

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**AMPLIACIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA Y
MULTIPLEXORES DE LA EMPRESA MOVISTAR EN LA GRAN
CARACAS CON LA SELECCIÓN DE NUEVOS NODOS DE
INSTALACIÓN DE EQUIPOS ALCATEL-LUCENT**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Rangel R., Allan E.
para optar al título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2011

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**AMPLIACIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA Y
MULTIPLEXORES DE LA EMPRESA MOVISTAR EN LA GRAN
CARACAS CON LA SELECCIÓN DE NUEVOS NODOS E
INSTALACIÓN DE EQUIPOS ALCATEL-LUCEN**

Prof. Guía: Ing. Gerlis Caropresse
Tutor Industrial: Ing. Marcos Mesa

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Rangel R., Allan E.
para optar al título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2011

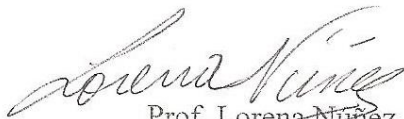
CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 06 de junio de 2011

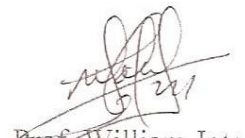
Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Allan E. Rangel R., titulado:

“AMPLIACIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA Y MULTIPLEXORES DE LA EMPRESA MOVISTAR EN LA GRAN CARACAS CON LA SELECCIÓN DE NUEVOS NODOS E INSTALACIÓN DE EQUIPOS ALCATEL-LUCENT”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.



Prof. Lorena Núñez
Jurado



Prof. William Jota
Jurado



Prof. Gerlis Caropresse
Prof. Guía

DEDICATORIA

A mis padres Allan y Zulay.

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

Fue de gran apoyo en la empresa Startel: Leonardo Gómez, Reinaldo, Andy Toro y Andy Toro (hijo) a quienes agradezco la oportunidad de trabajar y compartir esta experiencia.

A mi profesor guía Gerlis Caropresse por su interés en que el presente Trabajo se culminara exitosamente.

A María Auxiliadora por la gran solidaridad que demostró en todo momento.

Rangel R., Allan E.

**AMPLIACIÓN DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA Y MULTIPLEXORES
DE LA EMPRESA MOVISTAR EN LA GRAN CARACAS CON LA
SELECCIÓN DE NUEVOS NODOS E INSTALACIÓN DE EQUIPOS
ALCATEL-LUCENT**

Prof. Guía: Ing. Gerlis Caropresse. Tutor Industrial: Ing. Marco Mesa. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: Telecomunicaciones Startel C.A. .2011. 81 h. + Anexos.

Palabras Claves: SDH- Jerarquía Digital Síncrona, Red de Telecomunicaciones, configuración de multiplexores, ingeniería de detalles.

Resumen. Las redes SDH se han convertido en una tecnología de gran importancia en las redes digitales de transmisión, su flexibilidad ha permitido un crecimiento conforme a la demanda en aumento de los clientes, para lograrlo, dichas redes están en permanente actualización. Por esta razón, la empresa Movistar se encuentra en proceso de ampliación de su red en la Gran Caracas. La ampliación contempla la implementación de equipos multiplexores ópticos Alcatel-Lucent en tres nodos de la ciudad de Caracas, la misma se inició en primer lugar con la elaboración de la ingeniería de detalles en las diferentes estaciones, en segundo lugar la instalación de equipos y finalmente, la configuración de los equipos para ser insertados en la red, cumpliendo con un protocolo de pruebas que garantizó su correcto funcionamiento.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

CONSTANCIA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS	iv
RESÚMEN	vi
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ACRÓNIMOS	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 OBJETIVOS	4
1.1.1 Objetivo General.....	4
1.1.2 Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Jerarquía Digital Síncrona (SDH)	6
2. 2 Synchronous Transport Module(STM-1)	8
2. 3 Generación del área de carga útil de la Trama STM-1.....	9
2.3.1 Contenedor C.....	10
2.3.2 Contenedor Virtual, <i>Virtual Container</i> VC.....	10
2.3.3 Unidad Tributaria TU.....	11
2.3.4 Unidad Administrativa AU.....	11
2.3.5 Grupo de Unidades Administrativas AUG.....	12

2.4	Área de Punteros de la Trama STM-1	13
2.5	Tara de Sección, Section Over Head (SOH).....	14
2.5.1	Descripción de funciones de los bytes de la SOH	15
2.6	Sincronismo en una red SDH.....	16
2.6.1	Sincronismo en un elemento de red SDH	18
2.7	Gestión de un Elemento de Red	20
2.8	Equipos Multiplexores Ópticos Alcatel Lucent	21
2.8.1	Alcatel-Lucent 1642 EM (Edge Multiplexer)	21
2.8.2	Alcatel-Lucent 1660 EM (Edge Multiplexer)	22
2.9	Red de Movistar en la Gran Caracas	24
 CAPÍTULO III		
	MARCO METODOLÓGICO	26
3.1	Metodología	26
3.1.1	Asignación de proyectos	26
3.1.2	Fases del proyecto.....	27
3.1.2.1	Levantamiento de la información de la estación.....	27
3.1.2.2	Documento de Ingeniería de detalles	28
3.1.2.3	Cronograma de Instalaciones.....	30
3.1.2.4	Configuración del Equipo Multiplexor	30
3.1.2.5	Protocolo de pruebas al cliente (ATP).	30
3.1.2.6	Equipos necesarios.....	30
3.2	Ingeniería de Detalles Estación Bellas Artes	31
3.2.1	Estado previo de la red	31
3.2.2	Etapas del proyecto	32
3.2.3	Cálculos del Enlace.....	37
3.2.4	Ubicación de los equipos.....	46
3.2.5	Detalles de cableado.....	48

3.2.6 Energía	51
3.2.8 Puesta a Tierra	51
3.2.6 Plano de la estación.....	52
3.2.7 Cronograma de instalaciones.....	53
3.3 Ingeniería de Detalles Intertron y Los Cortijos.....	53
3.3.1 Situación previa de la red	54
3.3.2 Etapas del proyecto	55
3.3.3 Cálculos del Enlace.....	56
3.3.4 Ubicación de los equipos.....	61
3.3.6 Detalles de cableado.....	63
3.3.7 Energía	64
3.3.8 Puesta a Tierra	65
3.4 Configuración.....	66
3.4.1 System ID	66
3.4.2 OS Address.....	67
3.4.3 Acrónimo del equipo.....	68
3.4.4 Gestión	68
3.4.5 Sincronismo	70

CAPÍTULO IV

PROTOCOLO DE PRUEBAS	72
4.1 Verificación de la Instalación	72
4.1.1 Correcto ensamblaje de conectores para E1's	72
4.1.2 Prueba de IN/OUT en el DSX	73
4.1.3 Identificación de cables eléctricos origen y destino.....	73
4.2 Pruebas de funcionamiento	74
4.2.1 Verificación de redundancia de alimentación	74
4.2.2 Battery Failure	74
4.2.3 Alarma de Electro-ventiladores	75

4.2.4 Prueba de prioridad de sincronismo	75
4.2.5 Conmutación EPS	75
4.2.6 Conmutación SNCP	76
4.2.7 Potencia Óptica STM-N	76
4.2.8 Sensibilidad STM-N.....	77
4.2.9 Cardinalidad de E1's	78
4.2.10 Prueba LAPD	79
4.2.11 Arranque del sistema	79
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXOS	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Estructura de Trama STM-1.....	8
Figura 2: Estructura de Multiplexación..	9
Figura 3: Desplazamiento del puntero.....	14
Figura 4: SOH de la trama STM-1.....	15
Figura 5: Distribución de sincronización.....	18
Figura 6: Equipos Multiplexores Alcatel Lucent	24
Figura 7: Situación previa de la Red de Movistar.....	32
Figura 8: Etapa I diagrama de Conexiones Bellas Artes.....	33
Figura 9: Etapa II diagrama de conexiones Bellas Artes.....	34
Figura 10: Etapa III diagrama de conexiones Bellas Artes.....	35
Figura 11: Etapa IV diagrama de conexiones Bellas Artes.....	36
Figura 12: Etapa V diagrama de conexiones Bellas Artes.....	37
Figura 13: Posición para multiplexor 1660.....	47
Figura 14: Posición para bastidor Optinex.....	48
Figura 15: Vista del ODF a utilizar. Bellas Artes.....	49
Figura 16: Escalerilla de datos existente. Bellas Artes.....	50
Figura 17: Posición de tarjetas adicionales.....	50
Figura 18: Plano de la Estación Bellas Artes.....	52
Figura 19: Situación Previa de la red local de Movistar.....	54
Figura 20: Etapa I Diagrama de conexiones. Estación Los Cortijos.....	55
Figura 21: Etapa II Diagrama de conexión. Estación Los Cortijos.....	56
Figura 22: Espacio reservado para Mux y DSX en Los Cortijos.....	62
Figura 23: Espacio reservado para Mux 1642 en Intertron.....	62
Figura 24: Espacio reservado para DSX En Intertron.....	63
Figura 25: Declaración de tarjetas. Software Craft Terminal.....	66
Figura 26: System ID Estación Bellas Artes.....	67
Figura 27: Diagrama de Gestión. Estación Bellas Artes.....	69
Figura 28: Resultado de configuración de puertos.....	69

Figura 29: Diagrama de Sincronismo	70
Figura 30: Configuración de Sincronismo.	71
Figura 31: Cableado de E1's en DSX.....	73
Figura 32: Conexiones para medición de sensibilidad.	77
Figura 33: Ejemplo de prueba de E1's.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Velocidades Binarias Jerárquicas PDH (Kb/s)	7
Tabla 2: Velocidades Binarias SDH.	7
Tabla 3: Valores de bytes de S1 para sincronización.....	19
Tabla 4: Características de interfaz L-4.2	37
Tabla 5: Niveles de potencia.	46
Tabla 6: Cronograma del proyecto ejecutado en Bellas Artes.	53
Tabla 7: Características de Interfaz S-1.1.	56
Tabla 8: Valores de potencia.	61
Tabla 9: Cableado de Energía Los Cortijos, Intertron	64
Tabla 10: Cableado de puesta a tierra Los Cortijos, Intertron.....	65
Tabla 11: System ID para los equipos instalados	67
Tabla 12: Acrónimos de los equipos instalados	68
Tabla 13: Mediciones de Potencia Vs Potencia patrón.....	76
Tabla 14: Valores de sensibilidad medidos.....	78

ACRÓNIMOS

- **ADM** *Add Drop Multiplexer.*
- **ATP** *Acceptante Test Protocol.*
- **AU** *Unidad Administrativa. Administrative Unit*
- **AUG** *Grupo de Unidades Administrativas.*
- **APS** *Conmutación Automática de Protección.*
- **C** *Contenedor.*
- **CT** *Craft Terminal.*
- **CBArtes60SM1** *Equipo Multiplexor Alcatel-Lucent 1660.*
- **CBArtes50SM1** *Equipo Multiplexor Alcatel-Lucent 1650.*
- **DCC** *Canal de comunicación de datos (data communication channel)*
- **DSX** *Digital Signal Cross-connect.*
- **EPS** *Electric Power Steering.*
- **FO** *Fibra Óptica.*
- **GPS** *Sistema de Posicionamiento Global, Global Position System.*
- **LAPD** *Link Access Protocol for D-channel*
- **SOH** *Tara de sección, Section Over Head.*
- **SNCP** *Conmutación Protección de Conexión de Subred, Subnetwork Connection Protection.*
- **TU** *Unidad Tributaria, Tributary Unit.*
- **TU-G** *Grupo de Unidades Tributarias.*
- **MSOH** *Tara de sección de Multiplexación. Multiplex Section Overhead.*
- **NE** *Elemento de Red, Network Element.*
- **NSAP** *Network Service Access Point.*
- **ODF** *Distribuidor de Fibra Óptica, Optical Distribution Frames*
- **PDH** *Jerarquía Digital Plesiócrona, Plesiochronous Digital Hierarchy.*
- **PRC** *Reloj de Referencia Primario, Primary Reference Clock.*
- **RSOH** *Tara de sección Regeneración, Regenerator Section OverHead*

- **STM** Módulo de Transporte Síncrono, *Synchronous Transport Module*.
- **SSU** *Synchronization Supply Unit*.
- **VC** Contenedor Virtual, *Virtual Container*.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realiza un estudio del proceso de implementación e introducción de multiplexores Alcatel-Lucent a la red de telecomunicaciones de Movistar, a través de la interacción y manipulación directa con los equipos involucrados, se estudian, desarrollan y ejecutan los criterios necesarios para llevar a cabo este proceso de manera óptima.

La Jerarquía Digital Síncrona (SDH) es considerada como la revolución de los sistemas de transmisión por su capacidad para manejar un elevado ancho de banda, gracias a la utilización de fibra óptica, es inmune a perturbaciones electromagnéticas y posee una gran flexibilidad para su expansión, gestión y crecimiento. Por estas razones se posiciona en la actualidad como una tecnología de gran importancia en las redes de telecomunicaciones a nivel nacional e internacional.

Las empresas de telecomunicaciones requieren una continua actualización y ampliación de sus redes a fin de poder cumplir con las exigencias crecientes de servicios de sus clientes, este es el caso de Movistar.

ALCATEL-LUCENT ha sido escogida por la empresa Movistar para confiarle la ampliación de la red existente del anillo de celdas de la Gran Caracas y así contribuir a mejorar los servicios de gestión y sincronismo.

En el primer capítulo se presenta el planteamiento del problema y los objetivos, en el cual se determinan los casos específicos a tratar en el presente trabajo de grado. En el segundo capítulo se expone el marco teórico: los conocimientos esenciales sobre redes SDH necesarios para la comprensión y desarrollo del proyecto. En el capítulo tercero se precisa la metodología y recursos utilizados así como el desarrollo de los proyectos de ingeniería de detalles. Se explica cómo fueron configurados los equipos una vez instalados. En el cuarto capítulo, se señala el desarrollo de las pruebas de

aceptación realizadas de los proyectos ejecutados y finalmente se presentan las conclusiones del presente trabajo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Movistar es una de las principales empresas de telecomunicaciones en Venezuela, esto ha provocado una demanda cada vez mayor de servicios por parte de sus numerosos usuarios y por esta razón, requiere la ampliación de su red en la Gran Caracas, para lograrlo, ha seguido un proceso evolutivo acompañada de la empresa Alcatel-Lucent quien ha brindado soluciones a sus necesidades con sus diferentes equipos de transmisión de datos.

Por su parte, Alcatel-Lucent, en una alianza estratégica, designa la implementación de algunos de estos proyectos de expansión a la empresa Startel CA.

La experiencia y calidad de servicio que ofrece la empresa Telecomunicaciones Startel CA. en la instalación de equipos de telecomunicaciones para las empresas más importantes a nivel nacional, se evidencia al brindar asistencia técnica de avanzada en la instalación y mantenimiento de redes de telecomunicaciones pues determina los requerimientos necesarios, ajustados a parámetros de calidad establecidos para la realización de inspecciones y elaboración de los documentos de ingeniería de detalles para la instalación y/o ampliación de los nodos de la red óptica de MOVISTAR, de manera que la misma responda de manera eficiente a las exigencias a que será sometida.

En el presente trabajo de grado se tratan tres proyectos puntuales: (a) Bellas Artes en donde se requiere la instalación de un Multiplexor Alcatel-Lucent 1660 que permitirá ampliar el ancho de banda de la red en dicho nodo para así ofrecer más servicios. (b) Paralelamente Intertron y Los Cortijos que conjuntamente requieren que sea sustituido el equipo Multiplexor Alcatel Lucent 1640 para su versión más reciente de modo que le sea posible hacer la actualización de la red.

Para lograrlo se hace necesario elaborar la ingeniería de detalles según las posibilidades y necesidades en cada estación, la configuración conforme a los criterios y recomendaciones para SDH y finalmente, probar los equipos para garantizar su buen desempeño.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Ampliar la RED de Fibra Óptica de la empresa Movistar en la Gran Caracas, con la selección de nuevos nodos e instalación de equipos multiplexores ópticos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analizar el funcionamiento la Red de Fibra de Óptica Movistar en la Gran Caracas.
- Comprender la operación de los multiplexores Ópticos Alcatel-Lucent a través de los manuales.
- Seleccionar las locaciones para la instalación de los nodos y levantar la información técnica y física para su equipamiento.
- Establecer los aspectos generales de las estaciones, efectuar las planimetrías y definir las consideraciones técnicas para la instalación (Site Survey).
- Escoger una locación del estudio realizado para la ejecución del proyecto de instalación de los equipos.
- Realizar ingeniería de detalle: ubicación de equipos multiplexores, cableado de energía, cableado de datos, plano con recorrido de cableados, equipamientos en base a las necesidades del cliente.
- Preparar cronogramas de instalaciones.
- Configurar los equipos Multiplexores Alcatel-Lucent instalados en la red de Fibra Óptica de Movistar.

- Probar los equipos Multiplexores Ópticos Alcatel-Lucent para su aceptación y entrega a los clientes.
- Elaborar informe final de instalación (As-build).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los conocimientos esenciales para el desarrollo del proyecto, la principal fuente consultada son las recomendaciones de la ITU-T, Manuales Alcatel-Lucent y diferentes bibliografías. El capítulo se inicia con la exposición de los conceptos básicos de SDH, cómo se constituye y genera la trama STM-1, para luego exponer la arquitectura y operación del sincronismo de una red SDH, la gestión y los elementos de red involucrados en el presente trabajo.

2.1 Jerarquía Digital Síncrona, *Synchronous Digital Hierarchy (SDH)*

La SDH es un estándar internacional desarrollado por la UIT-T en 1989 para las redes de comunicaciones ópticas. Consiste en un conjunto de estructuras jerárquicas de transporte digital concebidas para adaptar los diferentes estándares internacionales de la Jerarquía Digital Plesiócrona, *Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) (E1, J1, T1)*, en una única red de transporte que depende de un alto nivel de sincronización caracterizada por ser capaz de soportar un elevado ancho de banda de forma eficiente y flexible. Su principal medio de transmisión es la fibra óptica. (Comisión de Estudio 15 de la UIT-T, 2003). La tabla 1 presenta las velocidades jerárquicas binarias para los distintos estándares internacionales.

Una red SDH está compuesta esencialmente por multiplexores, regeneradores y cross-conectores que pueden emplearse en diferentes topologías y configurarse a través de la gestión de la red, según las necesidades de servicio. Los elementos de una red de comunicaciones se pueden conectar en diferentes configuraciones, como lo son conexiones en anillo, estrella o Bus. (Comisión de Estudio 15 de la UIT-T, 2003)

Tabla 1: Velocidades Binarias Jerárquicas PDH (Kb/s) para los distintos estándares internacionales. Recomendación: 702 Serie-G. ITU-T

Región	Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4	
	Den.	V(Kbit/s)	Den.	V(Kbit/s)	Den.	V(Kbit/s)	Den.	V(Kbit/s)
Japón	J1	1,544	J2	6,312	J3	32,064	J4	97,728
U.S.A.	T1	1,544	T2	6,312	T3	44,736	T4	274,176
Europa	E1	2,048	E2	8,448	E3	34,368	E4	139,264

La estructura básica de información para conexiones de capa en una red SDH es el Módulo de Transporte Síncrono 1, *Synchronous Transport Module 1* (STM-1), está definido para operar a una velocidad de 155,52 Mb/s. También es capaz de funcionar en un orden superior STM-N, cuya velocidad es $N \times 155,52$ Mb/s, actualmente se encuentran módulos: STM-4, STM-16, STM-64, STM-128 y STM-256, alcanzando velocidades de hasta 10 Gb/s. Órdenes superiores se encuentran en fase de estudio. La tabla 2 presenta las velocidades binarias para SDH (Comisión de Estudio 15 de la UIT-T, 2003)

Tabla 2: Velocidades Binarias Jerárquicas SDH. Recomendación 707 Serie-G. ITU-T.

Modulo	AB de carga útil (kbps)	Velocidad de Línea (kbps)
STM-1	150 336	155 520
STM-4	601 344	622 080
STM-16	2 405 376	2 488 320
STM-64	9 621 504	9 953 280
STM-256	38 486 016	39 813 120

2.2 Modulo de Transporte Síncrono 1, *Synchronous Transport Module 1 (STM-1)*

El módulo de transporte STM-1 consta de dos campos principales: el área de carga útil y la Tara de Sección, *Section Over Head (SOH)*, ordenados en una trama que consta de 2430 *bytes* y se repite cada 125 μ s, de lo que resulta que la velocidad de un byte es de 64 kbit/seg. La figura 1 muestra la representación de dicha trama, ordenada en forma de matriz de 9 filas y 270 columnas para facilitar su visualización, sin embargo, es importante señalar que la transmisión es serial, byte a byte, de izquierda a derecha, empezando por la primera fila, en orden descendente. Los bytes de las filas 1 a 3 y 5 a 9 de las columnas 1 a 9 están dedicados a la tara de sección. (Comisión de Estudio 15 de la UIT-T, 2003)

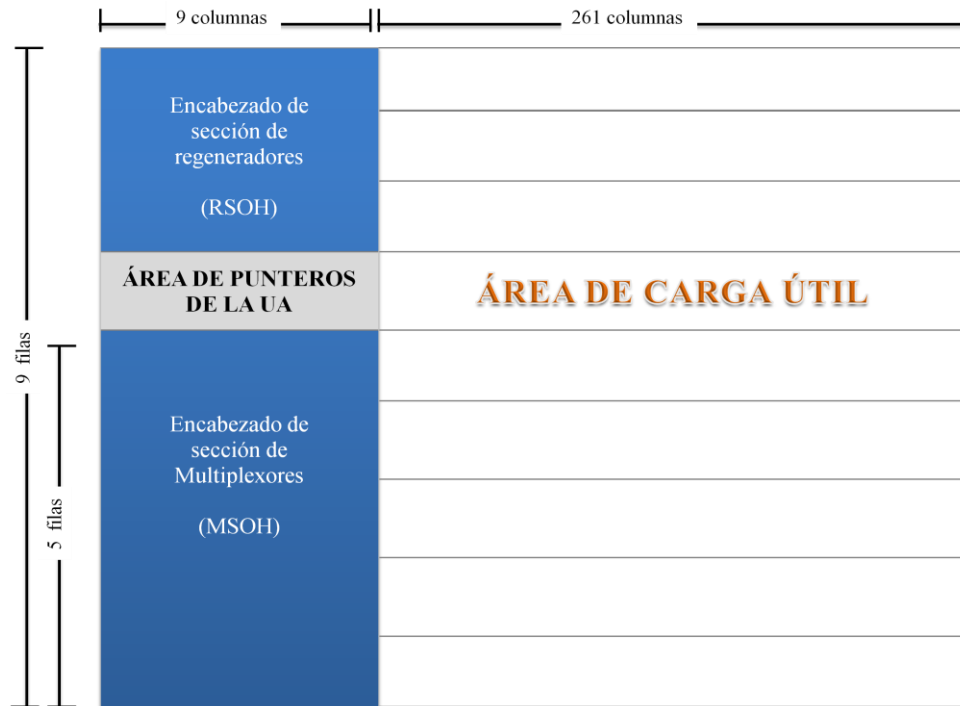


Figura 1: Estructura de Trama STM-1. Recomendación 707.Serie-G.ITU-T.

2.3 Generación del área de carga útil de la Trama STM-1

La señal STM-1 se forma a partir de las jerarquías PDH, las cuales son empaquetadas en unidades de información de orden superior para formar la trama. En Venezuela se implementó el estándar PDH europeo, siendo de especial interés el análisis para el E1 (2048 kb/s). La figura 2 muestra el mapeo de cómo dichas señales son llevadas a través de la multiplexación a la velocidad de 155Mbps. (Comisión de Estudio 15 de la UIT-T, 2003)

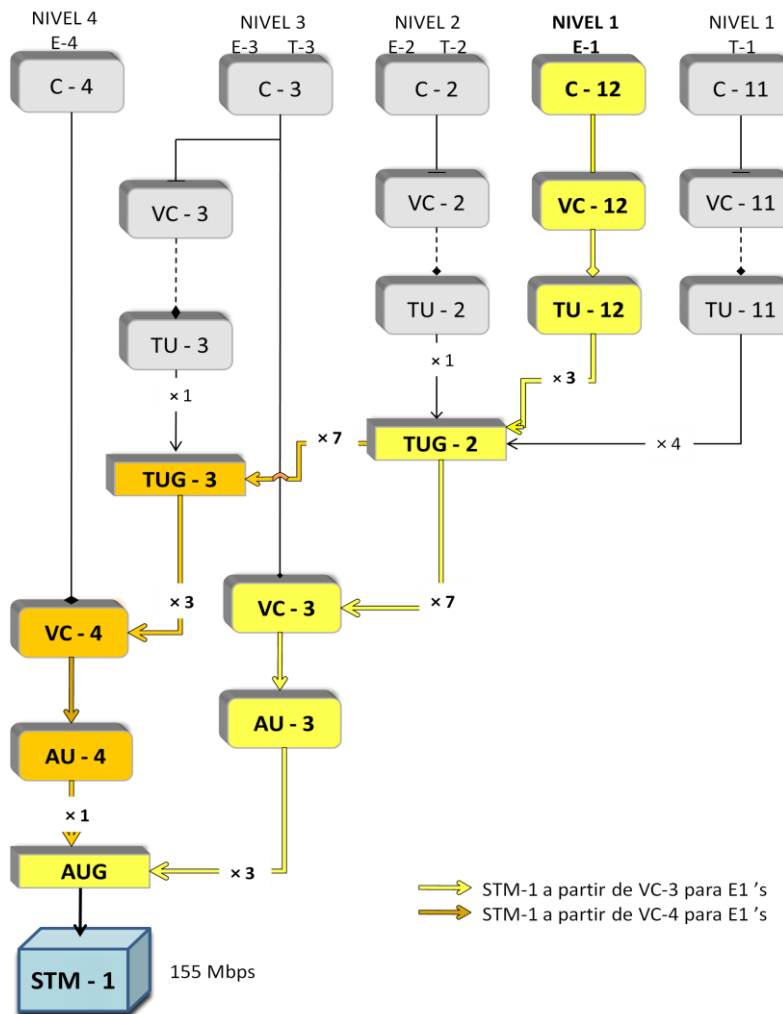


Figura 2: Estructura de Multiplexación. Recomendación 707.Serie G.ITU-T.

A continuación se explica paso a paso el proceso de formación de la trama STM-1, tomando como referencia los tributarios de E1, siguiendo el esquema indicado en la figura 2.

2.3.1 Contenedor C

La información o carga útil, es colocada en contenedores antes de ser transmitida en una trama STM-1. Un contenedor “C” es una capacidad definida de transmisión que se encuentra sincronizada con la red. La capacidad de un contenedor es indicada en bytes, dicha capacidad de transmisión está disponible en contenedores cada 125 μ s. La información útil debe caber en estos contenedores.

El siguiente paso es agregarle al Contenedor un encabezado de camino (POH) para así formar un Contenedor Virtual VC. (Comisión de Estudio 15 de la UIT-T, 2003) (Marconi Communications GmbH, 2000)

2.3.2 Contenedor Virtual, *Virtual Container VC*

Es la estructura de información que se utiliza para soportar conexiones en la capa de trayecto en la SDH, se transporta en una unidad inalterada a través de una ruta interconectada en la red.

Al Contenedor Virtual VC se le agrega un puntero para formar una Unidad Tributaria UT (ecuación 1). (Comisión de Estudio 15 de la UIT-T, 2003) (Marconi Communications GmbH, 2000)

$$VC-12 + PTR = TU-12 \quad (1)$$

2.3.3 Unidad Tributaria TU

Es una estructura de información que provee la adaptación entre las capas de trayecto de orden inferior y de orden superior. Consta de un Contenedor Virtual y un puntero de unidad tributaria que indica el desplazamiento del comienzo de la trama de carga útil en relación al comienzo de la trama del Contenedor Virtual de orden superior.

Las Unidades Tributarias son agrupadas para formar un grupo de unidades tributarias *TU-G* en un proceso denominado concatenación, luego son depositadas en un Contenedor Virtual *VC-3* o *VC-4*, denominados contenedores de orden superior porque son los contenedores virtuales de mayor capacidad en la jerarquía digital síncrona (ecuaciones 2 y 3). (Comisión de Estudio 15 de la UIT-T, 2003) (Marconi Communications GmbH, 2000)

$$3 \times VC-12 = TUG-3 \quad (2)$$

$$7 \times TUG-3 = VC-3 \quad (3)$$

Los contenedores virtuales *VC-3* o *VC-4* se les asigna un puntero para formar una unidad administrativa *AU* (ecuación 4). (Comisión de Estudio 15 de la UIT-T, 2003)

$$VC-3 \times 3 + PTR = AU-3 \quad (4)$$

2.3.4 Unidad Administrativa AU

Es la estructura de información que adapta los contenedores virtuales de orden superior con la capa de sección de multiplexación, consta de la carga útil de información (el contenedor virtual de orden superior) y un puntero de unidad administrativa que señala el desplazamiento del comienzo de la trama de carga útil con relación al comienzo de la trama de la sección de multiplexación.

Están definidas dos clases de unidades administrativas: la AU-4 que consta de un VC-4 más un puntero de Unidad Administrativa que señala la alineación de fase de VC-4 con respecto a la trama STM-1 y la AU-3 de un VC-3. En cada caso, la ubicación del puntero de unidad administrativa es fija con respecto a la trama STM-1.

Varias AU pueden agruparse, por bytes para formar un grupo de unidades administrativas (AUG). (Comisión de Estudio 15 de la UIT-T, 2003) (Marconi Communications GmbH, 2000)

2.3.5 Grupo de Unidades Administrativas AUG

El grupo AUG es una unidad con sincronía de trama que corresponde al STM-1. Un grupo *AUG* puede constar de $1 \times AU4$ ó de $3 \times AU3$, agregando la SOH a la AUG se obtiene un STM-1, dando la posibilidad de utilizar tributarios mixtos para la formación de la trama (ecuación 5). (Comisión de Estudio 15 de la UIT-T, 2003)

$$GAU-3 + SOH = STM-1 \quad (5)$$

El proceso de multiplexación para formar una trama STM-1 a partir de E1's, considerando la capacidad máxima de unidades administrativas, grupo de unidades administrativas y grupo de unidades tributarias se calcula mediante la ecuación 6:

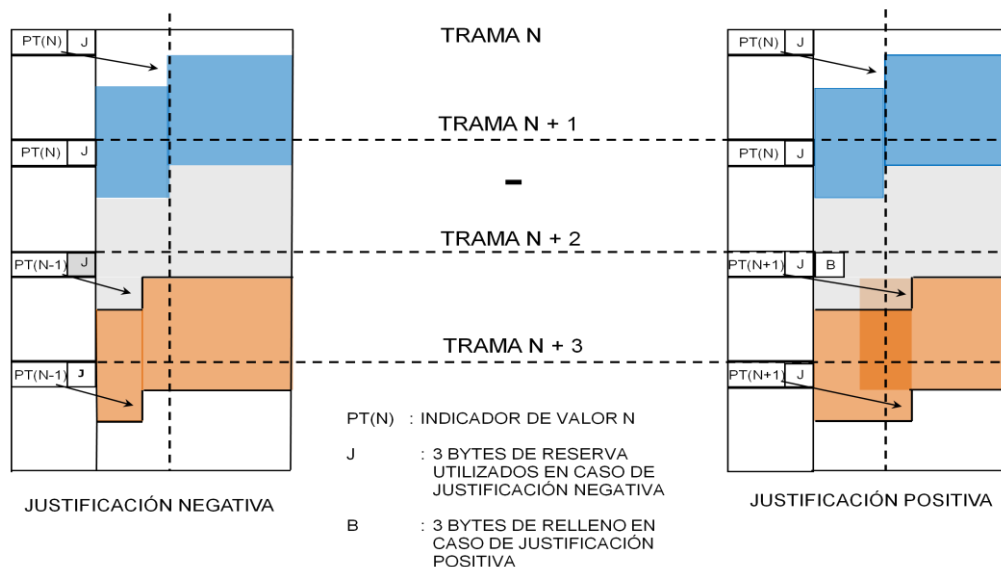
$$AU4 = 3 \times 7 \times 3 \times C-12 + PTR = 63 \times C-12 \quad (6)$$

De la ecuación (6) se desprende que el número máximo de E1's que puede manejar un módulo STM-1 es 63, órdenes superiores STM-N son capaces de manejar $N \times 63E's$. Los multiplexores son los encargados de realizar este proceso en que múltiples contenedores de información son transportados a través de un único medio de transporte compartido que puede ser la fibra óptica o un radioenlace.

“Un sistema sincrónico se basa en el hecho de que cada elemento de la red está en sincronismo de fase y frecuencia con el siguiente. En la práctica esto es imposible de alcanzar, por lo tanto, ocurrirán desviaciones de fase y frecuencia. Para resolver este problema en SDH se utilizan los punteros.” (Hernández, 2003, pág. 28)

2.4 Área de Punteros de la Trama STM-1

Los punteros son indicadores cuyo valor señala el desplazamiento en la trama de un contenedor virtual. Los contenedores virtuales VC tienen cierta flexibilidad para “flotar” sobre las tramas debido a cambios de fase en el proceso de transmisión, sin embargo, el puntero debe siempre indicar donde inicia la carga útil del contenedor al que está apuntando. En el puntero de la Unidad Administrativa fila 4, en los bytes del 1 al 9 de la matriz STM-1 (ver figura 1, donde cada color indica una trama diferente), además de indicar la posición de inicio de la AU, también cuenta con 3 bytes de reserva para la justificación, en el caso de que la AU llegue más rápido que la información de la trama, estos 3 *bytes* se asignan a la información de la UA en un proceso denominado justificación negativa, en caso contrario, si la UA llega con retraso con respecto a la información de la trama estos 3 bytes y los 3 siguientes de la carga útil son ocupados con bits de relleno en lo que se conoce como justificación positiva, ambos casos se muestran en la figura 3. Dichos procesos tienen la limitante de que sólo se pueden realizar una vez cada tres tramas. (Comisión de Estudio 15 de la UIT-T, 2003)



**Figura 3: Desplazamiento del puntero para justificación de la trama STM-1.
Recomendación 707. Serie G. ITU-T.**

2.5 Tara de Sección, *Section Over Head (SOH)*

La información de SOH se añade a la carga útil de información para crear un STM-N. Posee información de alineación de trama de bloques e información para el mantenimiento y la supervisión de la calidad de funcionamiento y otras funciones operacionales.

La información de SOH se clasifica además en la Tara de Sección de Regeneración, *Regenerator Section Overhead (RSOH)*, que se termina en funciones de regeneración, y la Tara de Sección de Multiplexación, *Multiplex Section Overhead (MSOH)*, que pasa de forma transparente a través de los regeneradores y se termina donde los AUG-N son ensamblados y desensamblados. La figura 4 muestra en detalle la distribución de cada uno de los *bytes* de la sección RSOH y MSOH. (Comisión de Estudio 15 de la UIT-T, 2003)



Figura 4: SOH de la trama STM-1. Recomendación 707. Serie G. ITU-T.

2.5.1 Descripción de funciones de los bytes de la SOH

A continuación se explican las funciones principales de cada uno de los bytes de la trama de sección presentados en la figura 4.

- **A1, A2:** Alineación de trama.
- **J0:** Traza de regeneración, se utiliza para transmitir en forma repetida el identificador de punto de acceso de sección, de modo que un receptor de sección pueda verificar la continuidad de conexión.
- **B1:** Byte para la supervisión de errores, funciona bajo un código de paridad con entrelazado de 8 bits (BIP-8).
- **B2:** Los bytes B2 se asignan para una función de supervisión de errores de sección de multiplexación.

- **D4- D12:** Para un STM-N (N=1, 4, 16, 64, 256) se define un canal a 576 kbit/s utilizando los bytes D4 a D12 como DCC Canal de comunicación de datos (*data communication channel*) de sección de multiplexación.
- **E1, E2:** Estos dos bytes pueden utilizarse para proporcionar canales de circuito de órdenes para comunicaciones vocales. E1 es parte de la RSOH y puede accederse a él en los regeneradores. E2 es parte de la MSOH y puede accederse a él en las terminaciones de sección de multiplexación.
- **F1:** Está reservado para utilización del usuario, como conexiones temporales de canales de voz y datos para fines de mantenimientos especiales, puede utilizarse para proporcionar canales de circuito de órdenes para comunicaciones vocales.
- **D1-D3:** Forman un canal de comunicación de datos en la sección de regeneración.
- **K1, K2:** Canal de conmutación automática de protección. (APS)
- **S1:** Estado de sincronización.
- **M1:** Este byte se fijará para que lleve la cuenta de bloques de bits entrelazados que han sido detectados como erróneos.

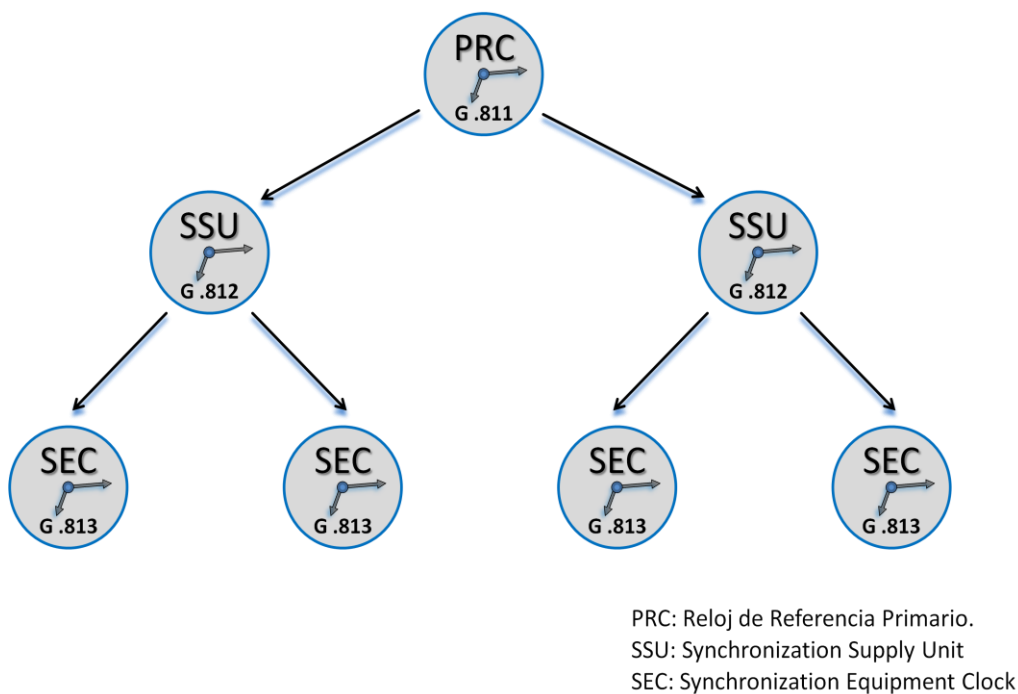
2.6 Sincronismo en una red SDH

La sincronización es de gran importancia en las redes SDH, de no garantizarse el sincronismo puede ocurrir una degradación considerable en las funciones y fallos en la red.

En una red SDH cada uno de los elementos de red, *network element* (NE) funcionan bajo un mismo reloj suministrado por una fuente de señal llamada Reloj de Referencia Primario, *primary reference clock* (PRC). En la recomendación ITU-T G.811, se encuentran las especificaciones de rendimiento del PRC, cuya estabilidad y exactitud en frecuencia se hallan en el orden de 1×10^{-11} , equivalente a un segundo de error cada tres mil años. Un PRC también puede ser subordinado a un receptor de temporización satelital GPS. (Comisión de Estudio 13 del UIT-T, 2000)

El deterioro en la señal de reloj emitida por el PRC, como la fluctuación acumulada durante la transmisión a través de una cadena de elementos de red y línea de transporte, se puede reducir, de ser necesario, con un equipo de reloj subordinado de alto rendimiento, según especifica la recomendación G-812 con estabilidad de 1×10^{-9} para nodo de tránsito (un nodo intermedio entre la estación o elemento que está tomando el sincronismo y la fuente de referencia), finalmente cada elemento de red posee un reloj interno, *Synchronization Equipment Clock* (SEC) de menor calidad que cumple con las especificaciones de la recomendación G-813 y que también opera fundamentalmente en modo esclavo. El reloj subordinado o esclavo entra en modo de retención cuando pierde la referencia de sincronización. En este caso opera bajo los últimos registros de sincronización recibidos.

La figura 5 presenta la jerarquía de sincronismo en una Red SDH donde la dirección de la flecha indica cómo se distribuye el sincronismo en toda la red. (Comisión de Estudio 13 del UIT-T, 2000)



**Figura 5: Distribución internodal en la arquitectura de red de sincronización.
 Recomendación 803.Serie G.ITU-T.**

2.6.1 Sincronismo en un elemento de red SDH

La forma en que obtiene el sincronismo un elemento de red varía según la topología de la red y de la ubicación del elemento en la misma. El sincronismo se tomará principalmente de las siguientes alternativas:

- Entrada externa G-812, G-811: Este es el caso cuando un equipo se encuentra en una estación donde se encuentre implementado un reloj de calidad G-812 o G-811 (generalmente en la estación central, MTSO), en este caso es posible conectar directamente el equipo a esta señal de reloj a través de un puerto para tal fin.
- Señal de línea STM-N: El elemento puede ser configurado para que una vez insertado en la red, seleccione el sincronismo a través de la señal de línea. A

través del byte S1 (figura 4) de la trama STM-N un nodo es informado por sus nodos contiguos sobre la fuente de referencia que están utilizando, de este modo el nodo será configurado para seleccionar la referencia de mayor calidad disponible en la red. La tabla 3 presenta los mensajes internos enviados por los bits 4,5,6,7 del byte S1 en la trama STM-1 según los distintos niveles de calidad de señal de reloj de cada elemento de red, cuando un elemento de red toma el sincronismo de un nodo contiguo, enviará un mensaje hacia atrás (al nodo donde tomo el sincronismo) de calidad Q-6 “No se use para sincronización” (ver tabla 3) descartando su uso para la sincronización del nodo fuente con el fin de evitar bucles cerrados que generen error.

Tabla 3: Valores de bytes de S1 para distintos mensajes de sincronización. Recomendación 803.Serie G. ITU-T.

Nivel de calidad Q	byte S1 (bits: 4, 5,6,7)	Significado de calidad
0	0000	Desconocida
2	0010	G.811
3	0100	G.812 Tránsito
4	1000	G.812 Local
5	1011	Fuente de tiempo de equipo síncrona
6	1111	“No se use para sincronización”

- Señal PDH de 2 Mb/s en el tributario: Dos de las señales pleosincronas (E1's) pueden ser seleccionadas como fuentes de referencia. Este sería el caso si, por ejemplo, el sistema SDH fuese instalado en un área aislada con el reloj síncrono comunicado a través de una señal de 2 Mb/s generada por un PRC, o cuando el sistema SDH es sincronizado a un reloj ESS (sistema de conmutación) en vez de PRC.

Procedimiento general para la configuración de la fuente de reloj en un nodo:

- Seleccionar la fuente de reloj disponible con el nivel de mayor calidad Q disponible en la red (tabla 3).
- Para las mismas fuentes de calidad, escoger la de más alta prioridad (P), la prioridad es configurada según la topología de la red: Se debe tener en cuenta que la señal de reloj primaria PRC sufre degradaciones a medida que va pasando por cada elemento de red, llegando a ser considerable después de 60 elementos de red. En este caso se debe seleccionar otro PRC en la red.

2.7 Gestión de un Elemento de Red

Los elementos de red poseen hacia el exterior la interfaz F y Q, que permiten la conexión con el sistema de operaciones. La interfaz F admite la conexión de una PC (Notebook o Laptop) como sistema de gestión local a través de conexión en un puerto serial.

La gestión del equipo comprende tareas tales como configuración del elemento de red, puesta en servicio, prueba de fallos, medida de prestaciones o calidad, alarmas, etc. El software utilizado por Alcatel-Lucent para tal fin es el *Craft Terminal CT*.

El presente trabajo de grado comprende la manipulación de los siguientes elementos en cada estación involucrada de la red:

- **Multiplexor Add/Drop (ADM):** Son equipos que además de realizar el proceso de multiplexación a nivel de SDH, son capaces de insertar y extraer tributarios sin necesidad de multiplexar y demultiplexar el resto de la información.

- **Cross Conector de señal Digital, *Digital Signal Cross-Connect (DSX)*:** Es un elemento de interconexión entre los tributarios PDH de servicio (E1's) y el equipo multiplexor, su finalidad es la detección de fallas de cableado y facilitar la conexión entre el equipo y los servicios así como una manipulación óptima para la migración e inclusión de nuevos servicios.
- **Distribuidor de Tramas Ópticas, *Optic Distribution Frame (ODF)*:** Elemento usado como punto de interconexión entre la fibra óptica proveniente de otras estaciones y equipos activos en la sala.

2.8 Equipos Multiplexores Ópticos Alcatel Lucent

A continuación se presenta una descripción básica de los equipos implementados en el presente trabajo de grado. Para una especificación más exhaustiva, ver hoja de datos del fabricante, ANEXOS N° 7,8,9,10.

2.8.1 Alcatel-Lucent 1642 EM (Edge Multiplexer)

Funciona a una velocidad de 155.520 Mbit/s (STM-1), es expandible a STM-4. La Carga de Software se realiza tanto local como remotamente sobre memorias no volátiles sin interrupción de tráfico. El equipo opera con las siguientes tarjetas:

- **MAIN BOARD (AU4):** Es la tarjeta controladora del equipo, la cual posee los dos puertos ópticos por los cuales se realiza la gestión del equipo.
- **NEW DC48/24V BOARD (EMC/EMI CLASS B)** Esta Tarjeta cumple la función de un rectificador que modifica el voltaje

proveniente de la fusilera para que se adapte a los requerimientos de energía del equipo.

- **NEW FAN BOARD (-48V/+24V ACCESS)** Esta tarjeta cumple dos funciones. La primera es que cumple la misma función que la tarjeta anteriormente explicada y la segunda es que posee el fan el cual se encarga de refrigerar el equipo.
- **32X2 MB/S 2MM HM 120 OHM (DE1DB32)** esta tarjeta cumple el rol de interfaz física y maneja 32 E1's.

2.8.2 Alcatel-Lucent 1660 EM (Edge Multiplexer)

El multiplexor Alcatel Lucent 1660 es capaz de operar de STM-1 hasta STM-64, puede manejar hasta 378 E1. La Carga de Software se realiza tanto local como remotamente sobre memorias no volátiles sin interrupción de tráfico. Posee un área de tarjetas de acceso en las cuales maneja las interfaces físicas para la comunicación y un área de tarjetas básicas que controlan las tarjetas de acceso. Posee redundancia de tarjetas en el área básica para prevenir el caso de que una tarjeta falle y pueda conmutar a la tarjeta redundante configurada como protección. El equipo opera con las siguientes tarjetas:

- **Matrix:** Es la tarjeta del área básica encargada de controlar todas las funciones del equipo.
- **A21E1:** Esta tarjeta del área de acceso maneja la conexión física de 21 E1's desde el DSX al equipo multiplexor, el número de tarjetas necesarias dependerá del número de E1's a instalar.

- **P63E1:** Es la tarjeta del área básica que se encarga de controlar las tarjetas A1-21E1, cada tarjeta P63E1 controla tres tarjetas A21E1 es decir 63 E1's. El número de tarjetas será el necesario para la implementación de los E'1s más una tarjeta adicional que cumplirá la función de protección en caso de que alguna de las tarjetas falle.
- **Congi:** Tarjeta del área de acceso donde se realizan las conexiones de energía del equipo, también posee conexiones con los ventiladores (fans) a fin de presentar alarmas en caso de que fallen.
- **PQ2-EQC:** Posee puertos de comunicación serial, interfaz F, además posee la memoria interna del equipo flashcard.
- **P16S1-4E:** Tarjeta que contiene los puertos ópticos.

La figura 6 muestra un resumen de la capacidad que ofrece cada equipo multiplexor Alcatel-Lucent en su configuración implementada, para una especificación más exhaustiva, ver hoja de datos del fabricante, ANEXOS N° 7,8,9,10.

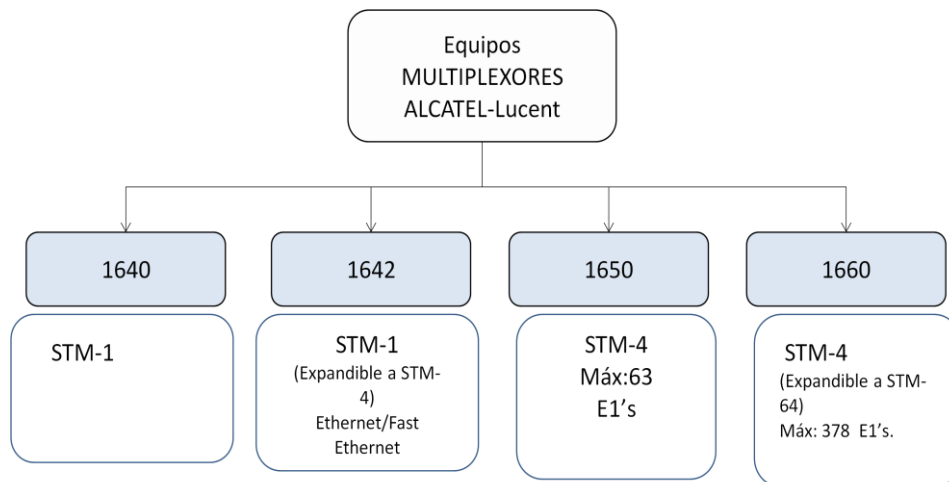


Figura 6: Equipos Multiplexores Alcatel Lucent involucrados en el proyecto

2.9 Red de Movistar en la Gran Caracas

La red SDH de Movistar en la Gran Caracas opera cumpliendo las recomendaciones de la UIT-T, funciona principalmente con una topología de anillos que van desde capacidades de STM-1 hasta STM-64. Los enlaces de red son realizados en su totalidad a través de fibra óptica. La conexión entre los nodos se realiza a través de dos fibras: una para transmitir y una para recibir, lo que permite establecer una conexión directa con cada nodo, la creación de rutas alternativas para el tráfico y la protección del mismo ante fallas que puedan presentarse.

Aunque los equipos multiplexores están diseñados bajo las recomendaciones de la UIT-T lo que permitiría que operen en un mismo anillo equipos de diferentes marcas, Movistar asigna cada anillo a una única empresa proveedora de equipos como lo es Alcatel Lucent, Huawei, etc.

Los METSOS Colgate y Canaima, son las estaciones principales en la Gran Caracas en donde se da gestión a todos los nodos además del sincronismo, ambas estaciones cuentan con un reloj de calidad G-811 sincronizado con un GPS.

Debido a que el software empleado por cada empresa proveedora de equipos para la gestión remota es diferente, cada una de ellas realiza la gestión de sus anillos de forma separada, en el caso de Alcatel Lucent cuenta con un gestor en sus instalaciones capaz de establecer conexión con los METSOS, lo que permite realizar la gestión remota sin ser necesaria la presencia del personal en las estaciones de Movistar.

Los proyectos involucrados en el presente trabajo de grado y desarrollados en el Capítulo III son una muestra típica del funcionamiento de la red así como de sus necesidades de crecimiento y actualización actuales.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

En este capítulo se explica la metodología utilizada para llevar a cabo el trabajo especial de grado, los recursos empleados y las fases del proyecto desde su planteamiento hasta su ejecución. Luego se presenta el desarrollo de los proyectos asignados para ser implementados y su posterior configuración.

3.1 Método

Se estudió la tecnología de las redes SDH para comprender su funcionamiento, sus aplicaciones, las limitaciones que puede presentar y el dominio de la terminología. Como principal fuente de recursos se utilizó Manuales de la empresa Alcatel, consulta de distintas bibliografías, las recomendaciones de la ITU-T y la consulta a personal capacitado y de entrenamiento en la empresa STARTEL.

Una vez asimilados los conceptos esenciales de las redes SDH se procedió al estudio documental de los manuales específicos de los Multiplexores ópticos Alcatel-Lucent tanto de hardware como de software que fueron suministrados por la empresa STARTEL, a fin de poseer los conocimientos necesarios para su manipulación.

3.1.1 Asignación de proyectos

Para el presente trabajo de grado se estipuló el estudio y desarrollo de dos proyectos asignados a la empresa Startel por la empresa Alcatel: el Nodo Bellas Artes y conjuntamente los nodos Intertron y Atento, dichos proyectos forman parte del proyecto “Red de F.O. y Mux Caracas” de Movistar, el cual consiste en la ampliación del anillo de celdas existente en el que se instaló equipos multiplexores de distintas tecnologías, en varios puntos de la ciudad.

Los multiplexores a instalar fueron ofertados por la empresa Alcatel Lucent a Movistar en respuesta a la demandas de servicios que requería la red de Movistar.

3.1.2 Fases del proyecto

Los proyectos asignados presentan las siguientes fases:

- Levantamiento de la información de la estación.
- Elaboración de Ingeniería de detalle.
- Cronograma de instalaciones.
- Instalación de los equipos.
- Configuración de los equipos.
- Pruebas de funcionamiento: Aceptante Test Protocol (ATP), Protocolo de pruebas al cliente.

3.1.2.1 Levantamiento de la información de la estación

Esta fase comprendió la visita a las estaciones seleccionadas para la ampliación, en donde se recopiló información sobre la disponibilidad de espacio para la ubicación de los nuevos Multiplexores, cumpliendo con los criterios de prioridad para la posición idónea en función de distintos parámetros establecidos por la empresa Movistar y los criterios de instalación de los equipos Alcatel-Lucent. La mejor ubicación para la propuesta de instalación de los equipos fue definida por:

- Disponibilidad de Bastidor, en este caso no fue necesaria la instalación de un nuevo bastidor para la fijación del equipo a instalar, la posición seleccionada en el bastidor debe ser la inmediatamente superior al equipo que se encuentre más arriba para así facilitar el proceso de cableado de futuras instalaciones.
- En el caso de la estación Bellas Artes no existía un bastidor con posiciones disponibles para los equipos DSX, se seleccionó un lugar en la sala para su

instalación, el mismo debió cumplir con algunos requisitos como: tener suficiente espacio para su manipulación frontal y trasera y estar perfectamente alineado con los demás equipos de la sala, a fin de que el recorrido del cableado eléctrico, de aterramiento y fibras, fuese el más corto y simple, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Posición con respecto al ODF.
2. Posición con respecto a la fuente de alimentación del equipo (se verificó previamente si la fuente de alimentación poseía capacidad disponible para la alimentación de los equipos).
3. Posición con respecto al DSX.

Se elaboró la memoria fotográfica que consistió en tomar fotos del lugar dispuesto para la instalación de los equipos, el recorrido del cableado, de fibras, tierra y energía.

Una vez aprobada la posición de los equipos por Movistar, se elaboró el informe de ingeniería de detalles.

3.1.2.2 Documento de Ingeniería de detalles

El informe de ingeniería de detalles se redactó de tal forma que pudiera ser entendido por el personal técnico responsable de la instalación de los equipos y su posterior configuración. Se explica a continuación:

- **Objetivo del proyecto:** Se señaló la finalidad del proyecto asignado a Alcatel.
- **Alcance:** Se enumeraron los equipos involucrados a instalar para cumplir con el objetivo del proyecto.

- **Cálculos del enlace:** Se realizaron los cálculos necesarios para garantizar que el enlace recibiera la potencia requerida sin saturarse ni estar por debajo de su nivel de sensibilidad. La pérdida del enlace fue un dato suministrado por Movistar, son valores prácticos de las mediciones realizadas en los mismos, los valores de sensibilidad y saturación del receptor fueron consultados en los manuales según la interfaz a utilizar.
- **Ubicación de los equipos a instalar:** Se señaló tanto en un plano de la sala (en caso necesario), como en el reporte gráfico elaborado previamente, la ubicación de los equipos a instalar.
- **Cableado:** Se especificó el cableado necesario, recorrido y dimensiones para la instalación en plano de la sala.
- **Energía:** Se determinó el tipo de cable y longitud que se debía utilizar para energizar el equipo, la posición de la fuente de donde sería alimentado y los breakers requeridos según el equipo a utilizar.
- **Puesta a tierra:** Se explicó el recorrido del cable para el aterramiento, el tipo de cable, resaltando el color verde establecido en la norma.
- **Materiales:** Se especificaron los materiales necesarios para la ingeniería de detalles y se indicó la responsabilidad de suministro de los mismos, Alcatel es la encargada de proveer todos los materiales propios del equipo Multiplexor y DSX y Movistar es responsable de dotar todos los materiales necesarios para la instalación.
- **Etapas del proyecto:** Se explicó en qué consistió cada etapa del proyecto señalando las conexiones de los equipos involucrados.

3.1.2.3 Cronograma de Instalaciones

Se realizó un cronograma de instalaciones que reflejó el tiempo estimado para la instalación de los equipos, con el fin de gestionar los pases de acceso y las llaves de las estaciones para el ingreso del personal de Startel involucrado en el proyecto.

3.1.2.4 Configuración del Equipo Multiplexor

Se realizó la carga del software en el equipo, luego son declaradas las tarjetas del equipo y se llevo a cabo la configuración de todos los parámetros necesarios para ingresar el equipo en la red.

3.1.2.5 Protocolo de pruebas al cliente, *Acceptante Test Procedure* (ATP).

Son las pruebas y verificaciones impuestas al equipo en presencia de personal de Movistar para dar garantía de que funciona correctamente, las mismas se realizaron según un protocolo que consiste en una exhaustiva inspección del trabajo cumplido y una serie de pruebas que simulan condiciones en que el rendimiento del equipo pudiera verse afectado.

3.1.2.6 Equipos necesarios

Los equipos necesarios tanto para la configuración como para las pruebas de los equipos instalados se presentan a continuación:

- Laptop con sistema operativo Windows XP y con el respectivo software de trabajo (1320CT).
- Analizador PDH / SDH.
- Power Meter.
- Atenuador variable

- Transiciones, Patch Cord. Para las conexiones temporales y las mediciones.
- Herramientas básicas (destornilladores, pinza, cinta métrica, etc).

3.2 Ingeniería de Detalles Estación Bellas Artes

Ubicación: Av. México con Distribuidor Av. Bolívar, Edif. Ateneo de Caracas, piso 6, Mezzanina.

Objetivo: Elevar la capacidad del enlace existente entre El Rosal–Bellas Artes– Andrés Bello de STM-1 a nivel STM-4.

Alcance:

Se instaló un equipo Multiplexor Alcatel Lucent 1660 SM, con la incorporación de las siguientes tarjetas:

- Nueve (9) Tarjetas A21E1 y cuatro (4) unidades P63E1.
- Dos (2) unidades P16S1-4E y dos (2) módulos STM-4.
- Se realizaron conexiones ópticas a nivel STM-4 con dirección El Rosal y Andrés Bello
- Se instalaron tres (3) Flex´s DSX.

3.2.1 Estado previo de la red

En la estación Bellas Artes se encontraban instalados dos Multiplexores Alcatel Lucent 1650 (CBartes50SM1 y CBartes50SM2) que operaban a nivel STM-1 con el Rosal (CRosal60SM1) y Andrés Bello (60ANB01), cada uno manejaba 63 servicios (63 E1's) y se encontraban al límite de su capacidad, la figura 7 señala la interconexión de los nodos en la red. La demanda de servicios requirió elevar su capacidad de

conexión a STM-4 para así cumplir con las exigencias de los clientes e integrarse al anillo STM-4 existente con los nodos Canaima, Decacentro, Las Mercedes y Colgate.

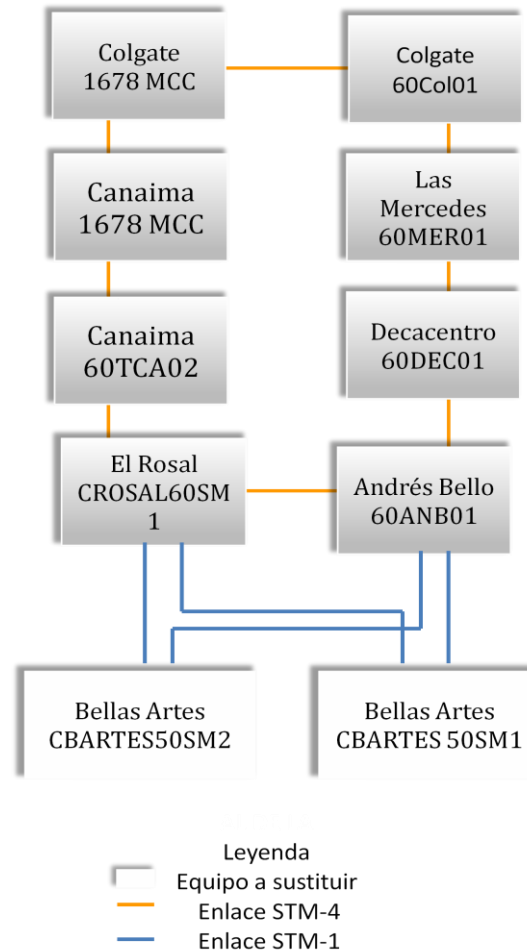


Figura 7: Situación previa de la Red de Movistar.

3.2.2 Etapas del proyecto

El proyecto de Bellas artes se dividió en distintas etapas: En la primera etapa se instaló el equipo para su posterior configuración, luego fue insertado en el anillo, se migraron por fases los distintos servicios y finalmente se retiraron los equipos antiguos de la red.

Etapa I: Instalación del Multiplexor Alcatel Lucent 1660

En esta etapa se instaló el equipo Multiplexor 1660 en la Estación Bellas Artes, el equipo se energizó y configuró localmente para ser introducido en el anillo, aún sin realizar conexiones con la red. Los equipos 1650 en Bellas Artes: CBArtes50SM1 y CBArtes50SM2 se encontraban conectados a los nodos Andrés Bello y El Rosal con un multiplexor Alcatel Lucent 1660 en cada estación. La figura 8 presenta las conexiones de los equipos en cada estación, El Slot señala la posición de la tarjeta de puertos ópticos STM-1 en el equipo multiplexor, y el puerto numerado en el que se encuentra la conexión del enlace.

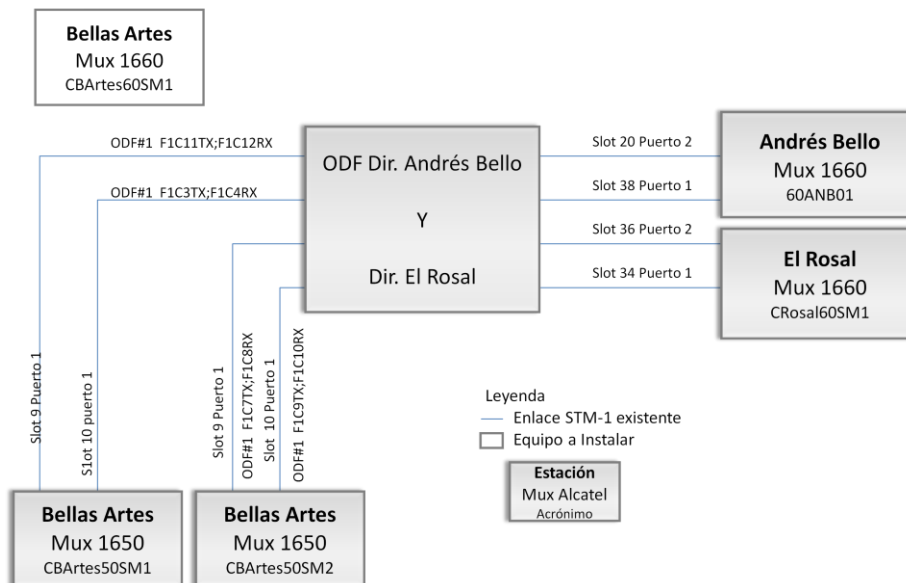


Figura 8: Etapa I Diagrama de Conexiones Bellas Artes.

Etapa II: Inserción Multiplexor Alcatel Lucent 1660.

En esta etapa se introdujo el Multiplexor Alcatel Lucent 1660 en la red, el equipo fue insertado al anillo sin ningún servicio, la conexión se realizó de forma simultánea en la estación Andrés Bello donde se elevó la capacidad del enlace de STM-1 a STM-4 en dirección Bellas Artes, esto se logró cambiando la posición de la conexión en Andrés Bello del puerto STM-1: Slot 20- puerto 2; a un puerto STM-4 disponible en el equipo: Slot 33- puerto 4 (ver figura 9) y en la estación Bellas Artes se conectó en serie el equipo 1660 con el equipo 1650 (CBArtesSM1) con una conexión temporal a nivel STM-1 con CBArtes50SM1 ya que dicho equipo no tenía capacidad para conectarse a nivel STM-4 en su configuración actual y a nivel STM-4 en dirección Andrés Bello.

El equipo recibió la configuración remota necesaria para ser introducido correctamente en el anillo y se realizaron las pruebas necesarias por el Gestor de Movistar.

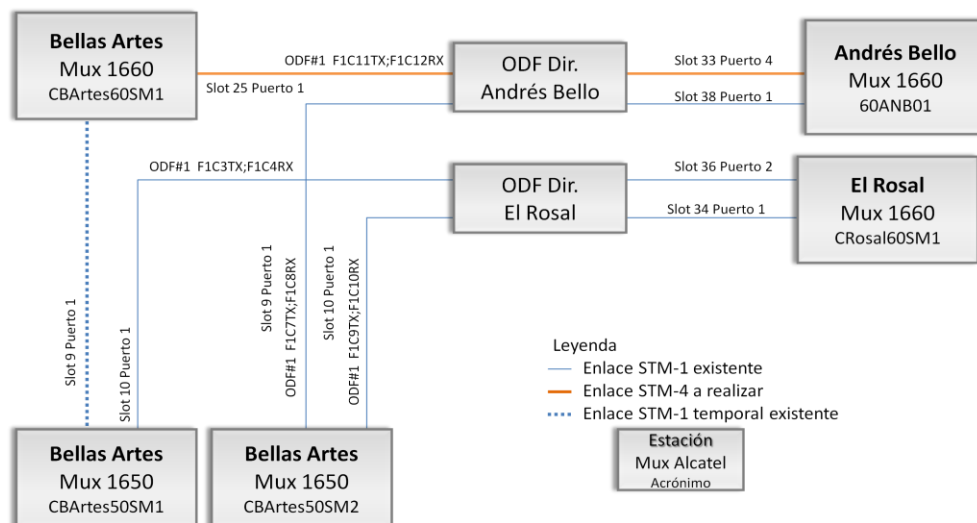


Figura 9: Etapa II diagrama de conexiones Bellas Artes

Etapa III: Migración de Tráfico CBArtes50SM1 a CBArtes60SM1

Una vez que el equipo se encontró en gestión, se procedió a realizar la conexión a nivel STM-4 con el Rosal, ver figura 10, siendo ésta la conexión final de este equipo, también se realizó una nueva conexión temporal con el equipo CBArtes50SM1 que aun manejaba tráfico y servicios, luego se procedió a migrar cada uno de los servicios (63 E1's) individualmente, del equipo CBArtes50SM1 al equipo CBArtes 1660.

La migración se realizó físicamente en la estación, realizando la desconexión y conexión inmediata de cada servicio al nuevo equipo a través del DSX, a su vez, en el gestor de Movistar se van creando las nuevas rutas y eliminando las rutas antiguas de cada uno de los servicios. Dicho proceso se realizó en ventanas de trabajo de 11 pm a 5 am a fin de minimizar las molestias ocasionadas por las pérdidas temporales de servicio en el proceso.

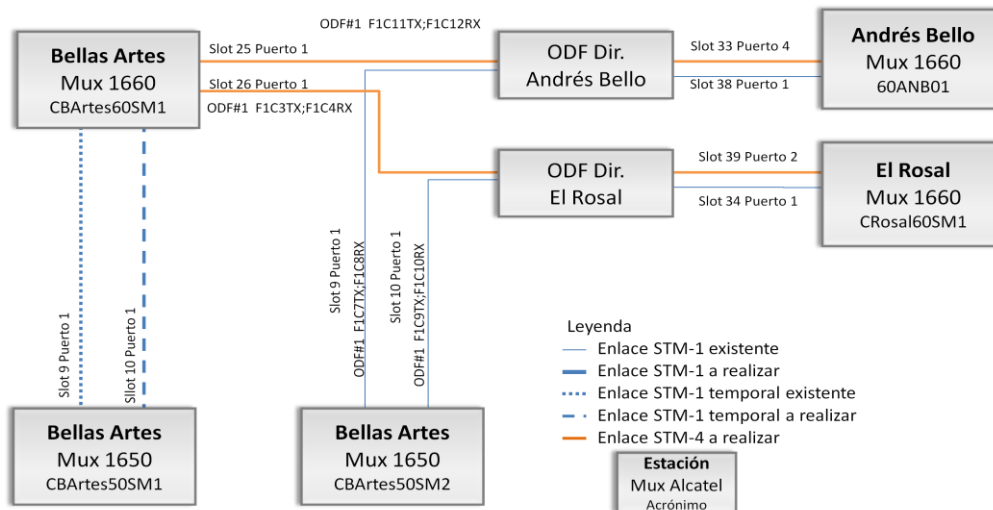


Figura 10: Etapa III diagrama de conexiones Bellezas Artes.

Etapa IV: Desconexión de temporales y migración de servicios de CBArtes50SM2 a CBArtes60SM1.

Luego de ser migrados todos los servicios del equipo CBArtes50SM1 al equipo CBArtes60SM1, se procedió a desconectar las conexiones temporales y a retirar el equipo CBArtes50SM1 de gestión, se realizó la migración de los servicios de CBArtes50SM1 de gestión, se realizó la migración de los servicios de CBArtes50SM1 (63 E1's) en un procedimiento análogo al de la etapa III. Ver figura 11.

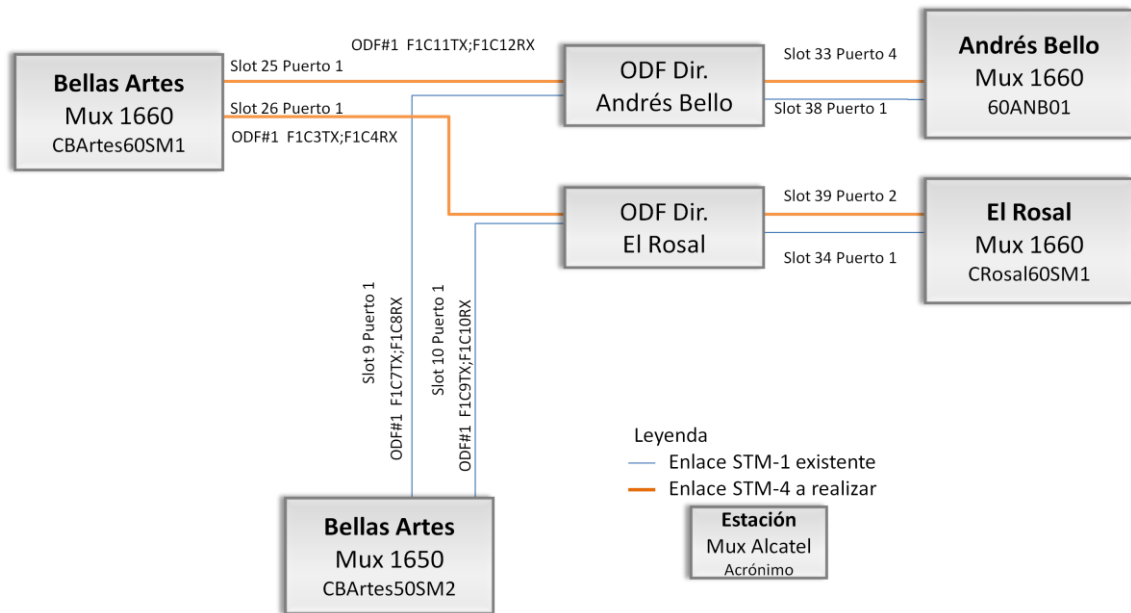


Figura 11: Etapa IV diagrama de conexiones Bellas Artes.

Etapa V: Situación final de la red

Finalmente se desconectó el equipo CBArtes50SM2. El equipo CBArtes60SM1 maneja 126 servicios y tiene previsto la inserción de 63 servicios nuevos, para un total de 189 servicios en el nodo que pasa a formar parte del anillo STM-4 con Colgate, Las Mercedes, Andrés Bello, El Rosal, Decacentro y MTSO Canaima.

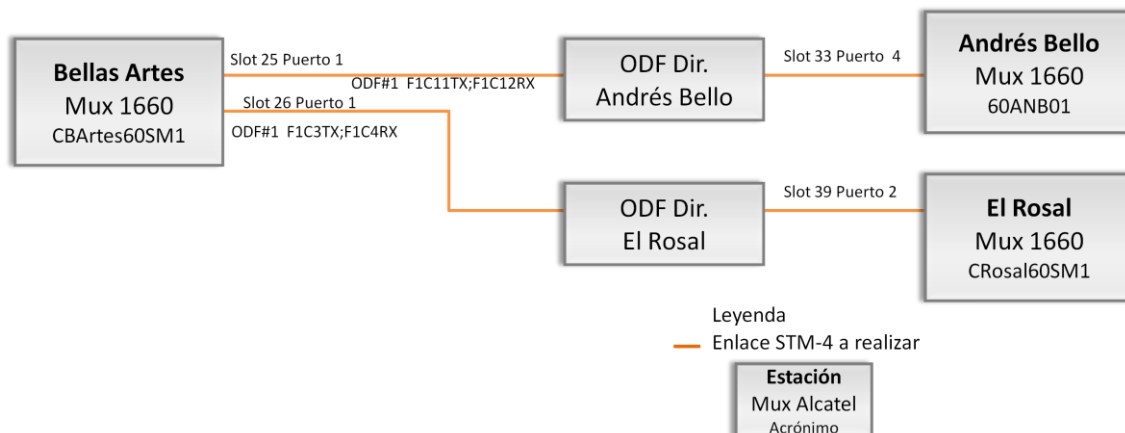


Figura 12: Etapa V diagrama de conexiones Bellas Artes.

3.2.3 Cálculos del Enlace

Se realizaron los cálculos para los enlaces STM-4 con El Rosal y Andrés Bello para garantizar que en ambos enlaces se recibía un nivel de potencia dentro del rango de operación del receptor.

La interfaz utilizada en todos los puertos involucrados en el enlace es el L-4.2, sus características se muestran en la tabla 4 (los valores fueron extraídos del ANEXO N° 3).

Tabla 4: Características de interfaz L-4.2

INTERFAZ	POTENCIA DE SALIDA (dBm)		SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR (dBm)	Saturación (dBm)
	Mínima	Máxima		
L-4.2	-3	2	-28	-8

Fue necesario realizar los cálculos para garantizar que se recibirá una potencia en el receptor por encima de -28 dBm la cual es la potencia mínima que puede discriminar el mismo y por debajo de -8 dBm que es su potencia de saturación.

Enlace Bellas Artes-El Rosal:

Se efectuaron los cálculos para determinar el nivel de potencia en el receptor, una potencia de transmisión mínima (ecuación 7) y máxima (ecuación 9) considerando que la pérdida del enlace Bellas- El Rosal es de 2,79 dB.

$$P_{Tx \text{ mín}} - (L_{\text{ Bellas Artes-El Rosal}}) = P_{Rx} \tag{7}$$

Dónde:

$P_{Tx \text{ mín}}$: Potencia de transmisión mínima.

$P_{Tx \text{ máx}}$: Potencia de transmisión máxima.

$L_{\text{ Bellas Artes-El Rosal}}$: Pérdida del enlace Bellas Artes- El Rosal.

P_{Rx} : Potencia en el receptor.

Sustituyendo el valor de Potencia de Transmisión mínima del dispositivo extraído de la tabla 4 y las pérdidas del enlace en la ecuación 7, se obtiene en la ecuación 8:

$$-3\text{dBm} - 2.79 \text{ dB} = -5,79 \text{ dBm} > -8\text{dBm} \text{ (saturación)} \tag{8}$$

Se realizan nuevamente los cálculos para una potencia de transmisión mínima en la ecuación 9:

$$P_{Tx \text{ máx}} - (L_{\text{ Bellas Artes-El Rosal}}) = P_{Rx} \tag{9}$$

Sustituyendo el valor de Potencia de Transmisión máxima del dispositivo extraído de la tabla 4 en la ecuación 9, se obtiene en la ecuación 10:

$$2 \text{ dBm} - 2,79 \text{ dB} = -0,79 \text{ dBm} > -8 \text{ dBm (saturación)} \quad (10)$$

Los valores potencia en el receptor, calculados en las ecuaciones 8 y 10 se encuentran por encima del valor de saturación del dispositivo (-8dBm) por tanto el sistema satura, se concluyó que era necesario agregar un atenuador y se procedió a calcular su valor en la ecuación 11:

$$P_{Tx \text{ mín}} - (L_{\text{Bellas Artes- Andrés Bello}}) - X \text{ dB} = P_{Rx} \quad (11)$$

Despejando el valor del atenuador (X dB) en la ecuación 11, se obtiene en la ecuación 12:

$$X \text{ dB} = P_{Tx} - (L_{\text{Bellas Artes- El Rosal}}) - P_{Rx} \quad (12)$$

El valor del atenuador se calculó para los dos casos extremos de potencia recibida en el receptor a fin de garantizar que la potencia recibida siempre se encontrara dentro del rango de operación del receptor:

- **Caso 1:** Asumiendo una potencia de transmisión mínima de -3dBm (valor extraído de la tabla 4) y la potencia mínima que puede discriminar el receptor que es -28 dBm (valor extraído de la tabla 4), sustituyendo en la ecuación 12 se obtiene la ecuación 13:

$$X \text{ dB máx} \leq -3 \text{ dBm} - 2,79 \text{ dB} + 28 \text{ dBm} \quad (13)$$

La operación algebraica de la ecuación 13 da como resultado la ecuación 14:

$$X \text{ dB máx} \leq 22,21 \text{ dB} \quad (14)$$

Esta condición arroja un intervalo que implica según el resultado obtenido en la ecuación 14 que el valor del atenuador debe ser menor a 22.21 dB.

- **Caso 2:** Asumiendo una potencia de transmisión máxima de 2 dBm (valor extraído de la tabla 4) y la potencia máxima que puede discriminar el receptor que es -8 dBm (valor extraído de la tabla 4), se sustituyen en la ecuación 12 y se obtiene la ecuación 15:

$$X \text{ dB}_{\min} \geq 2\text{dBm} - 2.79 \text{ dB} + 8\text{dBm} \quad (15)$$

Resolviendo la suma algebraica en la ecuación 15, se obtiene el resultado en la ecuación 16:

$$X \text{ dB}_{\min} \geq 6.21 \text{ dB} \quad (16)$$

Interceptando los resultados obtenidos en las ecuaciones 14 y 16 se obtiene que el valor del atenuador debe estar en el intervalo presentado en la ecuación 17.

$$6,21 \text{ dB} \leq X \text{ dB} \leq 22.21 \text{ dB} \quad (17)$$

Se seleccionó un valor comercial dentro de este rango para el atenuador de 10 dB.

Se realizaron nuevamente los cálculos para el enlace Bellas Artes-El Rosal sustituyendo el valor del atenuador seleccionado y se verificó que la potencia recibida se encontraba en el rango de operación del receptor L-4.2 (ecuaciones 18 y 21):

$$P_{Tx} - (L_{\text{Bellas Artes- El Rosal}}) - X \text{ dB} = P_{Rx} \quad (18)$$

Sustituyendo los valores en la ecuación 18, incluyendo el valor del atenuador X=10dB se obtiene en la ecuación 19:

$$2\text{dBm}-2.79\text{ dB}-10\text{ dB}= -10.79\text{ dBm} \quad (19)$$

En la ecuación 20 se comparó el valor obtenido con los valores extremos de operación de sensibilidad y saturación del receptor extraídos de la tabla 4:

$$-28\text{ dBm (Sensibilidad)} < -10.79\text{ dBm} < -8\text{ dBm (saturación)} \quad (20)$$

Partiendo nuevamente de la ecuación 18, se sustituyeron los valores en la ecuación 20 para una potencia de transmisión mínima, incluyendo el valor del atenuador X=10dB, se obtuvo en la ecuación 21:

$$-3\text{dBm}-2.79\text{ dB}-10\text{dB}= -15.79\text{ dBm} \quad (21)$$

En la ecuación 22 se comparó el valor obtenido con los valores extremos de operación de sensibilidad y saturación, se observó que el valor de la potencia recibida, colocando un atenuador de 10 dB, se encuentra dentro del rango de operación del receptor:

$$-28\text{ dBm (Sensibilidad)} < -15.79\text{ dBm} < -8\text{ dBm (saturación)} \quad (22)$$

Realizando los cálculos con el atenuador de 10 dB, el sistema no saturó en ningún caso y la potencia recibida fue suficiente para su operación, los resultados se presentan en la tabla 5.

Enlace Bellas Artes -Andrés Bello:

Se efectuaron los cálculos para determinar el nivel de potencia en el receptor, una potencia de transmisión mínima (ecuación 23) y máxima (ecuación 26) considerando que la pérdida del enlace Bellas Artes- Andrés Bello es de 1.25 dB:

$$P_{Tx \text{ mín}} - (L_{\text{ Bellas Artes- Andrés Bello}}) = P_{Rx} \quad (23)$$

Dónde:

$P_{Tx \text{ mín}}$: Potencia de transmisión mínima.

$P_{Tx \text{ máx}}$: Potencia de transmisión máxima.

$L_{\text{ Bellas Artes-Andrés Bello}}$: Pérdida del enlace Bellas Artes- Andrés Bello.

P_{Rx} : Potencia en el receptor.

Sustituyendo el valor de de pérdidas del enlace y la potencia de transmisión mínima en la ecuación 23, valor extraído de la tabla 4, en la ecuación 24 se obtiene:

$$-3\text{dBm} - 1.25 \text{ dB} = -4.25 \text{ dbm} \quad (24)$$

El valor obtenido en la ecuación 24 para una potencia de transmisión mínima se compara en la ecuación 25 con el nivel de saturación del receptor extraído de la tabla 4:

$$-4.25\text{dBm} > -8\text{dBm} \text{ (saturación)} \quad (25)$$

Se realizan los cálculos para una potencia de transmisión máxima en la ecuación 26:

$$P_{Tx \text{ máx}} - (L_{\text{ Bellas Artes- Andrés Bello}}) = P_{Rx} \quad (26)$$

Se sustituye en la ecuación 26 el valor de potencia de transmisión máxima para el dispositivo, extraído de la tabla 4 y las pérdidas del enlace, obteniendo en la ecuación 27:

$$2\text{dBm} - 1,25 \text{ dB} = 0.75 \text{ dBm} \quad (27)$$

El valor obtenido en la ecuación 27 para una potencia de transmisión máxima se compara en la ecuación 28 con el nivel de saturación del receptor extraído de la tabla 4:

$$0,75\text{dBm} > -8\text{dBm} \text{ (saturación)} \quad (28)$$

De las ecuaciones 25 y 28 se desprende que el valor de potencia en el receptor es mayor que el nivel de saturación en ambos casos, se concluye que es necesario agregar un atenuador.

Se procede a calcular el valor del atenuador planteando la ecuación 29 las pérdidas del enlace agregando el valor X a calcular del atenuador:

$$P_{Tx} - (L_{\text{Bellas Artes- Andrés Bello}}) - X \text{ dB} = P_{Rx} \quad (29)$$

Despejando el valor del atenuador en la ecuación 29, se obtiene en la ecuación 30:

$$X \text{ dB} = P_{Tx} - (L_{\text{Bellas Artes- Andrés Bello}}) - P_{Rx} \quad (30)$$

El valor del atenuador se calculó para los dos casos extremos de potencia en el receptor:

- **Caso 1:** Para una potencia de transmisión mínima de -3dBm (valor extraído de la tabla 4) y la potencia mínima que puede discriminar el receptor: -28 dBm (valor extraído de la tabla 4), partiendo de la ecuación 29 dichos valores se sustituyen en la ecuación 31:

$$X \text{ dB}_{\text{máx}} \leq -3\text{dBm} - 1.25 \text{ dB} + 28\text{dBm} \quad (31)$$

La suma algebraica de la ecuación 31 da como resultado la ecuación 32:

$$X \text{ dB}_{\text{máx}} \leq 23.75 \text{ dB} \quad (32)$$

- **Caso 2:** Para una potencia de transmisión máxima de 2 dBm (valor extraído de la tabla 4) y la potencia mínima que puede discriminar el receptor de -8 dBm (valor extraído de la tabla 4), partiendo de la ecuación 29 se sustituyen en la ecuación 33:

$$X \text{ dB}_{\text{min}} \geq -2\text{dBm} - 1.25 \text{ dB} + 8\text{dBm} \quad (33)$$

Realizando la suma algebraica en la ecuación 33 se obtiene el resultado en la ecuación 34:

$$X \text{ dB}_{\text{min}} \geq 4.25 \text{ dB} \quad (34)$$

Interceptando las soluciones de la ecuación 32 y la ecuación 34 se observa que el valor del atenuador para el enlace Bellas Artes-Andrés Bello debía estar entre los valores presentados en la ecuación 35:

$$4.25 \text{ dB} \leq X \text{ dB} \leq 23.75 \text{ dB} \quad (35)$$

Se seleccionó un valor comercial para el atenuador de 10 dB.

Se realizaron nuevamente los cálculos para el enlace Bellas Artes-Andrés Bello sustituyendo el valor del atenuador y se verificó que la potencia recibida se encontraba en el rango de operación del receptor L-4.2 para una potencia máxima (ecuación 36) y una potencia mínima (ecuación 39):

$$P_{Tx \text{ máx}} - (L_{\text{Bellas Artes- Andrés Bello}}) - X \text{ dB} = P_{Rx} \quad (36)$$

Sustituyendo el valor de potencia máxima para el dispositivo extraído de la tabla 4, las pérdidas del enlace y el valor del atenuador en la ecuación 36, se obtiene la ecuación 37:

$$2\text{dBm} - 1.25 \text{ dB} - 10 \text{ dB} = -9.25 \text{ dBm} \quad (37)$$

Se realizó la suma algebraica en la ecuación 37 y el valor obtenido fue comparado con los valores extremos de operación del dispositivo extraídos de la tabla 4, en la ecuación 38:

$$-28 \text{ dBm (Sensibilidad)} < -9.25 \text{ dBm} < -8 \text{ dBm (saturación)} \quad (38)$$

Realizando nuevamente los cálculos para una potencia de transmisión mínima, se plantea la ecuación 39:

$$P_{Tx \text{ mín}} - (L_{\text{Bellas Artes- Andrés Bello}}) - X \text{ dB} = P_{Rx} \quad (39)$$

Sustituyendo en la ecuación 39 el valor de potencia de transmisión mínima para el dispositivo extraído de la tabla 4, las pérdidas del enlace y el valor de atenuación seleccionado, se obtiene la ecuación 40:

$$-3\text{dBm} - 1.25 \text{ dB} - 10\text{dB} = -14.25 \text{ dBm} \quad (40)$$

El valor obtenido en la ecuación 40 de potencia en el receptor es comparado en la ecuación 41 con los valores extremos de operación del dispositivo, extraídos de la tabla 4.

$$-28 \text{ dBm (Sensibilidad)} < -14.25 \text{ dBm} < -8 \text{ dBm (saturación)} \quad (41)$$

El sistema no saturó y la potencia recibida fue suficiente para ambos casos. Los resultados obtenidos se expresan en la tabla 5.

Tabla 5: Niveles de potencia Bellas Artes-Andrés Bello, Bellas Artes-El Rosal.

Enlace	d(km)	Pérdida del enlace (dB)	Atenuador (dB)	Potencia en el receptor		Margen de Desvanecimiento	
				Con P _{Tx} mín. (dBm)	Con P _{Tx} Máx. (dBm)	Con P _{Tx} Mín. (dBm)	Con P _{Tx} Máx. (dBm)
Bellas Artes-El Rosal	4,9	12,79	10	-15,79	-10,79	12,21	17,21
Bellas Artes - Andrés Bello	1,1	11,25	10	-14,25	-9,25	13,75	18,75

3.2.4 Ubicación de los equipos

El equipo Multiplexor Alcatel Lucent 1660 a instalar en la estación Bellas Artes se ubicó en el Bastidor Optinex I existente, posición indicada en el plano (figura

18) con N° 04 al lado del Rack con ODF existente. La figura 13 señala el lugar reservado en la visita para la instalación de dicho equipo.



Figura 13: Posición seleccionada para multiplexor Alcatel-Lucent 1660 en Bellas Artes.

Se seleccionó esta posición por encontrarse al lado del ODF además de disponer del espacio a su izquierda para la instalación del bastidor donde se colocarán los DSX. La figura 14 señala la fotografía de la posición reservada para la instalación del bastidor donde se instalaran los nuevos racks DSX.

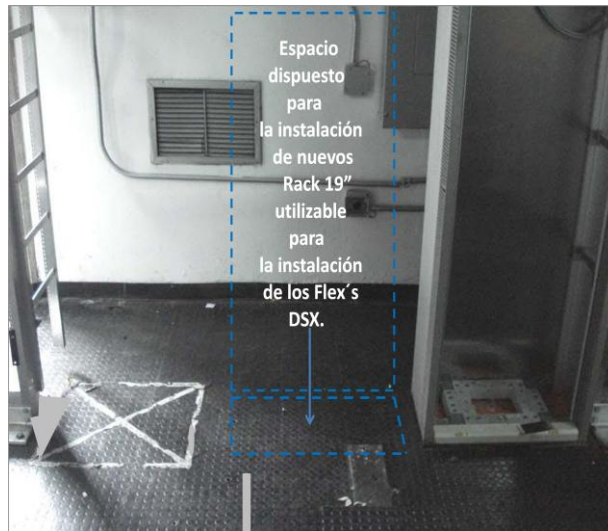


Figura 14: Posición seleccionada para instalación de bastidor Optinex en Bellas Artes.

La posición del nuevo rack para la instalación de los DSX será como se mencionó, a la izquierda del Rack que tendrá instalado el equipo multiplexor. Posición 14 indicada en el plano (figura 18) con el número 1. En el cual se instalarán 3 DSX de 64 puertos cada uno.

3.2.5 Detalles de cableado

Es necesario realizar dos tendidos de fibra del equipo 1660 al ODF de la sala, la longitud de la fibra debe ser de 8 metros. (Figura 18). La figura 15 presenta la fotografía del ODF a utilizar.

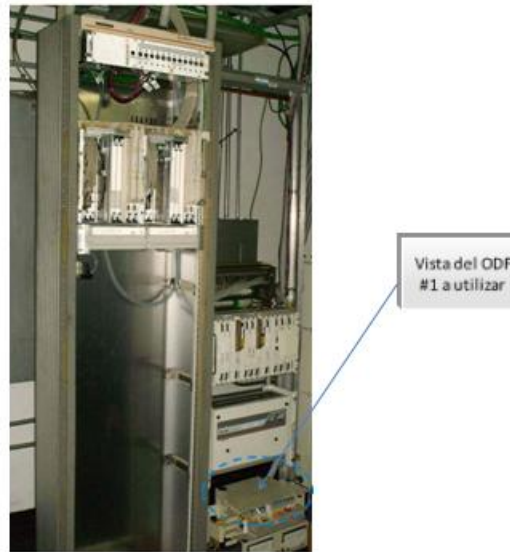


Figura 15: vista del ODF a utilizar. Bellas Artes.

Conexiones Multiplexor 1660 – DSX

Fue necesario realizar el cableado de datos entre el DSX y el equipo multiplexor 1660, el recorrido será el indicado en el plano (figura 18), a continuación se señala el tipo de cable a utilizar y la longitud necesaria para su implementación:

- Tipo de cable: Multipar de 8 pares 120 Ohm
- Cantidad de EIs a instalar: 189
- Longitud del cable necesario para la instalación: $7 \text{ metros} \times (54 \text{ conexiones del equipo Multiplexor al DSX}) = 378 \text{ metros}$.

No se requiere la instalación de escalerillas ya que se cuenta con escalerillas en el sitio. La figura 16 señala la fotografía de la escalerilla a utilizar para el cableado de datos.

3.2.6 Energía

Se observó que la fuente de energía de la sala estaba operando al límite de su capacidad, en tal sentido, es responsabilidad de Movistar suministrar una nueva Fuente de energía para el funcionamiento de los nuevos equipos.

Observación: Posteriormente Movistar resolvió la situación instalando una nueva fuente de energía que se indica en el plano, ítem número 6 (figura 6).

Se requieren dos Breakers de 50Amp, para así poder energizar el equipo 1660SM a instalar.

3.2.8 Puesta a Tierra

Se describió el recorrido del cableado y el tipo de cable a utilizar para el aterramiento del equipo Multiplexor 1660, los DSX y el bastidor de los DSX, es importante acotar que el bastidor donde fue instalado el equipo multiplexor 1660 ya se encontraba con conexión a tierra en la sala, por tal razón solo se realizó la conexión del equipo a la barra de tierra del bastidor. A continuación se presentan los detalles de cableado:

- Desde el Mux CBArtes60SM1 hasta la barra de tierra del bastidor, el cual ya se encuentra aterrado a la barra de tierra de la sala. Tipo de Cable: Verde #14 AWG. Longitud: 3 metros.
- Desde los DSX a instalar hasta la barra de tierra a instalar en el Rack. Tipo de Cable: Verde #14 AWG. Longitud. 3 metros x DSX= 9 metros.
- Desde la Barra de Tierra a instalar en el Rack 19" a instalar hasta la Barra de Tierra de la sala. Tipo de Cable: Verde #6 AWG. Longitud 12 metros.

3.2.6 Plano de la estación

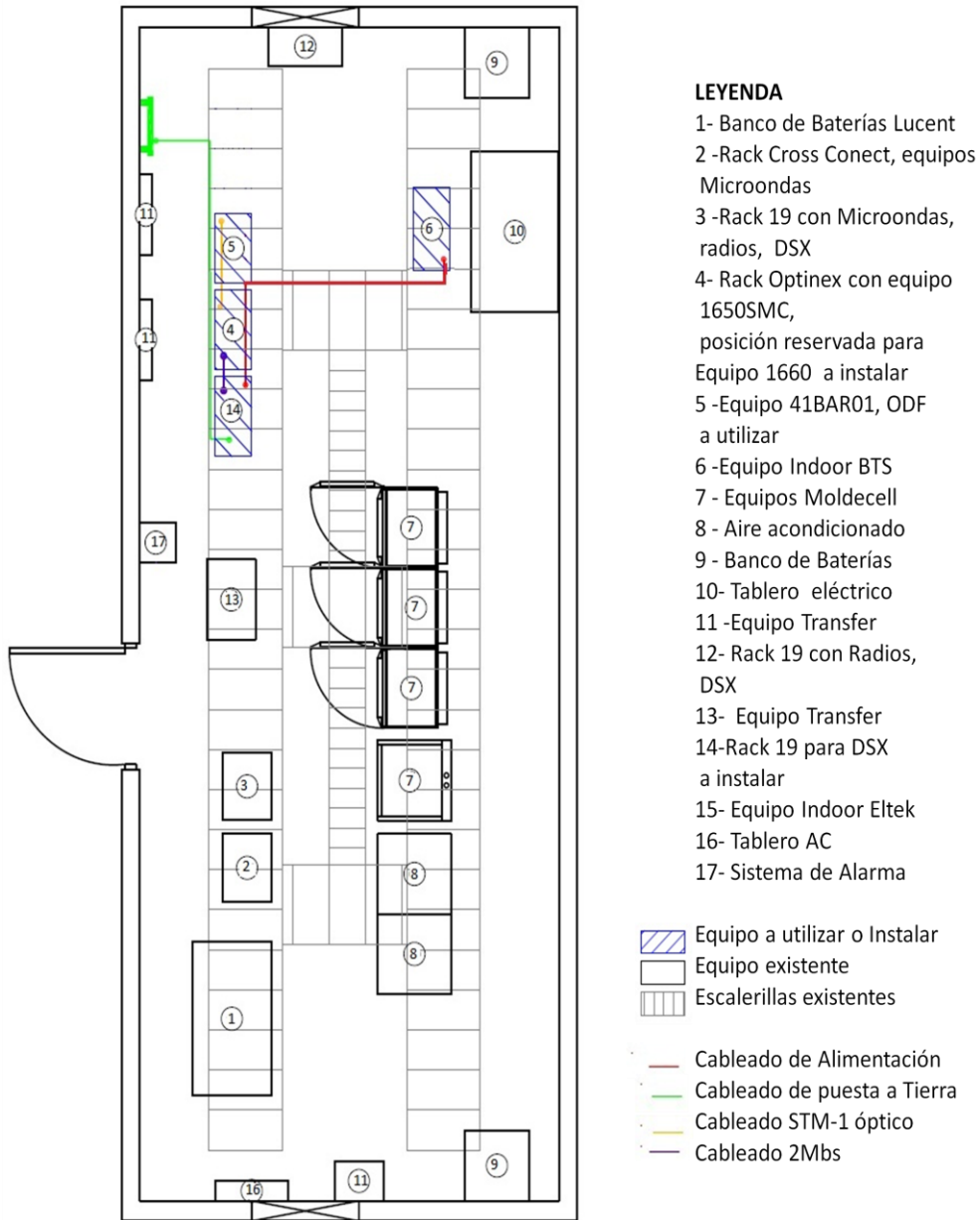


Figura 18: Plano de la Estación Bellas Artes.

3.2.7 Cronograma de instalaciones

La instalación de Bellas Artes presentó retrasos debido a la indisponibilidad de recursos para energizar el equipo Multiplexor y el DSX. A fin de disminuir el periodo de ejecución del proyecto se utilizó una fuente de energía local externa que se conectó directamente al equipo para realizar la configuración y la puesta a punto del mismo, antes de que el mismo pudiera ser energizado. El cronograma se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6: Cronograma del proyecto ejecutado en Bellas Artes.

	Semana del 8 al 12 de nov.	Semana del 15 al 19 de nov.	Semana del 22 al 26 de nov.	Semana del 29 de nov. al 3 de dic.	6 de Dic.	9 de Dic.
Recepción de materiales						
Instalación						
Energía						
Configuración						
Puesta a Punto						
Protocolo de Pruebas ATP						

3.3 Ingeniería de Detalles Intertron y Los Cortijos

Objetivo:

Actualizar la red sustituyendo los equipos 1640 por los de segunda generación 1642 lo que permitirá la implementación del nuevo software de gestión en toda la red.

Alcance

- Se instalaron 2 equipos Mux 1642 SMC en Los Cortijos e Intertron.

- Se instaló un DSX en cada estación para cada equipo multiplexor.

3.3.1 Situación previa de la red

La Red de Movistar se encuentra en proceso de actualización, para llevarse a cabo este proceso es necesario que se actualicen los equipos, en su generación más reciente, de este modo, se podrá utilizar el nuevo Release de Software suministrado por Alcatel-Lucent en la gestión de los equipos.

Los multiplexores 1640 deben ser sustituidos en toda la red por el multiplexor 1642, el mismo ya ha sido implementado en los nodos Colgate II y Los Dos Caminos por la empresa Alcatel Lucent. Ver figura 19.

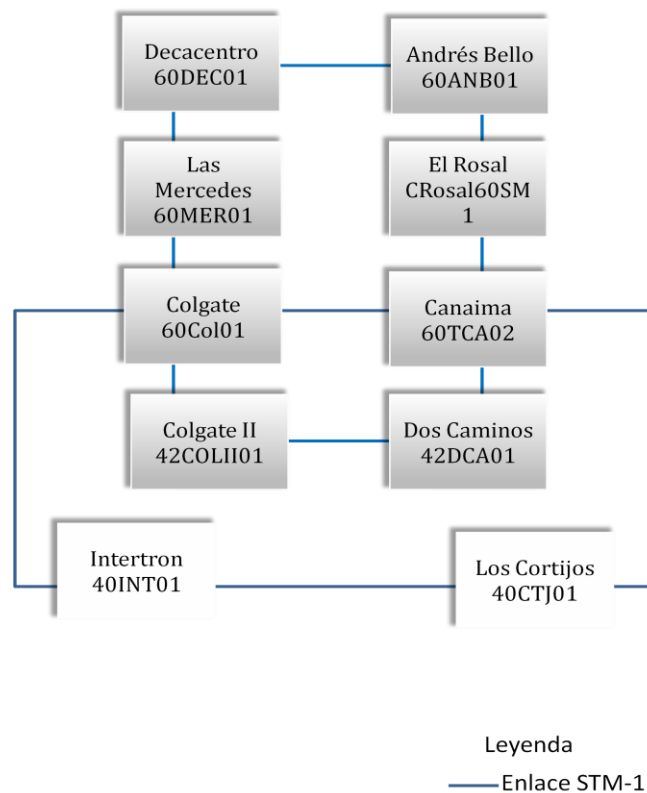


Figura 19: Situación Previa de la red local de Movistar.

3.3.2 Etapas del proyecto

Etapa I: Instalación del Mux 1642 en los Cortijos

En esta etapa se instaló y se energizó el equipo 1642, se configuró, luego el equipo se ingresó a gestión, en serie con el equipo 1640 existente y se procedió a realizar el proceso de migración de servicios.

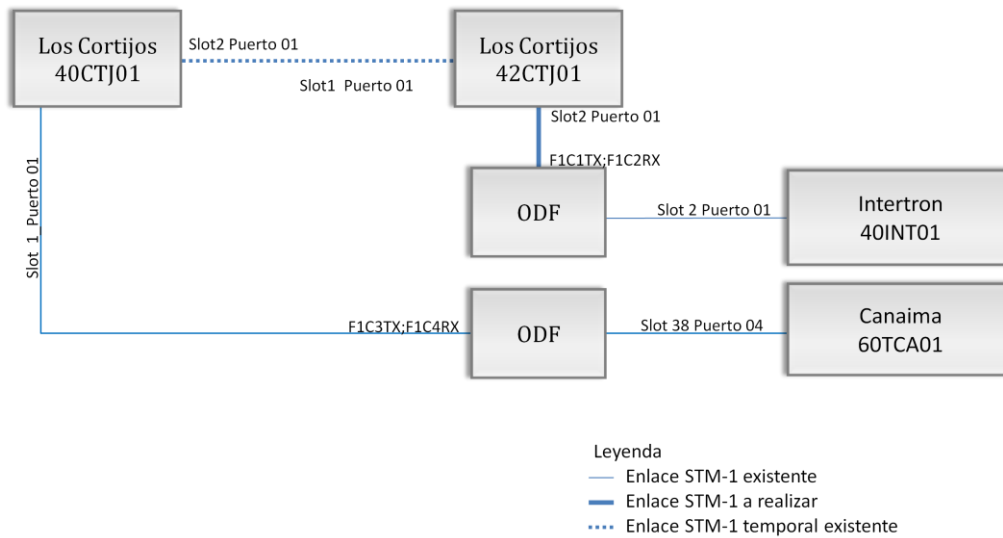


Figura 20: Etapa I Diagrama de conexiones. Estación Los Cortijos.

Etapa II:

Una vez migrados todos los servicios se procedió a desconectar el equipo 1640. Observación: Las fases del proyecto en Intertron, se presentan en el ANEXO N° 1 por ser un proceso análogo al Nodo los Cortijos.

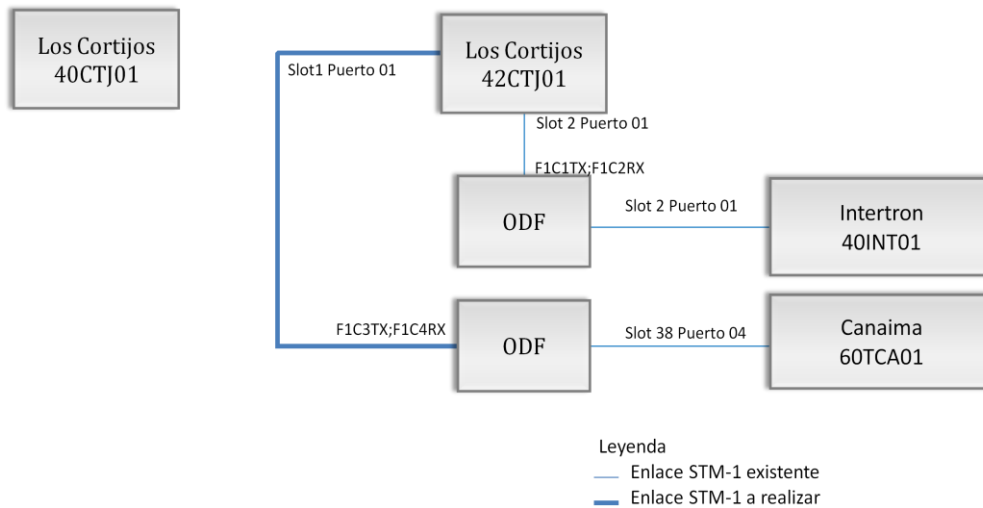


Figura 21: Etapa II diagrama de conexión. Estación Los Cortijos.

3.3.3 Cálculos del Enlace

La interfaz utilizada en todos los puertos involucrados en el enlace es el S-1.1, sus características se muestran en la Tabla 7 (los valores que se tomaron se presentan en el ANEXO N° 2):

Tabla 7: Características de Interfaz S-1.1.

INTERFAZ	POTENCIA DE SALIDA (dBm)		SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR (dBm)	Saturación (dBm)
	Mínima	Máxima		
S-1.1	-15	-8	-28	-8

Es necesario realizar los cálculos para garantizar que se recibirá una potencia en el receptor por encima de -28 dBm y por debajo de -8 dBm.

Enlace Intertron-Los Cortijos:

Se efectuaron los cálculos para determinar el nivel de potencia en el receptor, una potencia de transmisión mínima (ecuación 42) y máxima (ecuación 45) considerando que la pérdida del enlace Intertron-Los Cortijos es de de 1.202 dB. Los valores de la distancia del enlace y las pérdidas fueron suministrados por Movistar.

$$P_{Tx \text{ mín}} - (L_{\text{ Intertron-Los Cortijos}}) = P_{Rx} \quad (42)$$

Dónde:

$P_{Tx \text{ mín}}$: Potencia de transmisión mínima.

$P_{Tx \text{ máx}}$: Potencia de transmisión máxima.

$L_{\text{ Intertron-Los Cortijos}}$: Pérdida del enlace Intertron – Los Cortijos.

P_{Rx} : Potencia en el receptor.

Sustituyendo en la ecuación 42 el valor de potencia mínima del transmisor, extraído de la tabla 7 y las perdidas del enlace, se obtiene el resultado en la ecuación 43:

$$-15\text{dBm} - 1.2062 \text{ dB} = -16.202 \text{ dBm} \quad (43)$$

El valor obtenido en la ecuación 43 se compara en la ecuación 44 con los valores extremos de operación del receptor extraídos de la tabla 7:

$$-28\text{dBm}_{\text{ (sensibilidad)}} < -16.202 \text{ dBm} < -8\text{dBm}_{\text{ (saturación)}} \quad (44)$$

Se realiza el mismo cálculo en la ecuación 45 para una potencia de transmisión máxima:

$$P_{Tx \text{ máx}} - (L_{\text{ Intertron-Los Cortijos}}) = P_{Rx} \quad (45)$$

Se sustituye en la ecuación 45 el valor de potencia de transmisión máxima extraído de la tabla 6 y el valor de pérdidas del enlace, obteniendo así la ecuación 46:

$$-8\text{dBm} - 1.2062 \text{ dB} = -9.2062 \text{ dBm} \quad (46)$$

El resultado obtenido en la ecuación 46 se compara en la ecuación 47 con los valores extremos de operación del receptor extraídos de la tabla 7.

$$-28\text{dBm}_{\text{ (sensibilidad)}} < -9.2062 \text{ dBm} < -8\text{dBm}_{\text{ (saturación)}} \quad (47)$$

Se observa en las ecuaciones 44 y 47 que para el enlace Intertron Los Cortijos la potencia recibida se encuentra dentro del rango de operación, por tanto, no es necesario implementar atenuadores. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 8.

Enlace Los Cortijos-Canaima:

Se efectuaron los cálculos para determinar el nivel de potencia en el receptor, una potencia de transmisión mínima (ecuación 48) y máxima (ecuación 51) considerando que la pérdida del enlace Los Cortijos- Canaima es de 2,402 dB. Los valores de distancia del enlace y pérdidas fueron suministrados por Movistar.

$$P_{\text{Tx mín}} - (L_{\text{ Los cortijos-Canaima}}) = P_{\text{Rx}} \quad (48)$$

Se sustituye el valor de potencia de transmisión mínima extraído de la tabla 7 y las pérdidas del enlace en la ecuación 48 y se obtiene la ecuación 49:

$$-15\text{dBm} - 2.402\text{dB} = -17,4023\text{dBm} \quad (49)$$

El resultado obtenido en la ecuación 49 se compara en la ecuación 50 con los valores extremos de operación del receptor, extraídos de la tabla 7:

$$-28\text{dBm (sensibilidad)} < -17,4023\text{dBm} < -8\text{dBm (saturación)} \quad (50)$$

Se plantea en la ecuación 51 el cálculo de la potencia en el receptor para una potencia de transmisión máxima:

$$P_{\text{Tx máx}} - (L_{\text{Los Cortijos-Canaima}}) = P_{\text{Rx}} \quad (51)$$

Se sustituye en la ecuación 51 el valor de potencia de transmisión máxima del dispositivo extraído de la tabla 7 y las pérdidas del enlace Los Cortijos-Canaima obteniendo la ecuación 52:

$$-8\text{dBm} - 2,402\text{dB} = -10,402\text{dBm} \quad (52)$$

El resultado obtenido en la ecuación 52 es comparado en la ecuación 53 con los valores extremos de operación del receptor extraídos de la tabla 7:

$$-28\text{dBm (sensibilidad)} < -10,402\text{dBm} < -8\text{dBm (saturación)} \quad (53)$$

Se concluye de las ecuaciones 50 y 53 que la potencia en el receptor se encuentra dentro de los valores de operación del dispositivo, por lo tanto no es necesario agregar atenuadores. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 8.

Enlace Colgate-Intertron:

Se efectuaron los cálculos para determinar el nivel de potencia en el receptor, una potencia de transmisión mínima (ecuación 54) y máxima (ecuación 57) considerando que la pérdida del enlace Colgate - Intertron es de 1,92 dB.

$$P_{Tx \text{ mín}} - (L_{\text{ Colgate-Intertron}}) = P_{Rx} \quad (54)$$

Dónde:

$P_{Tx \text{ mín}}$: Potencia de transmisión mínima.

$P_{Tx \text{ máx}}$: Potencia de transmisión máxima.

$L_{\text{ Colgate-Intertron}}$: Pérdida del enlace Bellas Artes- El Rosal.

P_{Rx} : Potencia en el receptor.

Se sustituye en la ecuación 53 el valor de potencia de transmisión mínima para el dispositivo extraído de la tabla 6 y las pérdidas del enlace Colgate-Intertron:

$$-15\text{dBm} - 1,92\text{dB} = -16,92\text{dBm} \quad (55)$$

El resultado obtenido en la ecuación 55 es comparado en la ecuación 56 con los valores extremos de operación del receptor:

$$-28\text{dBm}_{\text{ (Sensibilidad)}} < -16,92\text{dBm} < -8\text{dBm}_{\text{ (saturación)}} \quad (56)$$

De forma análoga se plantea en la ecuación 57 el cálculo de la potencia en el receptor para una potencia máxima de transmisión:

$$P_{Tx \text{ máx}} - (L_{\text{ Los Colgate-Intertron}}) = P_{Rx} \quad (57)$$

Se sustituye en la ecuación 57 el valor de potencia máxima de transmisión del dispositivo extraído de la tabla 7 y el valor de atenuación del enlace Colgate-Intertron:

$$-8\text{dBm} - 1,64\text{dB} = -9,64\text{dBm} \quad (58)$$

El resultado obtenido en la ecuación 58 se compara en la ecuación 59 con los valores extremos de operación del receptor extraídos de la tabla 6.

$$-28\text{dBm (Sensibilidad)} < -9,64\text{dBm} < -8\text{dBm (saturación)} \quad (59)$$

De las ecuaciones 54 y 57 se observa que el sistema no saturó para ningún caso y la potencia transmitida fue suficiente. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 8.

Tabla 8: Valores de potencia Enlaces Intertron-Los Cortijos, Los Cortijos-Canaima, Colgate-Intertron.

Enlace	d(km)	Pérdida del enlace (dB)	Potencia en el Receptor		Margen de Desvanecimiento	
			Con P _{Tx} Mín. (dBm)	Con P _{Tx} Máx. (dBm)	Con P _{Tx} Mín. (dB)	CON P _{Tx} Máx. (dBm)
Intertron-Los Cortijos	1,19	1,2062	-16,202	-9,2062	11,7938	18,7938
Los Cortijos-Canaima	4,296	2,402	-17,402	-10,402	10,598	17,598
Colgate-Intertron	1,92	1,6412	-16,92	-9,6412	11,3588	18,3588

3.3.4 Ubicación de los equipos

En la estación Los Cortijos se encontraba un bastidor disponible para la instalación tanto del equipo Multiplexor 1642 y el DSX. La figura 22 señala las posiciones reservadas para tal fin en la estación Los Cortijos.



Figura 22: Espacio reservado para Mux y DSX en Los Cortijos.

En la estación Intertron se reservó el espacio superior al equipo 1640 existente ya que es un equipo de pocas dimensiones para las instalación del 1642. La figura 23 señala la fotografía de la posición reservada para la instalación de dicho equipo.



Figura 23: Espacio reservado para Mux 1642 en Intertron.

El DSX se seleccionó por disponibilidad de espacio sobre el DSX existente para facilitar la migración de los servicios. La figura 24 señala fotografía de la posición reservada para su instalación.



Figura 24: Espacio reservado para DSX En Intertron.

3.3.6 Detalles de cableado

Se señaló el recorrido del cableado de datos:

- Conexiones equipo – DSX
- Se cablearon 32 E1's.
- Longitud del Cableado: 10mts x 6 cables = 60 metros
- Tipo de Cable Multipar 12 pares.

3.3.7 Energía

El cableado de energía para Los Cortijos e Intertron se presenta en la tabla 9. Ambas estaciones son de pequeñas dimensiones lo que implicó un recorrido de cableado simple.

Tabla 9: Cableado de Energía Los Cortijos, Intertron

Nodo	Equipo	Recorrido	Tipo de Cable	Cantidad(m)
Los cortijos	DSX	Desde el DSX a instalar hasta la fusilera existente en el Rack Ítem 1 del Plano	Cableado rojo y negro #14 AWG	5
	Mux 1642	Desde el Mux (42CTJ01) a instalar hasta la fusilera existente en el Rack.	Doble tiraje rojo y negro #14 AWG	5
Intertron	DSX	Desde el DSX a instalar hasta la fusilera existente en el Rack.	Doble tiraje rojo y negro #14 AWG	3
	Mux 1642	Desde el Mux (42INT) a instalar hasta la fusilera existente en el Rack	Doble tiraje rojo y negro #14 AWG	10

3.3.8 Puesta a Tierra

El aterramiento de los equipos en la estación los Cortijos e Intertron se presenta en la tabla 10.

Tabla 10: Cableado de puesta a tierra Los Cortijos, Intertron.

Nodo	Equipo	Recorrido	Tipo de Cable	Cantidad(m)
Los cortijos	DSX	Desde el DSX a instalar hasta la Barra de tierra existente en el Rack.	Verde #14 AWG	4
	Mux 1642	Desde el Mux (42CTJ01) hasta Barra de tierra existente en Rack	Verde #14 AWG	4
Intertron	DSX	Desde el DSX a instalar hasta la Barra de tierra existente en el Rack.	Verde #14 AWG	3
	Mux 1642	Desde el Mux (42INT) hasta Barra de tierra existente en Rack.	Verde #14 AWG	4

3.4 Configuración

El procedimiento general para la configuración de los equipos Multiplexores Alcatel Lucent se explica a continuación tomando como referencia el nodo Bellas Artes, los nodos Intertron y Los Cortijos fueron configurados de forma análoga.

Se realizó la tele-carga del software en la tarjeta interna Flash card del equipo, posteriormente se accedió al equipo a través de la interfaz F, puerto serial a través del software *Craft Terminal*, luego se procedió a declarar todas las tarjetas instaladas (figura 25) conforme a la ingeniería de detalles (ver figura 17: Posición de tarjetas adicionales).

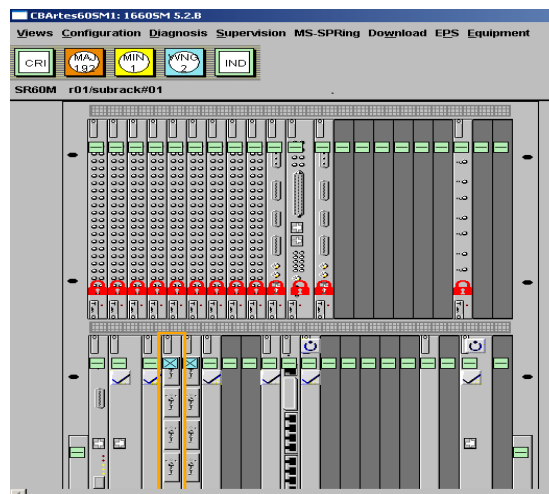


Figura 25: Declaración de tarjetas. Software Craft Terminal. Bellas Artes.

3.4.1 System ID

Se ingresó la ID al equipo. Esta es la dirección NSAP del equipo, la cual está conformada por una parte fija y una variable. La parte variable es la que corresponde al campo del System ID y el Área, el resto de la dirección es igual para todos los nodos. La figura 26 señala el System ID configurado en Bellas artes.

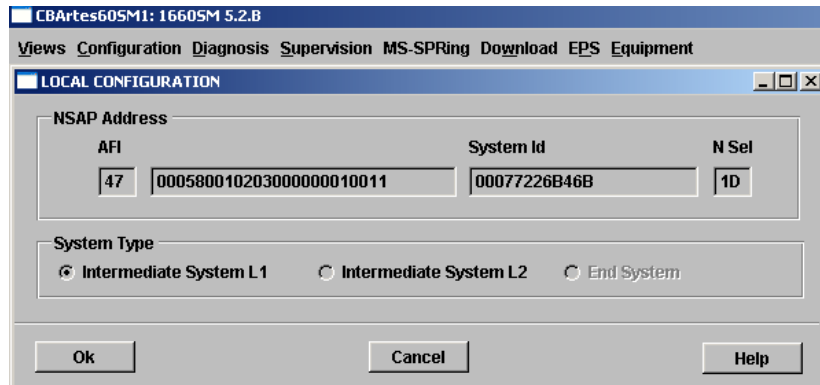


Figura 26: System ID Estación Bellas Artes.

La tabla 11 señala el System ID para las estaciones Los cortijos, Intertron y Bellas Artes.

Tabla 11: System ID para los equipos instalados

Estación	System ID
Los Cortijos	0007722769D1
Intertron	0007722769D1
Bellas Artes	0077226B46B

3.4.2 OS Address

La OS Address es la dirección NSAP del gestor y es la que permite la comunicación del MUX hacia el Gestor, por lo cual todos los equipos de la red deben tener la misma dirección OS.

OS Address: 0001122334455

3.4.3 Acrónimo del equipo

Se introdujo el acrónimo del equipo con el que será visualizado a través del gestor. La tabla 12 señala el acrónimo de cada equipo en las tres estaciones.

Tabla 12: Acrónimos de los equipos instalados

Estación	Equipo	Número	Acrónimo
Los Cortijos	1642	1	42INT01
Intertron	1642	1	42CTJ01
Bellas Artes	1660	1	CBArtes60SM1

3.4.4 Gestión

Fue necesario configurar los puertos del equipo según su función, “*User*” o “*Network*”.

El diagrama de la figura 27 señala como se deben configurar los puertos del equipo 1660 en la estación Bellas Artes, en función de la configuración de los demás equipos que ya se encuentran configurados en la red, si el puerto de un equipo está configurado como “*Network*” el puerto del equipo con el que está conectado este debe ser configurado como “*User*” aún cuando el equipo reciba gestión por otro camino, para que no existan conflictos de comunicación en la red. Es decir, que ambos puertos del equipo 1660 deben ser configurados como “*User*”.

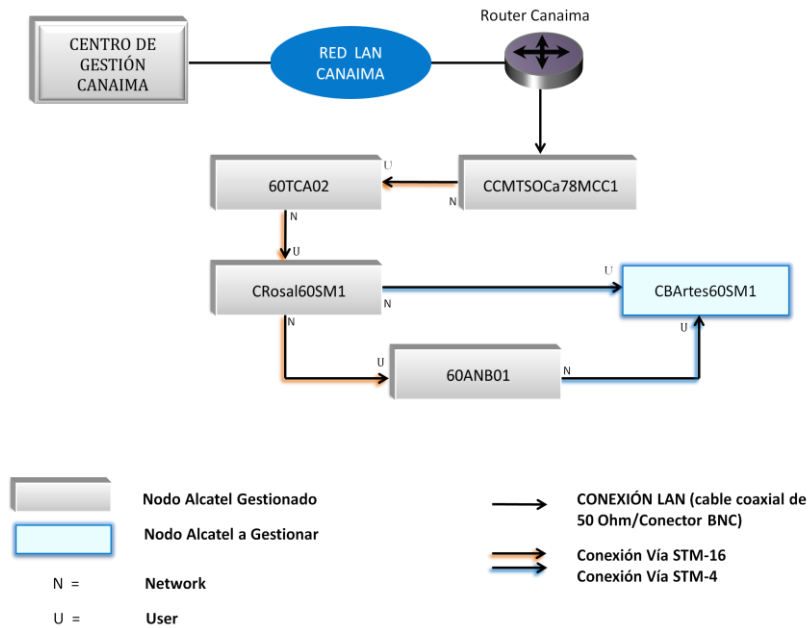


Figura 27: Diagrama de Gestión. Estación Bellas Artes.

Los nodos Intertron y Los Cortijos fueron configurados de forma análoga. La figura 28 muestra el resultado de configuración de los puertos en la estación Bellas Artes

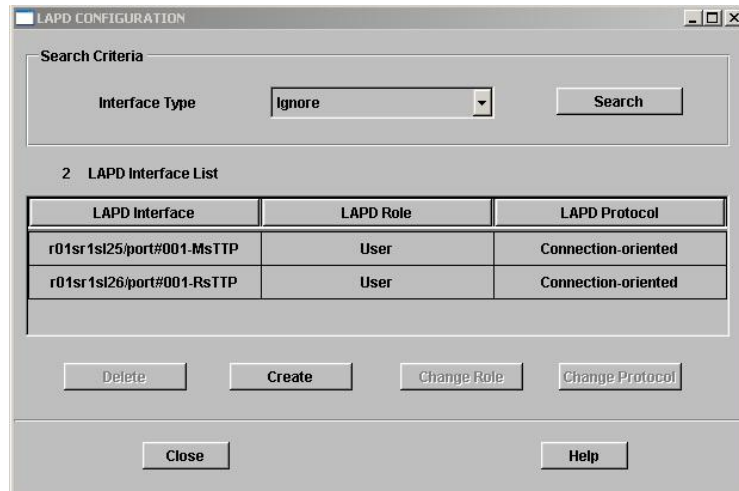


Figura 28: Resultado de configuración de puertos. Estación Bellas Artes

3.4.5 Sincronismo

Se seleccionó como tomaría el sincronismo, el nodo. Se contó con dos vías para obtener el sincronismo con calidad G-811 (figura 29), se tomó como la prioridad principal el sincronismo del puerto que se encontrara más cerca de la fuente de sincronismo, es decir, que encontrara menos equipos en el recorrido y se tomó como fuente de referencia secundaria el recorrido con más elementos de red.

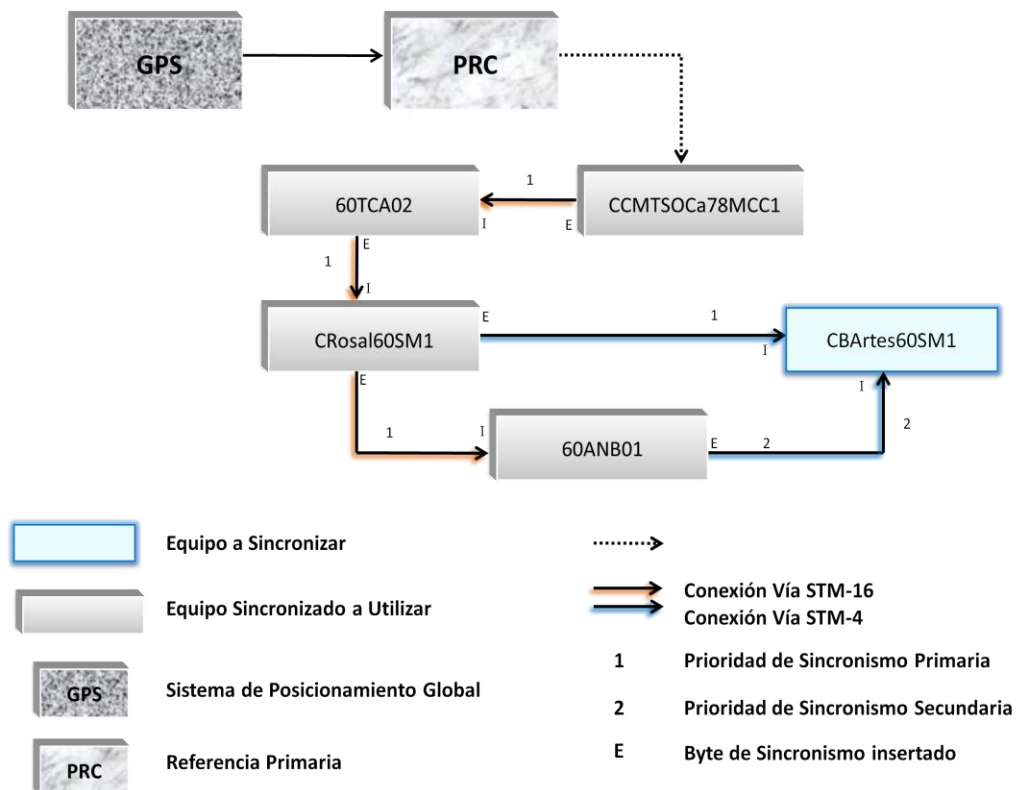


Figura 29: Diagrama de Sincronismo Estación Bellas Artes.

Se configuró en el CraftTerminal el puerto 1 como sincronismo principal prioridad “1” y el puerto 2 como prioridad secundaria “2”, en la figura 30 se observa

que el Multiplexor acepta hasta 6 prioridades de sincronismo, sin incluir la referencia interna de sincronismo del equipo.

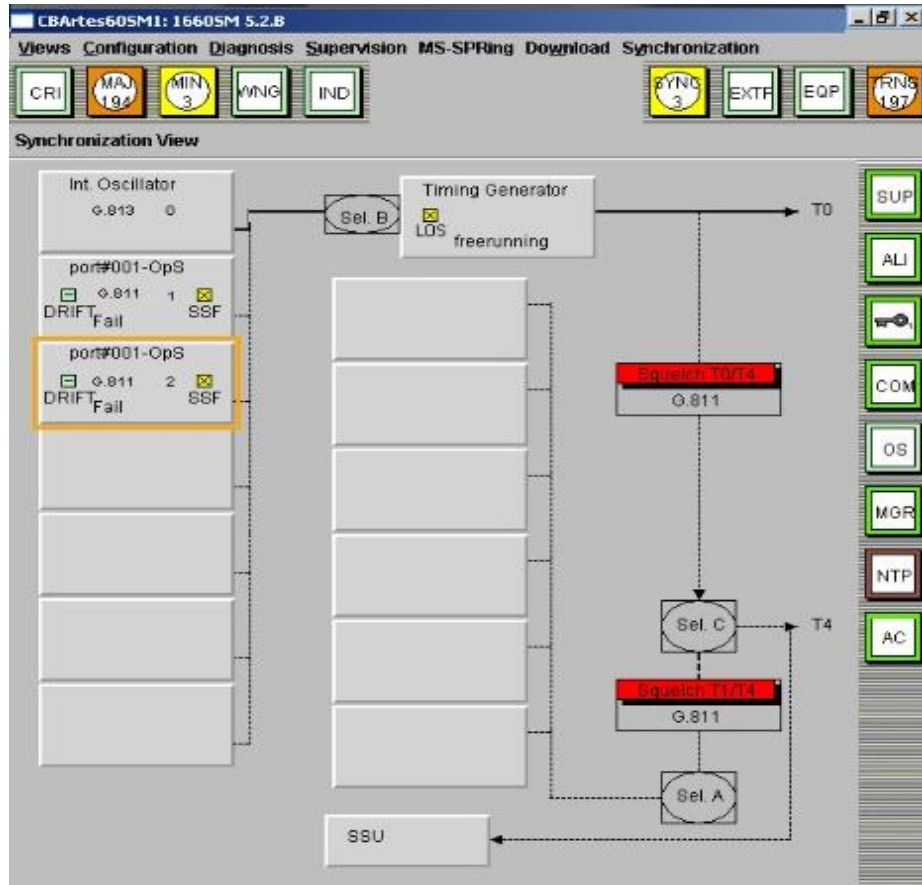


Figura 30: Configuración de Sincronismo. Estación Bellas Artes.

CAPÍTULO IV

PROTOCOLO DE PRUEBAS

Este capítulo explica las principales pruebas y parámetros con los que debieron cumplir los Multiplexores Alcatel-Lucent instalados y que se realizaron en presencia del cliente, en este caso, un representante de la empresa Movistar. Las pruebas se dividieron en pruebas de verificación, de instalación y pruebas de funcionamiento del equipo. Se explican a continuación: (el registro de dichas pruebas se presenta en el ANEXO N° 5).

4.1 Verificación de la Instalación

Estas pruebas corresponden a la correcta instalación y al estado en que se encuentra la sala y el equipo al momento que fue entregado, tomando en cuenta los siguientes pasos:

4.1.1 Correcto ensamblaje de conectores para E1's

En este punto se verificó que se había realizado una instalación “limpia” del cableado para ello fueron considerados los siguientes aspectos:

- Correcto peinado y amarres del cable en escalerillas y rack.
- Correcto crimpeado del conector.



Figura 31: Cableado de E1's en DSX. Estación Bellas Artes.

4.1.2 Prueba de IN/OUT en el DSX

Esta prueba consistió en verificar la correcta polaridad en el DSX (IN / OUT) y presencia de señal en la trama, se utilizó un LED que al colocarlo en el puerto OUT encendió al detectar la presencia de la señal, de haber estado invertida la polaridad el LED no habría encendido.

4.1.3 Identificación de cables eléctricos origen y destino

Se verificó que todo el cableado de la instalación (fibras, tierra, alimentación) estaba correctamente identificado con etiquetas tanto en el origen como en el destino.

4.1.4 Correcta polarización de energía del Multiplexor

En este punto se tomó en cuenta que estos equipos son alimentados con un voltaje de -48V dc en el cual debe estar conectada la carga positiva al Breaker tanto en el PDB como el TRU, para esta prueba se utilizó un multímetro y se probó la correcta polarización.

4.2 Pruebas de funcionamiento

Para las pruebas de funcionamiento se realizaron modificaciones (temporales) tanto físicas como a nivel de software en el equipo, a fin de simular situaciones críticas en las que se pudiera observar su desempeño, en el caso en que la prueba requiriera una medición, los valores se registraron en una tabla.

4.2.1 Verificación de redundancia de alimentación

Para las pruebas de redundancia de alimentación del Multiplexor Alcatel-Lucent, se ubicó en el TRU en la parte superior del bastidor. Se dispusieron dos Breakers de alimentación -48 V dc “Línea 1” y “Línea 2” para el multiplexor.

Se realizaron los siguientes pasos:

- Paso 1: Se apagó el Breaker de la línea 1 y el equipo debió seguir operativo. Se encendió nuevamente.
- Paso 2: Luego se apagó el Breaker de la línea 2 y se observó que el equipo seguía operativo como era de esperarse.
- Paso 3: Se apagaron los dos Breakers y el equipo se apagó totalmente.
- Paso 4: Se encendieron los dos Breakers y se verificó que el tiempo de restablecimiento del sistema era menor de 10 minutos.

4.2.2 Battery Failure

Realizando la prueba de redundancia en el punto anterior, al ejecutar el paso 1, se verificó en el CraftTerminal la alarma de “Battery Failure” en la tarjeta “CONGI” del Slot 10. Al ejecutar el paso 2, se verificó en el *Craft Terminal* la alarma de “Battery Failure” en la tarjeta “CONGI” del Slot 12.

4.2.3 Alarma de Electro-ventiladores

Se desconectaron los electro-ventiladores (*Fans*) y se observó que se encendía la respectiva alarma en la tarjeta CONGI, se volvieron a insertar y se observó que el sistema se normalizó.

4.2.4 Prueba de prioridad de sincronismo

En la configuración de sincronismos se tomaron dos fuentes estableciendo prioridad para una de ellas, se realizó una conexión interna en cada puerto del multiplexor a través de una fibra conectando el puerto de transmisión con el de recepción del mismo puerto, de este modo se simula que el equipo se encuentra insertado en la red, el puerto uno es configurado como prioridad “1” y el puerto dos es configurado como prioridad “2”. Al desconectar la fibra del puerto configurado como prioridad “1”, el equipo conmutó al puerto configurado como prioridad “2” como muestra de buen funcionamiento del sistema.

4.2.5 Conmutación *Electric power steering* EPS

Esta prueba se realizó con el fin de observar la capacidad del sistema para sobreponerse ante la falla de una tarjeta, conmutando a la tarjeta de protección.

Dicha prueba se realizó de dos formas, por software: consistió en intercambiar estados de tarjetas principales y de protección “Active a Spare”. En el *menu -> EPS -> Switch*, se definió la que se encontraba activa como protecting y la que se encontraba en spare como protected, también se realizó físicamente, desconectando la tarjeta principal, en ambos casos se observó tanto en el equipo a través de las alarmas, como en el *Craft Terminal* que el equipo realizó exitosamente la conmutación.

Tarjetas en las que aplica esta prueba:

- Matrix

- P63-E1

4.2.6 Conmutación Protección de Conexión de Subred, Subnetwork Connection Protection (SNCP)

La prueba de conmutación SNCP consistió en enviar datos por un puerto óptico de línea crossconectado previamente con uno o dos puertos tributarios en el mismo Mux, de tal manera que la señal generada por el puerto de línea se transmitiera a través de la cross conexiones y retornara por el medio físico (Loop) hacia el equipo de medición el cual sincronizó como muestra del buen funcionamiento del sistema.

4.2.7 Potencia Óptica STM-N

Se seleccionó un puerto de STM-N aleatoriamente. Se realizó la prueba de potencia óptica del puerto Tx usando el equipo de medición “Power Meter” configurado en la ventana de longitud de onda (λ) definido para el tipo de Plug-in y se verificó que la potencia del puerto medido se encontraba dentro del rango de potencia definido dentro de los valores establecidos (valores extraídos de la tabla ANEXOS N° 2 y N° 3). Los resultados obtenidos en dichas pruebas en Bellas Artes, Intertron y Los Cortijos se presentan en la tabla 13.

Tabla 13: Mediciones de Potencia Vs Potencia patrón.

Estación	Bellas Artes		Intertron	Los Cortijos
Tarjeta	Slot 25 Puerto 1 Tx	Slot 26 Puerto 1 Tx	Puerto 1 Tx	Puerto 1 Tx
Interfaz	L-4.2	L-4.2	S-1.1	S-1.1
Capacidad	STM-4	STM-4	STM-1	STM-1
Potencia Mínima esperada (<i>dBm</i>)	-3	-3	-15	-15
Potencia Máxima esperada(<i>dBm</i>)	2	2	-8	-8
Potencia medida (<i>dBm</i>)	-2	-1,5	-10	-11

4.2.8 Sensibilidad STM-N

La prueba de sensibilidad consistió en medir la capacidad real del puerto óptico para recibir niveles de umbral de operaciones sin errores, agregando atenuación a la salida del puerto óptico con un atenuador óptico variable, hasta el punto en que se alarmó el puerto (posición 1 en la figura 32), verificando en el CraftTerminal de multiplexor. En este momento, se midió la potencia del puerto de transmisión, siendo este el valor mínimo de potencia de transmisión y la sensibilidad del puerto (posición 2 en la figura 32).

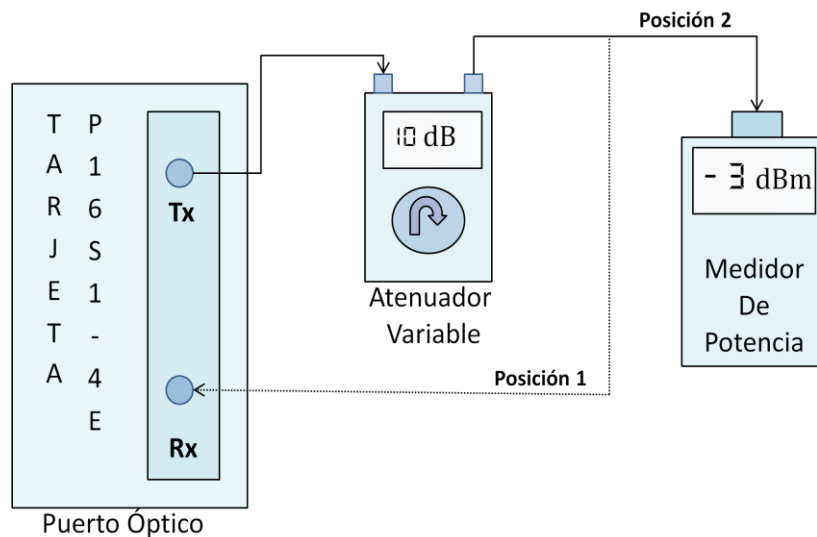


Figura 32: Conexiones para medición de sensibilidad del puerto.

Los resultados obtenidos para las mediciones realizadas en Bellas Artes, Intertron y Los Cortijos se presentan en la en la tabla 14.

Tabla 14: Valores de sensibilidad medidos Vs. valores patrón (ANEXOS N° 2 y 3).

Estación	Bellas Artes		Intertron	Los Cortijos
Tarjeta	Slot 25 Puerto 1 Tx	Slot 26 Puerto 1 Tx	Puerto 1 Tx	Puerto 1 Tx
Interfaz	L-4.2	L-4.2	S-1.1	S-1.1
Capacidad	STM-4	STM-4	STM-1	STM-1
Sensibilidad Mínima esperada (dBm)	-28	-28	-28	-28
Sensibilidad Medida (dBm)	-28	-28	-29	-28

4.2.9 Cardinalidad de E1's

Se utilizó un equipo generador de 2Mbps (E1) capaz de medir el BER el cual se conectó en cada uno de los puertos del DSX, el puerto de transmisión en el puerto de recepción del DSX y el puerto de recepción en el puerto de Transmisión del DSX, se realizaron crossconexiones coherentes para todos los puertos del equipo (En el caso de Bellas Artes fueron 189) como en la prueba SNCP, se observó que cada puerto sincronizó, y que había correlatividad entre el número físico del DSX y vía *Craft Terminal*, sin generar errores en el equipo de medición de BER. Ver ejemplo en figura 33.

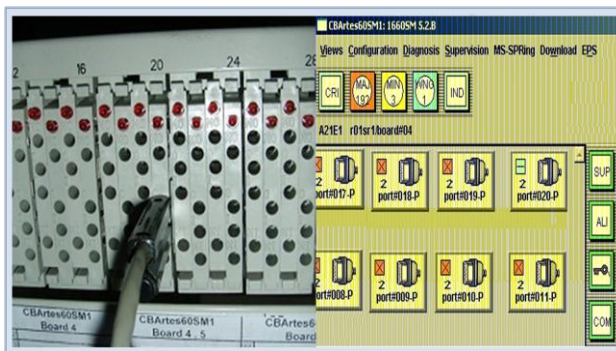


Figura 33: Ejemplo de prueba de E1's Bellas artes, puerto 20.

4.2.10 Prueba de *Link Access Protocol for D-channel (LAPD)*

Se configuraron dos LAPD con las mismas jerarquías y tipo pero con los puertos correspondientes donde se realizó la conexión para la prueba, se interconectaron entre sí y se verificó en el *CraftTerminal* que los puertos cerraran y sincronizaran, verificando en la estructura del puerto que la alarma en ambos puertos se eliminara.

4.2.11 Arranque del sistema

Consistió en dejar el equipo configurado con una ruta de prueba emulando un servicio y el *Craft Terminal*, se apagó el equipo y se encendió simulando una falla de energía con apagado total, debió registrarse el tiempo de normalización del servicio (sincronizado y sin errores) y el reporte de alarmas y reconexión con el *Craft Terminal*.

CONCLUSIONES

El estudio y desarrollo del presente TRABAJO DE GRADO permitió la comprensión de la tecnología SDH, actualmente de gran importancia en las telecomunicaciones para la transmisión de datos. Se constató el cumplimiento de las recomendaciones ITU-T en los diferentes equipos multiplexores empleados de la empresa Alcatel-Lucent.

Los equipos multiplexores Alcatel-Lucent son ampliamente utilizados en las redes de Fibra Óptica de Movistar, su versatilidad permite adaptarlos a las necesidades de la red además de ser capaces de soportar los cambios que la red requiere para su constante evolución.

El equipo Multiplexor 1642, es un equipo compacto, característica que facilita su adecuación en la elaboración de la ingeniería de detalles.

El equipo multiplexor Alcatel-Lucent 1660 permitirá a Movistar cumplir la demanda creciente de servicios en la estación Bellas Artes además de otorgarle mayor flexibilidad de gestión al anillo de la red.

Los equipos multiplexores Alcatel-Lucent 1642 implementados en las estaciones Intertron y Los Cortijos permitirán la actualización del software de gestión de la red incluyendo mejoras en el servicio.

Las visitas a las diferentes estaciones y la oportunidad de interactuar y configurar los equipos 1660 y 1642 permitió una experiencia práctica significativa para el desarrollo profesional.

El protocolo de pruebas se cumplió a cabalidad demostrando el buen funcionamiento de los equipos bajo condiciones adversas.

RECOMENDACIONES

Es imprescindible el mantenimiento y la supervisión de las estaciones para su correcto funcionamiento a fin de evitar retrasos y posibles fallas en los equipos que perjudiquen el funcionamiento de la red.

Un levantamiento constante de la información que registre la situación de cada estación permitirá el ahorro de esfuerzos e insumos con lo cual se optimizaría el trabajo disminuyendo inconvenientes para la ejecución de los proyectos, facilitando así, una mejor planificación de los mismos. Por esta razón, sería de gran importancia y utilidad, que dicha información fuese entregada a Startel por parte de Movistar antes de iniciar cada proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Comisión de Estudio 15 de la UIT-T. (12 de 2003). UIT-T Rec. G.707/Y.1322 (12/2003) Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona. Ginebra.

Comisión de Estudio 13 de la UIT-T. (97). UIT-T Rec. G.811 (09/97) Características de temporización de los relojes de referencia primarios . Ginebra.

López, M. (2007). Jerarquía Digital Síncrona. Lima: Universidad FIEE.

Comisión de Estudio 15 de la UIT-T. (2004). UIT-T Rec. G.812 (06/2004) Requisitos de temporización de relojes subordinados adecuados para utilización como relojes de nodo en redes de sincronización. Ginebra.

Comisión de Estudio 15 de la UIT-T. (2003). UIT-T Rec. G.813 (03/2003) Características de temporización de relojes subordinados de equipos de la jerarquía digital síncrona. Ginebra.

Comisión de Estudio 15 de la UIT-T. (2003). UIT-T Rec. G.813 (03/2003) Características de temporización de relojes subordinados de equipos de la jerarquía digital síncrona. Ginebra.

Comisión de Estudio 6 de la UIT-T. (2004). ITU-T Rec. L.63 (10/2004) Safety practice for outdoor installations. Ginebra.

Gerencia de Implementación de Movistar Venezuela. (2009). Manual De Implementación Transmisión. Caracas.

BIBLIOGRAFÍA

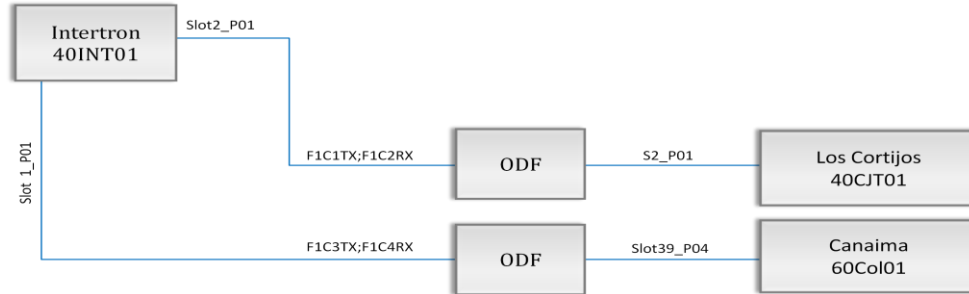
- Comisión de Estudio 13 de la UIT-T. (97). UIT-T Rec. G.811 (09/97) Características de temporización de los relojes de referencia primarios . Ginebra.
- Comisión de Estudio 13 del UIT-T. (2000). UIT-T Rec. G.803 (03/2000) Arquitectura de redes de transporte basadas en la jerarquía digital síncrona. Ginebra.
- Comisión de Estudio 15 de la UIT-T. (12 de 2003). UIT-T Rec. G.707/Y.1322 (12/2003) Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona. Ginebra, Suiza.
- Comisión de Estudio 15 de la UIT-T. (2004). UIT-T Rec. G.812 (06/2004) Requisitos de temporización de relojes subordinados adecuados para utilización como relojes de nodo en redes de sincronización. Ginebra.
- Comisión de Estudio 15 de la UIT-T. (2003). UIT-T Rec. G.813 (03/2003) Características de temporización de relojes subordinados de equipos de la jerarquía digital síncrona. Ginebra.
- Comisión de Estudio 6 de la UIT-T. (2004). ITU-T Rec. L.63 (10/2004) Safety practice for outdoor installations. Ginebra.
- Gerencia de Implementación de Movistar Venezuela. (2009). Manual De Implementación Transmisión. Caracas.
- Hernández, A. (2003). Optinex 1660SM.
- Lopez, M. (2007). Jerarquía Digital Síncrona. Lima: Universidad FIEE.
- Marconi Communications GmbH. (3 de 2000). Introduction to the Synchronous Digital Hierarchy. *Introduction to the Synchronous Digital Hierarchy* . (Marconi, Ed.) Alemania.
- Mora, C., Rondón, J. E., & Santoro, E. y. (diciembre, 2009). *Resumen y adaptación de las Normas del manual de la APA para el desarrollo de monografías y trabajos científicos*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Zhu Hong, R. T. (2000). *Alcatel 1642 Edge Multiplexer*. Alcatel-Lucent.

ANEXOS

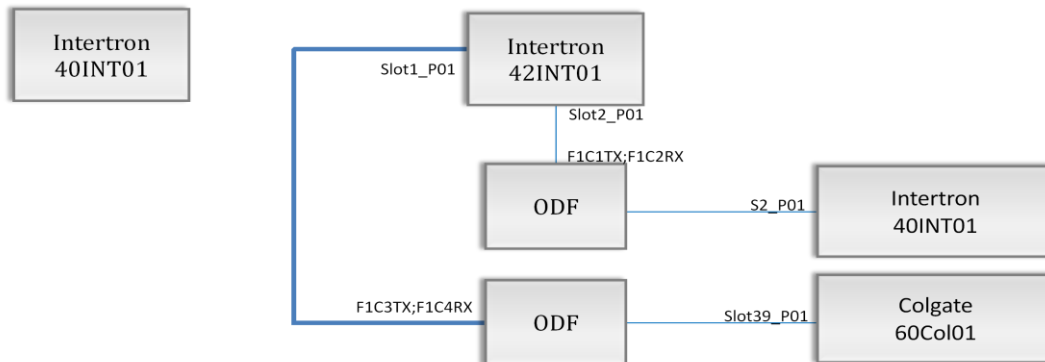
[ANEXO N° 1]

[FASES PROYECTO INTERTRON]

Fase Actual



Situación Final



Leyenda

— Enlace STM-1 existente

— Enlace STM-1 a realizar

- · - Enlace STM-1 temporal a realizar

[ANEXO N° 2]

[TABLA DE VALORES INTERFAZ STM-1]



Tabla 32. Parámetros especificados para Interfaces Ópticas STM-1

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALORES			
SEÑAL DIGITAL Velocidad nominal de bit	Kbit/s	STM-1 de acuerdo a G.707 y G.958 155520			
Código de aplicación (Tabla 1/G.957)		S-1.1	L-1.1	L-1.2	L-1.2 JE1 nb1
Rango de Operación de longitud de onda	nm	1261-1360	1280-1335	1480-1580	1530-1560
TRANSMISOR AL PUNTO S DE REFERENCIA					
Tipo de Fuente		SLM/MLM	SLM/MLM	SLM	SLM
Características espectrales					
• Ancho RMS máximo	nm	7.7	4	-	-
• Ancho -20 dB máximo	nm	-	-	1	1
• Modo de lado mínimo Radio de supresión	dB	-	-	30	30
Potencia media lanzada					
• Máxima	dBm	-8	0	0	0
• Mínima	dBm	-15	-5	-5	-4
Radio de extinción mínima	dB	8.2	10	10	10
TRAYECTO OPTICO ENTRE S Y R					
Rango de atenuación	dB	0-12	10-28	10-28	10-29
Dispersión máxima	ps/nm	100	250	1900	3200
Pérdida de retorno óptico mínima de la planta de cable a S, incluyendo cualquier conector	dB	NA	NA	20	20
Reflectancia discreta máxima entre S y R	dB	NA	NA	-25	-25
RECEPTOR EN EL PUNTO DE REFERENCIA R					
Tipo de Detector		In Ga As PIN	In Ga As PIN	In Ga As PIN	In Ga As PIN
Alimentación recibida media a BER = 1E-10)	dBm	-28	-34	-34	-34
• Mínima (sensibilidad)	dBm	-8	-10	-10	-10
• Máximo (sobrecarga)	dB	1	1	1	1
Penalidad de trayecto óptico máxima	dB	-14	-14	-25	-25
Reflectancia máxima de receptor medido a R					
nb1: A ser usado con Boosters ópticos hasta +15 dBm en fibra G.652 y G653					

N.A = no aplicable

IAA_00014_0004_BGD_(9106)_A4_AlcateL IndateL S.A. de C.V. México. Todos los Derechos Reservados

ED	01			
INDETEL			3AL 79560 AAAA - DEES	293

[ANEXO N° 3]

[TABLA DE VALORES INTERFAZ STM-4]



Tabla 33. Parámetros especificados para la Interfaz Óptica STM – 4

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALORES			
		STM-4 de acuerdo a G.707 y G.958 622.080			
SEÑAL DIGITAL Velocidad nominal de bit	Kbit/s				
Código de aplicación (Tabla 1/G.957)		S-4.1	L-4.1 nb3	L-4.2	L-4.2 JE nb1, nb2
Rango de Operación de longitud de onda	nm	1274-1356	1280-1335	1480-1580	1530-1560
TRANSMISOR AL PUNTO S DE REFERENCIA					
Tipo de Fuente		MLM	SLM	SLM	SLM
Características espectrales					
• Ancho RMS máximo	nm	2.5	-	-	-
• Ancho -20 dB máximo	nm	-	1	1	0.6
• Modo de lado mínimo Radio de supresión	dB	-	30	30	30
Potencia media lanzada					
• Máxima	dBm	-8	+2	+2	+2
• Mínima	dBm	-15	-3	-3	-3
Radio de extinción mínima	dB	8.2	10	10	10
TRAYECTO OPTICO ENTRE S Y R					
Rango de atenuación	dB	0-12	10-24	10-24	10-27
Dispersión máxima	ps/nm	84	250	1900	3200
Pérdida de retorno óptico mínima de la planta de cable a S, incluyendo cualquier conector	dB	14	20	24	24
Reflectancia discreta máxima entre S y R	dB	-20	-25	-27	-27
RECEPTOR EN EL PUNTO DE REFERENCIA R					
Tipo de Detector		In Ga As PIN	In Ga As PIN	In Ga As PIN	In Ga As PIN
Alimentación recibida media a BER = 1E-10)	dBm	-28	-28	-28	-32
• Mínima (sensibilidad)	dBm	-8	-8	-8	-8
• Máximo (sobrecarga)	dB	1	1	1	2
Penalidad de trayecto óptico máxima	dB	-20	-20	-27	-27
Reflectancia máxima de receptor medido a R	dB	-20	-20	-27	-27
<p>nb1: Apropriado para funcionamiento interno de L-4.2JE de la familia de productos ADM con un máximo de dispersión de 2400 ps/nm en esta aplicación el rango de atenuación es 10 – 28 dB.</p> <p>nb2: Para aplicaciones de larga distancia y adicionalmente apropiada para ser usada con Boosters Ópticos de hasta +15 dBm en fibra de G652 y G653.</p> <p>nb3: Apropriado para funcionamiento interno con L-4.1 de la familia de productos ADM. En esta aplicación el presupuesto de alimentación es de 10 – 24 dBm, con dispersión de 250 ps/m.</p>					

0004_BGD_(9108)_A4_Alcatel Indetel S. A. de C. V. México. Todos los Derechos Reservados

[ANEXO N° 4]

[TABLA DE MATERIALES]

Materiales para Proyecto Los Cortijos

Responsabilidad de Suministro Alcatel:

Descripción	Cantidad
1642EMUX SHELF (DC48/AC230)	1
128 COMPACT FLASH CARD FAST FTP	1
MAIN BOARD (AU4)	1
NEW DC48/24V BOARD(EMC/EMI CLASS B)	1
POWER SUPPLY -48V/+24V 10M CABLE	1
NEW FAN BOARD (-48V/+24V ACCESS)	1
ADAPTER FOR 19" 600MM RACK	1
EOW MODULE	1
DB9,DB9,SM,F INTERFACE (FOR CT)	1
TELEPHONE HANDEST	1
DUMMY PLATE	1
FEMALE 2MM 8*2M*1200HM*30M CABLE	3
32X2 MB/S 2MM HM 120 OHM	5
OPTICAL MODULE S-1.	1
SWP-1642 EMUX SDH 3.0A1	2
1642 EMUX VERS "A" TDM LP	4
DCP-1642EM 3.0 CD-ROM EM	1
SWL-1353NM7A_LICENCE POINT	4
SWL-1354RM7A_LICENCE POINT	4

Responsabilidad de suministro Movistar:

Descripción	
Cable rojo AWG #14 para alimentación (Mux-Fusiblera)	10 m
Cable negro AWG #14 para alimentación (Mux-Fusiblera)	10m
Cable verde AWG #6 para puesta a tierra	8m
Terminal de un ojo para cable de tierra / cable AWG #6	2
Cable rojo AWG #6 para alimentación (Mux-Fusiblera)	N/A
Cable negro AWG #6 para alimentación (Mux-Fusiblera)	N/A
Terminal de un ojo para cable de alimentación / cable AWG #6	N/A
Terminales doble ojo 3/8 AWG #6	N/A
Fusibles 3Amp	1
Flex´s DSX con accesorios	1
Cable Multicoaxial (8 COAX.) 75 OHMS de 4mm. (con conectores DIN47295 1.0/2.3 MACHO)	N/A
Cable multipar 8 pares (120 Ohm)	N/A
Hilo Bramante	1
Rollo de cinta etiquetadora-Casio	1
Canaleta Vertical (2m)	1
Canaleta plástica 2"x 4"	N/A

Patch Cords single tipo LC/SC (4 m)	4
Termoencogible 10mm para cable de energía	1
Termoencogible 15mm	1
Conector microsiemens 4mm	N/A
Ramplug metálicos para fijación de rack con tornillo y tuerca de 1/2"	N/A
Conectores RJ 45	N/A
Cable coaxial (para sincronismo)	N/A
Fusibles de 5 Amp	2
Atenuador de 15db	N/A

[Protocolo de aceptación de Movistar - Bellas Artes]



HOJA DE RESULTADOS INSTALACION

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESULTADO	OBSERVACIONES
1.1	Instalación según el Floor Plan	ok	
1.2	Correcta fijación del Rack	ok	
1.3	Aterramiento del Rack	ok	
1.4	Alimentación del Rack con Breaker/Fusible Adecuado (Indicar Amp de los Breakers.) PDB/TRU/Fusilera	ok	
1.5	Correcto aislamiento del rack al piso (Indicar si Movistar suministró el material)	ok	
1.6	Correcta fijación del mux al rack (Ver manual de instalación)	ok	
1.7	Correcto ensamble de conectores para E1's	ok	
1.8	Correcto ensamble de conectores para coaxiales	ok	
1.9	Cables en gral. Peinados en Rack y escalafilas	ok	
1.10	Amarre de cables con hilo bramante	ok	
1.11	Correcto cableado al FDSX	ok	
1.12	seriales AF (Llenar Hoja Administrativa)	ok	
1.13	seriales AF (Llenar Hoja Administrativa)	ok	
1.14	Led de señalización FDSX	ok	
1.15	Terminales eléctricos adecuados y crimpados	ok	
1.16	Identificación de cables eléctricos origen y destino	ok	
1.17	Identificación FDSX	ok	
1.18	Identificación PDB / Fusilera	ok	
1.19	Correcta polarización de energía Mux	ok	
1.20	Correcta polarización de energía FDSX	ok	
1.21	Limpieza de sala de equipos	ok	
1.22	Limpieza en áreas aldedañas (material sobrante de la instalación)	ok	
1.23	Equipamiento cumple con la ing. De detalles	ok	
1.24	La instalación esta de acuerdo con la ing. De detalles	ok	
1.25	Seriales AF (Llenar Hoja Administrativa)	ok	
1.26	Entrega de Herramientas y accesorios	ok	

Estación: Bellas Artes Pos Bastidor y Subbastidor:

Tipo de MUX: 1660SM

Equipo Aceptado por: Cliente:

Telef:

Fecha: 08/12/2010

Alcatel:  ALLAN RANGEL
4120175038

HOJA DE RESULTADOS PRUEBAS

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESULTADO	OBSERVACIONES
2.1	Verificación de redundancia de alimentación	OK	
2.2	Battery Failure	OK	
2.3	Alarmas externas (Display en la T.R.U)	OK	
2.4	Alarma de Fan	OK	
2.5	Prueba de sincronismo Externo / Línea	OK	
2.6	Prueba de prioridad de sincronismo	OK	
2.7	Commutación EPS	OK	
2.8	Commutación SNCP	OK	
2.9	Prueba de tolerancia Jitter STM-1	NA	
2.10	Puertos instalados STM-1	NA	
2.11	Potencia Óptica STM-1	NA	
2.12	Sensibilidad STM-1	NA	
2.13	Cardinalidad E1s	OK	
2.14	Cantidad de E1 instalados	189	
2.15	Tolerancia de Jitter STM-4	NA	
2.16	Potencia Óptica STM-4	OK	SL 25 P01 TX: -2 dBm SL 26 P01 TX: -1,5 dBm
2.17	Sensibilidad Óptica STM-4 s	OK	SL 25 P01: -28 dBm; SL 26 P01: -28 dBm
2.18	Cantidad de STM-4 Instalados y tipo	2	
2.19	Prueba de LAPD	OK	
2.20	Arranque del sistema	OK	
2.21	Gestión por LAN	NA	
2.22	Tolerancia de Jitter STM-16	NA	
2.23	Potencia Óptica STM-16	NA	
2.24	Sensibilidad Óptica STM-16s	NA	
2.25	Cantidad de STM-16s Instalados y Tipos	NA	
2.26	Tolerancia Jitter STM-64s	NA	
2.27	Cantidad de STM-64s Instalados y Tipos	NA	
2.28	Pruebas de puertos ETHERNET/FETHEURENET/GETHER	NA	

HOJA DE RESULTADOS CONFIGURACION

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESULTADO	OBSERVACIONES
3.1	Versión de SW del equipo (Especifico)	OK	5.2.B
3.2	Versión de SW del Craft Terminal (USM)	OK	5.7.51
3.3	Versión de SW de tarjeta ISA (Especifico)	NA	
3.4	Versión de SW del Craft terminal para acceso ISA (USM)	NA	
3.5	Acronimo del equipo	OK	CBArtes60SM1
3.6	System ID	OK	0007726B46B
3.7	OS Address	OK	001122334455
3.8	Area Code (Importante en regiones fuera del area metropolitana)	OK	11
3.9	IP Address/Sub Mask/IP Gateway (En caso de supervisión por LAN)	NA	
3.10	Configuración de sincronismo (EXT-G811/Agregado-Slot+Puerto)	OK	SL 25 P01 / SL 26 P01
3.11	Configuración de sincronismo (Prioridad)	OK	SL 25 P01 Prioridad 1 / SL 26 P01 Prioridad 2
3.12	Configuración de LAPD (Slot+puerto+rol)	OK	SL 25 P01 USER / SL 26 P01 USER
3.13	Gestión del equipo (Indicar si se dejó en Gestión)	NA	

[ANEXO N° 6]

[Conexiones entre Equipo 1660 SM (CBArtes60SM1) y DSX Movistar]

Tributario	Lado Equipo	lado DSX
E1 #1	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 1/MALE SUB-037P	DSX/4/1/1
E1 #2	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 2/MALE SUB-037P	DSX/4/1/2
E1 #3	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 3/MALE SUB-037P	DSX/4/1/3
E1 #4	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 4/MALE SUB-037P	DSX/4/1/4
E1 #5	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 5/MALE SUB-037P	DSX/4/1/5
E1 #6	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 6/MALE SUB-037P	DSX/4/1/6
E1 #7	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 7/MALE SUB-037P	DSX/4/1/7
E1 #8	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 8/MALE SUB-037P	DSX/4/1/8
E1 #9	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 9/MALE SUB-037P	DSX/4/1/9
E1 #10	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 10/MALE SUB-037P	DSX/4/1/10
E1 #11	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 11/MALE SUB-037P	DSX/4/1/11
E1 #12	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 12/MALE SUB-037P	DSX/4/1/12
E1 #13	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 13/MALE SUB-037P	DSX/4/1/13
E1 #14	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 14/MALE SUB-037P	DSX/4/1/14
E1 #15	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 15/MALE SUB-037P	DSX/4/1/15
E1 #16	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 16/MALE SUB-037P	DSX/4/1/16
E1 #17	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 17/MALE SUB-037P	DSX/4/1/17
E1 #18	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 18/MALE SUB-037P	DSX/4/1/18
E1 #19	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 19/MALE SUB-037P	DSX/4/1/19
E1 #20	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 20/MALE SUB-037P	DSX/4/1/20
E1 #21	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 21/MALE SUB-037P	DSX/4/1/21
E1 #22	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 1/MALE SUB-037P	DSX/4/1/22
E1 #23	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 2/MALE SUB-037P	DSX/4/1/23
E1 #24	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 3/MALE SUB-037P	DSX/4/1/24
E1 #25	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 4/MALE SUB-037P	DSX/4/1/25
E1 #26	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 5/MALE SUB-037P	DSX/4/1/26
E1 #27	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 6/MALE SUB-037P	DSX/4/1/27
E1 #28	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 7/MALE SUB-037P	DSX/4/1/28
E1 #29	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 8/MALE SUB-037P	DSX/4/1/29
E1 #30	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 9/MALE SUB-037P	DSX/4/1/30
E1 #31	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 10/MALE SUB-037P	DSX/4/1/31
E1 #32	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 11/MALE SUB-037P	DSX/4/1/32
E1 #33	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 12/MALE SUB-037P	DSX/4/1/33
E1 #34	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 13/MALE SUB-037P	DSX/4/1/34
E1 #35	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 14/MALE SUB-037P	DSX/4/1/35
E1 #36	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 15/MALE SUB-037P	DSX/4/1/36

E1 #37	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 16/MALE SUB-037P	DSX/4/1/37
E1 #38	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 17/MALE SUB-037P	DSX/4/1/38
E1 #39	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 18/MALE SUB-037P	DSX/4/1/39
E1 #40	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 19/MALE SUB-037P	DSX/4/1/40
E1 #41	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 20/MALE SUB-037P	DSX/4/1/41
E1 #42	01/02/A21E1 - slot 5/puerto 21/MALE SUB-037P	DSX/4/1/42
E1 #43	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 1/MALE SUB-037P	DSX/4/1/43
E1 #44	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 2/MALE SUB-037P	DSX/4/1/44
E1 #45	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 3/MALE SUB-037P	DSX/4/1/45
E1 #46	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 4/MALE SUB-037P	DSX/4/1/46
E1 #47	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 5/MALE SUB-037P	DSX/4/1/47
E1 #48	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 6/MALE SUB-037P	DSX/4/1/48
E1 #49	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 7/MALE SUB-037P	DSX/4/1/49
E1 #50	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 8/MALE SUB-037P	DSX/4/1/50
E1 #51	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 9/MALE SUB-037P	DSX/4/1/51
E1 #52	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 10/MALE SUB-037P	DSX/4/1/52
E1 #53	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 11/MALE SUB-037P	DSX/4/1/53
E1 #54	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 12/MALE SUB-037P	DSX/4/1/54
E1 #55	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 13/MALE SUB-037P	DSX/4/1/55
E1 #56	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 14/MALE SUB-037P	DSX/4/1/56
E1 #57	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 15/MALE SUB-037P	DSX/4/1/57
E1 #58	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 16/MALE SUB-037P	DSX/4/1/58
E1 #59	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 17/MALE SUB-037P	DSX/4/1/59
E1 #60	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 18/MALE SUB-037P	DSX/4/1/60
E1 #61	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 19/MALE SUB-037P	DSX/4/1/61
E1 #62	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 20/MALE SUB-037P	DSX/4/1/62
E1 #63	01/02/A21E1 - slot 6/puerto 21/MALE SUB-037P	DSX/4/1/63
E1 #64	01/02/A21E1 - slot 4/puerto 1/MALE SUB-037P	DSX/5/1/1
E1 #65	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 2/MALE SUB-037P	DSX/5/1/2
E1 #66	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 3/MALE SUB-037P	DSX/5/1/3
E1 #67	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 4/MALE SUB-037P	DSX/5/1/4
E1 #68	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 5/MALE SUB-037P	DSX/5/1/5
E1 #69	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 6/MALE SUB-037P	DSX/5/1/6
E1 #70	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 7/MALE SUB-037P	DSX/5/1/7
E1 #71	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 8/MALE SUB-037P	DSX/5/1/8
E1 #72	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 9/MALE SUB-037P	DSX/5/1/9
E1 #73	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 10/MALE SUB-037P	DSX/5/1/10
E1 #74	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 11/MALE SUB-037P	DSX/5/1/11
E1 #75	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 12/MALE SUB-037P	DSX/5/1/12
E1 #76	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 13/MALE SUB-037P	DSX/5/1/13

E1 #77	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 14/MALE SUB-037P	DSX/5/1/14
E1 #78	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 15/MALE SUB-037P	DSX/5/1/15
E1 #79	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 16/MALE SUB-037P	DSX/5/1/16
E1 #80	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 17/MALE SUB-037P	DSX/5/1/17
E1 #81	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 18/MALE SUB-037P	DSX/5/1/18
E1 #82	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 19/MALE SUB-037P	DSX/5/1/19
E1 #83	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 20/MALE SUB-037P	DSX/5/1/20
E1 #84	01/02/A21E1 - slot 7/puerto 21/MALE SUB-037P	DSX/5/1/21
E1 #85	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 1/MALE SUB-037P	DSX/5/1/22
E1 #86	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 2/MALE SUB-037P	DSX/5/1/23
E1 #87	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 3/MALE SUB-037P	DSX/5/1/24
E1 #88	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 4/MALE SUB-037P	DSX/5/1/25
E1 #89	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 5/MALE SUB-037P	DSX/5/1/26
E1 #90	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 6/MALE SUB-037P	DSX/5/1/27
E1 #91	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 7/MALE SUB-037P	DSX/5/1/28
E1 #92	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 8/MALE SUB-037P	DSX/5/1/29
E1 #93	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 9/MALE SUB-037P	DSX/5/1/30
E1 #94	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 10/MALE SUB-037P	DSX/5/1/31
E1 #95	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 11/MALE SUB-037P	DSX/5/1/32
E1 #96	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 12/MALE SUB-037P	DSX/5/1/33
E1 #97	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 13/MALE SUB-037P	DSX/5/1/34
E1 #98	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 14/MALE SUB-037P	DSX/5/1/35
E1 #99	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 15/MALE SUB-037P	DSX/5/1/36
E1 #100	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 16/MALE SUB-037P	DSX/5/1/37
E1 #101	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 17/MALE SUB-037P	DSX/5/1/38
E1 #102	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 18/MALE SUB-037P	DSX/5/1/39
E1 #103	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 19/MALE SUB-037P	DSX/5/1/40
E1 #104	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 20/MALE SUB-037P	DSX/5/1/41
E1 #105	01/02/A21E1 - slot 8/puerto 21/MALE SUB-037P	DSX/5/1/42
E1 #106	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 1/MALE SUB-037P	DSX/5/1/43
E1 #107	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 2/MALE SUB-037P	DSX/5/1/44
E1 #108	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 3/MALE SUB-037P	DSX/5/1/45
E1 #109	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 4/MALE SUB-037P	DSX/5/1/46
E1 #110	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 5/MALE SUB-037P	DSX/5/1/47
E1 #111	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 6/MALE SUB-037P	DSX/5/1/48
E1 #112	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 7/MALE SUB-037P	DSX/5/1/49
E1 #113	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 8/MALE SUB-037P	DSX/5/1/50
E1 #114	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 9/MALE SUB-037P	DSX/5/1/51
E1 #115	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 10/MALE SUB-037P	DSX/5/1/52
E1 #116	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 11/MALE SUB-037P	DSX/5/1/53

E1 #117	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 12/MALE SUB-037P	DSX/5/1/54
E1 #118	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 13/MALE SUB-037P	DSX/5/1/55
E1 #119	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 14/MALE SUB-037P	DSX/5/1/56
E1 #120	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 15/MALE SUB-037P	DSX/5/1/57
E1 #121	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 16/MALE SUB-037P	DSX/5/1/58
E1 #122	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 17/MALE SUB-037P	DSX/5/1/59
E1 #123	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 18/MALE SUB-037P	DSX/5/1/60
E1 #124	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 19/MALE SUB-037P	DSX/5/1/61
E1 #125	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 20/MALE SUB-037P	DSX/5/1/62
E1 #126	01/02/A21E1 - slot 9/puerto 21/MALE SUB-037P	DSX/5/1/63

[ANEXO N° 7]
[Alcatel Optinex 1640FOX]

Descripción General del Equipo:

El OMSN 1640FOX es un equipo compacto de tráfico SDH a nivel de STM-1/4.



Equipo multiplexor Alcatel Optinex 1640FOX.

Especificaciones técnicas:

Velocidad de bit de Línea Óptica

- 155.520 Mbit/s (STM-1)
- 622.080 Mbit/s (STM-4)
- 1250 Mbit/s (1GbEth, 1000Base-X)

Velocidad de bit de Línea Eléctrica

- 155.52 Mbit/s (STM-1, ES1)
- 2048 kbit/s (E1)
- 34368 kbit/s (E3)
- 44736 kbit/s (E3) estándar europeo
- Ethernet 10/100Base-T

Tipo de fibra óptica

- Monomodo de acuerdo con ITU-TG.652, G.654 y Multimodo G.651
- Longitud de onda, de acuerdo con ITU -T G.694.2: 1310 - 1550nm.

Tipos de Aplicación

TM y ADM en anillos y enlaces lineales protegidos y no protegidos, mini DXC, ATM router; MPLS Router/EdgeAggregator.

Cantidad máxima de puertos

- 96 x 2Mbit/s interfaces;
- 32 x 34 or 45 Mbit/s interfaces;
- 32 x 140Mbit/s interfaces;
- 96 x STM-1 interfaces;
- 32 x STM-4 interfaces;
- 100 x Ethernet 10/100 BaseT.

Características Add-Drop y Cross-Conexión:

Capacidad de cross conexiones

(32 x 32) Puertos STM-1 equivalentes a nivel VC4 o (32 x 32) puertos equivalentes STM-1 a niveles VC3 y VC12 + (32 x 32) puertos equivalentes a nivel VC4.

Características de cross-conexión

- Aggregate to tributary time slot assignement
- Aggregate to aggregate time slot interchange
- Tributary to tributary time slot assignement
- Connection of concatenated AU4-4c among STM4

Retardo de Transmisión

- Máximo 125 μ s para cualquier trayecto de tráfico.

Protecciones:

Protección de red

- SNCP, Drop y Continue
- Una sola terminación de MSP 1 +1
- Interconexión de anillo de un solo nodo colapsado
- Interconexión de anillo de nodo dual colapsado

Protección de Equipo

- NINGUNA

Interfaces de Administración

- **Local: Interfaz de Craft (Computadora Personal):** RS232 PC compatible SUB-D de 9 pines a 38 Kbit /s.
- **Remota: Interfaz de Craft (Computadora Personal)** RS232 PC compatible SUB-D de 9 pines a 38 Kbit/s. Maneja hasta 31 NEs vía Bytes DCC (D4-D12 y / o D1 – D3).

- **Remota: Interfaz de Red de administración de Transmisión (TMN)**
Qecc, via DCC bytes

Q2 (synchronous, bit rate = 19.2 kb/s)

RQ2 (asynchronous, bit rates = 1.2–2.4–4.8–9.6 kb/s)

Procesos de Operación:

Configuración y aprovisionamiento

Equipo, puertos, add-drop, cros-conexiones, sincronización, protección, MCF (Función de Comunicaciones de Mensaje), SEMF (Función de Administración de Equipo Síncrono), conexión OH.

Carga de Software

Se hace tanto local como remotamente sobre memorias no volátiles sin interrupción de tráfico.

Seguridad

- Contraseña, perfil de operador respaldo para programas y datos.

Características de Reloj:

Reloj de entrada seleccionable

- 2048 KHz del puerto de 2Mbit/s
- Reloj de sincronización externo de 2048 kHz (2 entradas)

Número de relojes seleccionados (modo normal)

6 máximo.

Salida de sincronización

- 2048 kHz G.703

Modos de Operación

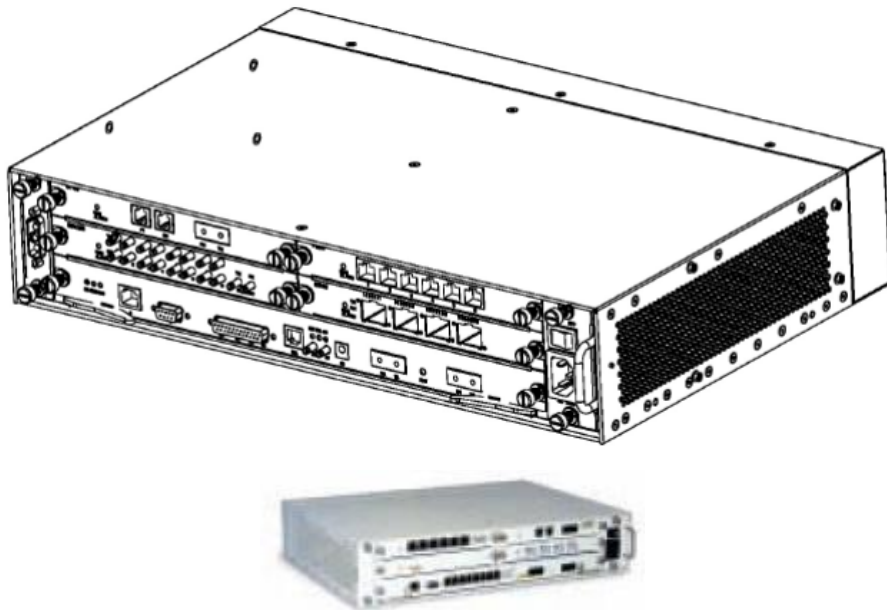
- Fijo a la referencia
- Modo de free running ± 4.6 ppm (PLL sin referencia)
- Variación de modo de Holdover de 0.37 ppm máximo por día (PLL con frecuencia de almacenamiento por más de media hora, sin selección de entrada de referencia)

Selección de Sincronización

- Prioridad y Algoritmo SSM

[ANEXO N° 8]
[Alcatel Optinex 1642]

Descripción General del Equipo:



Equipo multiplexor Alcatel Optinex 1642 Edge.

Especificaciones técnicas:

Velocidad de bit de Línea Óptica

- 155.520 Mbit/s (STM-1)
- STM-4

Velocidad de bit de Línea Eléctrica

- 155.52 Mbit/s (STM-1, ES1)
- STM-4
- 2048 kbit/s (E1)
- 34368 kbit/s (E3)
- 44736 kbit/s (E3) estándar europeo
- Ethernet 10/100Base-T

Tipo de fibra óptica

- Monomodo de acuerdo con ITU-TG.652, G.654
- Longitud de onda, de acuerdo con ITU -T G.694.2: 1261 – 1360 – 1480 - 1580nm.

Tipos de Aplicación

TM y ADM en anillos y enlaces lineales protegidos y no protegidos, mini DXC, Router/EdgeAggregator.

Cantidad máxima de puertos

- 378 x 2Mbit/s interfaces;
- 48 x 34 or 45 Mbit/s interfaces;
- 64 x 140Mbit/s interfaces;
- 256 x STM-1 electrical or optical interfaces;
- 64 x STM-4 optical interfaces;
- 300 x Ethernet 10/100 BaseT;

Características Add-Drop y Cross-Conexión:

Capacidad de cross conexiones

- 378X378 TU12.

Características de cross-conexión

- *Tributary-to-tributary time slot assignment*
- *Loopback*
- *Broadcasting*
- *Drop or through*
- *Sub-network connection protection.*

Retardo de Transmisión

- Máximo 125 μ s para cualquier trayecto de tráfico

Protecciones:

Protección de red

- **Sub-network connection protection at VC12 level (SNCP/I)**

Protección de Equipo

- NINGUNA

Interfaces de Administración

- **Local: Interfaz de Craft (Computadora Personal):** RS232 PC compatible SUB-D de 9 pines a 38 Kbit /s.
- **Remota: Interfaz de Craft (Computadora Personal)** RS232 PC compatible SUB-D de 9 pines a 38 Kbit/s. Maneja hasta 31 NE vía Bytes DCC (D4-D12 y / o D1 – D3).
- **Remota: Interfaz de Red de administración de Transmisión (TMN)**
Qecc, via DCC bytes
- **Direccionamiento dual a OS:** no permite redundancia OS.

Procesos de Operación:

Configuración y aprovisionamiento

Equipo, puertos, add-drop, cros-conexiones, sincronización, protección, MCF (Función de Comunicaciones de Mensaje), SEMF (Función de Administración de Equipo Síncrono), conexión OH.

Carga de Software

Se hace tanto local como remotamente sobre memorias no volátiles sin interrupción de tráfico, un breve corte de servicio puede ocurrir en las actualizaciones.

Seguridad

- Contraseña, perfil de operador respaldo para programas y datos.
- Características de Reloj.

Reloj de entrada seleccionable

- 2048 KHz del puerto de 2Mbit/s
- Reloj de sincronización externo de 2048 kHz (2 entradas)
- Puertos STM-N

Número de relojes seleccionados (modo normal)

6 máximo

Salida de sincronización

- 2048 kHz G.703

Modos de Operación

- Fijo a la referencia
- Modo de free running ± 4.6 ppm (PLL sin referencia)
- Variación de modo de Holdover de 0.37 ppm máximo por día (PLL con frecuencia de almacenamiento por más de media hora, sin selección de entrada de referencia)

Selección de Sincronización

- Prioridad y Algoritmo SSM

[ANEXO N° 9]

[Alcatel Optinex 1650SM]

Descripción general de equipo:

1650SM multiplexor compacto para STM-1/4/16 y DXC, ADM o multi-terminal.



Equipo multiplexor Alcatel Optinex 1650SMC.

Especificaciones técnicas:

Velocidad de bit de Línea Óptica

- 155.520 Mbit/s (STM-1)
- 622.080 Mbit/s (STM-4)
- 1250 Mbit/s (1GBEth 1000Base-SX or LX)

Velocidad de bit de Línea Eléctrica

- 155.520 Mbit/s (STM-1)
- 139.264 Mbit/s (PDH)

Tipo de fibra óptica

- Monomodo de acuerdo con ITU-TG.652, G.654 y Multimodo G.651

- Longitud de onda, de acuerdo con ITU -T G.694.2: 1261 – 1360 – 1480 - 1580nm.

Tipos de Aplicación

Multiplexor de Terminales, ADM en anillos y enlaces lineales protegidos y no protegidos, mini DXC (cross–connect), ATM router, MPLS router.

Cantidad máxima de puertos

- 63 x 2 Mbit/s
- 9 x 34 o 45 Mbit/s
- 12 x 140 Mbit/s
- 16 x STM-1
- 3 x STM-4

Características Add-Drop y Cross-Conexión:

Capacidad de cross conexiones

- 32 x 32 Puertos STM1 equivalentes, sin bloqueo en todos los niveles VC_i (i=12, 3, 4).

Características de cross-conexión

El 1650 SMC tiene una arquitectura simétrica. Todos los puertos de tráfico (PDH SDH) del mismo tipo tienen la misma funcionalidad y comportamiento y no hay división inherente entre los tributarios y agregados. Esto significa que es posible la distribución de las señales PDH y VC_i en cada puerto.

Retardo de Transmisión

- Máximo 125 μs para cualquier trayecto de tráfico

Protecciones:

Protección de red

- SNCP

- *Drop y Continue*
- Una sola terminación de MSP 1 + 1
- Terminación dual en MSP 1 + 1
- Interconexión de anillo de un solo nodo colapsado
- Interconexión de anillo de nodo dual colapsado

Protección de Equipo

- Función centralizada en COMPACTADM - 1 (matriz, -Controlador, Sincronización)
- EPS de 63x2 Mbit/s N + 1 (N = 1 máx.)
- EPS de 3x34 Mbit/s N + 1 (N = 2 máx.)
- EPS de 3x45 Mbit/s N + 1 (N = 2 máx.)
- EPS Eléctrico 4xSTM – 1 N + 1 (N=2 máx.)

Interfaces de Administración

- **Local: Interfaz de Craft (Computadora Personal):** RS232 PC compatible SUB-D de 9 pines a 38 Kbit /s.
- **Remota: Interfaz de Craft (Computadora Personal)** RS232 PC compatible SUB-D de 9 pines a 38 Kbit/s. Maneja hasta 31 NE vía Bytes DCC (D4-D12 y / o D1 – D3).
- **Remota: Interfaz de Red de administración de Transmisión (TMN)**
G. 773 QB3 10 base 2 y 10 base T
- **Direccionamiento dual a OS:** si permite redundancia OS.

Procesos de Operación:

Configuración y aprovisionamiento

Equipo, puertos, add-drop, cros-conexiones, sincronización, protección, MCF (Función de Comunicaciones de Mensaje), SEMF (Función de Administración de Equipo Síncrono), conexión OH.

Carga de Software

Se hace tanto local como remotamente sobre memorias no volátiles sin interrupción de tráfico.

Seguridad

- Contraseña, perfil de operador respaldo para programas y datos.

Características de Reloj:

Reloj de entrada seleccionable

- 2048 KHz del puerto de 2Mbit/s
- Reloj de sincronización externo de 2048 kHz (2 entradas)
- Puertos STM-N

Número de relojes seleccionados (modo normal)

6 máximo

Salida de sincronización

- 2048 kHz G.703

Modos de Operación

- Fijo a la referencia
- Modo de free running ± 4.6 ppm (PLL sin referencia)
- Variación de modo de Holdover de 0.37 ppm máximo por día (PLL con frecuencia de almacenamiento por más de media hora, sin selección de entrada de referencia)

Selección de Sincronización

[ANEXO N° 10]

[Alcatel Optinex 1660]

Descripción general de equipo:

El OMSN 1660SM es un multiplexor de STM-1/4/16/64 e interconexiones DXC (cross-connect) para tráfico de alto nivel.



Equipo multiplexor Alcatel Optinex 1660SM.

Especificaciones técnicas:

Velocidad de bit de Línea Óptica

- *SDH*:155.520 Mbit/s (STM-1)
- 622.080 Mbit/s (STM-4)
- 2488.320 Mbit/s (STM-16)
- 9953.280 Mbit/s (STM-64)

- *SONET*:155.520 Mbit/s (OC-3)
- 622.080 Mbit/s (OC12)

Velocidad de bit de Línea Eléctrica

- *SDH*:155.520 Mbit/s (STM-1)
- *SONET*:155.520 Mbit/s (OC-3)
- *PDH*:139.264 Mbit/s (PDH)

Tipo de fibra óptica

- Monomodo de acuerdo con ITU-TG.652, G.654 y Multimodo G.651
- Longitud de onda, de acuerdo con ITU -T G.694.2: 1261 – 1360 – 1480 - 1580nm.

Tipos de Aplicación

Multiplexor de Terminales, ADM en anillos y enlaces lineales protegidos y no protegidos, mini DXC (cross-connect: 64 STM-1 equivalent port at VC12 level), ATM router, MPLS router.

Cantidad máxima de puertos

- 378 x 2Mbit/s interfaces;
- 48 x 34 or 45 Mbit/s interfaces;
- 64 x 140Mbit/s interfaces;
- 256 x STM-1 electrical or optical interfaces;
- 64 x STM-4 optical interfaces;
- 16 x STM-16 optical interfaces;
- 4 x STM-64 optical interfaces;
- 300 x Ethernet 10/100 BaseT;
- 64 x Ethernet 1000 Base SX/LX;

Características Add-Drop y Cross-Conexión:

Capacidad de cross-conexiones

- (256 x 256) STM1 equivalent ports at VC12 and VC3 levels
- (384 x 384) STM-1 equivalent ports at VC-4 level.

Características de cross-conexión

El 1660 SMC tiene una arquitectura simétrica. Todos los puertos de tráfico (PDH SDH) del mismo tipo tienen la misma funcionalidad y comportamiento y no hay división inherente entre los tributarios y agregados. Esto significa que es posible la distribución de las señales PDH y VCi en cada puerto.

Conexiones de concatenamiento AU4-4c soportado por los puertos STM4, STM-16, STM-64

Retardo de Transmisión

- Máximo 125 μ s para cualquier trayecto de tráfico

Protecciones:

Protección de red

- SNCP
- *Drop y Continue*
- Una sola terminación de MSP 1 + 1
- Terminación dual en MSP 1 + 1
- Interconexión de anillo de un solo nodo colapsado
- Interconexión de anillo de nodo dual colapsado

Protección de Equipo

- Función centralizada en COMPACTADM - 1 (matriz, -Controlador, Sincronización)
- EPS de 63x2 Mbit/s N + 1 (N = 1 máx.)
- EPS de 3x34 Mbit/s N + 1 (N = 2 máx.)
- EPS de 3x45 Mbit/s N + 1 (N = 2 máx.)

- EPS Eléctrico 4xSTM – 1 N + 1 (N=2 máx.)

Interfaces de Administración

- **Local: Interfaz de Craft (Computadora Personal):** RS232 PC compatible SUB-D de 9 pines a 38 Kbit /s.
- **Remota: Interfaz de Craft (Computadora Personal)** RS232 PC compatible SUB-D de 9 pines a 38 Kbit/s. Maneja hasta 31 NE vía Bytes DCC (D4-D12 y / o D1 – D3).
- **Remota: Interfaz de Red de administración de Transmisión (TMN)**
 G. 773 QB3 10 base 2 y 10 base T.
 Q2 (synchronous, bit rate = 19.2 kb/s) RQ2 (asynchronous, bit rates = 1.2-2.4-4.8-9.6 kb/s)
- **Direccionamiento dual a OS:** si permite redundancia OS.

Procesos de Operación:

Configuración y aprovisionamiento

Equipo, puertos, add-drop, cros-conexiones, sincronización, protección, MCF (Función de Comunicaciones de Mensaje), SEMF (Función de Administración de Equipo Síncrono), conexión OH.

Carga de Software

Se hace tanto local como remotamente sobre memorias no volátiles sin interrupción de tráfico.

Seguridad

- Contraseña, perfil de operador respaldo para programas y datos.

Características de Reloj

- Reloj de entrada seleccionable
- 2048 KHz del puerto de 2Mbit/s
- Reloj de sincronización externo de 2048 kHz (2 entradas)
- Puertos STM-N

Número de relojes seleccionados (modo normal)

6 máximo

Salida de sincronización

- 2048 kHz G.703

Modos de Operación

- Fijo a la referencia
- Modo de free running ± 4.6 ppm (PLL sin referencia)
- Variación de modo de Holdover de 0.37 ppm máximo por día (PLL con frecuencia de almacenamiento por más de media hora, sin selección de entrada de referencia)

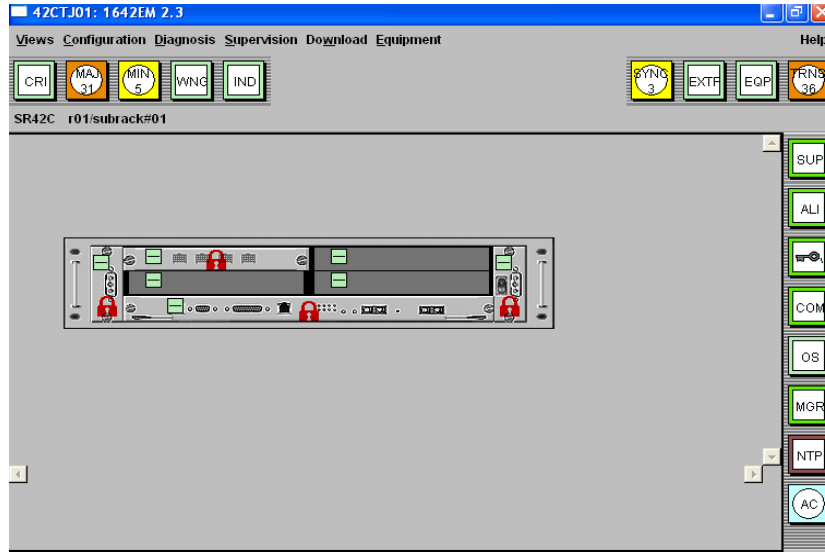
Selección de Sincronización

- Prioridad y Algoritmo SSM

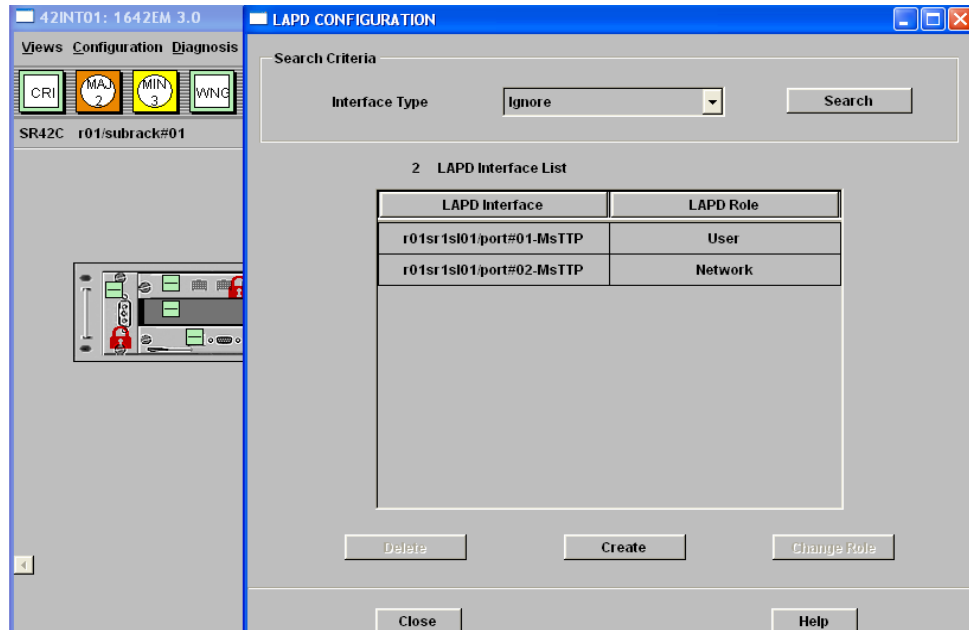
[ANEXO N° 11]

[Capturas de pantalla, configuración de equipos en Los Cortijos e Intertron]

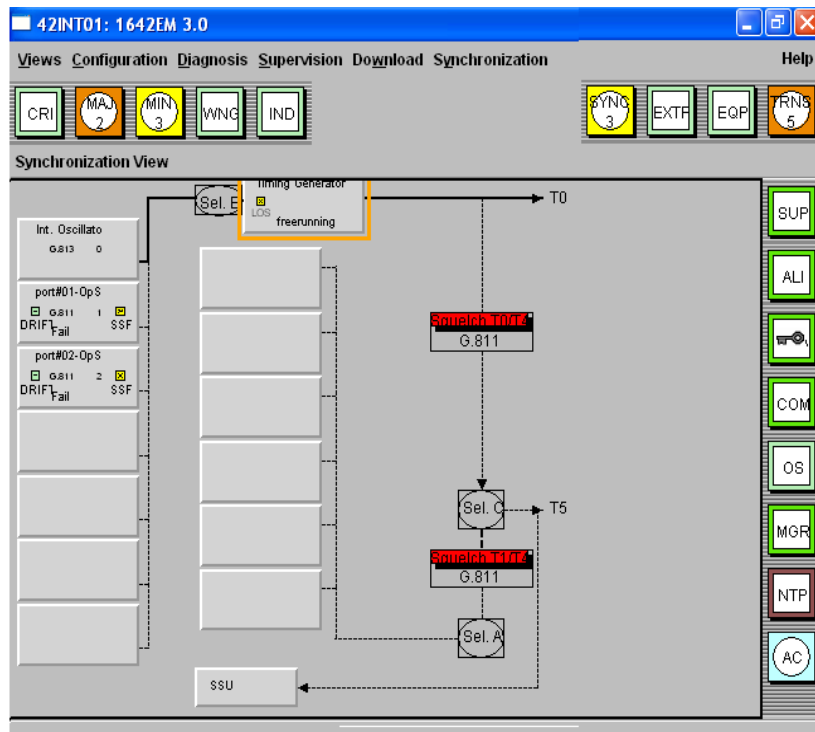
Declaración de Tarjetas:



LAPD:



Sincronismo:



Dirección NSAP:

[ANEXO N° 12]

[Fotografías equipos instalados]

Bellas Artes:

