECTO

Un proyecto está formado por tres grandes grupos que permiten la administración y canalización de la información entre las remotas y los servidores eLAN figura 4.2.

- Servidores eLAN
- Host (o Master)
- Remotas (RTU, IED, Convertidores, etc)

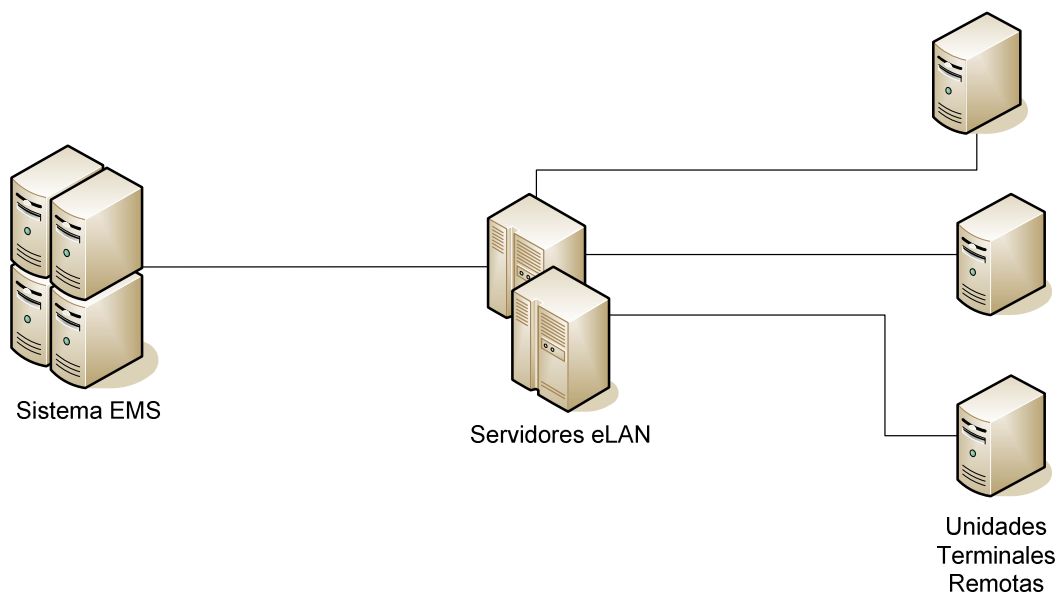


Figura. 4.2 Diagrama esquemático de la recolección de datos del sistema eLAN

Para esto se realiza los siguientes pasos:

Si el Configurador no está corriendo es necesario realizar el siguiente proceso:

- Click en menú Inicio | Programas | Bow Networks | eLAN Configurator.
- Teniendo como resultado la apertura del programa eLAN Configurator en una ventana que tiene por menú las opciones de File y Help.
- Se hace Click en File | New | Project.
- El área de color verde es la información primaria del proyecto, la cual es usada para conexiones de red o dispositivos.

- El área desplegada en la parte superior derecha es el eLAN Explorer utilizada para navegar entre las distintas formas.
- Se llena todos los campos necesarios a fin identificar el proyecto.
- Para salvar el proyecto se realiza Click en File | Save y se escoge la carpeta y el nombre con el cual se va a guardar el proyecto.

4.2.2 AÑADIR UN SITIO (ADD SITES)

El sistema eLAN permite incorporar servidores, IEDs o RTUs ubicados en distintos lugares o Sitios, formando redes interconectadas por varios sistemas y medios de comunicación.

La Creación de múltiples sitios no es necesario, esto es aplicable para sistemas que demanden de una considerable cantidad de dispositivos Remotos y Masters.

Para la creación de un Sitio se realiza los siguientes pasos:

- En la barra de menú: click en Forms | System o click en el icono SITES de la ventana eLAN Explorer.
- Click derecho en cualquier parte de la ventana System y seleccionar la opción: Add | Add Site.
- En la ventana de propiedades se edita el nombre del Sitio, en donde los campos de **Description** y **Location** indican el lugar de ubicación de los servidores eLAN.

4.3.3 DEFINICIÓN DE LOS SEGMENTOS DE RED

El segmento de Red se refiere a la LAN (Local Area Network) usada para interconectar los dispositivos y servidores de un proyecto.

Este proyecto puede tener múltiples segmentos de red para satisfacer requerimientos de redundancia, tráfico, aislamiento o seguridad.

Para la creación de un segmento de red se realizan los siguientes pasos:

- En el menú **Forms | System**, desplegar la ventana System (All).
- Hacer click derecho en cualquier parte de la ventana y escoger la opción **Add | Add Network Segment**.
- Ingresar en las propiedades el nombre del segmento de red.

4.3.4 CREACIÓN DE LOS SERVIDORES ELAN

Cualquier proyecto debe tener por lo menos un servidor eLAN, dependiendo de las necesidades del proyecto se configuraran sus componentes de Hardware y Software.

El procedimiento para la creación de un servidor eLAN se describe a continuación:

- En cualquier parte de la ventana Server (All) se hace click derecho escogiendo la opción **Add | Add Server**. Para añadir un segundo servidor se realiza el mismo proceso.
- En las propiedades del servidor se llena los campos de Nombre y Descripción ingresando la correspondiente dirección IP para cada servidor.

4.3.5.1 Utilidades de Software

Para la operación correcta de los servidores eLAN, es necesario añadir los siguientes componentes de software:

Para añadir los componentes en la ventana eLAN Explorer, se hace click derecho sobre el servidor eLAN la opción Add | Add Software escogiendo en ambos servidores los siguientes componentes.

- Add Certificates
- Add eLan Router

En el eLAN que va a trabajar como primario se añaden los siguientes componentes:

- Mode Arbitrator
- Hardware Monitor

- eLAN Manager

4.3.5.2 Utilidades de Hardware

Para añadir las interfaces seriales ICP se hace click derecho sobre el servidor eLAN, la opción **Add | Add Hardware** y se escoge la opción **ICP2432 Card**.

El número de tarjetas ICP se añade dependiendo del número físico de tarjetas ICP que posee el servidor eLAN.

4.3.5 CREACIÓN DE INTERFACES FÍSICAS

El sistema eLAN maneja dos interfaces físicas, la primera corresponde a las tarjetas seriales ICP encargadas de la recepción de la información desde las RTU y la segunda corresponde a las NIC (Network Interface Controller) encargadas del envío de información desde los servidores eLAN hasta los centros de control.

Para agregar las tarjetas de Red se realiza los siguientes pasos:

- En barra de menú hacer click en **Forms | Interfaces** desplegando la ventana Interfaces (All), mostrando los servidores creados.
- Se selecciona un servidor y se hace click derecho, seleccionando la opción **Add | Add Interface | Add Network Interface**.
- Luego de esto aparece un símbolo más sobre el servidor desglosando las interfaces que posee el servidor, teniendo la nueva interfase de red.

- Se selecciona la interfase de red y en las propiedades se cambia la descripción y la dirección IP de la tarjeta.
- Este proceso se lo repite si se necesita añadir otra tarjeta de red al servidor.

Para agregar las tarjetas ICP se realiza el siguiente proceso:

- En barra de menú hacer click en **Forms | Interfaces** desplegando la ventana Interfaces (All), mostrando los servidores creados.
- Se selecciona un servidor y se hace click derecho, seleccionando la opción **Add | Add Interface | Add Serial Port Interface**.
- Automáticamente se añaden 16 puertos seriales al servidor, en donde cada puerto serial debe ser configurado dependiendo del protocolo que va a utilizar.
- Si existe más de un servidor basta con añadir al servidor principal los puertos seriales.

4.3.6 CREACIÓN DE HOST DEVICES

Desde la perspectiva del eLAN Configurator, los Host representan a los equipos Masters, que son los sistemas EMS del CENACE y Transelectric, que utilizan canales lógicos para esta comunicación.

En total existen seis Masters, tres ubicados en el CENACE y tres ubicados en TRANSELECTRIC, siendo estos:

- Servidor RDAS1 CENACE (Servidor principal de adquisición de datos)
- Servidor RDAS2 CENACE (Servidor secundario de adquisición de datos).
- Servidor PDS CENACE (Servidor de adquisición de datos del subsistema PDS).
- Servidor RDAS1 TRANSELECTRIC (Servidor principal de adquisición de datos).
- Servidor RDAS2 TRANSELECTRIC (Servidor secundario de adquisición de datos).
- Servidor PDS TRANSELECTRIC (Servidor de adquisición de datos del subsistema PDS).

Para añadir los Hosts se realiza el siguiente proceso:

- Click + en la parte izquierda del icono SITES en la ventana eLAN Explorer.
- La ventana muestra tres ramas, la primera para los Servidores, la segunda para Hosts y la tercera para los Equipos Remotos.
- Click derecho sobre HOST DEVICES seleccionando la opción **Add | Add Device**.
- En la ventana desplegada se selecciona la opción Host Device y se presiona el botón OK.
- Se coloca la dirección que debe coincidir en el sistema Network Manager.

4.3.7 CREACIÓN DE POLLING SCHEMES AND SCANS

Los servidores eLAN actúan como masters con todos los dispositivos remotos que tienen a su cargo, por lo cual es necesario definir la configuración de los esquemas de recolección de información, los mismos que dependerán del tipo de protocolo utilizado.

Existen dos técnicas para la recolección de información de las remotas.

- La configuración de **Poll Scheme** permite la recolección de datos específicos de una RTU como pueden ser puntos analógicos, digitales, etc, los cuales pueden coordinarse mediante Retardos para no sobrecargar el canal de comunicación.
- La segunda configuración es **Timed Scan** en donde la recolección de los datos es en base a los tiempos configurados para la recolección. Un ejemplo es realizar un “full update” cada hora y las entradas analógicas cada 5 segundos.

La recolección de datos para una misma RTU solo puede tener un esquema de Polling al mismo tiempo. Los protocolo **DNP 3.0 serial** o **IEC 870 – 5 – 101** requieren de Polling, mientras que el protocolo RP– 570 no lo necesita.

Creación de un Plantilla de Polling (Polling Template)

Para la creación de una o más plantillas se realiza el siguiente proceso:

- En el menú **Bar**, click en **Forms | Polling**. Se despliega una ventana de titulo Polling (All).
- Click derecho en cualquier parte de la ventana y se selecciona **Add | Add Poll Template**.
- Se selecciona el tipo de protocolo utilizado por el dispositivo.
- En las propiedades se debe dar un nombre a la plantilla.
- El protocolo IEC 870 – 5 – 101 utiliza la configuración que viene por defecto exceptuando el tiempo de Polling el cual debe estar seteado en 15 segundos.
- Para el protocolo DNP 3.0 usa la configuración que viene por default.

4.3.8 CREACIÓN DE PLANTILLAS PARA DISPOSITIVOS (DEVICE TEMPLATE)

Muchas redes de los servidores eLAN están conformadas por varias RTUs o IEDs similares, por lo que se utilizan plantillas, simplificando el mapeo de puntos para una RTU específica, pudiendo ser reutilizada la misma plantilla el número de veces que sea necesario.

Para la creación de una plantilla se realiza el siguiente proceso:

- En la barra de menú hacer Click en **Forms | Device Template**.
- Click derecho en cualquier parte de la ventana **Device Template (All)** figura 4.3.
- Seleccionar **Add | Add Device Template**, aparece una ventana en la cual se escoge el tipo de protocolo que utilizara la remota, siendo factible para el caso de CENACE y TRANSELECTRIC una de estas 3 opciones :

- IEC 870 Remote, correspondiente al protocolo IEC 870-5-101
- RP 570 Remote, correspondiente al protocolo RP 570 de ABB.
- DNP Remote, correspondiente al protocolo DNP 3.0 serial.

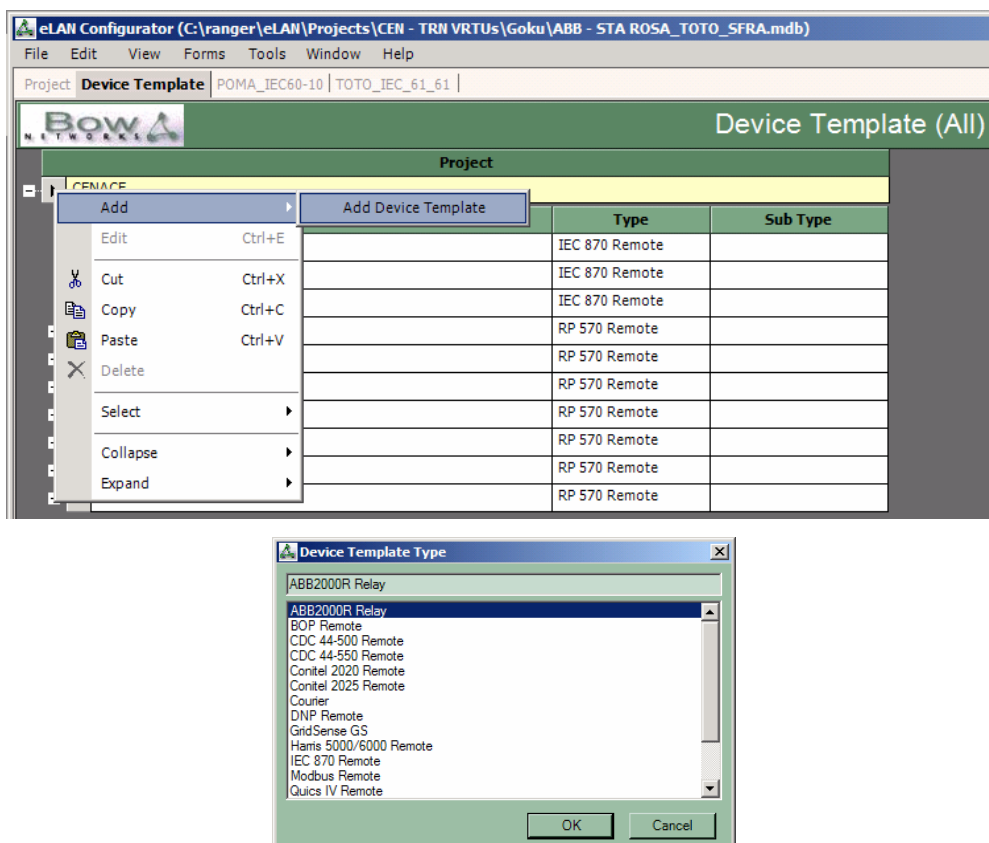


Figura. 4.3 Ventana Device Template

- Una vez creada la plantilla, se edita el campo **Name**, dándole un nombre que identifique a la Remota.

4.3.9 AÑADIR PUNTOS A LA PLANTILLA

Para añadir los puntos a una plantilla se realiza el siguiente proceso:

- En la ventana Device Template (All) en el nombre de la plantilla que se desea añadir los puntos se hace click derecho y se selecciona **Add | Add Points | All Points** figura 4.4 y figura 4.5.

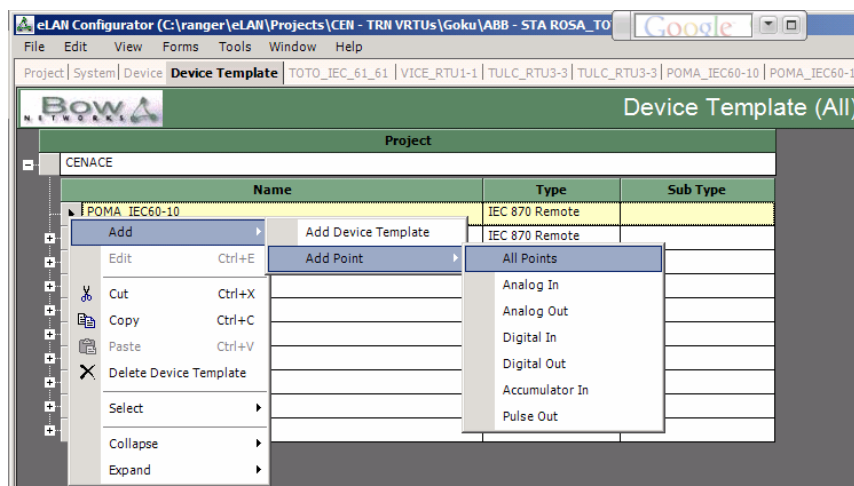


Figura. 4.4 Ventana añadir puntos Device Template

- Se despliega una ventana que permite ingresar:
 - Señales digitales de entrada
 - Señales digitales de salida
 - Señales analógicas de entrada
 - Señales analógicas de salida
 - Acumuladores de Entrada
 - Pulsos de Salida

Point Type	Starting Point #	Number of Points	Primary Address	Secondary Address	Primary/Secondary Modifier	Pseudo Point Enabled/Type/Group
Digital Input	0	0	0	0	Bit Pair <input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> RTU Status Point UNKNOWN
Analog Input	0	0	0	0	BCD <input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> RTU Status Point UNKNOWN
Accum. Input	0	0	0	0	Default <input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> RTU Status Point UNKNOWN
Digital Output	0	0	0	0	Default <input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> RTU Status Point UNKNOWN
Analog Output	0	0	0	0	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> RTU Status Point UNKNOWN
Pulse Output	0	0	0	0	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> RTU Status Point UNKNOWN

Figura. 4.5 Ventana para añadir puntos en el Device Template

Se configura los diferentes puntos de la siguiente manera:

- Los campos **Starting Point #**, **Primary Address** y **Secondary Address** se los deja en cero. En el numeral 5 se ingresarán estos datos para cada punto en particular.
- En el campo **Number Points** se configura la cantidad de puntos que se requiere crear, para cada tipo. Tomar en cuenta también el ingreso de puntos dobles.
- Para el campo **Primary/Secondary Modifiers** se debe tomar en cuenta la siguiente configuración en dependencia del protocolo utilizado:

PROTOCOLO RP570		
Digital Input	(En blanco)	Indicaciones dobles y simples
	Redundant	Para el caso de indicaciones con SOE
Analog Input	Default	Valores analógicos
Accum. Input	(En blanco)	Valores de energía
Digital Output	Inverted	Comandos sobre indicaciones
Analog Output	(En blanco)	Set Point Controller
Pulse Output	(En blanco)	Posiciones de LTC

Tabla. 4.3 Seteo del parámetro Modificador para Protocolo RP – 570

PROTOCOLO IEC870-5-101		
Digital Input	Default	Indicaciones dobles y simples
Analog Input	Default	Valores analógicos
Acum.. Input	Default	Valores de energía
Digital Output	Default, Pre Config	Comandos sobre indicaciones
Analog Output	(En blanco)	Set Point Controller
Pulse Output	(En blanco)	Posiciones de LTC

Tabla. 4.4 Seteo del parámetro Modificador para Protocolo IEC 870 – 5 – 101

PROTOCOLO DNP 3.0 Serial		
Digital Input	Default	Indicaciones simples
	Dual-Bit	Indicaciones dobles
Analog Input	Default	Valores analógicos
Accum. Input	Default	Valores de energía
Digital Output	Default	Comandos sobre indicaciones
Analog Output	Default	Set Point Controller
Pulse Output	Default	Posiciones de LTC

Tabla. 4.5 Seteo del parámetro Modificador para Protocolo DNP 3.0

Se aplican los seteos haciendo:

- Clic en **Apply**.
- Una vez creados los puntos en el **Template**, se editan los campos **Starting Point #**, **Primary Address** y **Secondary Address** tomando en cuenta el protocolo y de acuerdo a lo indicado a continuación:

PROTOCOLO RP570			
	Starting Point #	Primary Address	Secondary Address
Digital Input	Canal físico en la RTU – 1	1 y 2 para puntos dobles 0 para puntos simples	Tarjeta en la RTU
Analog Input	1	0	BITBYT de la SOANLG
Accum. Input	1	0	BITBYT de la SOACCU
Digital Output	1	0	BITBO1 de la SOSTAT
Analog Output	1	0	BITBO1 de la SOANLG
Pulse Output	1	0	(*) 1, 2,...,n

Tabla. 4.6. Configuración de los parámetros Start Point, Primary Address y Secondary Address para el protocolo RP- 570

(*) Este número se relaciona con el número físico de la RTU en la Tabla de Funciones

PROTOCOLO IEC870-5-101			
	Starting Point #	Primary Address	Secondary Address
Digital Input	Dirección física en la RTU	3 y 4 para puntos dobles	0
		0 para puntos simples	
Analog Input	Dirección física en la RTU	0	0
Accum. Input	Dirección física en la RTU	0	0
Digital Output	Dirección física en la RTU	1	0
Analog Output	Dirección física en la RTU	0	0
Pulse Output	Dirección física en la RTU	0	0

Tabla. 4.7 Configuración de los parámetros Start Point, Primary Address y Secondary Address para el protocolo IEC 870 – 5 – 101

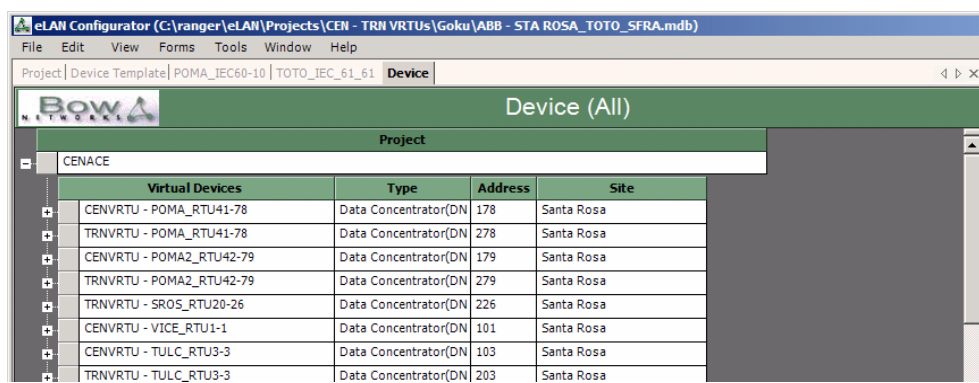
PROTOCOLO DNP 3.0			
	Starting Point #	Primary Address	Secondary Address
Digital Input	Dirección física en la RTU	0	0
Analog Input	Dirección física en la RTU	0	0
Accum. Input	Dirección física en la RTU	0	0
Digital Output	Dirección física en la RTU	0	0
Analog Output	Dirección física en la RTU	0	0
Pulse Output	Dirección física en la RTU	0	0

Tabla. 4.8 Configuración de los parámetros Start Point, Primary Address y Secondary Address para el protocolo IEC 870 – 5 – 101

4.3.10 AÑADIR UN EQUIPO REMOTO

Continuando con el proceso de creación de una RTU, se debe añadir un equipo remoto, para lo cual se sigue el siguiente proceso:

- En el menú **Forms | Device**, se despliega la ventana Device (All) figura 4.6.



Virtual Devices	Type	Address	Site
CENVRTU - POMA_RTU41-78	Data Concentrator(DN)	178	Santa Rosa
TRNVRTU - POMA_RTU41-78	Data Concentrator(DN)	278	Santa Rosa
CENVRTU - POMA2_RTU42-79	Data Concentrator(DN)	179	Santa Rosa
TRNVRTU - POMA2_RTU42-79	Data Concentrator(DN)	279	Santa Rosa
TRNVRTU - SROS_RTU20-26	Data Concentrator(DN)	226	Santa Rosa
CENVRTU - VICE_RTU1-1	Data Concentrator(DN)	101	Santa Rosa
CENVRTU - TULC_RTU3-3	Data Concentrator(DN)	103	Santa Rosa
TRNVRTU - TULC_RTU3-3	Data Concentrator(DN)	203	Santa Rosa

Figura. 4.6 Ventana Device All

- Hacer click derecho en cualquier parte de la ventana y escoger la opción **Add | Add Device**.
- Se selecciona la opción **Remote Device** y se escoge la opción con el protocolo de la RTU a implementar.

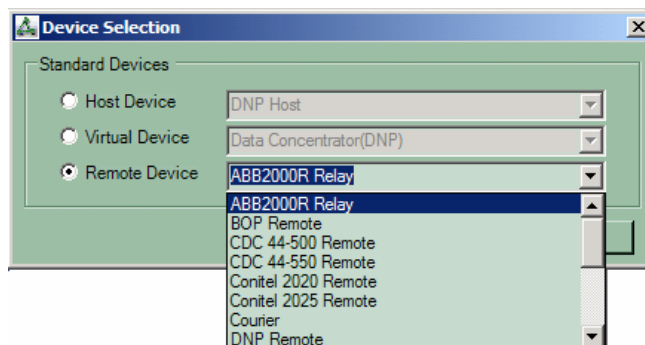


Figura. 4.7 Ventana Device Selection

- Se despliega una ventana en la cual se escoge el nombre del dispositivo en el campo **Point Template**, luego de lo cual se despliegan los puntos creados en la plantilla y que van a formar parte del equipo remoto, que pueden ser puntos analógicos, digitales acumuladores o pulsos.

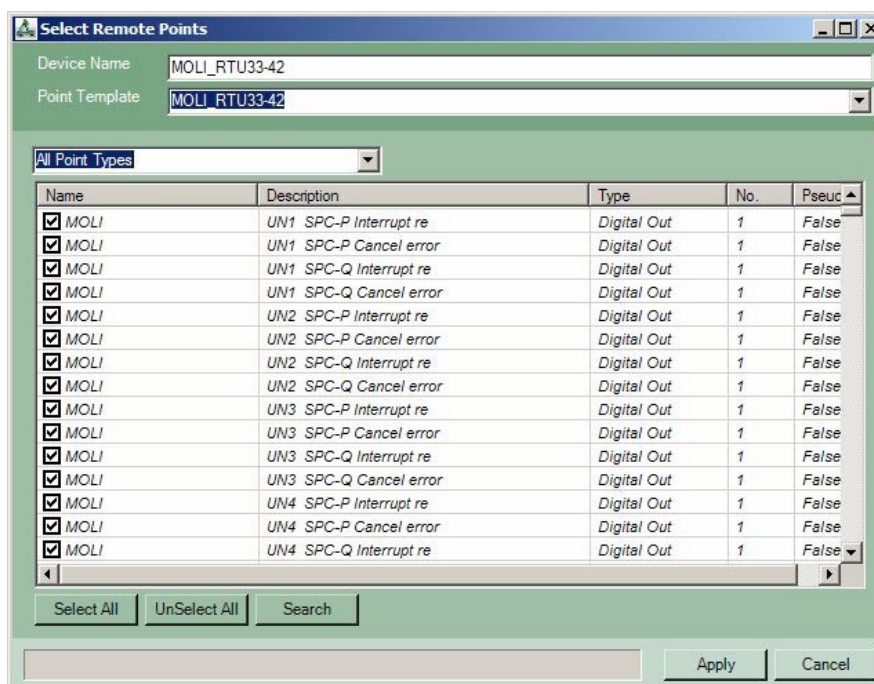


Figura. 4.8 Ventana Select Remote Points

- Seleccionar los puntos pertenecientes a la RTU.
- Click en Apply.
- En la ventana **Device (All)**, ingresar el número físico de la RTU en el campo **Address** figura 4.9, lo mismo hacer en las propiedades de la hoja en el campo **Device Address**.

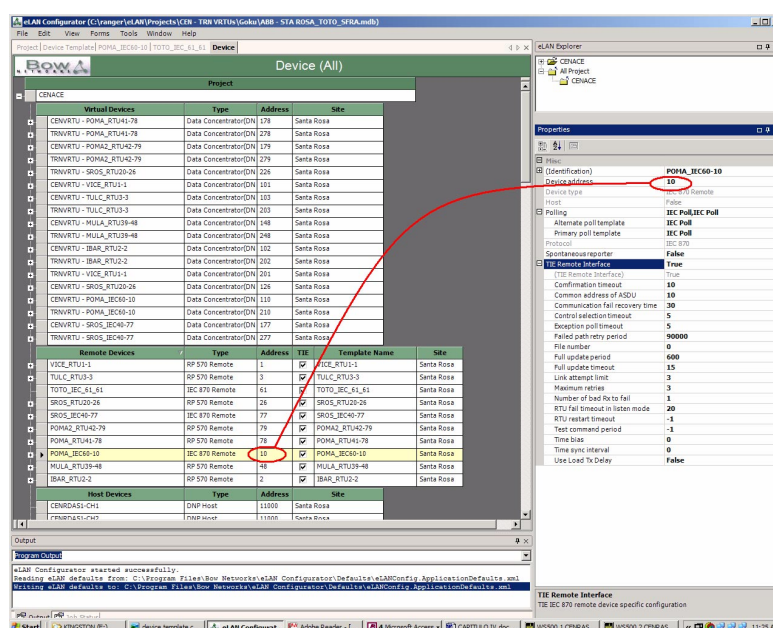


Figura. 4.9 Ventana Configuración Device Address

- En las propiedades del equipo remoto, en TIE Remote Interfaces en la opción Common address of ASDU se llena con el número físico de la RTU, (esto último es aplicable para el protocolo IEC870-5-101).

4.3.11 CONEXIÓN DE UN EQUIPO REMOTO AL SISTEMA ELAN

Los equipos remotos necesitan de un canal físico para conectarse con el sistema eLAN, los equipos pueden llegar en forma directa o vía MODEM. Todos los

servidores eLAN instalados tiene la capacidad mínima de dieciséis canales (2 tarjetas ICP) para la adquisición de datos teniendo el siguiente proceso para añadir una RTU o IED al canal:

- En el menú **Forms | Interface**, se despliega la ventana Interface (All)
- Ubicarse en los servidores, hacer click en “+” del servidor principal y se despliegan los canales físicos contenidos en el MSD.
- Elegir un canal libre cualquiera, click derecho sobre el canal, escoger la opción **Conect / Disconnect | Conect Device**.
- Se despliega una lista de los dispositivos configurados en el eLAN. SE escogen los dispositivos que se van a comunicar por este canal, pueden ser más de uno y presionar el botón Apply. Tener en cuenta que todos los dispositivos que forman parte de este canal deben tener el mismo protocolo.
- Editar el campo **Description** con la nomenclatura establecida para el efecto.

4.3.12 CREACIÓN DE UNA RTU VIRTUAL (VRTU)

Para el envío de la información a varios Centros de Control, el eLAN dispone de RTU virtuales, VRTUs; las mismas que se asocian a los diferentes Centros de Control, en este caso CENACE y Transelectric. A continuación se detalla el proceso de creación de VRTUs:

- En el menú **Forms | Device**, se despliega la ventana Device (All).

- Click derecho en cualquier parte de la ventana, se escoge la opción **Add | Add Device**.
- Se selecciona la opción **Virtual Device** y se escoge la opción **Data Concentrator (DNP)**.
- Conectar al eLAN1.
- En la ventana de propiedades, click “+” de “Identification” para desplegar las propiedades, cambiar el *Nombre* y la *dirección* del dispositivo. La dirección de la VRTU de CENACE será 100 + Dirección Física, mientras que en el caso de TRANSELECTRIC será 200 + Dirección Física. Ejemplo: si se dispone de una RTU física 100, la dirección de VRTU del CENACE es 111 y Transelectric 211.
- En la ventana Device (All), en la lista de dispositivos Virtuales (Virtual Devices) hacer click derecho sobre la VRTU a configurar, se escoge la opción Add | Add Point | All Points, en donde se despliega una ventana con el nombre de la VRTU. En la parte izquierda de la ventana se tiene una pestaña que despliega las RTU físicas que están configuradas en el sistema.
- Se elige de la lista la RTU a la cual se le va a asociar las VRTUs.
- En la parte Izquierda de la ventana, existe una pestaña que despliega la lista de señales que tiene configurada la RTU seleccionada.
- Se selecciona los puntos que se requieren integrar a la VRTU y se los pasa a la lista de puntos de la VRTU presionando el botón >>

4.3.13 MAPEO DE CONEXIONES LÓGICAS

Para el envío de información desde los servidores eLAN hasta los Host (Sistemas de CENACE y TRANSELECTRIC), es necesario mapear la VRTU con el canal lógico del Host a fin de que la información sea direccionada a cada centro de control.

El proceso para el mapeo de la información es el siguiente:

- En el menú **Forms | Device Mapping**, se despliega la ventana Device Mapping (All) con la lista de los Host existentes en el servidor eLAN.
- Click derecho sobre el Host Device al cual se va a anexar una VRTU y seleccionar la opción **Map/Un-Map | Map Remote Device**.
- Se despliega una ventana con el listado de los dispositivos remotos figura 4.10, se escoge la VRTU y la opción Apply.

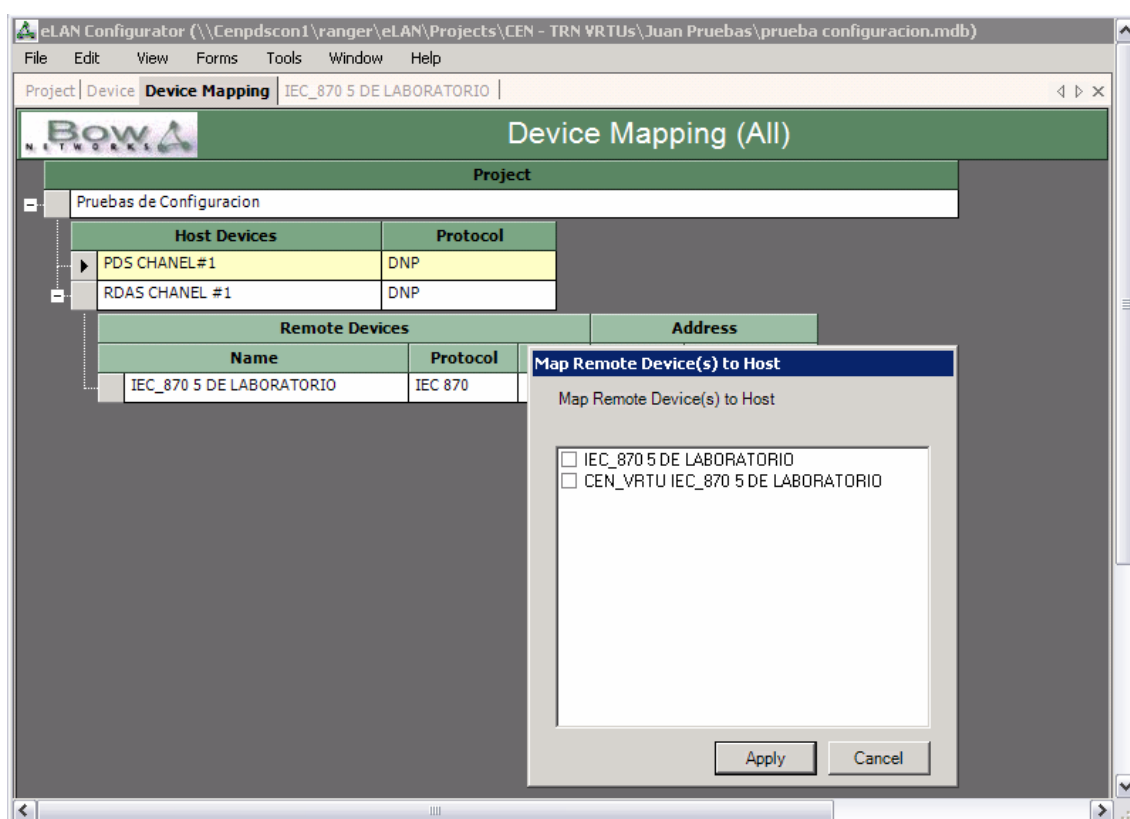


Figura. 4.10 Ventana de selección del Dispositivo

- En la columna "Address" se tienen dos opciones, la opción Actual es el número lógico con el cual se asocia en el Sistema Network Manager, mientras Host View es el número en Hardware de la RTU.

4.3.14 MAPEO DE PUNTOS (POINT MAPPING)

Los sistemas de gestión de energía – EMS del CENACE y TRANSELECTRIC manejan bases de datos asociadas a los equipos remotos, en donde se definen las direcciones lógicas para los puntos físicos de una determinada RTU.

El sistema eLAN envía los datos concentrados al sistema EMS, siendo necesario realizar un mapeo entre los puntos de una RTU y el sistema EMS.

Para realizar el mapeo de puntos es necesario el siguiente proceso:

- En la ventana de Device Mapping (All) tenemos los Host Device, para desplegar las VRTUs asociadas a este canal hacemos click en el “+” del canal.
- Se selecciona la VRTU a Mapear y se escoge la opción del menú **Forms | Point Mapping** desplegándose una ventana cuyo nombre depende de la VRTU seleccionada figura 4.11.
- Esta ventana está compuesta por tres partes, la primera correspondiente al nombre de los puntos conformados por la VRTU, la segunda indica las características del punto en el host y la tercera indica las características del punto en la RTU.
- Para el mapeo de puntos, el numero lógico correspondiente a un punto en el sistema EMS debe ser colocado en el campo numeral (#) de la columna de Hosts.

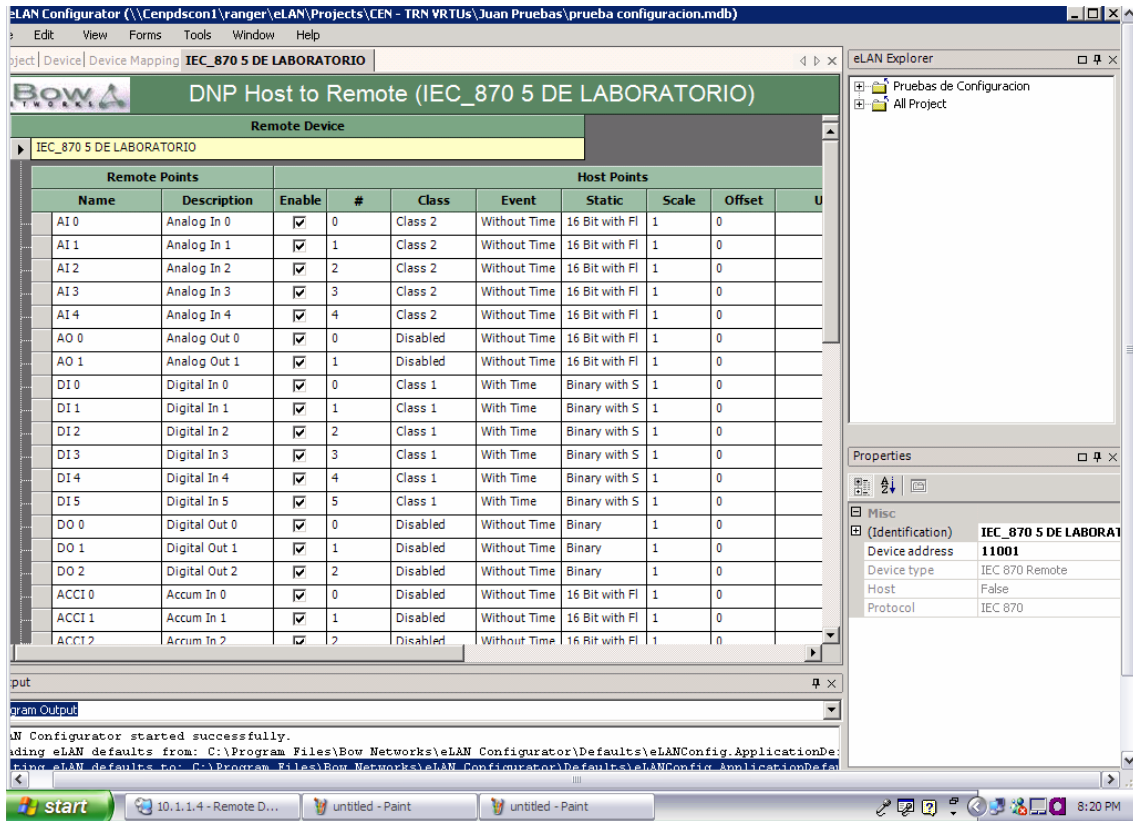


Figura. 4.11 Ventana del Mapeo de Puntos

CAPITULO V

PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE ADQUISICIÓN DE DATOS (eLAN)

5.1 PROCEDIMIENTOS PARA PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

Para probar el correcto acoplamiento entre los servidores eLAN y las remotas; y el envío de información hacia el sistema Network Manager, es necesario establecer procedimientos que permitan supervisar estos niveles de comunicación siguiendo los siguientes pasos:

- Verificar en los servidores eLAN la adecuada recepción de las distintas señales enviadas por las remotas.
- Contrastar la correcta recepción en el sistema Network Manager de los datos enviados por los servidores eLAN.
- Establecer el correcto funcionamiento del sistema de redundancia de los enlaces WAN de Fibra Óptica.

5.1.1 PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE SEÑALES DE CAMPO EN LOS SERVIDORES eLAN

Las pruebas de recepción de señales de campo consisten en verificar la correcta recepción de la información enviada desde los equipos remotos hasta los equipos de adquisición datos eLAN.

Para comprobar la correcta recepción o envío de información es necesario realizar pruebas objeto sobre las señales y componentes administradas por una RTU.

Las pruebas objeto consisten en generar desde campo aperturas y cierres de seccionadores o interruptores, generación de pulsos de energía, generación de mediciones analógicas y ejecución de comandos sobre la RTU, con el objeto de comprobar en el eLAN la actualización de los puntos enviados y recibidos desde una determinada RTU.

Las pruebas objeto se las realiza aislando de la RTU las señales y equipos reales de la subestación o central, a fin de no afectarlas en casos de problemas con canales cruzados, escalas, etc.

5.1.1.1 Procedimiento de Pruebas de señales Digitales (Interruptores, Seccionadores y Alarmas)

1. Realizar una lista con los puntos digitales de la RTU de prueba. La lista debe ser obtenida del programa eLAN Configurator y debe contar con los campos **Description** y **#** ubicados en la ventana Point Mapping. Esta lista debe cumplir el siguiente Formato:

No	Punto	Dirección eLAN (#)	Recepción

Tabla. 5.1 Tabla de registro de prueba de Puntos Digitales

2. Coordinar con la persona de campo el punto a probar e identificarlo en la lista de puntos digitales

3. Ingresar como administrador al servidor eLAN mediante el siguiente procedimiento:
 - Desde una computadora conectada a la red iniciar una ventana de comandos.
 - En el prompt digitamos


```
C:\> telnet x.x.x.x
```

 Siendo x.x.x.x la dirección de red del servidor .
 - Ingresar el Username y Password del servidor eLAN.
 - Digitar **su** en el root del servidor para ingresar como administrador.
 - Ingresar el Password de Administrador.

4. Preparar al servidor eLAN para la verificación de la llegada de puntos realizando el siguiente proceso:
 - En el root del servidor en la sesión de administrador se digita las siguientes instrucciones:


```
[root]t# setlog - 0
```

```
[root]# setlog -n remote [# canal] nivel de observación (5 es el número mas alto)
```

```
[root#] bilogit | grep 'RTU [número RTU] [número de punto]'
```

- En la opción [canal] se ingresa el número de canal lógico por el cual se comunica la RTU al servidor eLAN.
 - En la opción [número de punto] se ingresa el número de punto de la transmisión digital a verificar, este número es el listado en la tabla 5.1.
5. Coordinar con la persona responsable en campo el envío del punto seleccionado, registrando los resultados en el formato de Recepción de Puntos Digitales.
 6. Verificar en la ventana de conexión al servidor eLAN la recepción del punto en el sistema eLAN y su correspondiente estado (abierto, cerrado, indeterminado, etc), comprobando que este sea correcto, si no lo es se procede a analizar el evento con el responsable en el campo.

Este proceso debe repetirse por cada punto de la Subestación o Central a probar.

5.1.1.2 Procedimiento de Pruebas de señales Analógicas

1. Realizar una lista con los puntos analógicos de la RTU de prueba (mediciones de potencia activa, reactiva, frecuencia y voltajes). La lista debe ser obtenida del programa eLAN Configurator y debe contar con los campos **Description** y **#** ubicados en la ventana Point Mapping. Esta lista debe cumplir el siguiente Formato:

No	Punto	Direcccion eLAN (#)	Recepcion

Tabla. 5.2 Tabla de registro de prueba de Puntos Analógicos

2. Ingresar como su administrador al servidor eLAN mediante el siguiente procedimiento:

- Desde una computadora conectada a la red iniciar una ventana de comandos.
- En el prompt digitamos:
 C:\> telnet x.x.x.x
 Siendo x.x.x.x la dirección de red del servidor.
- Ingresar el Username y Password del servidor eLAN.
- Digitar **su** en el root del servidor para ingresar como administrador.
- Ingresar el Password de Administrador.

3. Preparar al servidor eLAN para la verificación de la llegada de puntos realizando el siguiente proceso:

- En el root del servidor en la sesión de administrador se digita las siguientes instrucciones:
 [root]# setlog - 0
 [root]# setlog -n remote [# de canal] 5
 [root]# bilogit | grep 'RTU [numero RTU] Analog block [número de punto]'
- En la opción [canal] se ingresa el número de canal lógico por el cual se comunica la RTU de prueba con el servidor eLAN.
- En la opción [número de punto] se ingresa el número de punto de la señal analógica a verificar y listando en la tabla 5.2

4. Verificar en la ventana de conexión servidor eLAN la recepción del punto en este equipo.

Este proceso debe repetirse por cada punto de la Subestación o Central a probar.

```
[root@cenelan1 elanuser]# blogit |grep 'RTU 42 Analog block 41'
[Nov 16/06 18:26:35.086] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): RTU 42 Analog block 41 unchgd; ONLINE (value 19040)
[Nov 16/06 18:26:40.847] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 41: ONLINE (value 19136)
[Nov 16/06 18:26:48.579] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 41: ONLINE (value 19168)
[Nov 16/06 18:26:56.053] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 41: ONLINE (value 19008)

Exiting by request (signal).

[root@cenelan1 elanuser]# blogit |grep 'RTU 42 Analog block 44'
[Nov 16/06 18:27:24.847] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 44: ONLINE (value 19040)
[Nov 16/06 18:27:30.877] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 44: ONLINE (value 19168)
[Nov 16/06 18:27:38.735] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 44: ONLINE (value 18976)
[Nov 16/06 18:27:44.670] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): RTU 42 Analog block 44 unchgd; ONLINE (value 18976)

Exiting by request (signal).

[root@cenelan1 elanuser]# blogit |grep 'RTU 42 Analog block 39'
[Nov 16/06 18:28:15.521] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): RTU 42 Analog block 39 unchgd; ONLINE (value 28032)
[Nov 16/06 18:28:23.823] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): RTU 42 Analog block 39 unchgd; ONLINE (value 28032)
[Nov 16/06 18:28:29.664] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): RTU 42 Analog block 39 unchgd; ONLINE (value 28032)
[Nov 16/06 18:28:35.695] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): RTU 42 Analog block 39 unchgd; ONLINE (value 28032)

Exiting by request (signal).

[root@cenelan1 elanuser]# blogit |grep 'RTU 42 Analog block 50'
[Nov 16/06 18:29:20.284] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 50: ONLINE (value 896)
[Nov 16/06 18:29:28.316] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 50: ONLINE (value 704)
[Nov 16/06 18:29:34.162] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 50: ONLINE (value 672)
[Nov 16/06 18:29:39.983] cenelan1 remote:[ 21: rp570_resp_upd_analogs(): Updating RTU 42 Analog block 50: ONLINE (value 736)
^X
Exiting by request (signal).
[root@cenelan1 elanuser]#
```

Figura. 5.1 Resultado de Pruebas sobre los puntos 41, 44, 39 y 50 de la RTU de Molino

5.1.1.3 Procedimiento de Pruebas de Acumuladores (Mediciones de Energía)

1. Realizar una lista con los puntos de Acumuladores de la RTU de prueba. La lista debe ser obtenida del programa eLAN Configurator y debe contar con los campos **Description** y **#** ubicados en la ventana Point Mapping. Esta lista debe cumplir el siguiente Formato:

No	Punto	Dirección eLAN (#)	Recepción

Tabla. 5.3 Tabla de registro de prueba de Acumuladores

2. Coordinar con el responsable de campo el punto a probar e identificarlo en la lista de Acumuladores
3. Ingresar como su (administrador) al servidor eLAN mediante el siguiente procedimiento:
 - Desde una computadora conectada a la red iniciar una ventana de comandos.
 - En el prompt digitamos

```
C:\> telnet x.x.x.x
```

Siendo x.x.x.x la dirección de red del servidor
 - Ingresar el Username y Password del servidor eLAN
 - Digitar **su** en el root del servidor para ingresar como administrador
 - Ingresar el Password de Administrador
4. Preparar al servidor eLAN para la verificación de la llegada de puntos realizando el siguiente proceso:
 - En el root del servidor en la sesión de administrador se digita las siguientes instrucciones:

```
[root]# setlog - 0  
[root]# setlog -n remote [# de canal] 5  
[root]# bilogit | grep 'RTU [numero RTU] #[número de punto]'
```
 - En la opción [canal] se ingresa el número de canal lógico por el cual se comunica la RTU de prueba con el servidor eLAN.
 - En la opción [número de punto] se ingresa el número de punto con el cual se envía al sistema EMS contenido en la lista de señales digitales.
 - Los puntos acumuladores son generados desde campo y actualizados por la RTU cada quince minutos.

5. Verificar en la ventana de conexión al servidor eLAN la recepción del punto en este equipo.

Este proceso debe repetirse por cada punto de la Subestación o Central a probar.

5.1.2 PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS DE TRANSFERENCIA DE DATOS CON EL SISTEMA NETWORK MANAGER

La información proveniente de los servidores eLAN es recibida por los servidores RDAS, encargados de la adquisición de datos en este sistema. Una vez procesada esta información es enviada a los servidores RAS sobre los cuales corren las aplicaciones del sistema Network Manager.

Este proceso finalmente es supervisado en las consolas del sistema las cuales despliegan en forma gráfica el estado del sistema mediante el siguiente procedimiento:

1. Ingresar a la aplicación de supervisión WS500 ubicada en el escritorio de la consola.
2. Ingresar Nombre de Usuario y Contraseña.
3. En la barra de herramientas oprimir el botón S/E para desplegar la lista grafica de Centrales y Subestaciones.

4. Identificar la Central o Subestación de pruebas y hacer click izquierdo sobre esta desplegando en forma gráfica el diagrama unifilar de la Central o Subestación.
5. Este diagrama esta asociado a la base de datos de tiempo real, y contiene los parámetros necesarios para la supervisión, teniendo entre las más importantes señales analógicas, digitales y energía las cuales reflejan los datos enviados por la RTU. Si la información llega de forma correcta desde los servidores eLAN el color de los puntos en el diagrama es verde.

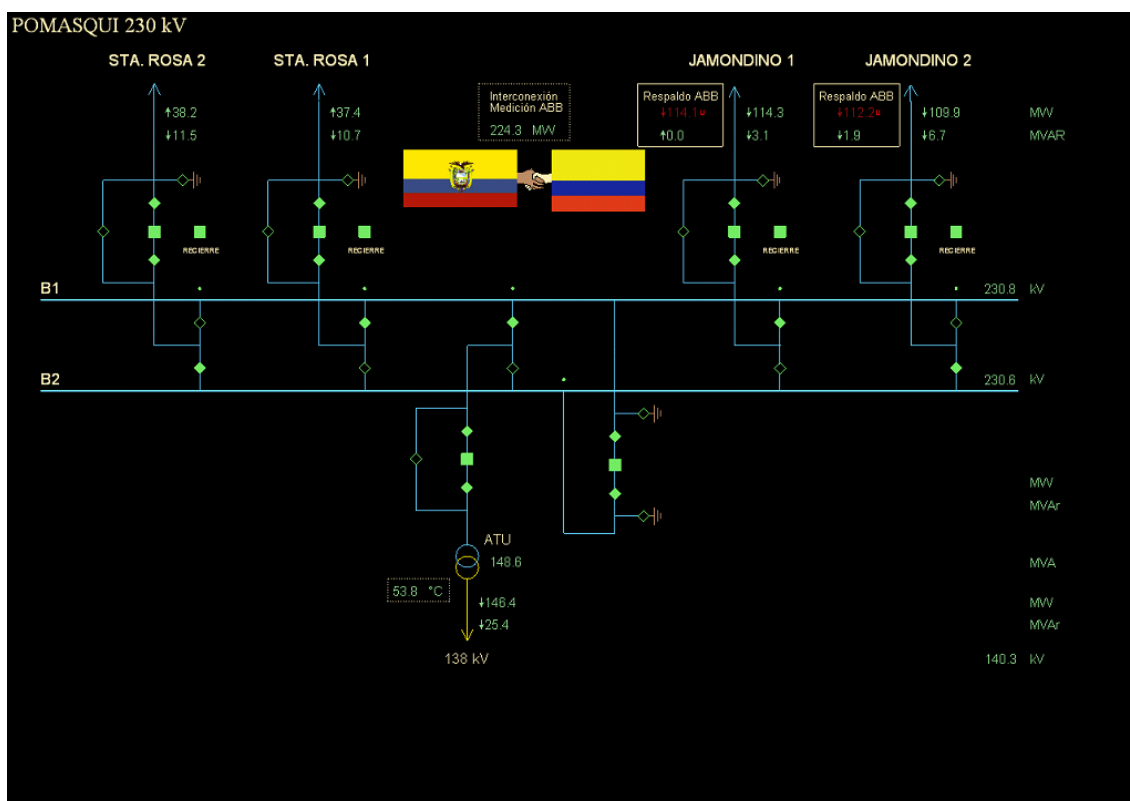


Figura. 5.2 Despliegues de la Subestación Pomasqui (Interconexión con Colombia) en estado Normal

6. Si la información no llega desde el sistema eLAN el color de los puntos en el diagrama son de color violeta.

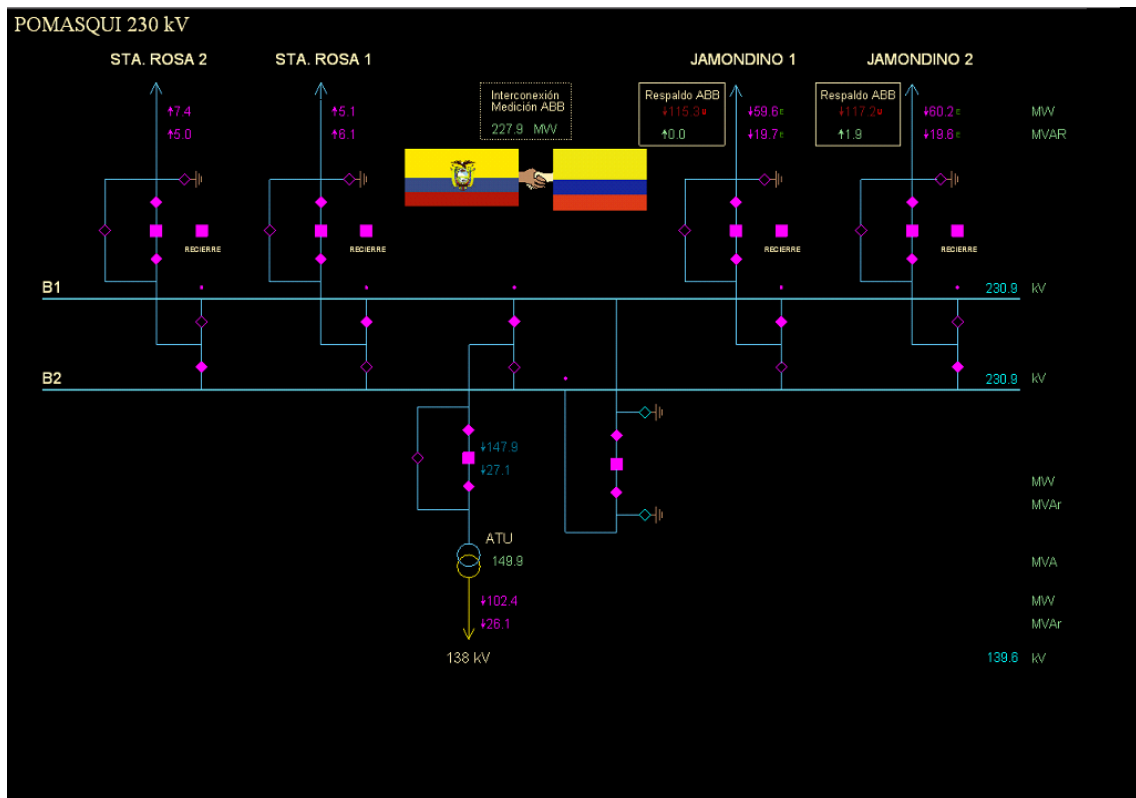


Figura. 5.3 Despliegues de la Subestación Pomasqui en error de Telemetría (RTU fallada)

5.1.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA PARA LOS ENLACES DE COMUNICACIONES DE FIBRA ÓPTICA

El medio de comunicación entre los servidores eLAN y los sistemas EMS de Transelectric y CENACE es fibra óptica, existiendo una configuración de anillo por respaldo en caso de existir pérdida en algún enlace del anillo como se encuentra detallado en el Capítulo III de la presente tesis.

Todos los servidores eLAN están equipados con dos ruteadores los cuales se conectan a distintas rutas, es decir por cada servidor eLAN se tiene dos enlaces de comunicaciones de fibra óptica como se muestra en la Figura 5.4.

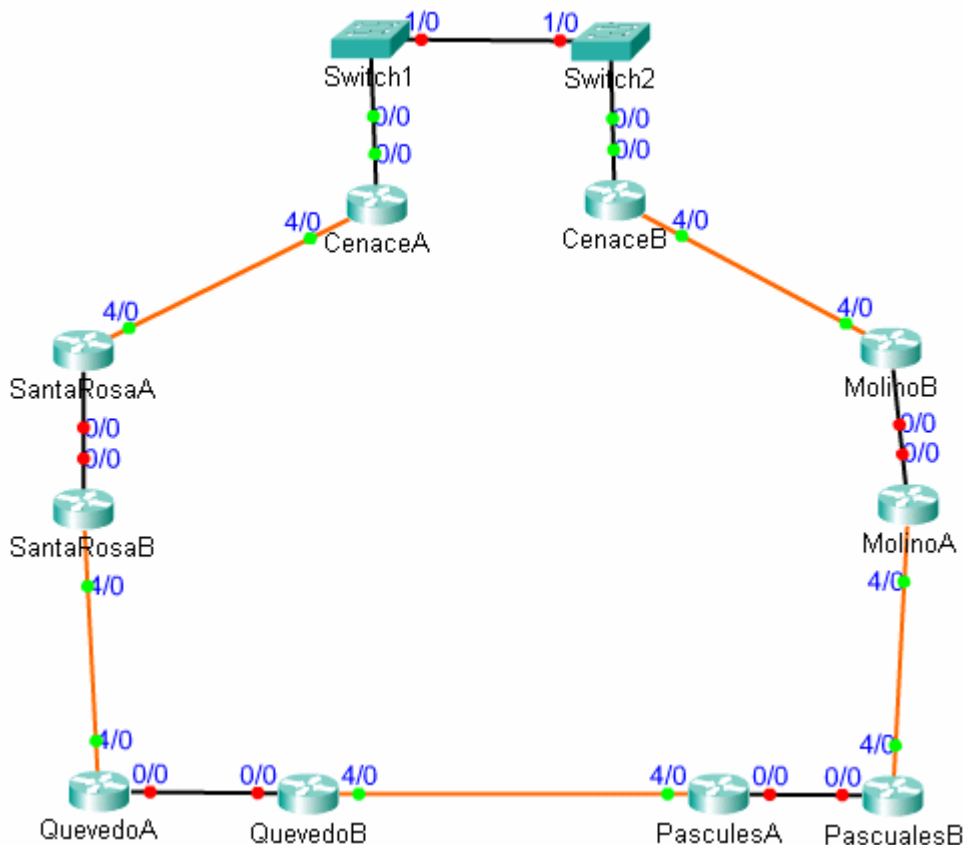


Figura. 5.4 Topología de Adquisición de Datos mediante la Red de Fibra Óptica para CENACE

Para probar la redundancia en los enlaces de fibra se realiza el siguiente procedimiento:

1. Se escoge el servidor eLAN sobre el cual se va a probar la Redundancia.
2. Desde una consola del sistema Network Manager se realiza un telnet al router sobre el cual se va a correr las pruebas.
3. Utilizando el comando `sh down` se apaga la interfase serial E1 del ruteador.

4. Se verifica desde una consola del sistema Network Manager la actualización de los datos que envía el eLAN sobre el cual se están corriendo las pruebas.
5. Se verifica la conexión con los ruteadores mediante el comando ping x.x.x.x, siendo x.x.x.x la dirección del router de prueba.

5.2 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.2.1 MONITOREO DEL RENDIMIENTO DEL SERVIDOR eLAN

El componente principal para el funcionamiento del sistema de adquisición de datos eLAN se encuentra en el óptimo desempeño de su par de servidores, encargados del procesamiento de la información receptada, la cual finalmente es recibida en los centros de control permitiendo la supervisión del SNI en tiempo real.

Para conseguir esto se realiza un monitoreo diario a los servidores tanto en su rendimiento de procesamiento como su capacidad de almacenamiento utilizando la aplicación WEBMIN instalada en cada uno de los servidores mediante el siguiente procedimiento.

1. Desde una consola del Network Manager se abre la aplicación Internet Explorer ingresando en el campo dirección: <https://x.x.x.x:10000> siendo x.x.x.x la dirección del servidor eLAN.

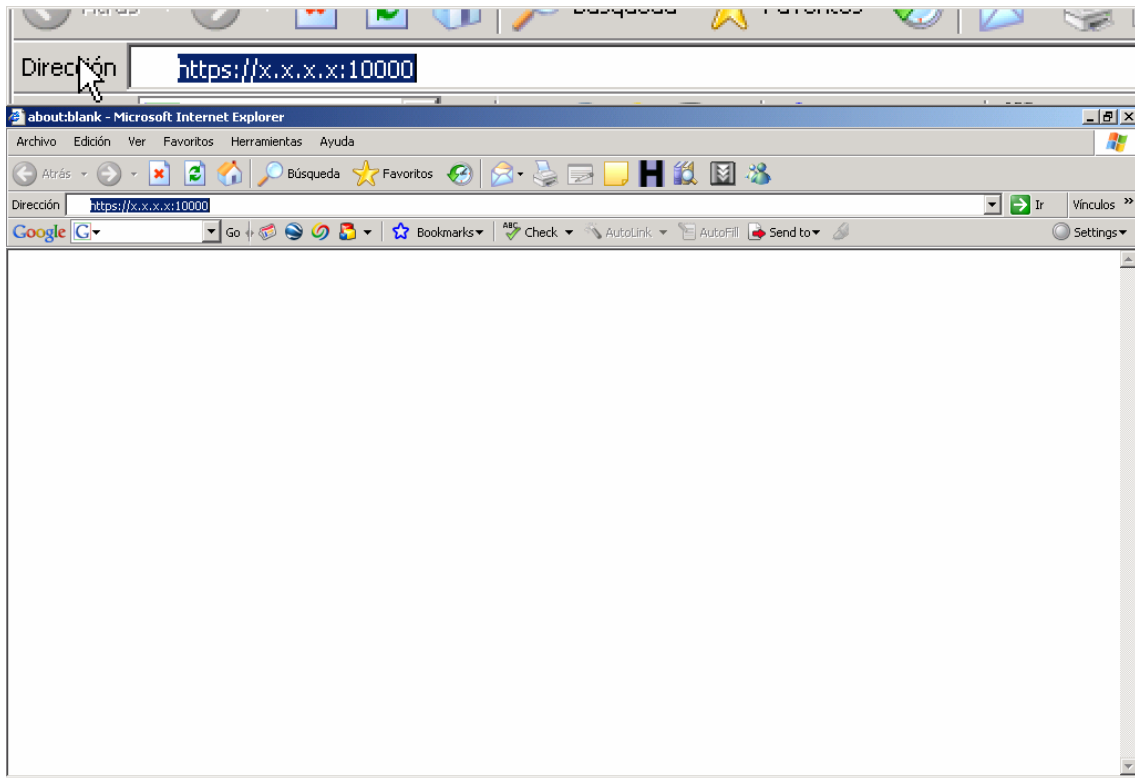


Figura. 5.5 Dirección para el Ingreso a la aplicación Webmin

2. Ingresar el Username y Password

A screenshot of the Webmin login form. The form has a title bar that says "Login to Webmin". Below the title bar, there is a message: "You must enter a username and password to login to the Webmin server on". There are two input fields: "Username" and "Password". Below the "Password" field are two buttons: "Login" and "Clear". At the bottom of the form, there is a checkbox labeled "Remember login permanently?".

Figura. 5.6 Ventana de Ingreso Webmin

3. Seleccionar la pestaña eLAN Diagnostic en donde se despliega las opciones de monitoreo. Se escoge la opción eLAN Hardware Monitor.

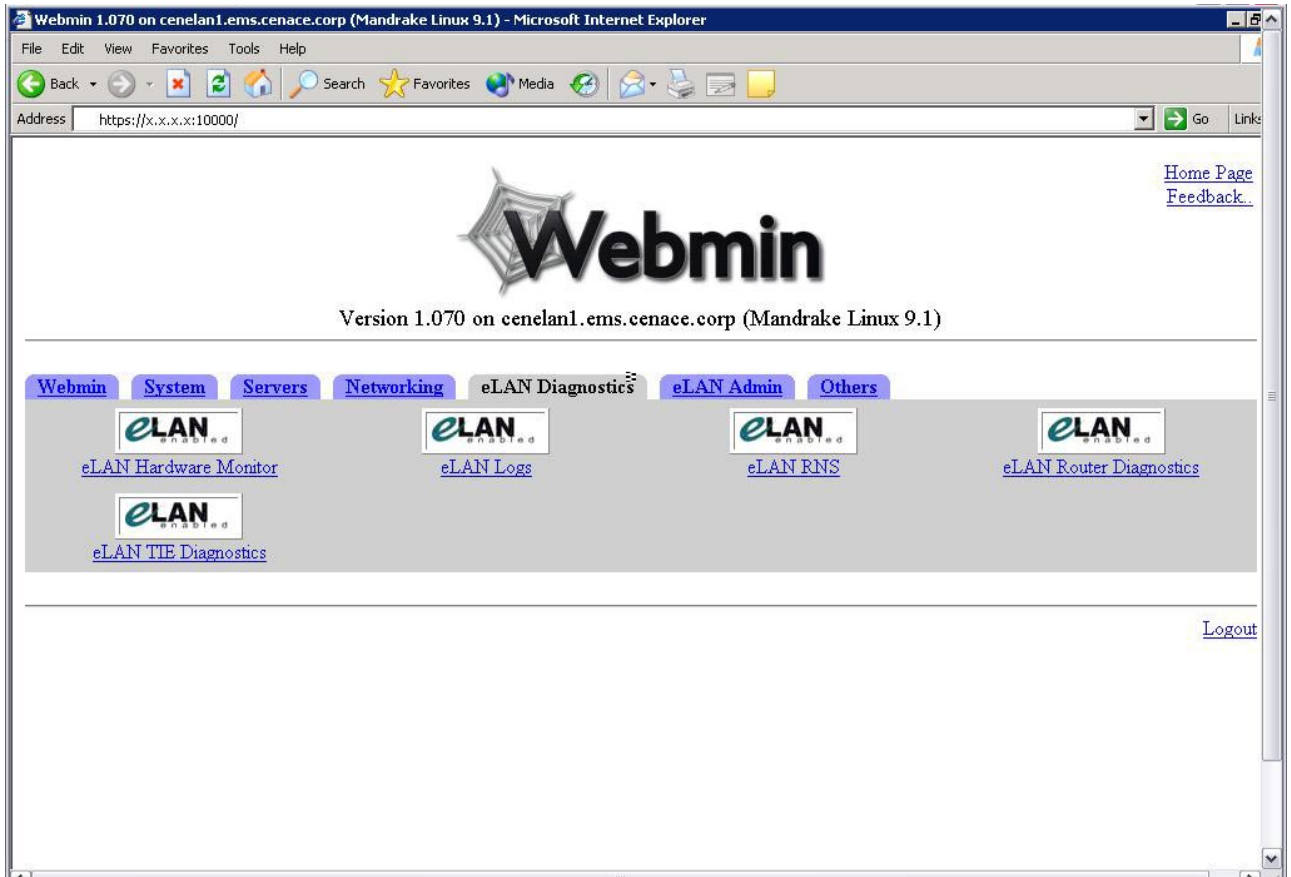


Figura. 5.7 Ventana Webmin – eLAN Diagnostic

4. Verificar la lecturas proporcionadas por los sensores del servidor, confirmando que se encuentren en los rangos permitidos, en el caso de no estar dentro de los rangos se presentara una alarma de advertencia.

Refresh

Hardware Statistics

LM Sensors

eeprom-i2c-0-50	
Adapter	SMBus I801 adapter at 0500
Algorithm	Non-I2C SMBus adapter
Memory type	DDR SDRAM DIMM SPD
Memory size	MB)
w83627hf-isa-0290	
Adapter	ISA adapter
Algorithm	ISA algorithm
VCore 1	+1.44 V
VCore 2	+1.47 V
+3.3V	+3.31 V
+5V	+4.83 V
+12V	+12.21 V
-12V	-11.98 V
-5V	-5.01 V
V5SB	+4.83 V
VBat	+3.20 V
CPU Fan	13916 RPM
CPU Temp	+51.5°C
vid	+1.400 V

Figura. 5.8 Reporte de Sensores del Servidor eLAN

5. Verificar el rendimiento del procesador que debe estar por debajo del 80%.

6. Verificar el estado de las particiones y registrarlas en un archivo de supervisión diario, en donde se anota el porcentaje de cada partición, a fin de garantizar el uso adecuado de las mismas y en caso de ser necesario depurar para disponer del espacio necesario.

Partition Information					
Filesystem	1K-blocks	Used	Available	Use%	Mounted on
/dev/hda1	9676	4435	5241	46%	/boot
/dev/hda10	68715	48829	19886	72%	/elan_db/flash
/dev/hda6	9676	3470	6206	36%	/bin
/dev/hda7	29044	23785	5259	82%	/lib
/dev/hda8	9676	4006	5670	42%	/sbin
/dev/hda9	255658	169653	86005	67%	/usr
/dev/root	14327	5569	8758	39%	/
tmpfs	100352	46800	53552	47%	/elan_db
tmpfs	8192	4	8188	1%	/elan_shared
tmpfs	73728	6840	66888	10%	/etc
tmpfs	16384	12	16372	1%	/tmp
tmpfs	32768	17100	15668	53%	/var

← [Return to eLAN HW Monitor](#)

Figura. 5.9 Información de las particiones del Servidor eLAN

5.2.2 POLÍTICA DE BACKUP PARA RESPALDAR LOS ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES eLAN

Cada servidor eLAN administra la información recibida desde los distintos puntos del Sistema SNI realizando el proceso de recolección, procesamiento de RTUs y el posterior envío de información a los centros de control de CENACE y Transelectric.

Para lograr la correcta coordinación de todo este proceso es necesario configurar el servidor eLAN utilizando el programa eLAN Configurator permitiendo el ingreso y descarga de parámetros de configuración del servidor como también la creación de RTUs con los puntos asociados a esta.

El programa eLAN Configurator genera un archivo de extensión mdb el cual contiene los parámetros de configuración propios del servidor como los puntos asociados tanto a las RTU como a las VATU y los Centros de Control.

A fin de respaldar esta información vital para el sistema de adquisición de datos es necesario llevar la siguiente política de Backup que permita la correcta administración del archivo de configuración de cada servidor eLAN

1. La generación y administración de los archivos de Configuración se los realiza en la Consola CENPDSCON1, siendo la única consola que posee el programa eLAN Configurator.

2. El path para la generación del archivo de configuración es: C:\Ranger\leLAN\Projects\. Este directorio contendrá los cuatro archivos de configuración, uno por cada eLAN.

3. El nombre del archivo de configuración debe cumplir con el siguiente formato:
 - a. SantaRosa_fecha.mdb
 - b. Molino_fecha.mdb
 - c. Quevedo_fecha.mdb
 - d. Pascuales_fecha.mdb

4. En caso de realizarse una generación, implementación o cambios de puntos en una RTU o VRTU de un servidor eLAN se lo ejecutara utilizando el siguiente procedimiento:
 - a. Se realiza el respaldo en la carpeta: C:\Ranger\leLAN\Projects\Respaldo\ (carpeta con fecha) en el directorio C:\Ranger\leLAN\Projects\

- b. Los cuatro archivos ubicados en el directorio C:/Ranger/eLAN/Projects/ se copian dentro del directorio: C:\Ranger\elan\Projects\Respaldo*(carpeta con fecha)* y también son grabados en un CD cuya etiqueta debe ser RESPALDO CONFIGURACIÓN eLAN FECHA. De esta forma se tiene respaldo la información en la consola de trabajo en caso de requerir una versión anterior.
- c. Los nuevos trabajos se los realiza sobre los archivos que se encuentran en el path C:/Ranger/eLAN/Projects/ grabando con el formato respectivo teniendo en cuenta que al momento de grabar se debe cambiar la fecha en el nombre del proyecto.

Cumpliendo esta política de Backup se tiene el respaldo de la configuración anterior en el path C:/Ranger/eLAN/Projects/Configuración_Anterior/ en caso de necesitarlo, y si es necesario una configuración anterior a la ubicada dentro de este path se debe buscarla en los CD's de respaldo.

5.2.3 MONITOREO REMOTO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Para dar soporte al sistema Network Manager desde un punto remoto se utiliza un equipamiento RAS que a través de la red pública telefónica permite conectarse a la red del sistema EMS vía modem (figura. 5.10).

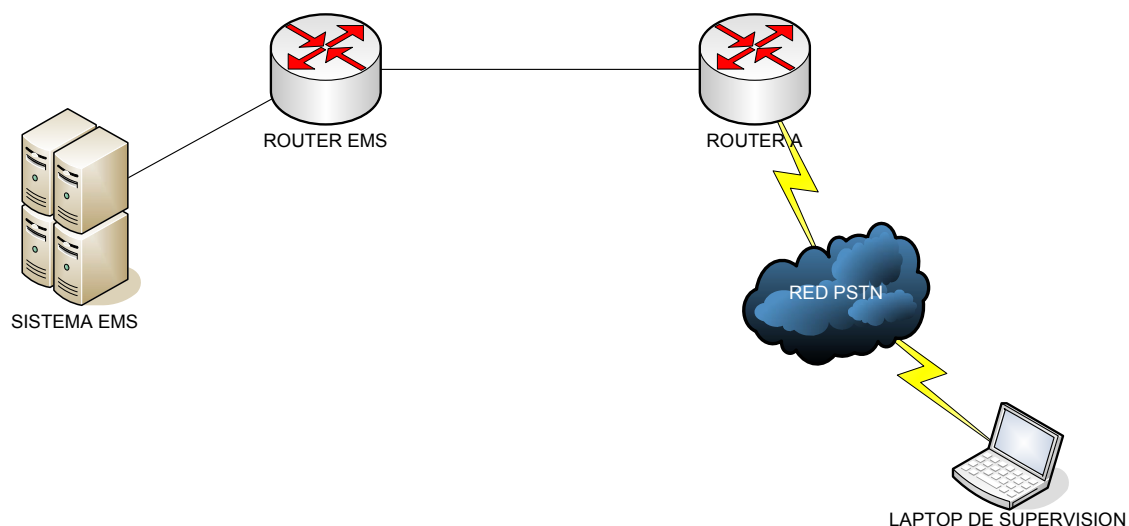


Figura. 5.10 Arquitectura del sistema de Supervisión

Las estrictas medidas de seguridad de la red del sistema EMS, impiden el uso del servicio de Internet dentro de la red siendo imposible realizar VPN's para ingresar al sistema.

El Router A (equipamiento RAS) autentifica el usuario y contraseña antes de asignar una dirección IP fija a la computadora que realiza la conexión.

Una vez ingresado a la red se realiza el siguiente procedimiento de supervisión del sistema eLAN

1. Se ingresa a una consola mediante la aplicación de windows Escritorio Remoto colocando la dirección IP de la consola a la cual se va a conectar remotamente, a fin de utilizar las herramientas propias de las consolas del sistema EMS.
2. Mediante la Interfase HMI WS500, se accede a los despliegues que permiten supervisar el estado de los diferentes equipos, programas y aplicaciones del sistema NM.

3. Se realiza la verificación de los cuatro sistemas eLAN's en donde se revisara el estado de las RTU's conectadas a cada sistema.
4. Se realiza la desconexión cerrando la ventana de la aplicación de Windows Escritorio Remoto.

5.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

5.3.1 FALLAS EN EL SISTEMA DE COMUNICACIONES

Como se ha detallado en capitulos anteriores el sistema de comunicaciones es hibrido (PLC, FO), en el caso de falla de RTUs puntuales se procede a revisar el listado de alarmas del sistema Network Manager, en donde quedan registrados todos los eventos enviados desde las respectivas subestaciones o centrales generadoras.

En el momento de existir una falla o mantenimiento en las líneas de transmisión se pierde comunicación entre el dispositivo remoto y el sistema eLAN ya que el sistema PLC utiliza las líneas de alta tensión para la transmisión de datos. Una vez normalizada la línea, se restablece nuevamente comunicación entre la remota y el sistema eLAN, siendo oportuno seguir el siguiente procedimiento para ingresar nuevamente al sistema la remota fallada.

1. Se identifica la RTU que se encuentra fallada en los despliegues del sistema Network Manager.

2. Se ingresa a la aplicación Webmin de los Servidores eLAN en donde se encuentra conectada la RTU fallada.
3. Se ingresa en la pestaña eLAN Diagnostic y se selecciona la opción eLAN TIE Diagnostics

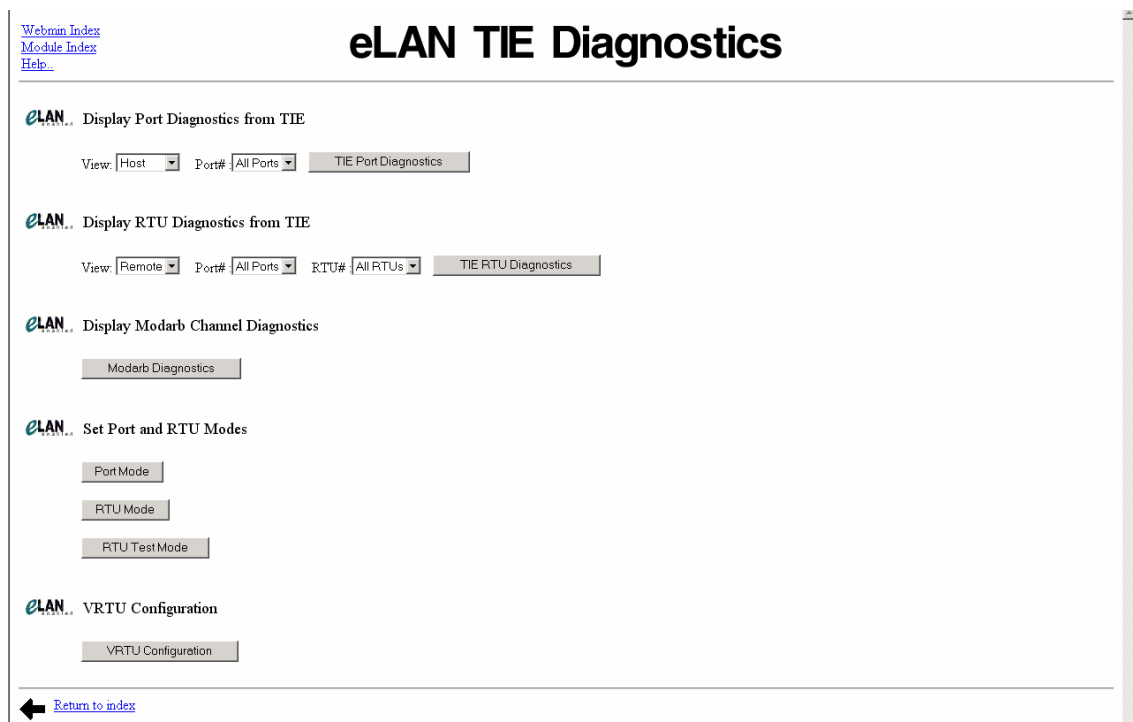


Figura. 5.11 Ventana eLAN TIE Diagnostics

4. Se realiza click en el botón Mode Arbitrador, desplegando un cuadro en el cual es posible identificar por cual de ambos servidores se encuentra como primario. Si el campo CUR esta en PRI, indica que el servidor se encuentra como primario, si esta como SEC, significa que el servidor se encuentra como secundario.

Modarb Diagnostics

Refresh

BOW PRODUCT:00000560, Mode Arbitrator Command Line Utility, 5.03.01, (modarb_u)									
Channel	Cause	Cur	Assign	Isolated	Primary	Secondary	Off	Partner	
1	AUTO	PRI	PRI	PRI	NORM	STBY	STBY	SEC	
2	AUTO	PRI	PRI	PRI	NORM	STBY	STBY	SEC	
3	AUTO	PRI	PRI	PRI	NORM	STBY	STBY	SEC	
4	AUTO	SEC	PRI	PRI	NORM	STBY	STBY	PRI	
5	AUTO	PRI	PRI	PRI	NORM	STBY	STBY	SEC	
6	RTU FAIL	PRI	PRI	PRI	NORM	STBY	STBY	SEC	

eLAN TIE Select or Enter

Channel# Change PRIMARY Server to:

[Return to eLAN TIE Diagnostics](#)

Figura. 5.12 Ventana Modard Diagnostic

5. Una vez que se identifica cual de los dos servidores se encuentra como primario, es necesario forzar la comunicación con la RTU ubicándose en la opción eLAN Diagnostic seleccionando el botón RTU.

6. Se despliega una lista con el número de todas la s RTU configuradas en el servidor eLAN, en la parte inferior de la ventana están dos pestañas en donde se escoge en la primera el duermo de RTU que se desea ingresar y en la segunda pestaña se tiene las opciones para poner la RTU dentro o fuera de servicio.

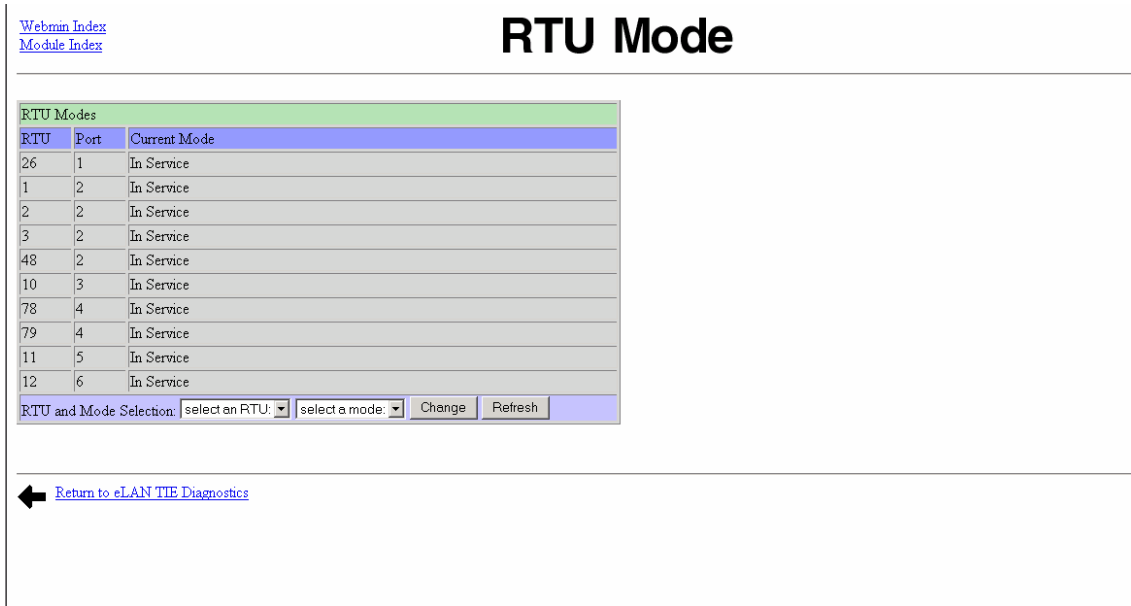


Figura. 5.13 Ventana RTU Mode

7. Se escoge la opción In Service para que el servidor eLAN establezca comunicación con la RTU fallada enviando un mensaje de inicialización.

8. Se verifica en una consola del sistema el estado de la RTU que debe cambiar de estado fallada a normal.

5.3.2 FALLAS EN LA ADQUISICIÓN DE DATOS

La adquisición de datos desde los servidores eLAN hasta el sistema Network Manager se lo realiza mediante el anillo de fibra óptica instalado por Transelectric. Para lograr que la información llegue en forma correcta desde los servidores eLAN al sistema Network Manager, es necesario realizar una coordinación entre ambos sistemas de los canales y puertos que van a ser utilizados para el intercambio de la información.

Cada canal lógico realiza el intercambio de información de una o varias remotas, existiendo el siguiente esquema lógico de comunicaciones:

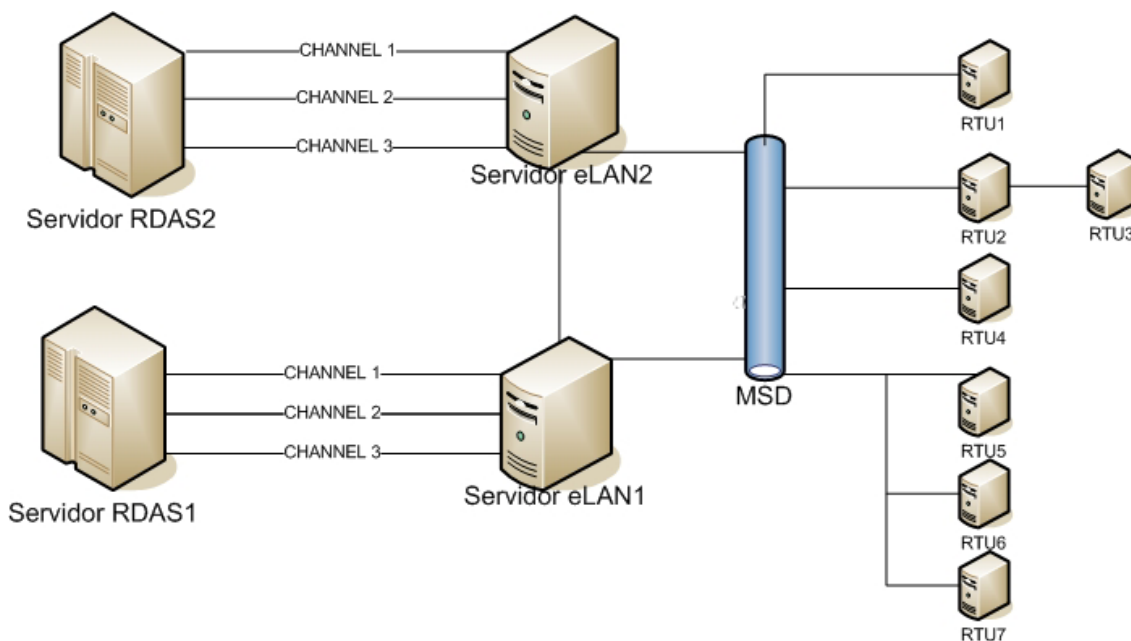


Figura. 5.14 Esquema lógico de comunicaciones

La conexión lógica entre los servidores eLAN y Network Manager se muestra en la figura 5.14 en donde el Servidor eLAN1 proporciona información al Servidor RDAS1 y el Servidor eLAN2 proporciona información al Servidor RDAS2

La información enviada desde las UTR's llega al sistema mediante cualquiera de los canales lógicos, de esta manera se distribuye las UTRs en los canales lógicos. Existirán entonces dos canales con dos UTRs y un canal con tres. Si el eLAN 1 esta como primario este será el encargado de enviar la información al sistema, caso contrario lo realizara el eLAN2.

En el sistema se define como *PRIMARIO* a los canales asociados al Servidor RDAS1 y como *SECUNDARIO* los canales asociados al Servidor RDAS2, en caso de existir una falla por el canal PRIMARIO, el sistema automáticamente conmuta

al SECUNDARIO o viceversa. Para que ocurra el cambio el sistema debe tener declarada como falladas a todas las remotas asociadas a este canal. Pero puede darse el caso en que esta fallada una remota y el resto se encuentren en estado Normal. En este caso es necesario realizar el siguiente procedimiento para volver a ingresar la remota fallada al sistema.

1. Se comprueba que exista adquisición de datos de la remota fallada a nivel de servidores eLAN.
2. Ingresar a la aplicación WS 500 desde cualquier consola del sistema Network Manager.
3. Utilizando los despliegues de la aplicación WS 500 se ubica en el menú SCADA y se hace click en el botón RTU Communications Switching. Esta ventana proporciona información de todas las remotas configuradas en el sistema, desplegando información de su status, canal lógico configurado en el sistema y estado del canal actual de comunicaciones que puede ser Primary o Alterno.

RTU Communications Switching																
RTU No	RTU Name	Service	RTU Comm	PRI Logical RDAS	PRI RCI	PRI PCP	PRI Channel	ALT Logical RDAS	ALT RCI	ALT PCP	ALT Channel	PCP Path	Channel Status PRI	Channel Status ALT	RTU Status PRI	RTU
1	VICE_RP5	In	Normal	1	1	14	15	1	5	14	143	Prime	Avail	Avail	Normal	
2	IBAR_RP5	In	Normal	1	1	14	15	1	5	14	143	Prime	Avail	Avail	Normal	
3	TULC_RP5	In	Normal	1	1	14	15	1	5	14	143	Prime	Avail	Avail	Normal	
4	SDOM_RP5	In	Normal	1	1	8	9	1	5	8	137	Alter	Avail	Avail	Normal	
5	ESME_RP5	In	Normal	1	1	8	9	1	5	8	137	Alter	Avail	Avail	Normal	
6	DPER_COR	In	Normal	1	1	8	9	1	5	8	137	Alter	Avail	Avail	Normal	
7	QUEV_RP5	In	Normal	1	1	8	9	1	5	8	137	Alter	Avail	Avail	Normal	
8	PORT_RP5	In	Normal	1	1	8	9	1	5	8	137	Alter	Avail	Avail	Normal	
9	CHON_RP5	In	Normal	1	1	8	9	1	5	8	137	Alter	Avail	Avail	Normal	
10	TGUA_JEC	Out	Normal	1	1	10	11	1	5	10	139	Prime	Avail	Avail	Normal	
11	PASC_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
12	TRIN_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
13	SELE_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
14	POSO_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
15	POLI_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
16	SALL_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
17	GZEV_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
18	CGPA_COR	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
19	CTRI_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
20	SROS_RP5	In	Normal	1	1	13	14	1	5	13	142	Prime	Avail	Avail	Normal	
22	DCER_RP5	In	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
23	MPP_COR	In	Failed	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
24	SIDE_COR	In	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
25	MILA_RP5	In	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
26	BABA_MAN	In	Normal	0	0	0	0	0	0	0	0	Prime	Avail	Avail	Normal	
27	MACH_C...	In	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
28	AGOY_RP5	In	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
29	PUYO_FUT	Out	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
30	TOTO_RP5	In	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
31	SFRA_FUT	Out	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	

Figura. 5.15 Ventana RTU Communications Switching

- Para realizar la conmutación del canal primario al secundario o viceversa se lo realiza en la ventana System Devic Status (Figura 5.16), si esta la RTU fallada comunicándose por el canal primario, nos ubicamos en el canal primario y procedemos a sacarlo de servicio cambiando el status de este canal de IN a OUT, click derecho del Mouse y se escoge la opción commit para ejecutar el cambio.

SEA: System Device Status -- PCP
 ICMD - Invalid Commands
 TX/RXDL - Device is not implemented or out of service
 NRS - No Response Software

Channel No	RDAS No	RCI No	PCP No	Impl	Chl Mode	Sim	Status Dev	Status Comm	ICMD	TX/RXDL	NRS	Scan Hist	Mrg	Alr	Fal	FFal
1	1	1	0	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
2	1	1	1	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
3	1	1	2	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
4	1	1	3	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
5	1	1	4	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
6	1	1	5	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
7	1	1	6	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
8	1	1	7	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
9	1	1	8	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
10	1	1	9	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
11	1	1	10	Yes	Normal	Off	Out	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
12	1	1	11	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
13	1	1	12	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
14	1	1	13	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
15	1	1	14	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
16	1	1	15	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
17	1	1	16	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
18	1	1	17	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
19	1	1	18	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
20	1	1	19	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
21	1	1	20	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
22	1	1	21	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
23	1	1	22	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
24	1	1	23	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
25	1	1	24	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
26	1	1	25	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
27	1	1	26	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1

Figura. 5.16 Ventana System Device Status

- Una vez ejecutado el cambio en la ventana PCP Communication debe cambiar el estado del Canal de Primary a Altern o viceversa, y la RTU debe cambiar de Failed a Normal.

5.3.3 FALLAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SERVIDORES ELAN

La aplicación principal de los servidores eLAN es el TIE. Si esta aplicación falla, se pierde la adquisición de datos en el sistema central Network Manager. Para verificar el correcto funcionamiento de esta aplicación se realiza el procedimiento:

- Ingresar como su administrador al servidor eLAN mediante el siguiente procedimiento:

- Desde una computadora conectada a la red iniciar una ventana de comandos.
- En el prompt digitamos
C:\> telnet x.x.x.x
Siendo x.x.x.x la dirección de red del servidor
- Ingresar el Username y Password del servidor eLAN
- Digitar **su** en el root del servidor para ingresar como administrador
Ingresar el Password de Administrador

2. Se ejecuta el comando tiestat, el cual nos muestra el status actual del TIE, desplegando todas las aplicaciones asociadas a este. Si el estado del proceso esta en running (Figura 5.17) este se encuentra en estado normal. Si sale otro mensaje, el proceso no se encuentra corriendo en forma correcta, siendo necesario realizar un reinicio remoto del servidor eLAN.

PROC_KEY BOW PART	MODULE	PROCESS NAME	VERSION	UNIX_PID	STATE	LL	LP
0x10010000 00001139	watchdog	watchdog	5.05.01	00013128	RUNNING	0	0
0x10030000 00001143	timer	timer	5.01.00	00013132	RUNNING	1	0
0x10040000 00001140	dbm	dbm	5.50.00	00013140	RUNNING	1	0
0x10050000 00001142	config	config	5.05.00	00013142	RUNNING	1	0
0x10080000 00001141	router	router	5.01.00	00013152	RUNNING	1	0
0x100d0000 00001132	devloc	Device Locator	5.01.00	00013163	RUNNING	1	0
0x100e0000 00001144	sock_tas	sock_task	5.50.01	00013176	RUNNING	1	0
0x10090001 00001117	remote	RP 570	5.50.03	00013185	RUNNING	1	0
0x10090002 00001117	remote	RP 570	5.50.03	00013200	RUNNING	1	0
0x10090003 00001134	remote	IEC 870 All-in-one	5.50.03	00013204	RUNNING	1	0
0x10090004 00001117	remote	RP 570	5.50.03	00013208	RUNNING	1	0
0x10090005 00001134	remote	IEC 870 All-in-one	5.50.03	00013212	RUNNING	1	0
0x10090006 00001134	remote	IEC 870 All-in-one	5.50.03	00013216	RUNNING	5	0
0x100a0001 00000543	host_TX	Generic Host Inter	5.08.06	00013220	RUNNING	1	0
0x1011004f 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013224	RUNNING	1	0
0x1011004e 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013222	RUNNING	1	0
0x10110054 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013231	RUNNING	1	0
0x10110051 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013226	RUNNING	1	0
0x1011005a 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013238	RUNNING	1	0
0x10110052 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013227	RUNNING	1	0
0x10110057 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013233	RUNNING	1	0
0x1011005d 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013244	RUNNING	1	0
0x10110059 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013235	RUNNING	1	0
0x1011005c 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013241	RUNNING	1	0
0x10110061 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013250	RUNNING	1	0
0x1011005b 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013240	RUNNING	1	0
0x10110091 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013258	RUNNING	1	0
0x10110060 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013247	RUNNING	1	0
0x1011005e 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013246	RUNNING	1	0
0x1011006f 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013252	RUNNING	1	0
0x10110095 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013261	RUNNING	1	0
0x10110092 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013260	RUNNING	1	0
0x10110070 00001127/00001129	urtu	DNP URTU Host I/F	5.50.03/5.50.03	00013255	RUNNING	1	0
0x100a0002 00001121	host_TX	TIE Maintenance IF	5.03.00	00013268	RUNNING	1	0
0x100f0000 00001232	phoenix	phoenix	5.00.02	00013272	RUNNING	1	0
0x10100000 00000559	modarb	modarb	5.03.05	00013274	RUNNING	1	0

ICP PROCESS INFORMATION

Figura. 5.17 Detalle de la aplicación TIE en el servidor de Santa Rosa

3. Para realizar un reinicio de los servidores eLAN de forma remota se realiza el siguiente procedimiento:

- Se ingresa a la aplicación Webmin del servidor.

- Se hace click en a la pestaña System

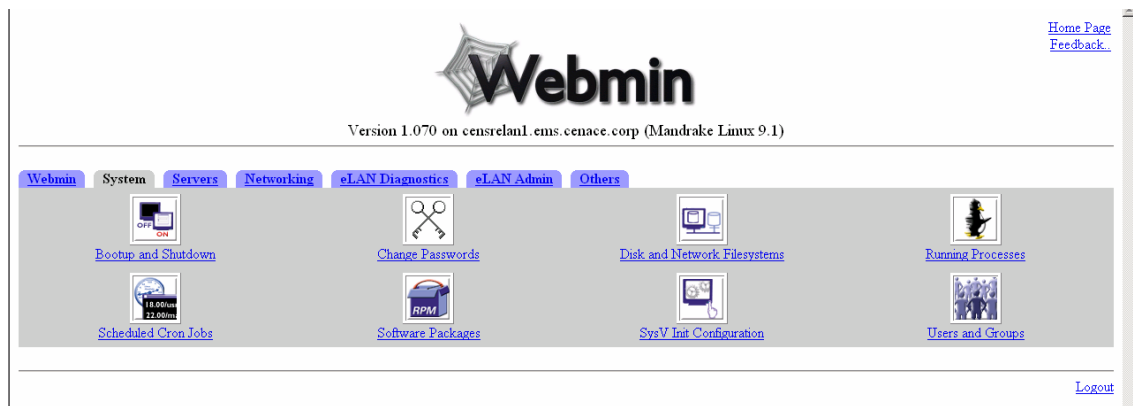


Figura. 5.18 Ventana Webmin - System

- Se ingresa al icono Bootup and ShutDown
- Se despliega una lista de todas las aplicaciones que se las puede reiniciar en forma exclusiva. Al final de la ventana se hace click en el botón Reboot System.

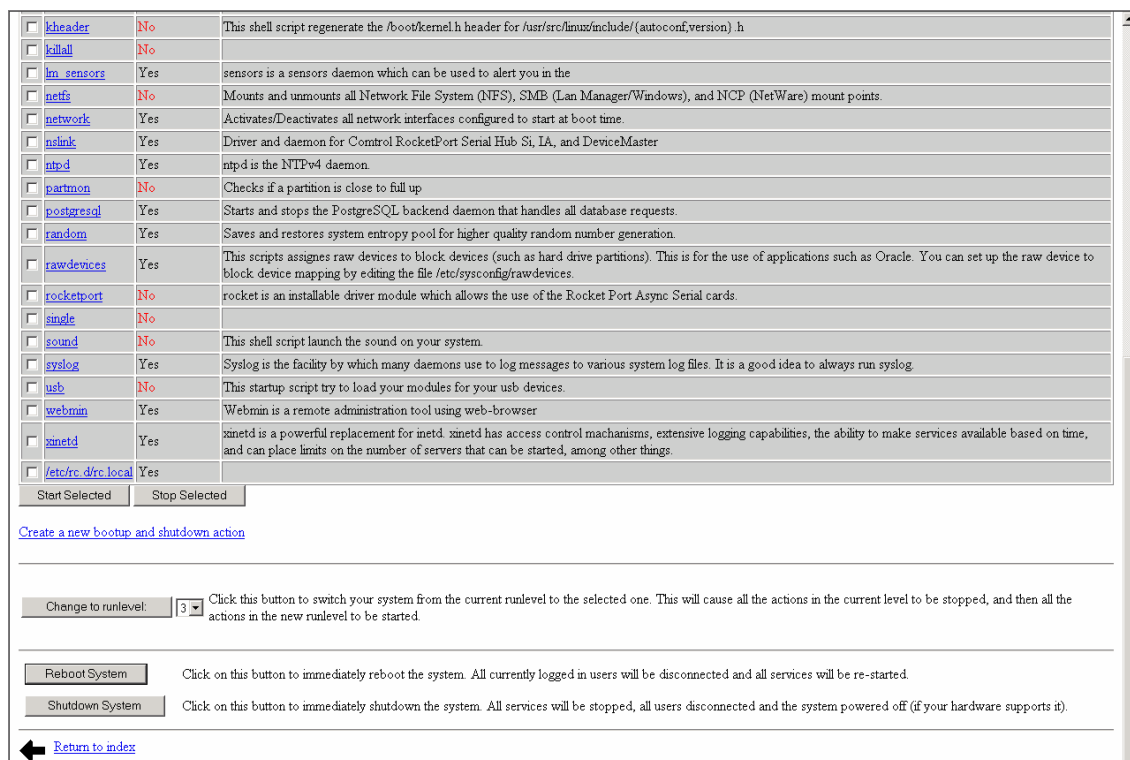


Figura. 5.19 Ventana Reboot System

- Aparece otra ventana de confirmación para el reinicio del servidor en la cual se realiza click en el botón Reboot System.
- El servidor se reinicia y vuelve a estar operativo en aproximadamente 10 minutos.

4. Se verifica nuevamente el estado de la aplicación tiestat verificando que todos los procesos se encuentren en Running

5.4 MANUAL TÉCNICO

El siguiente manual permite restablecer mediante software la adquisición de datos en el caso de tener una RTU en estado fallado en el sistema Network Manager mediante el siguiente procedimiento:

a. Revisión de adquisición de datos en los servidores eLAN

Para restablecer la adquisición de datos a nivel de eLAN se realiza el siguiente procedimiento:

1. Se identifica la RTU que se encuentra fallada en los despliegues del sistema Network Manager.
2. Se ingresa a la aplicación Webmin de los Servidores eLAN en donde se encuentra conectada la RTU fallada.
3. Se ingresa en la pestaña eLAN Diagnostic y se selecciona la opción eLAN TIE Diagnostics

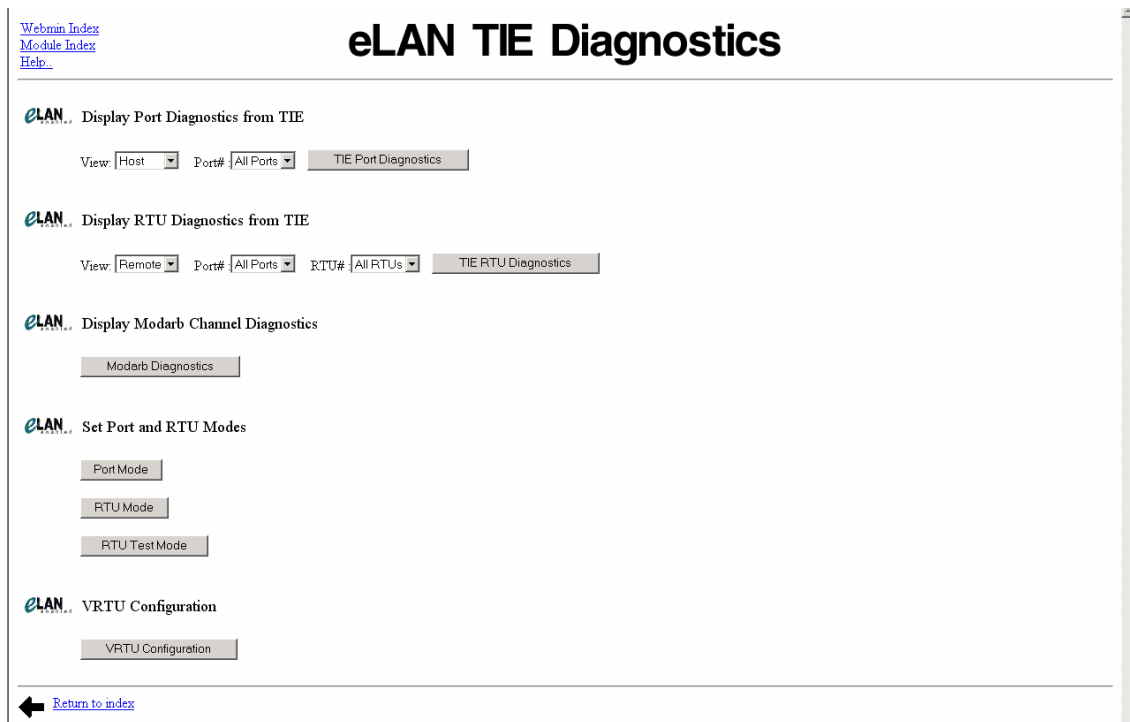


Figura. 5.20 Ventana eLAN TIE Diagnostics

4. Se realiza click en el botón Mode Arbitrador, desplegando un cuadro (Figura 5.21) en el cual es posible identificar por cual de ambos servidores se encuentra como primario. Si el campo CUR esta en PRI, indica que el servidor se encuentra como primario, si esta como SEC, significa que el servidor se encuentra como secundario.

Modarb Diagnostics

Refresh

BOW PRODUCT:00000560, Mode Arbitrator Command Line Utility, 5.03.01, (modarb_u)									
Channel	Cause	Cur	Assign	Isolated	Primary	Secondary	Off	Partner	
1	AUTO	PRI	PRI	PRI	NORM	STBY	STBY	SEC	
2	AUTO	PRI	PRI	PRI	NORM	STBY	STBY	SEC	
3	AUTO	PRI	PRI	PRI	NORM	STBY	STBY	SEC	
4	AUTO	SEC	PRI	PRI	NORM	STBY	STBY	PRI	
5	AUTO	PRI	PRI	PRI	NORM	STBY	STBY	SEC	
6	RTU FAIL	PRI	PRI	PRI	NORM	STBY	STBY	SEC	

eLAN TIE Select or Enter

Channel# Change PRIMARY Server to:

[Return to eLAN TIE Diagnostics](#)

Figura. 5.21 Ventana Modard Diagnostic

5. Una vez que se identifica cual de los dos servidores se encuentra como primario, es necesario forzar la comunicación con la RTU ubicándose en la opción eLAN Diagnostic seleccionando el botón RTU.

6. Se despliega una lista con el número de todas las RTU configuradas en el servidor eLAN (Figura 5.22), en la parte inferior de la ventana están dos pestañas en donde se escoge en la primera el duermo de RTU que se desea ingresar y en la segunda pestaña se tiene las opciones para poner la RTU dentro o fuera de servicio.

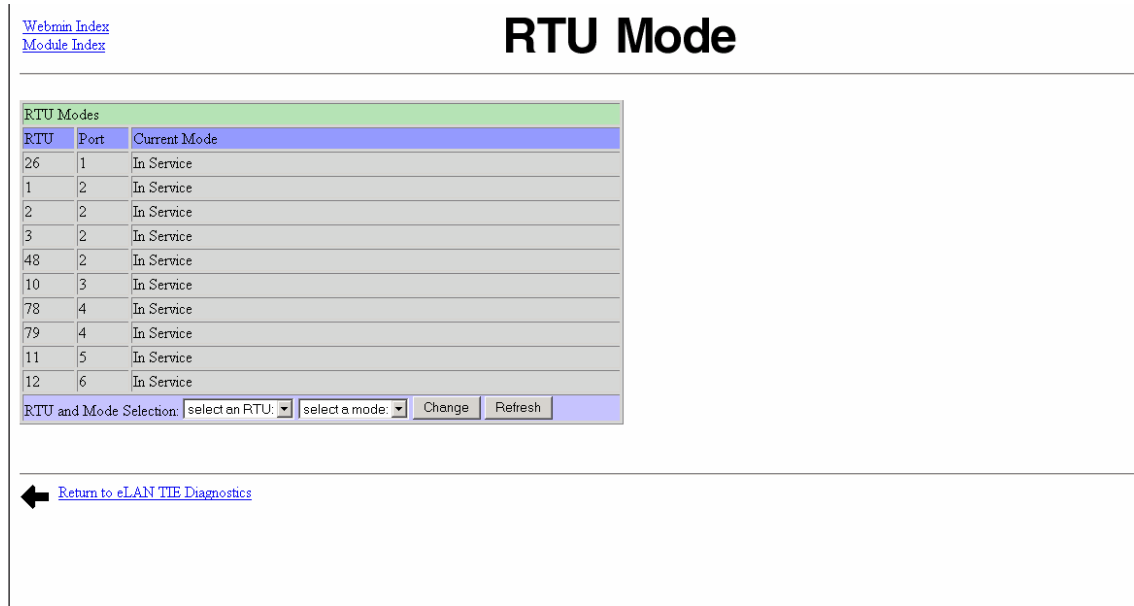


Figura. 5.22 Ventana RTU Mode

7. Se escoge la opción In Service para que el servidor eLAN establezca comunicación con la RTU fallada enviando un mensaje de inicialización.

8. Se verifica en una consola del sistema el estado de la RTU que debe cambiar de estado fallada a normal.

Si se tiene adquisición de datos a nivel de servidores eLAN y no a nivel de sistema NM, es necesario realizar el siguiente procedimiento:

- b. Conmutación del puerto lógico en el sistema Network Manager

Para restablecer la adquisición de datos a nivel de Network Manager se realiza el siguiente procedimiento:

1. Se comprueba que exista adquisición de datos de la remota fallada a nivel de servidores eLAN.

2. Ingresar a la aplicación WS 500 desde cualquier consola del sistema Network Manager.

3. Utilizando los despliegues de la aplicación WS 500 se ubica en el menú SCADA y se hace click en el botón RTU Communications Switching. Esta ventana proporciona información de todas las remotas configuradas en el sistema, desplegando información de su status, canal lógico configurado en el sistema y estado del canal actual de comunicaciones que puede ser Primary o Alterno.

RTU No	RTU Name	Service	RTU Comm	PRI Logical RDAS	PRI RCI	PRI PCP	PRI Channel	ALT Logical RDAS	ALT RCI	ALT PCP	ALT Channel	PCP Path	Channel Status PRI	Channel Status ALT	RTU Status PRI	RTU
1	VICE_RP5	In	Normal	1	1	14	15	1	5	14	143	Prime	Avail	Avail	Normal	
2	IBAR_RP5	In	Normal	1	1	14	15	1	5	14	143	Prime	Avail	Avail	Normal	
3	TULC_RP5	In	Normal	1	1	14	15	1	5	14	143	Prime	Avail	Avail	Normal	
4	SDDM_RP5	In	Normal	1	1	8	9	1	5	8	137	Alter	Avail	Avail	Normal	
5	ESME_RP5	In	Normal	1	1	8	9	1	5	8	137	Alter	Avail	Avail	Normal	
6	DPER_COR	In	Normal	1	1	8	9	1	5	8	137	Alter	Avail	Avail	Normal	
7	QUEV_RP5	In	Normal	1	1	8	9	1	5	8	137	Alter	Avail	Avail	Normal	
8	PORT_RP5	In	Normal	1	1	8	9	1	5	8	137	Alter	Avail	Avail	Normal	
9	CHON_RP5	In	Normal	1	1	8	9	1	5	8	137	Alter	Avail	Avail	Normal	
10	TGUA_JEC	Out	Normal	1	1	10	11	1	5	10	139	Prime	Avail	Avail	Normal	
11	PASC_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
12	TRIN_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
13	SELE_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
14	POSO_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
15	POLI_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
16	SALI_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
17	GZEV_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
18	CGPA_COR	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
19	CTRL_RP5	In	Normal	1	1	9	10	1	5	9	138	Alter	Avail	Avail	Normal	
20	SRQS_RP5	In	Normal	1	1	13	14	1	5	13	142	Prime	Avail	Avail	Normal	
22	DCER_RP5	In	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
23	MPP_COR	In	Failed	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
24	SIDE_COR	In	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
25	MILA_RP5	In	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
26	BABA_MAN	In	Normal	0	0	0	0	0	0	0	0	Prime	Avail	Avail	Normal	
27	MACH_C...	In	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
28	AGOY_RP5	In	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
29	PUYO_FUT	Out	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
30	TOTO_RP5	In	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	
31	SFRA_FUT	Out	Normal	1	1	11	12	1	5	11	140	Alter	Avail	Avail	Normal	

Figura. 5.23 Ventana RTU Communications Switching

- Para realizar la conmutación del canal primario al secundario o viceversa se lo realiza en la ventana System Devic Status, si esta la RTU fallada comunicándose por el canal primario, nos ubicamos en el canal primario y procedemos a sacarlo de servicio cambiando el status de este canal de IN a OUT, click derecho del Mouse y se escoge la opción commit para ejecutar el cambio.

SEA: System Device Status -- PCP
 ICMD - Invalid Commands
 TX/RXDL - Device is not implemented or out of service
 NRS - No Response Software

Channel No	RDAS No	RCI No	PCP No	Impl	Chl Mode	Sim	Status Dev	Status Comm	ICMD	TX/RXDL	NRS	Scan Hist	Mrg	Alr	Fal	FFal
1	1	1	0	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
2	1	1	1	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
3	1	1	2	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
4	1	1	3	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
5	1	1	4	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
6	1	1	5	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
7	1	1	6	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
8	1	1	7	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
9	1	1	8	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
10	1	1	9	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
11	1	1	10	Yes	Normal	Off	Out	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
12	1	1	11	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
13	1	1	12	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
14	1	1	13	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
15	1	1	14	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
16	1	1	15	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
17	1	1	16	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
18	1	1	17	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
19	1	1	18	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
20	1	1	19	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
21	1	1	20	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
22	1	1	21	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
23	1	1	22	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
24	1	1	23	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
25	1	1	24	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
26	1	1	25	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1
27	1	1	26	Yes	Normal	Off	In	Normal	0	0	0	0	3	5	10	1

Figura. 5.24 Ventana System Device Status

- Una vez ejecutado el cambio en la ventana PCP Communication debe cambiar el estado del Canal de Primary a Altern o viceversa, y la RTU debe cambiar de Failed a Normal.

La RTU nuevamente cambia de estado fallada a normal, revisando este cambio en la ventana RTU Communications Switching (Figura 5.23).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Es posible el rápido y efectivo procesamiento de la información enviada por los servidores eLAN, gracias al robusto sistema para la administración de energía Network Manager, el cual permite a los operadores del CENACE realizar la supervisión y control en tiempo real del Sistema Nacional Interconectado.
- La mayoría de problemas en el sistema de comunicaciones de los servidores eLAN, se presentan en el sistema PLC (Power Line Carrier), dado que este sistema transporta la información a grandes distancias a través de las líneas de alta tensión y es susceptible a cambios climáticos.
- Los servidores eLAN, bifurcan el envío de información hacia los centros de control del CENACE y TRANSELECTRIC, mediante la configuración de VRTU (Virtual Remote Terminal Unit) las cuales utilizan el protocolo DNP 3.0 sobre TCP/IP, el cual permite identificar los servidores de Adquisición de Datos del Sistema Network Manager a través de su dirección IP.

- Al momento de establecer el protocolo de comunicaciones que se va a utilizar con la Unidad Terminal Remota, el programa de configuración de los servidores eLAN (eLAN Configurator) permite configurar los protocolos seriales RP-570, IEC 870-5-101 y DNP 3.0.
- Para tener una correcta estampa de tiempo en el envío de información desde los servidores eLAN, es necesario realizar la sincronización con el servidor RDAS del sistema Network Manager.
- Es posible conectar directamente un Equipo Terminal Remoto en los servidores eLAN sin necesidad de MODEMS, siempre y cuando el equipo Terminal se encuentre físicamente en el mismo lugar de los servidores o la información llegue desde un lugar remoto en forma digital.
- Los servidores eLAN no manejan configuraciones en anillo por lo que disminuye la confiabilidad del sistema de comunicaciones a nivel de las RTU.
- El conjunto de procedimientos realizados en el presente proyecto permiten realizar acciones rápidas y efectivas para:
 - Verificar la adquisición de Datos en los servidores eLAN
 - Verificar la adquisición de Datos en el sistema Network Manager
 - Configurar el ingreso de Nuevas RTU en los servidores eLAN.
 - Establecer el correcto funcionamiento del sistema de redundancia de los enlaces WAN de Fibra Óptica

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una supervisión diaria de los servidores eLAN utilizando la herramienta Webmin, de manera que se pueda detectar alguna falla en el Hardware o Software de los servidores.
- Se recomienda distribuir la adquisición de datos de las Unidades Terminales Remotas en los dos Servidores, a fin de verificar el correcto funcionamiento de la aplicación Mode Arbitrator (MODARB) que controla la comunicación entre los servidores eLAN.
- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo que incluya básicamente limpieza del equipamiento y revisión de conectores.
- En caso de tener pérdida de información de alguna RTU en el sistema Network Manager, se recomienda primeramente verificar con la ayuda de las herramientas de monitoreo existentes, que la información enviada por la RTU llegue a los servidores eLAN.
- Si en el ítem anterior existe información de la RTU en el servidor eLAN, se recomienda realizar una conmutación de los puertos PCP a nivel de los servidores RDAS.
- Para el ingreso de una nueva Central o Subestación antes de configurar en los servidores eLAN los puntos enviados por la Unidad Terminal Remota, se recomienda en primer lugar verificar que se establezca la comunicación entre los servidores eLAN y la Unidad Terminal Remota.

- Para evitarse realizar posteriores cambios a listas extensas de puntos mal configurados, se recomienda configurar en los servidores eLAN las siguientes señales: un punto digital simple, un punto digital doble y un punto analógico para pruebas a nivel de aplicación de los protocolos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASEA BROWN BOVERI (ABB), Curso F90 S.PI.D.E.R. Front End 200, Spider Training.
2. BOW NETWORKS, eLAN Server, Installation Guide, Bown Networks Inc, 10 de diciembre 2004
3. Pancho, Germán, Filosofía de Mantenimiento de los Equipos del Sistema Central del Centro Nacional de Control de Energía, Tesis Previa a la Obtención del Título en Electrónica y Control, Politécnica Nacional, Quito Julio de 1996
4. Brito, Pablo, Historia y Composición del Módem, <http://www.monografias.com/trabajos10/modem/modem2.shtml>, Noviembre 2006
5. Tejada, Antonio, Interfaz web Webmin para configurar Unices, <http://bulma.net/body.phtml?nIdNoticia=92>, 14 de Noviembre 2006, Diciembre 2006
6. Winkipedia, Protocolo de Red, http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_red, Enero 2007
7. ASEA BROWN BOVERI (ABB), RP 570 Protocol Description, <http://www.abb.com/substationautomation/>, Diciembre 2006
8. Naturgas Energía, Definición Protocolo CEI-870-5-101, http://www.naturgas.es/html/public/es/document/20060131_Protocolo_CEI_870-5-101.pdf, Enero 2007
9. Winkipedia, EIGRP, <http://es.wikipedia.org/wiki/EIGR>, Enero 2007
10. Pirelli, Sistema de Cableado OPGW, http://www.pimasa.com/shop_image/product/ffa6105c9d59add6c22dee803c0cd9a6.pdf, Enero 2000, Enero 2007

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO

El proyecto de grado fue entregado en la Facultad de Ingeniería Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a _____ del 2006

Ing. Gonzalo Olmedo MSC.

Coordinador de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Juan Carlos Vallecilla Mosquera

Autor