

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD INGENIERÍA Y GESTIÓN

CARRERA PROFESIONAL INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



“IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE MICROONDAS PARA
UNA EMPRESA HIDROELÉCTRICA ENTRE EL DISTRITO DE
CHOSICA - HUAROCHIRÍ CERRO PULMÓN Y EL DISTRITO
SAN JUAN DE LURIGANCHO SEDE – SANTA ROSA”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER
CASTRO SOTO JHOJAN PEDRO

Villa El Salvador

2017

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres:

Daniel Castro Rodríguez

Eugenia Soto Blanco

Por haberme apoyado en todo momento,
por sus consejos, sus valores, por la
motivación constante que me ha
permitido ser una persona de bien, pero
más que nada, por su amor.

AGRADECIMIENTO

Yo agradezco primeramente a mis padres que han dado todo el esfuerzo para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida y darles las gracias por apoyarme en todos los momentos difíciles de mi vida tales como la felicidad la tristeza pero ellos siempre han estado junto a mí y gracias a ellos soy lo que hora soy y con el esfuerzo de ellos y mi esfuerzo ahora puedo ser un gran profesional.

INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE.....	iv
LISTADO DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABLAS.....	ix
INTRODUCCION.....	10

CAPÍTULO I

1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	11
1.2. Justificación del Proyecto.....	14
1.3. Delimitación del Problema.....	16
1.3.1. Teórica.....	16
1.3.2. Espacial.....	17
1.3.3. Temporal.....	17
1.4. Formulación del Problema.....	18
1.4.1. Problema General.....	18
1.4.2. Problema Especifico.....	18
1.5. Objetivos.....	18
1.5.1. Objetivo General.....	18
1.5.2. Objetivos Específicos.....	19

CAPÍTULO II

2.1 Antecedentes.....	20
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	20
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	22

2.2 Bases Teóricas.....	25
2.2.1. Terminal Eclipse.....	25
2.2.2. Unidad Interiores de la Serie 300.....	26
2.2.3. Descripción de la IDU Serie 300.....	26
2.2.4. Unidades Interiores Serie 100.....	33
2.2.5. Nodo Eclipse.....	34
2.2.6. Unidades Interiores de Nodo.....	36
2.2.6.1. INU (Unidades Interiores).....	36
2.2.6.2. INUe (Unidades Interiores Extendido).....	37
2.2.6.3. Tarjetas Plug-in de Nodo.....	37
2.2.7. Unidades Exteriores.....	42
2.2.7.1. Las ODUS Eclipse.....	42
2.2.7.2. El Montaje y la Estructura de las ODUS.....	43
2.2.7.3. Instalación de la Antena.....	46
2.2.7.4. Antena Microondas.....	47
2.3 Marco Conceptual.....	51
2.3.1. Radio Enlace.....	51
2.3.2. Definiciones.....	52
2.3.3. conceptos de Diseño.....	54
2.3.4. Zona de Fresnel.....	54
2.3.5. Polarización de la Antena.....	56
2.3.6. Ancho de Banda de Antena.....	57
2.3.7. Perdida por Desvanecimiento.....	57
2.3.8. Ganancia de Antena.....	58

CAPÍTULO III

3.1 DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACION.....	60
3.1.1. Instalación de la Antena.....	60

3.1.2. Instalación de la Placa Adaptadora para la Antena XP4.....	62
3.1.3. Procedimiento de Instalación.....	64
3.1.4. Instalación de la ODU.....	65
3.1.5. Descripción General.....	65
3.1.6. Diagrama de Gantt.....	67
3.1.7. Diagrama de conexión.....	68
3.2 CONSTRUCCIÓN DE LA IMPLEMENTACION.....	69
3.2.1. Diseño del Enlace de Microondas.....	69
3.2.2. Pantalla Portal.....	71
3.2.3. Configuración de una conexión DHCP Ethernet para Portal.....	73
3.2.4. Configuración de una conexión a Portal usando V.24.....	74
3.2.5. Cableado y conectores de la PC al Eclipse.....	75
3.2.6. Licencias (Licensing).....	79
3.3 IMPLEMENTACION Y RESULTADOS.....	83
3.3.1. Revisión de la Implementación del servicio.....	83
3.3.2. Resultados.....	89
CONCLUSIONES.....	94
RECOMENDACIONES.....	95
BIBLIOGRAFÍA.....	96
ANEXOS.....	97

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 2 1: TERMINAL ECLIPSE.....	25
FIGURA 2 2: IDU 300 20X.....	27
FIGURA 2 3: IDU 300 20XV2.....	29
FIGURA 2 4: IDUSP 16XI.....	30
FIGURA 2 5: IDU 155°.....	31
FIGURA 2 6: IDU ES.....	32
FIGURA 2 7: IDU 16X E IDU 20X.....	34
FIGURA 2 8: NODO ECLIPSE: INU CON TRES ODUS.....	34
FIGURA 2 9: UNIDAD INTERIOR (INU).....	36
FIGURA 2 10: UNIDAD INTERIOR EXPANDIBLE (INUE).....	37
FIGURA 2 11: TARJETA CONTROLADOR DE NODO (NCC).....	38
FIGURA 2 12: TARJETA DE VENTILACIÓN (FAN).....	39
FIGURA 2 13: TARJETA DE ACCESO RÁPIDO (RAC).....	40
FIGURA 2 14: TARJETA DE ACCESO DE DATOS (DAC GE).....	41
FIGURA 2 15: TARJETA PROTECCIÓN DE NODO (NPC).....	42
FIGURA 2 16: CHASIS ODU 300EP DE ECLIPSE.....	43
FIGURA 2 17: ANTENA ANDREW DE 1.8M.....	48
FIGURA 2 18: UBICACIÓN DE LA ANTENA Y LA RADIO AVIAT.....	49
FIGURA 2 19: ZONA DE FRESNEL.....	55
FIGURA 3 1: REQUERIMIENTO DEL EQUIPO.....	61
FIGURA 3 2: PLACA ADAPTADORA PARA LA ANTENA XP4.....	63
FIGURA 3 3: PLACA ADAPTADORA COLOCADA EN LA ANTENA XP4.....	63
FIGURA 3 4: ODU MONTADA AL HERRAJE DE MONTAJE ANDREW.....	66

FIGURA 3 5: HERRAJE DE MONTAJE DE LA ODU Y SOPORTE	
ANDREW.....	66
FIGURA 3 6: DIAGRAMA DE GANTT.....	67
FIGURA 3 7: DIAGRAMA DE LA RED.....	68
FIGURA 3. 8: DISTANCIA DEL ENLACE.....	69
FIGURA 3. 8.1: ENLACE MICROONDAS.....	70
FIGURA 3. 8.2: MODELO DE PANTALLA PORTAL.....	72
FIGURA 3. 8.3: PANTALLA DE INICIO DE PORTAL UNA CONEXIÓN	
ETHERNET.....	78
FIGURA 3. 9: LICENCIA.....	80
FIGURA 3 10: RADIO AVIAT EN EL GABINETE.....	83
FIGURA 3 11: ETIQUETADO DE LOS LIGHTING ARRESTER.....	83
FIGURA 3 12: DISTRIBUIDOR DC 48 V, UBICADO EN EL GABINETE DE	
COMUNICACIONES.....	84
FIGURA 3 13: CABLE DE ENERGIA PARA NPC.....	84
FIGURA 3 14: CABLE DE ENERGIA PARA NCC.....	85
FIGURA 3 15: ATERRAMIENDO DE LA RADIO AVIAT.....	85
FIGURA 3 16: ATERRAMIENTO DE LA ODU INSTALADO EN LA TORRE	86
FIGURA 3 17: INSTALACION DE LA ANTENA Y ODU EN TORRE DE	
COMUNICACIONES.....	87
FIGURA 3 18: BARRA DE TIERRA EN TORRE.....	88
FIGURA 3 19: SELLADO DE TUBO DE INGRESO Y PEINADO DE	
CABLEADO VERTICAL.....	88
FIGURA 3 20: PRUEBA DE SATURACION.....	90
FIGURA 3 21: PRUEBA DE SATURACION.....	90

FIGURA 3 22: PRUEBA DE SATURACION DE 20 MB.....	91
FIGURA 3 23: PRUEBA DE SATURACION DE 35 MB.....	92
FIGURA 3 24: PRUEBA DE SATURACION DE 50 MB.....	92
FIGURA 3. 25: PRUEBA DE SATURACIÓN DE 2 MB	93

LISTA DE TABLAS

TABLA 2 1: VARIANTES DE IDU 300.....	26
TABLA 2 2: PARTES DE UNA INSTALACIÓN.....	50
TABLA 3 1: PANTALLA DE INICIO DE PORTAL PARA UNA CONEXIÓN ETHERNET.....	78

INTRODUCCIÓN

Las ondas electromagnéticas tienen la propiedad de propagarse en forma de voltaje o corriente por un medio guiado o en el espacio libre como onda electromagnética. Su estudio y comprensión se manifiesta bajo la solución en forma de onda que se pueden obtener de las ecuaciones de Maxwell. La característica esencial de este tipo de ondas es que no necesitan de un medio en especial para propagarse, esto quiere decir que lo pueden hacer en el vacío.

El espectro Electromagnético realiza una clasificación de las ondas electromagnéticas, conocidas, según su cantidad de energía. Este se subdivide en bandas, cada una de ellas tiene un nombre y su rango en frecuencia.

Las señales de microondas se ubican en el espectro electromagnético en el rango de 500Mhz a 300GHz, estos rangos de frecuencia hacen que las microondas tengan Longitud de onda relativamente corta.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Los sistemas de microondas terrestres han abierto una puerta a los problemas de transmisión de datos, sin importar la distancia y las irregularidades del terreno. La radio por microondas que usan modulación de frecuencias se conocen ampliamente por proporcionar comunicaciones flexibles, confiables y económicas, de punto a punto, cuando usan la atmosfera terrestre como medio de transmisión.

La sede Cerro Pulmón que se encuentra en el distrito de Chosica-Huaroquirí tiene un enlace de fibra óptica hasta su central Matucana para su comunicación de datos y de allí se conecta mediante enlace microondas hacia la Sede Santa

Rosa que se encuentra en San Juan de Lurigancho pero este enlace no cuenta con un sistema de respaldo.

Por esta razón, ha estado teniendo problemas como: cortes de su servicio de datos y caídas de servicio de conectividad con la Sede - Santa Rosa.

Actualmente hay comunicación entre CT Santa Rosa – Cerro pulmón, por diferentes tramos (Santa rosa – Cerro Cantuta; Cerro Cantuta – CH Matucana, CH Matucana – Cerro pulmón) debido a que los enlaces por diferentes saltos presentan cortes de servicio se está implementando un enlace microondas directamente entre las sedes Santa Rosa - Cerro Pulmón.

El principal factor es el lugar, el distrito de Chosica posee un clima muy soleado la mayor parte del año aunque su cercanía a la sierra hace que reciba entre los meses de diciembre a marzo fuertes lluvias esporádicas, en algunas ocasiones suelen escucharse truenos. Siendo así también es oportuno hacer la instalación en la mañana porque hay escasas de lluvias y se puede trabajar mejor, ya que en las tardes a partir de las 4 pm empieza a correr ventisca y a llover así mismo impidiendo realizar los trabajos.

La empresa BMPC va a implementar un enlace microondas de respaldo para evitar el corte de comunicación y pueda seguir funcionando normalmente la hidroeléctrica que está en Cerro Pulmón.

Este proyecto se elaborara con el personal de la empresa BMPC tanto en la instalación como en la configuración del proyecto. Hacer el enlace de respaldo

microondas punto a punto para la central hidroeléctrica Cerro Pulmón tardará realizar este proyecto unos 3 meses realizarlo.

Este proyecto será ventajoso en comparación de instalar fibra óptica ya que es mucho más viable, económico y factible hacerlo por la tecnología microondas, ya que el tráfico de datos que se transmitirá será mucho menos de lo que normalmente se transmite por fibra óptica, esta tecnología microondas requiere de línea de vista para poder transmitir y recepción la información que se transmitirá.

Para el desarrollo del proyecto requerimos hacer un estudio del lugar (hacer un TSS) e ir a implementar los equipos de comunicación como la antena de 1.8 mt, el recorrido del cableado hacia la sala de comunicaciones e instalar la radio Aviat. También se hará la configuración de la radio Aviat que proporcionara la conectividad del enlace de respaldo punto a punto.

Este enlace de respaldo que se instalara, beneficiara a la hidroeléctrica que se encuentra en Cerro pulmón haciendo su comunicación continua sin interrupciones ni caídas de servicio. También beneficiara a BMP Consulting S.A.C por la instalación y configuración que se hará en el proyecto del enlace de respaldo.

El resultado se verá en la comunicación estable y continua sin caídas de servicio, sin interferencias en sus llamadas. Que se demostrara cuando acabe la implementación del enlace de respaldo microondas punto a punto.

Haciendo una comparación en lo que es un enlace de fibra óptica y un enlace de microondas. La dificultad en esta fase de ingeniería depende en gran medida de las distancias que necesitamos cubrir con la infraestructura a desplegar, sobre todo en el caso de la fibra. En el caso de un radioenlace la distancia a cubrir no afectará a la ingeniería más que en el ajuste de un fino de la disponibilidad y elección de la frecuencia y sistema radiante óptimo. En el caso de la fibra un tendido de kilómetros requiere de una importante inversión de tiempo a la hora de planificar canalizaciones y posibles trabajos de obra civil.

Así mismos el enlace microondas punto a punto para este proyecto es factible tanto en ingeniería y línea de vista, mi aporte a este proyecto viene a ser la implementación y configuración del equipo de comunicaciones que es la radio Aviat.

1.2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Es necesario realizar un enlace microondas e implementarlo para una comunicación continua sin caídas de servicio. Así los sistemas de microondas tienen la ventaja obvia de contar con capacidad de llevar miles de canales individuales de información entre dos puntos, dejando de un lado la necesidad de instalaciones físicas, tales como los cables coaxiales o fibras ópticas.

Actualmente en los dos puntos tanto en el distrito San Juan de Lurigancho - Santa Rosa como en el distrito de Chosica - Cerro pulmón se están

implementando enlaces microondas con la tecnología de la Radio Aviat que será un servicio de respaldo que servirá para dar servicio constante entre los dos puntos mencionados y no tenga problemas en el tema de comunicación.

Los sistemas de microondas han alcanzado gran rapidez. Por ejemplo, se utiliza un 99.98% de confiabilidad general en un enlace, lo que equivale a permitir solo un máximo de 25 segundos de interrupción del año. Los cálculos estimados de interrupciones del servicio por fallas de propagación, emplean procedimientos parcial o totalmente empíricos. Los resultados de dichos cálculos generalmente se dan como tiempo fuera de servicio anual por enlace o porcentaje de confiabilidad.

Por ello es necesario realizar un enlace microondas entre la Sede - Cerro Pulmón del distrito de Chosica y la Sede Santa Rosa - distrito de San Juan de Lurigancho para tener un sistema de respaldo, así mismo se beneficia la Hidroeléctrica Sede Cerro Pulmón ya que con este sistema de respaldo podrá trabajar sin tener cortes de servicio y sin pérdidas de paquetes de datos.

La implementación del enlace de respaldo entre el distrito de Chosica – Sede Cerro Pulmón y el distrito de San Juan de Lurigancho - Sede Santa Rosa, a pesar de realizar algunos cambios como: la instalación de una antena de 1.8 m en la torre de comunicaciones, la instalación y configuración de la radio Aviat este proyecto de respaldo se justifica con los beneficios que proporcionara la Hidroeléctrica Sede Cerro Pulmón ya que no tendrá cortes ni pérdida de datos

en su comunicación, la central Hidroeléctrica notara el impacto ya que trabajara sin interrupciones ni problemas de comunicación.

1.3 DELIMITACION DEL PROBLEMA

1.3.1 Teórica:

Microondas

Las microondas son ondas electromagnéticas cuyas frecuencias van desde unos 300MHz hasta 300GHz o más. Por lo tanto, a causa de sus altas frecuencias tienen longitudes de onda relativamente cortas, de ahí el nombre “micro” ondas.

Un enlace vía microondas consiste en tres componentes fundamentales: el transmisor, el receptor y el canal aéreo. El transmisor es el responsable de modular una señal digital a la frecuencia utilizada para transmitir, el canal aéreo representa un camino abierto entre el transmisor y el receptor, y como es de esperarse el receptor es el encargado de capturar la señal transmitida y llevarla de nuevo a señal digital.

Importancia de los enlaces de microondas terrestres

Los enlaces punto a punto son un papel muy importante en las telecomunicaciones. Constituyen una manera de comunicar dos puntos a diferentes distancias; así los enlaces punto a punto se han convertido en un medio de comunicación muy efectivo en redes metropolitanas para interconectar puntos como bancos, mercados, tienda departamentales, radio bases celulares, etc., sobre distancias

moderadas y a través de obstáculos como autopistas, edificios, ríos, etc.

Radio enlace

Por enlace o radioenlace se entiende el tramo de transmisión directa entre dos estaciones adyacentes, ya sean terminales o repetidoras, de un sistema de microondas

El enlace comprende los equipos correspondientes de las dos estaciones, como así mismo las antenas y el trayecto de propagación entre ambas.

En general en los sistemas de microondas se requiere la operación dúplex, para esto cada banda de frecuencia se divide a la mitad, y la mitad inferior se llama banda baja y la banda superior se llama banda alta.

1.3.2 Espacial

El desarrollo del presente proyecto de investigación tiene por limitación espacial el Distrito de Chosica – Matucana – San Juan de Lurigancho.

1.3.3 Temporal

El presente proyecto de investigación se desarrolló en un periodo de 3 meses, el cual se dio inicio en Noviembre 2016 y se finalizó en Febrero 2017.

1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema General

¿Cómo implementar un enlace de respaldo microondas en el distrito de Chosica – Matucana Cerro Pulmón hacia el distrito San Juan de Lurigancho Sede - Santa Rosa?

1.4.2 Problema Específico

1. ¿Cómo ubicar en un lugar adecuado la antena de microondas?
2. ¿Cómo se podrá realizar el cableado de energía y la fibra óptica de Cerro Pulmón hacia Matucana?
3. ¿Cómo integrar los equipos microondas instalados a la red existente de la central hidroeléctrica?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Implementar un enlace de respaldo microondas entre el distrito de Chosica (Cerro Pulmón) y el distrito de San Juan de Lurigancho (Santa Rosa) para una empresa hidroeléctrica.

1.5.2 Objetivo Especifico

1. Ubicar en un lugar adecuado la antena de microondas.
2. Realizar el cableado de energía y la fibra óptica de Cerro Pulmón hacia Matucana
3. Integrar los equipos microondas instalados a la red de la empresa hidroeléctrica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Víctor Vinicio, Rosero Almeida, (2007). *Análisis de alternativa de optimización del sistema de comunicaciones petroproducción enlace distrito Quito – distrito Amazónico*. Escuela Politécnica Nacional. Perú. El autor de este trabajo llegó a las siguientes conclusiones:

El sistema alternativo de microondas provee el manejo de tráfico en las mismas condiciones en las que trabajaría la ruta en vigencia ya que utiliza el mismo tipo de equipo con capacidades y velocidades similares.

Las características del equipo microondas utilizado por la ruta diseñada permiten una correcta administración de la red, un debido control de volumen de información, monitoreo de los puntos de enlace y un mantenimiento en forma automática local y remota.

Las bandas de frecuencias utilizadas en los enlaces microondas están disponibles en las regiones consideradas dentro del diseño, lo que facilita la implementación del sistema de radio microondas redundante.

Ricardo Erick, Díaz Vargas, (2015). *Diseño de radioenlace microondas isla San Lorenzo – Campus PUCP para el proyecto Perú Magneto*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú .El autor de este trabajo llegó a las siguientes conclusiones:

El desarrollo de la tesis comprende una solución para que la estación PM-06 del proyecto “Perú-Magneto” posea un medio de comunicación adecuado, teniendo en cuenta la implicancia económica y la demanda de servicios que se observa en la zona. Como punto a favor, el sistema de microondas tiene un costo más reducido que los demás (fibra óptica, red celular y satelital).

Como se observó en el capítulo 3, la relación de los costos con la facilidad de la instalación y la demanda existente, hacen de este sistema el mejor.

Se logra demostrar que es posible lograr un enlace que satisface el requerimiento de transmisión de por lo menos 1,5 Mbps para el proyecto “Perú-Magneto” del instituto de Radioastronimía, con trayectoria entre la Isla San Lorenzo y el Campus de la Pontificia Universidad Católica, en la banda 5.8 GHz. Se obtuvo durante las pruebas una tasa de transmisión promedio de 2.235 Mbps.

Se tiene valores promedio SNR y de margen operativo del sistema que superan los parámetros de exigencia comunes. Se obtuvo un SNR de 34.24 dB, valor óptimo que permite gran estabilidad del enlace y una alta tasa de transmisión, muy cercano al valor por excelencia: superior a 40 dB. También se obtuvo un margen operativo del sistema de 19 dB, el cual es un valor muy cercano al recomendable, 20 dB, para un sistema de alta disponibilidad.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Luis Fernando, Solís Vilorio, (2015). *Diseño de un enlace de microondas para proveer servicios de telecomunicaciones a la Nueva Refinería de Tula*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. El autor de este trabajo llegó a las siguientes conclusiones:

La importancia de un enlace de microondas dedicado, se establece al ofrecer las ventajas de; fácil instalación y mantenimiento, no necesita adquirir derechos de vías a través de propiedades privadas, las señales de radio superan las irregularidades del terreno, además supera la falta de una infraestructura de telecomunicaciones en la trayectoria del enlace, cuenta con capacidad suficiente para la tasa de transmisión solicitada, y facilita su remoción sin provocar obras adicionales. Aunque es importante conocer y prevenir los fenómenos que afectan a programación de las ondas electromagnéticas como son; la reflexión, atenuación, difracción y desvanecimiento.

También se explica las características que debe cumplir el enlace para la frecuencia de operación de 15 GHz, que de acuerdo al cuadro nacional de atribución de frecuencias, se destaca la máxima potencia isotrópica posible (P.I.R.E. máxima de 45 dBW) y la máxima ganancia proporcionada por la antena (37 dBi), las cuales influyen en gran medida en la elección de equipo.

El análisis de potencia indicó que el radio HUAWEI cuenta con el mayor umbral de recepción garantizado el menor desgaste posible, además el precio de este radio se considera económico, al situarse por debajo al promedio de los radios. Estos dos factores hacen el radio HUAWEI la mejor elección con respecto a la relación eficiencia-costos. Otra característica destacable del radio es la posibilidad de incrementar la tasa de transmisión hasta 155 Mbps en caso de requerirse. Los componentes restantes que conforman al enlace se eligieron respecto al costo. Cabe recordar que todos los componentes del enlace cumplen con los requisitos técnicos indicados.

Flores Mercado Miguel Ángel, Hernández Pérez Marco Antonio. (2007). *Diseño de un enlace de microondas dedicado entre las radio bases de Acajete, Cuacnopala, esperanza y una central en Puebla*. Instituto Politécnico Nacional. México. El autor de este trabajo llegó a las siguientes conclusiones:

El diseño propuesto para nuestro enlace, ha sido realizado de forma eficiente, considerado los parámetros que se han calculado y localizado por medio de la visita a las zonas que constituyen la trayectoria del enlace de microondas dedicado; justificando las ubicaciones dentro de las cuales las poblaciones tanto las más importantes como otras aún más pequeñas entran dentro lo que será una infraestructura de telefonía celular.

La visita de las zonas a las que se les proporciona el enlace nos ha dejado en claro que es susceptible el haber realizado el estudio y el diseño de las estaciones radio base, que conforman la ruta norte desde Puebla hacia Esperanza.

Consideramos que las condiciones particulares de cada una de las comunidades es única e independiente a las que se tienen en las demás, lo que nos obligó a establecer una particularización del enlace en cada una de ellas; sin embargo, se tuvo que hacer uso de los conocimientos adquiridos en el fundamento teórico tanto de los capítulos anteriores así como de las dedicado entre la central de Puebla, con las entidades de Acajete, Cuacnopala y la Esperanza.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Terminal Eclipse

Los Terminales Eclipse pueden operar como enlaces individuales o formando redes en las que las IDU están conectadas una a otra a través de sus puertos de tributarios en sitios intermedios. La mayoría de los Terminales se puede combinar para operar como enlaces protegidos como podemos ver en la Figura 2 1. Los Terminales Eclipse son radios de un solo enlace, compuestos por una IDU y una ODU.



Figura 2 1: Terminal Eclipse

Fuente: <https://es.scribd.com/document/128398867/Aviat-Eclipse-Platform-Data-Sheet-ETSI>

Existen dos líneas de productos IDU, las IDU 300 y las IDU 100.

Existen cuatro opciones de ODU, tres para la IDU 300 y una para la IDU 100.

2.2.2 Unidades Interiores de la Serie 300

La IDU 300 está disponible en variantes para transportar tráfico PDH, SDH o Ethernet en las bandas de ETSI y ANSI.

Aplicación	Variante	Capacidades	Modulación
E1/DS1	IDU 300 8x	4x, 5x, 8xE1 o 4x, 8xDS1	QPSK a 32QAM
	IDU 300 20x	4x, 5x, 8x, 10x, 16x, 20xE1 o 4x, 8x, 16xDS1	QPSK a 128QAM
	IDU 300 20xV2	5x, 10x, 20x, 32x, 40xE1 o 4x, 8x, 16x, 28x, 32xDS1	QPSK a 128QAM
	IDUsp 4x	4xE1	QPSK
	IDUsp 16x	4x, 8x, 16xE1	QPSK
STM1/OC3	IDU 155o	STM1/OC3	16/64/128QAM
Ethernet	IDU ES	10/100Base-T a 200 Mbps con hasta 8 tributarios E1/DS1	QPSK a 256QAM

Tabla 2 1: Variantes de IDU 300

Fuente: <https://es.scribd.com/document/128398867/Aviat-Eclipse-Platform-Data-Sheet-ETSI>

Las opciones de ODU admiten operaciones en bandas de 5 a 38 GHz:

- De 5 a 23 GHz con ODU 300ep.
- De 7 a 38 GHz con ODU 300hp u ODU 300sp

2.2.3. Descripción de la IDU serie 300

- **IDU 300 20x e IDU 300 8x**

La IDU 300 8x admite capacidades de 4x, 5x, 8xE1 o bien 4x, 8xDS1 con opciones de modulación desde QPSK hasta 32 QAM, dependiendo del ancho de banda y capacidad seleccionados.

La IDU 300 20x admite capacidades de hasta 20xE1 o 16xDS1 con opciones de modulación desde QPSK hasta 128 QAM como podemos ver en la imagen Figura 2. 2, dependiendo del ancho de banda y capacidad seleccionadas.



Figura 2. 2: IDU 300 20x

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipsecarrier-ethernet-microwave-platform/>

Los tributarios se conectan a puertos con conectores RJ-45 individuales y poseen una configuración de software para operación con E1 o DS1.

Se incluyen las opciones de datos auxiliares sincrónicos o asincrónicos y de alarmas de entrada/salida (I/O).

Ambas IDU pueden combinarse para admitir operación en hot standby 1+1. Los cables "Y" se utilizan para proporcionar conexiones tributarias Tx y Rx a un único punto. La conmutación en Tx y Rx produce errores (not hitless).

- **IDU300 20xV2**

. Las características incluyen:

- Capacidades de hasta 20xE1 / 16xDS1 para un enlace único sin protección.
- Capacidades de hasta 20xE1 o 16xDS1 para operación hot standby o de diversidad de espacio.
- Capacidades de hasta 40xE1 o 32xDS1 para operación hot standby.
- Las IDU se combinan para operación protegida y de diversidad.
- Para capacidades de hasta 20xE1 / 16xDS1, se aplican los criterios normales de protección de equipos IDU y trayectos, utilizando cables “Y” en los tributarios.
- Para capacidades superiores, el tráfico de la IDU en espera (standby) se enruta a la IDU en línea para admitir una terminación de tributarios hasta 40xE1 o 32xDS1. En esta configuración la protección de alimentación (PSU) y de tributarios no es soportada, sin embargo se conservan las funciones de protección de trayecto y RAC/ODU.

- La conmutación en Tx produce errores (not hitless).
- La conmutación en Rx (selección) no produce errores en las capacidades hasta 20xE1 /16xDS1. Genera errores (not hitless) cuando está configurada para operar a 40xE1 / 32xDS1.

La IDU 300 20xV2 admite 20 tributarios con conectores individuales RJ-45 para operación en E1 o DS1, opciones de modulación hasta 128 QAM como podemos ver en la Figura 2. 3, y capacidades en el aire hasta 40xE1 o 32xDS1



Figura 2. 3 IDU 300 20xV2

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

La capacidad de la IDU 300 20xV2 es licenciada. La configuración base admite 20xE1/16xDS1, con capacidades de hasta 40xE1 o 32xDS1 que se obtienen al solicitar actualizaciones de capacidad adicional al momento de la solicitud o como licencias de software descargables en campo. Consulte Licencia de la IDU 300 20xV2 en página 4-5 del Volumen IV.

Se incluyen las opciones de datos auxiliares sincrónicos o asincrónicos y de alarmas de entrada/salida (I/O).

- **IDU 155o**

La IDU 155o como podemos ver en la Figura 2. 5 admite un único tributario de 155 Mbps STM1/OC3 a través de conectores ópticos SC. Las opciones de modulación son 16, 64 o 128 QAM.



Figura 2. 5: IDU 155^o

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

Las IDUs se combinan para admitir operaciones en hot standby o de diversidad espaciada espacio. Los cables ópticos en “Y” proporcionan una única interfaz Tx y Rx.

- La conmutación en Tx genera errores (not hitless).
- La conmutación en Rx (selección) no genera errores (hitless).

Se incluyen las opciones de datos auxiliares sincrónicos o asincrónicos y de alarmas de entrada/salida (I/O).

- **IDU ES**

La IDU ES soporta Fast Ethernet hasta 200 Mbps para proporcionar una alternativa simple y rentable al uso de fibra. Su switch de capa 2 admite cuatro puertos 10/100base-T de cliente, dos canales de

Requiere ODU 300ep, ODU 300hp u ODU 300sp.

La IDU ES, también puede enlazarse con un Nodo Eclipse compuesto por la INU, la DAC ES y la ODU 300. Cuando se necesitan canales E1/DS1 se incluye una DAC 4x o una DAC 16x. De igual manera, se incluye una placa AUX cuando se necesitan los servicios de los canales auxiliares.

2.2.4. Unidades Interiores Serie 100

La IDU serie 100 está disponible en tres modelos. Todas utilizan la ODU 100 para operación QPSK sólo en bandas ETSI de 7 a 38 GHz.

- La IDU 8x admite 4x u 8xE1
- La IDU 16x admite 4x, 8x, o 16xE1
- La IDU 20x admite 4x, 5x, 8x, 10x, 16x o 20xE1 (requiere la ODU 100v2)

La IDU 8x y la IDU 16x sólo admiten operación 1+0. Los terminales IDU 20x pueden combinarse para operaciones en hot standby 1+1; la conmutación de protección en Tx y Rx genera errores (not hitless).

Se incluyen las opciones de datos auxiliares sincrónicos o asincrónicos y de alarmas de entrada/salida (I/O).

Se proporcionan las conexiones tributarias en conectores RJ-45 individuales como se puede ver en la Figura 2. 7.



Figura 2. 7: IDU 16x e IDU 20x

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

2.2.5. Nodo Eclipse

El Nodo Eclipse reemplaza el terminal tradicional o el enfoque a redes en base a enlaces únicos con una solución nodal. Una plataforma Eclipse admite directamente hasta seis enlaces como se puede ver en la Figura 2. 8, en bandas de frecuencia de 5 a 38 GHz.

Los trayectos de radio y las interfaces de cliente se adaptan con tarjetas plug-in, con interconexión de tráfico y servicios a través de un bus del backplane (placa posterior).



Figura 2. 8: Nodo Eclipse: INU con tres ODUs

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

El Nodo es configurable por software para capacidades de enlace de 4 a 100xE1, o de 4 a 127xDS1, que en la mayoría de las aplicaciones reemplaza la necesidad de migrar a SDH.

Otras opciones de tráfico incluyen:

- Velocidades de datos E3 y DS3 con máximos de 4xE3 o 4xDS3 respectivamente.
- 1xSTM1/OC3 o 2xSTM1/OC3.
- Fast Ethernet, con o sin tráfico TDM asociado.
- Gigabit Ethernet, con o sin tráfico TDM asociado y con capacidades hasta 300 Mbps en un nodo. Dos nodos pueden combinarse para admitir una interfaz del usuario a 600 Mbps o tres para 900 Mbps.

Las opciones de enlaces incluyen:

- Hot-standby, diversidad de espacio, diversidad de frecuencia o protección enanillo.
- Opciones de protección dual de:
 - Diversidad de frecuencia en enlaces hot standby
 - Diversidad de frecuencia en enlaces de diversidad de espacio
- Operación co-canal con polarización doble XPIC (Cross Polarized Interference Canceller: Cancelación de Interferencias de Polarización Cruzada).

2.2.6. UNIDADES INTERIORES DE NODO

Hay dos unidades interiores, la INU y la INUe (INU extendida). La INU es un chasis de 1 RU (Rack Unit: Unidad de Rack), la INUe es de 2 RU. Las tarjetas plug-in obligatorias son la NCC (Node Control Card: Tarjeta de Control de Nodo) y la FAN (Fan Card: Tarjeta Ventilador). Las tarjetas plug-ins opcionales son las RAC (Radio Access Card: Tarjeta de Acceso de Radio), las DAC (Digital Access Card: Tarjeta de Acceso Digital), AUX (Auxiliar) y NPC (Node Protection Card: Tarjeta de Protección de Nodo)

2.2.6.1 INU (Unidades Interiores)

La INU requiere una NCC y una FAN, y puede alojar hasta cuatro plug-ins opcionales. Admite un máximo de hasta tres ODUs para tres enlaces no protegidos o un enlace con protección o diversidad, y un enlace no protegido.

Cada ODU es soportada por una RAC a través de un cable coaxial individual.

Podemos ver la INU (Unidades interiores) de una IDU que viene hacer la radio indoor como se muestra en la Figura 2. 9



Figura 2. 9: Unidad Interior (INU)

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

2.2.6.2 INUe (Unidades Interiores Extendido)

La INUe requiere una NCC y dos FAN, que pueden suministrarse en tarjetas FAN individuales o en una tarjeta FAN doble. La INUe puede alojar hasta diez tarjetas opcionales y admite un máximo de seis ODUs para seis enlaces sin protección o hasta tres enlaces con protección o diversidad.

La INUe es una herramienta que puede alojar varias ODUs como se puede ver en la Figura 2.10, también requiere de tarjetas NCC y FAN para su funcionamiento.



Figura 2. 10: Unidad Interior Expandible (INUe)

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

2.2.6.3 Tarjetas Plug-in de Nodo

Esta sección destaca las tarjetas plug-in para una INU/INUe. Para obtener más información sobre las tarjetas plug-in, consulte Capítulo 3 .

- **NCC (Tarjeta Controladora de Nodo)**

La NCC es un plug-in obligatorio para una INU/INUe. Realiza la administración de nodo y funciones de control clave y proporciona corriente continua desde la entrada de -48 voltios de cc como se puede ver en la Figura 2. 11. También incorpora una tarjeta flash, que contiene los datos de licencia y configuración del Nodo.



Figura 2. 11: Tarjeta Controlador de Nodo (NCC)

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

- **FAN (Tarjeta de Ventilación)**

El módulo FAN es una tarjeta plug-in obligatoria, que tiene dos variantes, 1RU y 2RU como se puede ver en la Figura 2. 12. Cada una está equipada con dos ventiladores axiales de larga duración más circuitos de control y monitoreo.

- Una FAN de 1RU se coloca en una INU, dos en una INUe.

- Una FAN de 2RU se coloca en la nueva INUe que se introdujo en abril de 2007.

La nueva INU también aceptará dos FANs de 1RU.



Figura 2. 12: Tarjeta de Ventilación (FAN)

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

- **RAC (Tarjeta de Acceso a Radio)**

La RAC se conecta a través de interfaz a una ODU 300 para canales de anchos de banda de hasta 28 MHz (ETSI) o 30 MHz (ANSI) para capacidades de:

- 5x a 75xE1
- 4x a 100xDS1
- 1x a 4xE3
- 1x o 3xDS3
- 1xSTM1/OC3

Las tarjetas RACs proporcionan la conversión del tráfico TDM y Ethernet, para la interconexión entre el nodo y la ODU como se puede ver en la Figura 2. 13. Las funciones incluyen la modulación / demodulación, FEC, ecualización adaptativa, conversión IF, bucle IF y conmutación automática para configuraciones de protección 1+1, diversidad y anillo. RAC 60, RAC 6X, RAC 3X, RAC 30A, RAC 4o, RAC 4X



Figura 2. 13: Tarjeta de Acceso Rápido (RAC)

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

- **DAC GE (Tarjeta de Acceso de Datos)**

La DAC GE admite tres puertos eléctricos 10/100/1000Base-T de baja latencia y un puerto óptico de 1000Base-LX como se puede ver en la Figura 2 14, sobre uno o dos canales de transporte. Sus prestaciones incluyen:

- Configuración QoS avanzada.
- Modos de operación transparente, VLAN y combinado.
- RSTP de conmutación rápida y mejorada.
- Agregación de enlaces de capas 1 y 2.
- Etiquetado VLAN.

- Tasas de transferencia de hasta 300 Mbps por canal de transporte.
- Asignación a enlaces de radio o de fibra.
- Asignación de capacidad total de enlace a Ethernet o dividida entre tráfico Ethernet y E1/DS1.
- Compatibilidad con DAC ES.



Figura 2 14: Tarjeta de Acceso de Datos (DAC GE)
 Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

- **NPC (Tarjeta Protección de Nodo)**

La tarjeta NPC proporciona redundancia para las funciones de administración de bus TDM y suministro de energía de la NCC como se puede ver en la figura 2 15.



Figura 2 15: Tarjeta Protección de Nodo (NPC)

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

2.2.7. UNIDADES EXTERIORES

2.2.7.1. LAS ODUS ECLIPSE

Hay cuatro ODUs mecánicamente similares. Son específicas de la banda y se suministran con diplexores para trabajar con transmisión en banda alta o banda baja.

- Las ODUs para 6 a 38 GHz están diseñadas para un montaje de antena directo, pero pueden montarse en forma remota.
- La ODU 300ep de 5 GHz requiere un montaje remoto y se entrega con un kit de instalación de montaje remoto.

2.2.7.2. El Montaje y la Estructura de las ODUs

Los chasis son similares para la ODU 300 y la ODU 100. La estructura está compuesta de:

- Base de aluminio fundido (aleación 380)
- Cubierta de aluminio prensado (lámina de aluminio 1050)
- Base y cubierta pasiva y luego recubierta con polvo de poliéster
- Sello de compresión para impermeabilizar la base y la cubierta
- Manija

Podemos ver en la figura 2. 16 la estructura de la ODU, es la unidad radio en sí. Bien definido por la frecuencia de sincronización y la subbanda de trabajo dentro de dicha frecuencia.



Figura 2. 16: Chasis ODU 300ep de Eclipse

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

• ODU 300

Hay tres variantes de ODU 300, ODU 300ep, ODU 300hp y ODU 300sp.

Los anchos de banda cubren el rango entre 3,5 y 56 MHz, lo cual dependerá de la ODU, del plan de banda y de la opción de capacidad/modulación seleccionada.

Dentro de sus limitaciones de banda la ODU 300ep y la ODU 300hp son compatibles en el enlace. La ODU 300sp sólo es compatible en el enlace con otra ODU 300sp.

La ODU 300ep soporta:

- De 5 a 23 GHz
- Transceptor de alta potencia extendida
- De 4x a 106x E1 o de 4x a 127x DS1
- De 1x a 4x E3 o de 1x a 4x DS3
- 1/2xSTM1/OC3
- Ethernet hasta 300 Mbps
- Modulación QPSK a 256QAM
- RAC 30, RAC 40, RAC 3X, RAC 4X, IDU serie 300 excepto IDUsp

La ODU 300hp soporta:

- De 7 a 38 GHz
- Transceptor de alta potencia
- De 4x a 106x E1 o de 4x a 127x DS1
- De 1x a 4x E3 o de 1x a 4x DS3
- 1/2xSTM1/OC3
- Ethernet hasta 300 Mbps
- Modulación de QPSK a 256QAM
- RAC 30, RAC 40, RAC 3X, RAC 4X, IDU serie 300

La ODU 300sp soporta:

- De 7 a 38 GHz
- Transceptor de potencia estándar

- De 4x a 40x E1 o de 4x a 32xDS1
- Ethernet hasta 80 Mbps
- Modulación QPSK o 16 QAM
- RAC 30, IDU serie 300 excepto la IDU 155o

2.2.7.3. Instalación de la Antena

Las antenas deben instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

- Para el montaje directo de las ODUs la antena incluye un herraje con rotador de polaridad incorporado. Dependiendo de la banda de frecuencia, estas antenas están disponibles en diámetros de hasta 1,8 m (6 pies).
- Cuando vayan a utilizarse antenas estándar, la ODU debe instalarse en un montaje remoto y se debe utilizar una guía de onda flexible para conectar la antena.

Antes de ir al sitio, verifique poseer las herramientas de instalación requeridas que recomienda el fabricante de la antena y tener los

datos necesarios para ubicar la antena en la torre y para configurar su polarización y su orientación inicial.

- En el caso de ODUs de montaje directo, la polarización se determina mediante la configuración del rotador de polarización.
- Para las antenas estándar, la polarización se determina mediante la orientación de la antena.

2.2.7.4. Antena Microonda

Se describe como microondas a aquellas ondas electromagnéticas cuyas frecuencias van desde los 500 MHz hasta los 300 GHz o aún más. Por consiguiente, las señales de microondas, a causa de sus altas frecuencias, tienen longitudes de onda relativamente pequeñas, de ahí el nombre de “micro” ondas. Así por ejemplo la longitud de onda de una señal de microondas de 100 GHz es de 0.3 cm., mientras que la señal de 100 MHz, como las de banda comercial de FM, tiene una longitud de 3 metros. Las longitudes de las frecuencias de microondas van de 1 a 60 cm., un poco mayores a la energía infrarroja.

Se usa el espacio aéreo como medio físico de transmisión. La información se transmite en forma digital a través de ondas de radio de muy corta longitud (unos pocos centímetros).

Pueden direccionarse múltiples canales a múltiples estaciones dentro de un enlace dado, o pueden establecer enlaces punto a punto. Las estaciones consisten en una antena tipo plato y de circuitos que interconectan la antena con la terminal del usuario como se puede ver en la figura 2. 17.

Para nuestro enlace microondas se utilizó antenas parabólicas con la siguiente característica:

- Tipo: VHLP2, VHLP4, VHLP6
- Modelo : VHLP2-7W – SE1A, VHLP-7W – SE1D, VHLP6-7W – SE1B
- Marca : Andrew
- Diámetro de antena: 0.6 metros, 1.2 metros, 1.8 metros.
- Ganancia de antena: 31.8 dBi, 37.7 dBi.



Figura 2 17: Antena Andrew de 1.8m
Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

La torre de comunicaciones se puede ver en la figura 2. 18 donde ira montado la antena con su ODU y su cableado hasta la sala de comunicaciones donde se encuentra la radio (IDU).

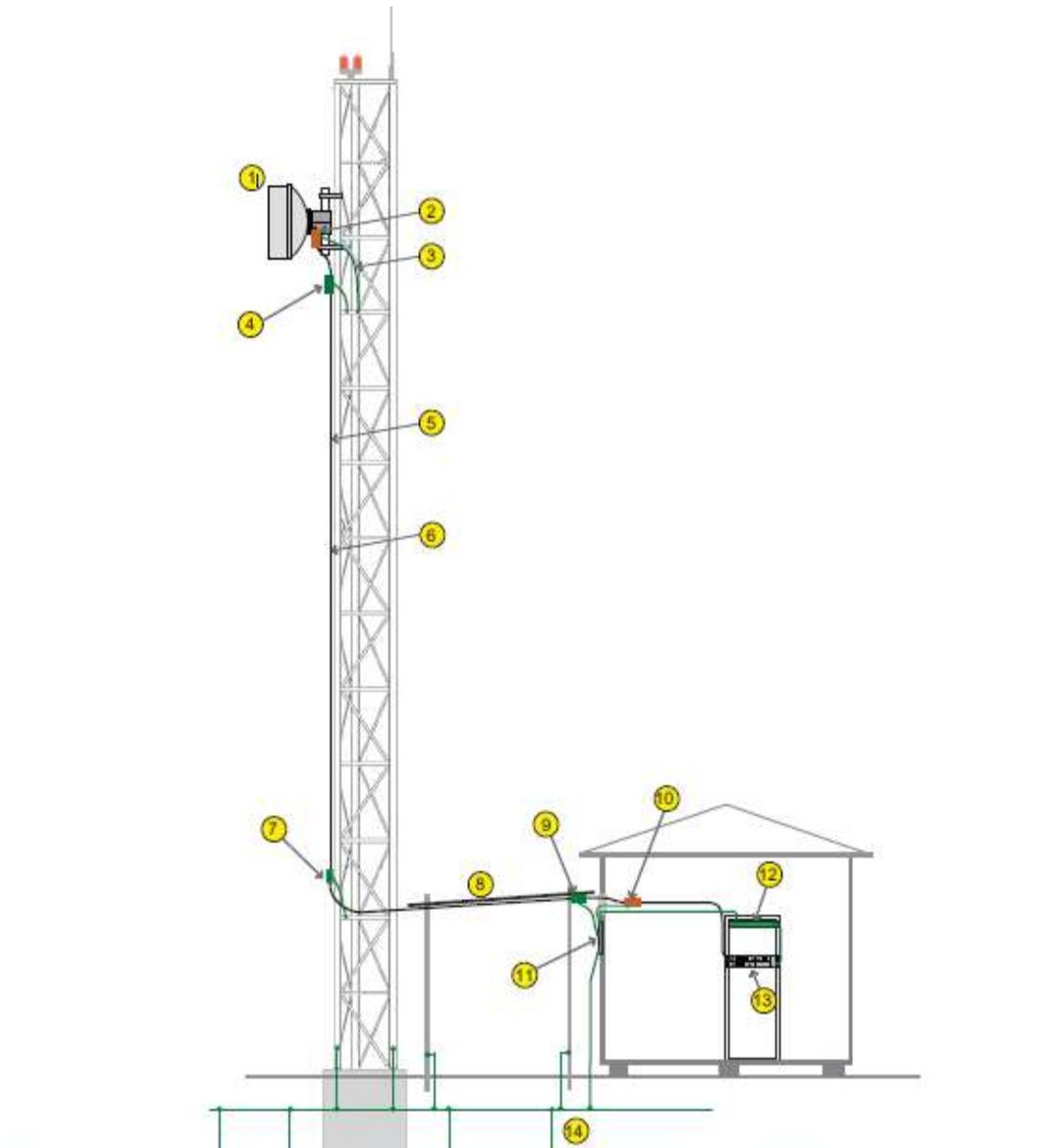


Figura 2 18: Ubicación de la antena y la radio Aviat
Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

En la tabla 2. 2, podemos ver la descripción de cada punto señalado en la figura en la figura 2. 18. La instalación en la torre de comunicaciones es de acuerdo al enlace que pide el cliente en este caso es un enlace microondas (MW).

Elem.	Descripción
1	ODU y antena
2	Protector contra descargas atmosféricas
3	Cables de puesta a tierra y protector de la ODU
4	Puesta a tierra del cable
58	El cable de la ODU debe tener sujetacables negros como soporte (resistente a rayos UV) en intervalos no mayores a 1 m (3 pies). El cable de la ODU no debe tenderse de manera adyacente a los cables de puesta a tierra ni a los cables eléctricos de la torre.
6	Si la altura del cable de la torre excede los 50 m (165 pies), instale cables adicionales de puesta a tierra en intervalos no mayores a 23 m (80 pies).
7	Puesta a tierra del cable
8	Portacable
9	Puesta a tierra del cable
10	Protector contra descargas atmosféricas
11	Master ground bar (barra principal de puesta a tierra)
12	Barra de puesta a tierra del rack
13	INU/INUe/IDU
14	Radiales/rejilla de puesta a tierra del sitio

Tabla 2 2: Partes de una instalación

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Radio Enlace

Se denomina radio enlace a cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas. Además si los terminales son fijos, el servicio se lo denomina como tal y si algún terminal es móvil, se lo denomina dentro de los servicios de esas características.

Se puede definir al radio enlace del servicio fijo, como sistemas de comunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinadas. Típicamente estos enlaces se explotan entre los 800 MHz y 42 GHz.

El radio enlaces, establecen un concepto de comunicación del tipo dúplex, de donde se deben transmitir dos portadoras moduladas: una para la Transmisión y otra para la recepción. Al par de frecuencia asignada para la transmisión y recepción de las señales, se lo denomina radio canal.

Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles, es decir, puntos altos de la topografía.

Cualquiera que sea la magnitud del sistema de microondas, para un correcto funcionamiento es necesario que los recorridos entre enlaces

tengan una altura libre adecuada para la propagación en toda época del año, tomando en cuenta las variaciones de las condiciones atmosféricas de la región.

Para poder calcular las alturas libres debe conocerse la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto.

2.3.2 Definiciones

- **IDU**

Indoor Unit – El indoor unit es el equipo que se encarga de hacer la modulación, tiene partes de amplificación y enlaces en diferentes interfaz.

- **ODU**

Se denomina ODU al elemento del radioenlace que recibe o transmite a través de ondas radioeléctricas. La ODU que se utiliza varía en función de la frecuencia que tenga el radioenlace. Hay que tener en cuenta que las ODUs de los dos extremos de un radioenlace tienen que tener una orientación correcta y una diferencia de campo no superior a 5 dBm para no tener problemas de calidad.

- **Antena**

El elemento que determinará la forma en la que se llevará a cabo la radiación de la potencia. Fundamental en la fase de diseño ya que el

alcance, capacidad y disponibilidad del enlace dependen directamente de la correcta elección de la misma.

- **Cable rg-8**

Es un cable utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia que posee dos conductores concéntricos, uno central, llamado vivo, encargado de llevar la información, y uno exterior, de aspecto tubular, llamado malla, blindaje o trenza, que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes.

Entre ambos se encuentra una capa aislante llamada dieléctrico, de cuyas características dependerá principalmente la calidad del cable. Todo el conjunto suele estar protegido por una cubierta aislante, también denominada chaqueta exterior.

El conductor central puede estar constituido por un alambre sólido o por varios hilos retorcidos de cobre; mientras que el exterior puede ser una malla trenzada, una lámina enrollada o un tubo corrugado de cobre o aluminio. En este último caso resultará un cable semirrígido.

Tiene una impedancia de 50Ω y en la designación comercial es del tipo LMR-400 soportando una distancia de hasta 300 metros.

2.3.3. Conceptos de diseño

Los radio enlaces de microondas se realizan sólo si existe una vista del receptor (LOS, Line Of Sight), proveen conectividad de una manera sencilla y práctica entre dos o más sitios. La línea de visión (LOS) implica que la antena en un extremo del radio enlace debe poder “ver” la antena del otro extremo.

El diseño de un radio enlace de microondas LOS involucra cuatro pasos básicos:

- Elección del sitio de instalación.
- Relevamiento del perfil del terreno y cálculo de la altura del mástil para la antena.
- Cálculo completo del radio enlace, estudio de la trayectoria del mismo y los efectos a los que se encuentra expuesto.
- Prueba posterior a la instalación del radio enlace, y su posterior puesta en servicio con tráfico real.

2.3.4. Zona de fresnel

La zona de fresnel se le llama al volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética y un receptor.

Las zonas de Fresnel son los espacios o volúmenes ocupados por una onda según su parámetro de fase como podemos ver en la figura 2. 18. La 1era zona es la más importante, pues concentra el 50% de la potencia de disparo. Como ingenieros debemos diseñar una zona despejada al menos en un 80%.

La señal se transmite en forma de elipse, y en muchos casos en la trayectoria presenta obstáculos que interfiere la conexión de los dos puntos, para ello lo recomendable es que la obstrucción no supere el 20% como máximo 40% de todo el elipsoide.

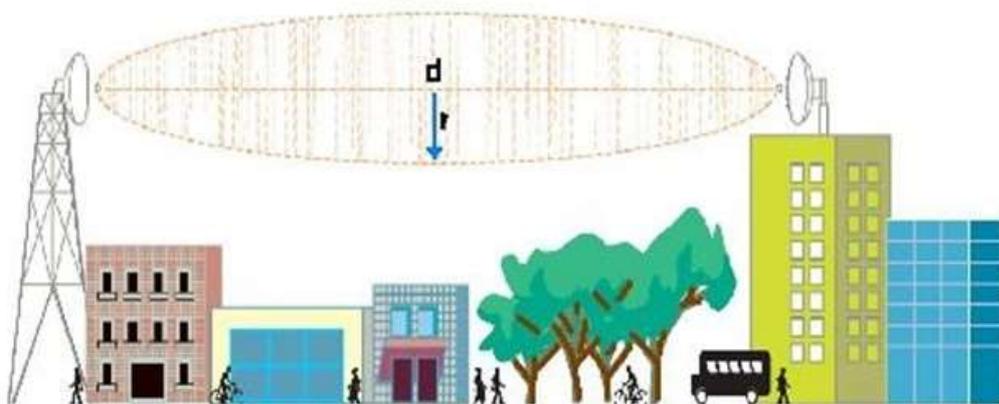


Figura 2 19: Zona de Fresnel

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

La radio elipsoide en el medio se calcula de la siguiente forma como se puede ver en la formula 1.1:

$$r = 17,32 * \sqrt{((d1 * d2) / (d * f))}$$

d1 = distancia al obstáculo desde el transmisor [km]

d2 = distancia al obstáculo desde el receptor [km]

d = distancia entre el transmisor y receptor [km]

f = frecuencia [GHz]

r = radio [m]

Lo ideal es que la primera zona de Fresnel no esté obstruida. Pero normalmente es suficiente despejar el 60% del radio de la primera zona de Fresnel para tener un enlace satisfactorio.

2.3.5. Polarización de la antena

La polarización de una antena no es más que la orientación del campo eléctrico que se irradia de ella, entre los tipos de polarización tenemos la polarización lineal que puede ser vertical y horizontal.

Si la componente de campo eléctrico de la onda es perpendicular a la Tierra, la onda está polarizada de modo vertical, entonces se dice que una antena ubicada verticalmente produce polarización vertical.

Pero si una onda está horizontalmente polarizada, el campo eléctrico es paralelo a la Tierra, eso significa que la antena está ubicada horizontalmente, produciendo una polarización horizontal.

Normalmente en los sistemas radioeléctricos de comunicación es muy importante que las antenas transmisora y receptora tengan la misma polarización de la onda para una óptima recepción en donde las antenas de transmisión y recepción están ubicadas de tal forma que produzcan la misma polarización ya sea esta polarización horizontal o polarización vertical.

2.3.6. Ancho de banda de antena

El ancho de banda de una antena se define como el intervalo de frecuencias dentro del cual el funcionamiento de la antena es "satisfactorio". Matemáticamente se define como la diferencia entre las frecuencias de media potencia (diferencia entre las frecuencias máxima y mínima de operación respectivamente).

El ancho de banda de una antena parabólica indica la banda de frecuencias para las que está diseñada la antena. Por ejemplo, una antena con un ancho de banda de 10,9 GHz a 12,8 GHz está diseñada para captar todas las frecuencias comprendidas entre los dos límites citados, lo que implica que tiene un ancho de banda de 1,9 GHz a partir de 10,9 GHz.

2.3.7. Perdida por desvanecimiento

Se considera una pérdida adicional que se debe tomar en cuenta en las ya consideradas pérdida de transmisión, en el margen de desvanecimiento se están considerando las pérdidas intermitentes en la intensidad de la señal provocadas por perturbaciones meteorológicas, como las lluvia, nieve, y por la superficie irregular de la tierra que afecta la propagación de las ondas electromagnéticas

$$L_d(\text{db}) = 30\log(d) + 10\log(6A * B * F) - 10\log(1 - R) - 70, \quad F(\text{GHz}), D(\text{km})$$

Donde:

F_m = Margen de desvanecimiento

$1-R = 0.00001$ (Objetivo de confiabilidad del enlace)

D = Distancia del transmisor al objetivo (Km)

A = Factor de rugosidad:

- 4 si el terreno es plano o agua
- 1 para un terreno promedio
- 0.25 para un terreno rugoso

B = Factor climático

- 0.5 zonas calientes rugoso
- Zona intermedia
- 0.125 para áreas montañosas o muy secas

F = Frecuencia (GHz)

2.3.8. Ganancia de antena

La ganancia de una antena parabólica indica la cantidad de señal captada que se concentra en el alimentador, depende del diámetro del plato, de la exactitud geométrica del reflector y de la frecuencia de operación, si el diámetro aumenta, la ganancia también, porque se concentra mayor energía en el foco.

La ganancia del reflector se expresa en dB y se la define con respecto a una antena isotrópica (antena de longitud λ omnidireccional que se considera de ganancia unitaria); es decir, en relación a una antena que

reciba exactamente lo mismo en todas direcciones como podemos ver en la fórmula 1. 2.

$$G = n \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2$$

Donde:

- G = ganancia de potencia (no en dB)
- n = eficiencia global
- D = diámetro del plato
- λ = longitud de onda de espacio libre

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LA HERRAMIENTA

3.1 DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN

Este proyecto es solamente de implementación de un enlace Punto a Punto(PTP) mas no de diseño.

El desarrollo de la implementación del enlace de respaldo con la tecnología microondas (mw) se da en la sede C° Pulmón. La instalación de la antena en la torre de comunicaciones se da junto con la instalación de la ODU mediante un soporte anclado a la torre de comunicación, se procede al aterrizar los equipos de comunicación y se hace el cableado hasta la sala de comunicaciones donde está instalado la radio IDU.

La selección de los equipos Visat se basó fundamentalmente en las relaciones comerciales de la empresa que viene teniendo con la marca durante varios años con lo que dicha empresa ha demostrado siempre tener una respuesta de atención al cliente. Así como también la confiabilidad de los mismos equipos ha demostrado en ser los más idóneos para el proyecto.

3.1.1 Instalación de la Antena

Las antenas deben instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

- Para el montaje directo de las ODUs la antena incluye un herraje con rotador de polaridad incorporado. Dependiendo de la banda de frecuencia, estas antenas están disponibles en diámetros de hasta 1,8 m (6 pies).
- Cuando vayan a utilizarse antenas estándar, la ODU debe instalarse en un montaje remoto y se debe utilizar una guía de onda flexible para conectar la antena.

Antes de ir al sitio, verifique poseer las herramientas de instalación requeridas que recomienda el fabricante de la antena y tener los datos necesarios para ubicar la antena en la torre y para configurar su polarización y su orientación inicial.

- En el caso de ODUs de montaje directo, la polarización se determina mediante la configuración del rotador de polarización.
- Para las antenas estándar, la polarización se determina mediante la orientación de la antena.

Requerimiento del equipo

Los equipos utilizados para el enlace microondas fueron de la marca Aviat ya que el cliente viene utilizando la marca Aviat en todas sus estaciones de control, así mismo mostrando sus optimos resultados al enlace de Sta. Rosa a Cerro Pulmon. Como vemos en la figura 3. 1.

Diam. Antena (m)	1.80	1.80
RX signal (dBm)	-47.17	-47.17
Margen Fading (dB)	27.58	27.58
Mod. 64QAM y BW 28MHz	132.00	132.00

Figura 3. 1: Requerimiento del Equipo
Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Instalación de la placa adaptadora para la antena XP4

Se encuentra disponible una placa adaptadora¹ que permite convertir una antena XP4 a Eclipse, y así poder actualizar un enlace existente XP4 para operaciones Eclipse utilizando las antenas existentes como podemos ver en la figura 3. 1 y la figura 3. 2.

- Las antenas XP4 se suministran con un alimentador de guía de onda de entrada circular y ganchos de montaje (spring-clips) para sujetar la ODU XP4.
- La polarización de señal, V u H, para la instalación de XP4 se configura con la alineación de la ODU con su antena (la ODU se rota para V u H).
- La placa adaptadora ODU de Eclipse se sujeta a una antena XP4 de la misma manera que una ODU XP4, para proporcionar una conexión de montaje estándar para una ODU Eclipse.
- Cuando se va a conservar la polarización del enlace XP4 existente, la placa adaptadora de Eclipse se coloca para presentar la misma polarización para la ODU Eclipse.
- La placa adaptadora sólo debe utilizarse para soportar una ODU Eclipse, no debe utilizarse para soportar un acoplador ODU Eclipse (un acoplador con dos ODU).
- Cuando se requiere una operación protegida Eclipse con antena única en una antena XP4, utilice una instalación de acoplador de montaje remoto Eclipse. La placa adaptadora se instala en la antena XP4 y se utiliza una guía de onda flexible para conectar la placa adaptadora al acoplador.

- Las placas adaptadoras están disponibles para bandas de frecuencia de 7, 13, 15, 18 y 23 GHz:

La placa adaptadora funciona junto con el soporte de antena que va instalada en la torre de comunicaciones y con la ODU como podemos ver en la figura 3. 2 y figura 3. 3.



Figura 3. 2: Placa adaptadora para la antena XP4

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>



Figura 3. 3: Placa adaptadora colocada en la antena XP4

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

3.1.3 Procedimiento de Instalación

Este procedimiento describe la instalación de la placa adaptadora. Para instalar la ODU Eclipse en la placa adaptadora.

1.- Antes de quitar la ODU XP4, tome nota de la polarización utilizada. Esta se indica en la cara de la ODU; las flechas verticales indican polarización vertical y las horizontales, polarización horizontal.

2.- Quite la ODU XP4 y verifique que el alimentador de la antena esté limpio, sin corrosión y que los ganchos resorte de sujeción estén funcionando correctamente.

3.- Verifique que el aro de junta (O-ring) de caucho de la placa adaptadora

Eclipse esté ubicado correctamente en su ranura y aplique una fina capa de grasa siliconada alrededor del mismo.

4.- Conecte cuidadosamente la placa adaptadora a la antena de manera que la polarización presentada por la ODU Eclipse sea la misma que la utilizada para la instalación del XP4.

- Cuando la polarización del enlace también vaya a cambiarse, se deberá cambiar la polarización de la placa adaptadora. La polarización de la señal se configura con la orientación de la placa adaptadora; el alimentador vertical de la antena no se ajusta para cambiar la polaridad.

5.- Verifique que los ganchos de sujeción estén bien colocados y que la placa adaptadora esté firme en su montaje de antena.

3.1.4 Instalación de la ODU

Todas las ODUs, excepto la ODU 300ep de 5GHz, están diseñadas para montaje directo al herraje suministrado con las antenas de instalación directa.

- La ODU 300 (300ep) de 5 GHz posee un conector DIN hembra de 7/16" como su puerto de antena y se instala con antenas estándar utilizando un kit de montaje remoto con coaxial.
- Todas las otras ODUs también pueden instalarse con antenas estándar utilizando un kit de montaje remoto con guía de onda flexible.

Para la operación protegida con antena única se encuentra disponible un acoplador para permitir el montaje directo de las dos ODUs a su antena. El acoplador puede montarse también en forma remota, con una guía de onda flexible que conecte el acoplador a su antena.

3.1.5 Descripción general

La ODU se conecta al herraje de montaje utilizando cuatro pernos con tuercas cautivas de 19 mm (3/4").

La ODU se monta directamente a su montaje de antena, como se muestra en figura 3. 4 y la figura 3. 5.



Figura 3. 4: ODU montada al herraje de montaje Andrew

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

Muestra el herraje de montaje de la ODU, el soporte y el rotador de polarización para una antena Andrew. La orientación de la ranura de la guía de onda indica la polarización vertical.

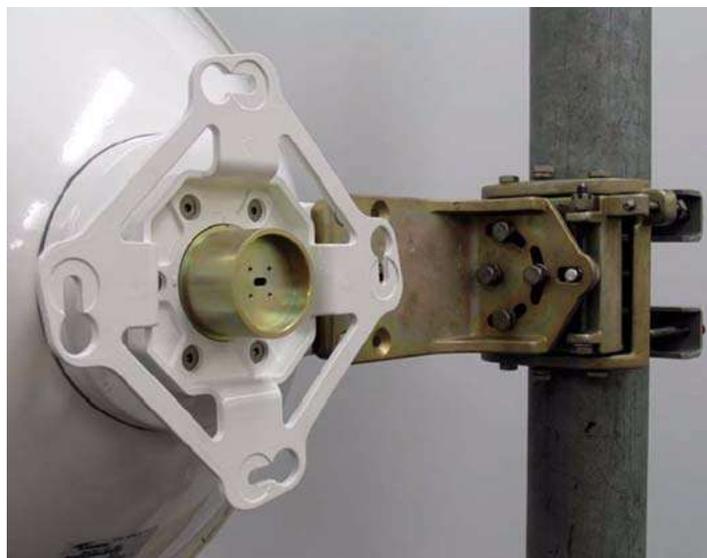


Figura 3. 5: Herraje de montaje de la ODU y soporte Andrew

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

3.1.6 Diagrama de Gantt

A continuación se muestra, a través de un diagrama de Gantt, las tareas que se realizaron con sus respectivos periodos de tiempo, así como se muestra en la figura 3. 6.

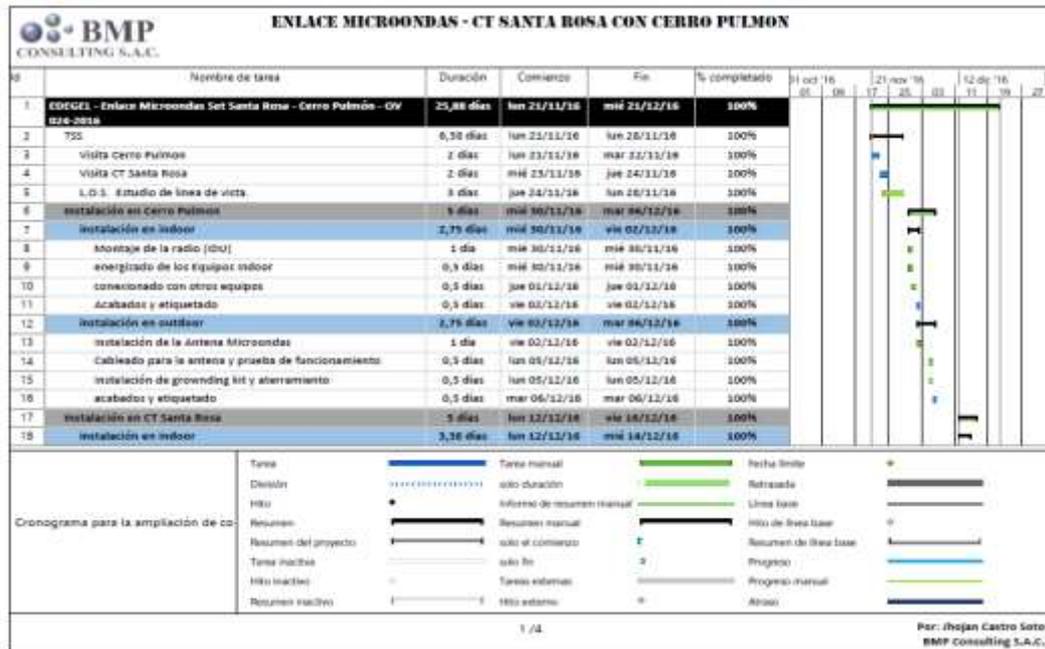


Figura 3. 6: Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia

3.1.7 Diagrama de Conexión

El diagrama de conexión de los lugares Cerro Pulmón y sede Santa Rosa con la tecnología AVIAT a una distancia de 42.1 km como muestra la figura 3. 7.

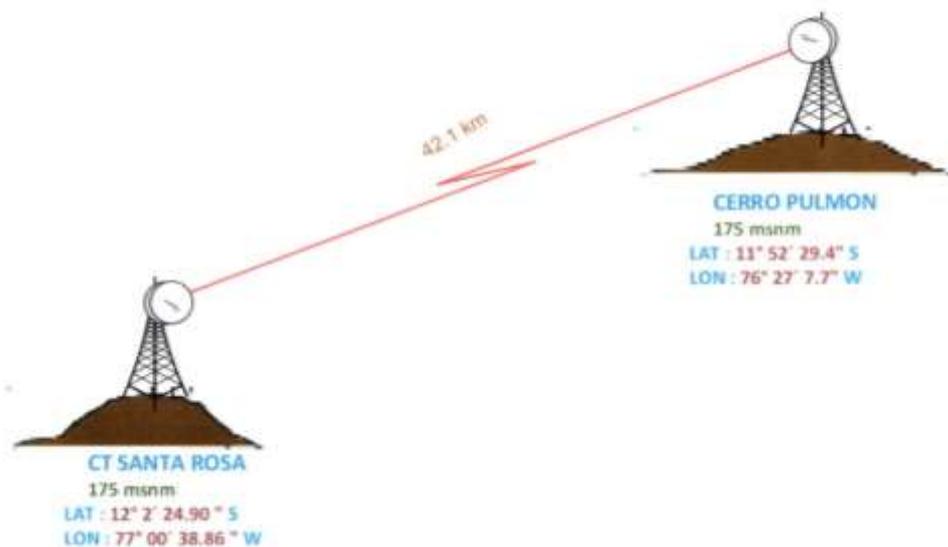


Figura 3. 7: Diagrama de la red

Fuente: Elaboración propia

3.2 CONSTRUCCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN

3.2.1 Diseño del Enlace de Microondas

Enlace CT santa Rosa - Cerro Pulmon

El enlace de respaldo se creó para estar comunicado y tener control de la sede Cerro Pulmon, ya que se presentaba cortes de comunicación y no se podía tener el control remoto de la sede, como se puede ver en la Figura 3. 8.

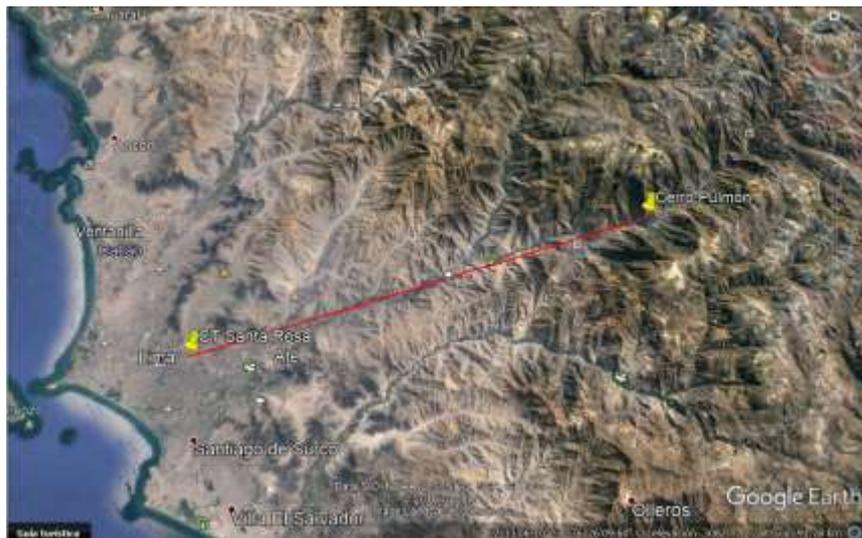


Figura 3. 8: Distancia del enlace

Fuente: Elaboración propia

El enlace realizará un recorrido de 42.1 kilómetros atravesando Lima y Chosica. Este enlace se llevará a cabo por medio de antenas microondas de 1.8 metros de diametro, dada las condiciones del terreno el enlace presenta linea de vista real sin necesidad de repetidoras.

Parámetros Del Enlace de Microondas

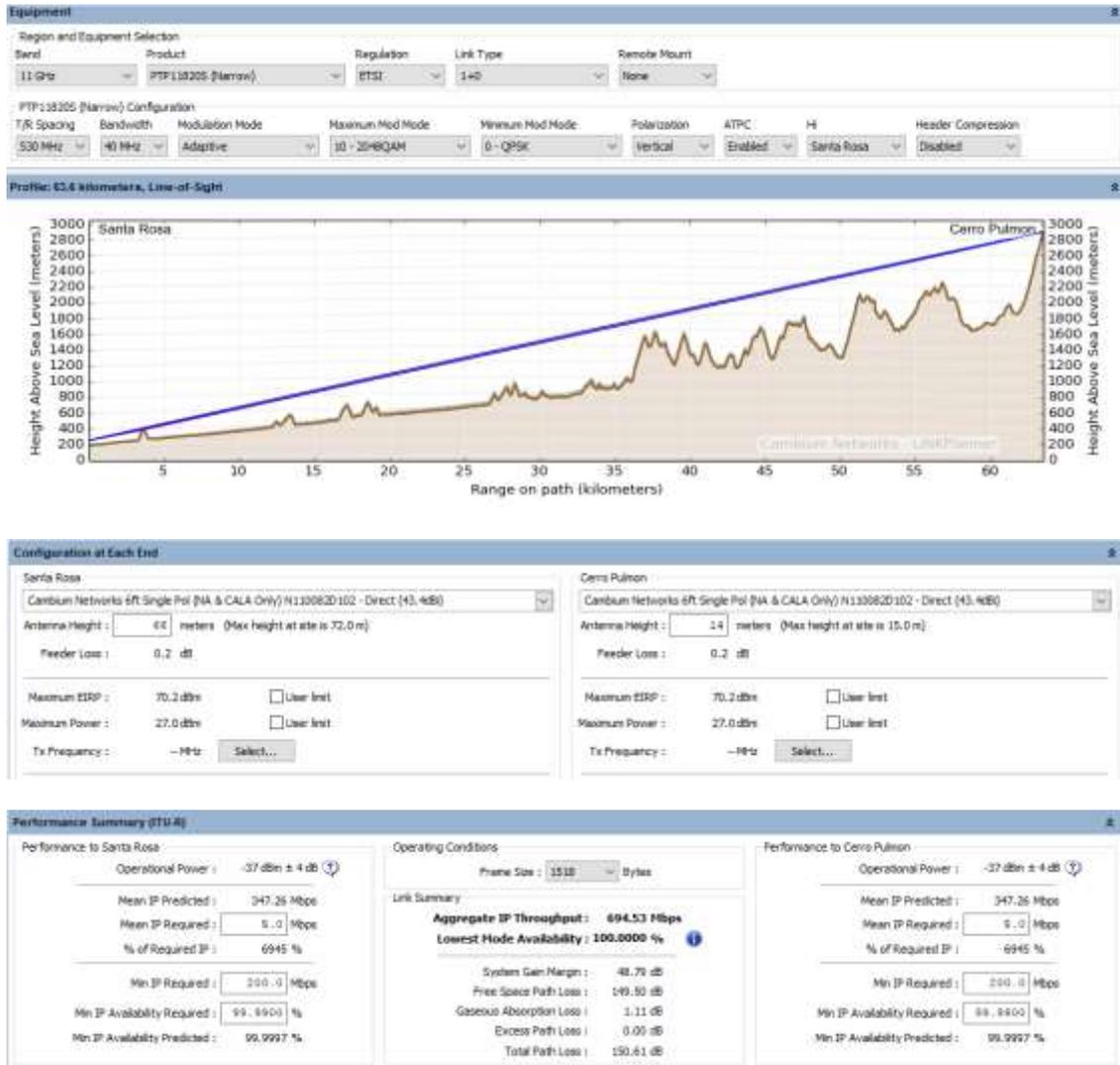


Figura 3. 8.1: Enlace Microondas

Fuente: Elaboración propia

El enlace de respaldo entre CT Santa Rosa y Cerro Pulmon es un enlace PTP(Punto a Punto) que fue diseñando para mantener la comunicación constante y no tener caída de enlace, con un requerimiento de 99.9990%, como se puede ver en Figura 3. 8.1.

3.2.2 Pantalla portal

Todas las pantallas de Portal tienen el aspecto y dan la sensación de un entorno Windows. Si desea ver un modelo de pantalla consulte la Figura 3. 8.2 y en la Figura 3. 8.3.

El acceso a funciones y comandos en la pantalla se activa haciendo clic con el mouse y/o con las teclas de comando de acceso rápido.

La Barra de Herramientas, la de Menús y la de Estado están presentes en todas las pantallas.

Con unas pocas excepciones un cambio de configuración realizado en una pantalla se reflejará inmediatamente en todas las otras pantallas afectadas, es decir, que no es necesario hacer clic en Send (Enviar) para confirmar un cambio introducido en una pantalla para ver su efecto en una o más pantallas relacionadas.

Cada pantalla Portal se lee desde el radio, la lectura se habilita en función de cada una de las pantallas abiertas. Durante una acción de apertura (lectura) o de envío (escritura) un indicador de progreso muestra el estado lectura/escritura. Una vez que se abre una pantalla, permanece abierta y se puede leer inmediatamente en tanto dure la sesión de Portal.

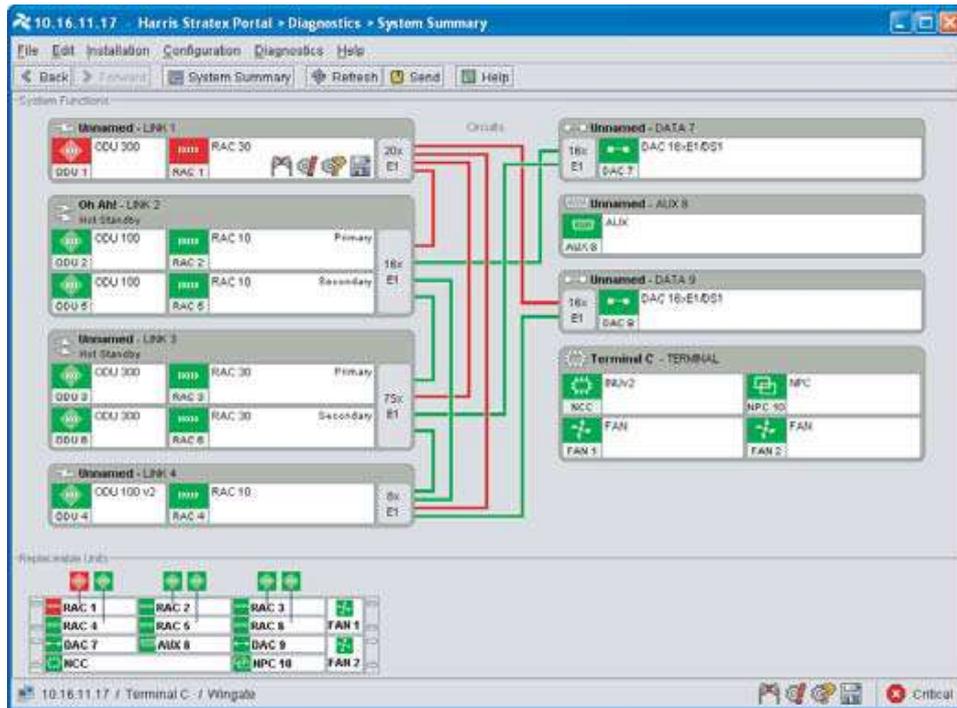


Figura 3. 8.2: Modelo de pantalla Portal

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

Claves para usuarios

- Los datos que usted puede cambiar se muestran estampados en colores sólidos. Los datos que no se pueden configurar están sombreados en gris.
- Muchos de los elementos en pantalla (atributos, etiquetas, características) cuentan con la ayuda de las Tool Tips (Herramienta de ayuda). Una Tool Tip se puede ver moviendo el puntero del mouse lentamente sobre un elemento.
- Utilice el botón de maximizar en el extremo superior derecho de una ventana para pasar a ventana completa. Haga clic nuevamente para volver a reducir la pantalla. O adapte el tamaño haciendo clic y arrastrando un extremo de la ventana.

- Las pantallas Portal se pueden arrastrar y cambiar de tamaño.
- Portal memoriza el tamaño y la posición de la pantalla más reciente para uso futuro. Se memorizan dos tamaños/posiciones:
- Pantalla única. Se aplica a todas las sesiones Portal excepto para una terminal IDU protegida.
- Pantallas para IDU protegidas. Para las IDU protegidas se deben iniciar dos pantallas: una para la IDU primaria y otra para la secundaria y las dos pantallas se deben ubicar una al lado de la otra o bien una debajo de la otra.

Portal memoriza el tamaño o la posición de la pantalla primaria y de la secundaria.

3.2.3 Configuración de una conexión DHCP Ethernet para Portal

Estos procedimientos se aplican a los radios Eclipse que tienen una función habilitada de servidor DHCP. Por defecto aplica a todos los radios que no están equipados con un puerto de mantenimiento V.24 en el panel frontal y es una opción en otros radios Eclipse.

DHCP es un protocolo de red cliente-servidor, en el que el servidor automáticamente asigna una dirección IP a las PC clientes que inician sesión en su LAN. Al eliminar la necesidad de asignar una dirección IP permanente a una PC cliente, elimina la necesidad de ingresar una dirección IP en la ventana de propiedades TCP/IP de su PC, antes de conectar su PC. En vez de eso, en la ventana de propiedades TCP/IP de

su PC, se selecciona la opción “Obtain IP Address Automatically” (Obtener la dirección IP automáticamente).

- DHCP emite automáticamente direcciones IP en un rango especificado de PCs en una red. Para los radios Eclipse el rango se puede configurar en Portal.
- Una PC Portal conserva su dirección asignada siempre que permanezca conectada a la red (puerto Ethernet 10/100Base-T NMS de Eclipse) y durante un período de 30 segundos de allí en más (30 segundos se establece como el tiempo de asignación del servidor DHCP en un radio Eclipse).
- El DHCP habilitado es la opción de conexión TCP/IP predeterminada en la mayoría de las PC portátiles.

3.2.4 Configuración de una conexión a Portal usando V.24

Se describen dos procedimientos, uno para una PC equipada con un puerto serie COM DB-9 y otra para una PC equipada con un puerto USB. Las computadoras portátiles con Windows XP suelen tener un puerto USB en vez de un puerto serie COM DB-9. Con un puerto USB, se necesita un adaptador externo USB a serie.

Configurar su PC Portal para que se conecte a un Nodo o Terminal Eclipse mediante una conexión V.24 implica:

- Configuración de una conexión V.24 a través de un puerto serie COM DB-9.
- Configuración de una conexión V.24/RS-232 a través de un puerto USB de PC.

Configuración de una conexión V.24 a través de un puerto serie COM DB-9

Estos procedimientos se aplican a una PC equipada con un puerto serie COM.

Se incluyen procedimientos para Windows XP, 2000 y 98:

- Para Windows 2000 y Windows 98 el proceso necesita:
- Instalación del módem Eclipse para un puerto serie COM e;
- Instalación de la conexión por marcado telefónico para un puerto serie COM: Windows 2000 & 98.

Se presentan dos procedimientos para Windows XP:

- Un procedimiento es similar al empleado para Windows 2000 / 98 utilizando un módem. Consultar Instalación del módem Eclipse para un puerto serie COM y luego Instalación de la conexión por marcado telefónico para un puerto serie COM: Windows XP.
- Un procedimiento para comunicación computadora a computadora con cable no requiere instalación de un módem. Consultar: Instalación de una conexión con cable de comunicaciones por puerto COM: Windows XP.

3.2.5 Cableado y conectores de la PC al Eclipse

Conexión Ethernet

Conéctese desde un puerto LAN en su PC a un puerto Eclipse NMS 10/100Base-T usando un cable LAN estándar RJ-45 a RJ-45. El cable puede ser de tipo Mdi (derecho) o MdiX (cruzado).

- El Nodo Eclipse tiene cuatro puertos NMS 10/100Base-T en el plug-in NCC. Se puede utilizar cualquier puerto.
- Los Terminales Eclipse tienen uno o dos puertos NMS 10/100Base-T en la IDU. En el caso de las IDUs con dos puertos, se puede utilizar cualquier puerto.

Conexión V.24

Utilice el cable de mantenimiento V.24 provisto DB-9 a RJ-45 para conectar su PC al puerto de mantenimiento V.24 en el panel frontal de la NCC o IDU.

Usando una conexión TCP/IP

Este procedimiento requiere que se ingrese en su PC una dirección IP compatible con la LAN. Se aplica a un radio Eclipse que no tiene servidor DHCP, pero también se puede utilizar para iniciar sesión en un radio que tiene la opción de servidor.

1. Conecte su PC al puerto Eclipse 10/100Base-T NMS del radio con el que se quiere conectar.
 2. Asegúrese de que las propiedades TCP/IP de su PC Portal están configuradas para poner la PC en la misma red LAN que el terminal con el que se está conectando.
 3. Abra la pantalla de puesta en marcha de Portal.
 4. Ingrese la dirección IP del terminal objetivo Eclipse en el campo Connect-to (conectarse con) o selecciónelo de la lista.
- La lista muestra la dirección IP y el nombre del terminal de los diez radios más recientemente conectados, el más reciente encabeza la lista.

- Si usted está conectado a un terminal independiente (sin conexión por cable NMS a uno o más terminales en la misma ubicación) un tilde verde identificará la dirección IP y el nombre del terminal conectado, siempre que usted haya ingresado correctamente una dirección IP compatible con la red LAN en su PC. Seleccione haciendo clic en la línea de dirección, en ese momento aparecerá la dirección IP en la línea de entrada de Connect-to (conectarse con).
 - Si está conectado a un terminal que a su vez está conectado por NMS a una o más terminales en la misma ubicación (terminales en la misma red LAN), aparecerá una tilde verde en la línea de dirección/nombre para cada terminal. Haga clic para seleccionar el terminal requerido, en ese momento aparecerá su dirección IP en la línea de entrada Connect-to (conectarse con).
5. Para iniciar sesión en el terminal seleccionado, haga clic en Connect (Conectar). En este momento los indicadores de estado y progreso indican el proceso de conexión.
- Si el terminal ha sido configurado para acceso seguro, en este momento aparecerá una ventana para el nombre de usuario y la contraseña.
6. El inicio de sesión se confirma al aparecer la pantalla Portal System Summary (Resumen del Sistema Portal).

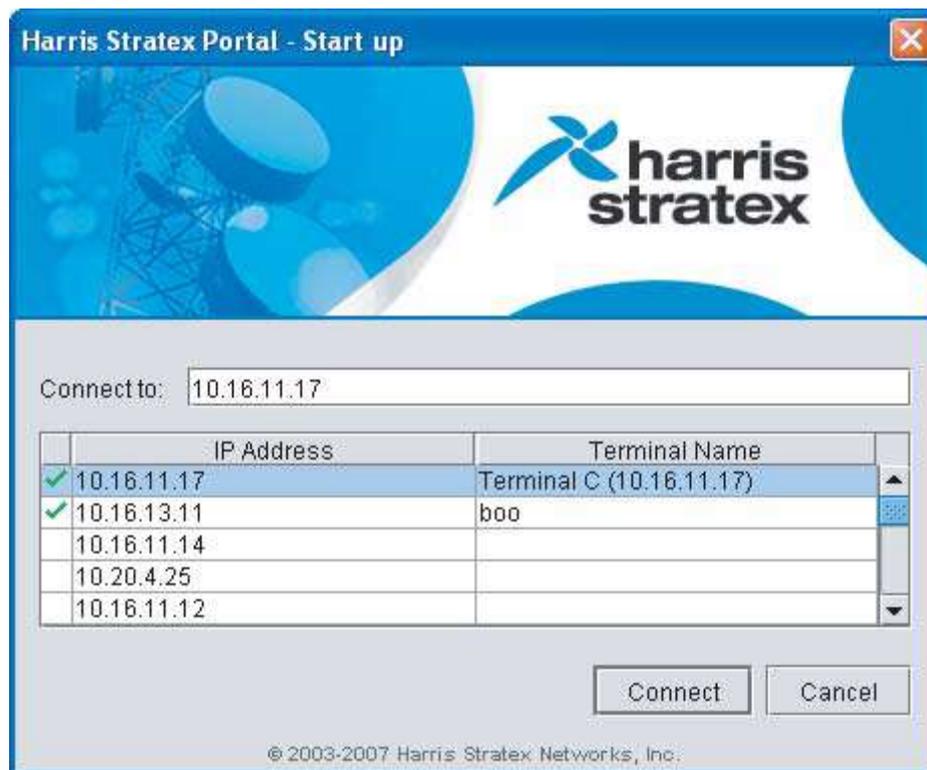


Figura 3. 8.3: Pantalla de inicio de portal una conexión Ethernet
Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

ELEM	Descripción
1	Indica la dirección IP del terminal al que se conectará. Escriba la dirección requerida o, si se ha iniciado sesión recientemente en la dirección del terminal se la puede seleccionar en la lista de conexiones recientes.
2	Windows enumera las direcciones IP de los diez terminales más recientemente conectados, el más reciente encabeza la lista. Si una dirección IP tiene una tilde verde, significa que existe en ese momento una conexión LAN válida entre la PC Portal y el o los terminales conectados.
3	Haga clic en el botón Connect (Conectar) para iniciar sesión en el terminal seleccionado.
4	Indica el estado y el progreso de la conexión. Consultar: Proceso de conexión.

Tabla 3. 1: Pantalla de inicio de Portal para una conexión Ethernet
Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

Uso de una conexión Ethernet DHCP

Se describen dos procedimientos, uno para una conexión normal en el que el servidor DHCP está habilitado en uno o más radios Eclipse a los que se realizará la conexión. El otro proceso de conexión describe el acceso a través de una función temporaria de servidor DHCP.

- Los radios Eclipse que no tienen un puerto de mantenimiento V.24 en el panel frontal están habilitados en forma predeterminada como servidor DHCP. Todos los demás radios Eclipse pueden tener habilitación de servidor DHCP (opción en la pantalla Networking).
- Para todos los radios que tienen el servidor DHCP habilitado, se debe configurar la ventana de propiedades TCP/IP de su PC Portal para que obtenga automáticamente una dirección IP para que pueda funcionar el mecanismo DHCP.
- Para los radios que no están equipados con un puerto de mantenimiento V.24 (como las IDUsp), y no tienen el servidor DHCP habilitado, un interruptor retraído en el panel frontal habilita temporariamente una función de servidor DHCP para permitir una conexión DHCP normal.

3.2.6 Licencias (Licensing)

La información de este capítulo se aplica a los Nodos Eclipse, a las IDU ES, Eclipse y a las IDU 300 20xV2.

La licencia que se muestra en la figura 3. 9 es para actualizar el software de la radio IDU y tenga un mejor funcionamiento.



Figura 3. 9: Licencia

Fuente: <http://aviatnetworks.com/products/microwave-switches/eclipse-carrier-ethernet-microwave-platform/>

Para Nodos Eclipse:

- Una licencia “desbloquea” capacidad en el aire (enlace) para las RAC/ODUs instaladas en una INU o INUe. Los niveles de licencia permiten aumentar la selección de capacidad hasta 75xE1 (153 Mbps Ethernet), 100xDS1 (154 Mbps Ethernet) o 2xSTM1/OC3 (311 Mbps Ethernet) para cada RAC/ODU.
- Cada INU/INUe posee una única licencia, una licencia de Nodo que se aplica a todas las RAC/ODUs, tanto si están instaladas como si son de repuesto. La licencia predeterminada base (no se requiere el pago de la licencia) es de 10xE1 (20 Mbps) o 16xDS1 (25 Mbps), lo cual significa que el valor inicial admite hasta tres enlaces de ese tipo cuando están instalados en una INU o seis en una INUe.

Para IDU ES (Connect ES):

- Una licencia desbloquea el throughput o tasa de transferencia del enlace desde una base de:
 - 50 Mbps (Connect ES 50) hasta un máximo de 200 Mbps (Connect ES 200) en pasos de 50 Mbps en bandas ETSI y ANSI. Requiere la ODU 300hp o la ODU 300ep.
 - 40 Mbps (Connect ES 40) o 80 Mbps (Connect ES 80) sólo en bandas ETSI únicamente. Requiere la ODU 300sp.
- La licencia está se basa en Terminales (IDU ES); se proporcionan dos licencias con un enlace Connect ES.

Tarjeta CompactFlash

La licencia se conserva en una tarjeta CompactFlash, que está identificada con un número de serie de licencia único (el número de CompactFlash es el número de licencia). La tarjeta se inserta en el lado del plug-in NCC o en la parte posterior de una IDU. La CompactFlash también almacena los datos de soporte y configuración.

Una tarjeta CompactFlash puede llevarse a otro Terminal o Nodo Eclipse, que adquiere la licencia de capacidad y los datos de configuración del Nodo/Terminal anterior (los terminales deben ser compatibles).

Cuando se actualiza una licencia, la actualización es específica para una tarjeta CompactFlash.

Actualización de Licencia

Esta sección describe el proceso necesario para asegurar la actualización de una licencia de Harris Stratex Networks. Aborda los pasos necesarios para confirmar la nueva licencia de capacidad requerida, el costo de la actualización y los mecanismos de compra y entrega.

Es un proceso que se realiza sólo a través de software. La actualización que va a cargarse en la CompactFlash se proporciona en un archivo por correo electrónico o en un CD.

El apoyo para este proceso es proporcionado por nuestra asistencia técnica de servicio al cliente, que puede contactarse por teléfono o por correo electrónico en las ubicaciones que se enumeran en las páginas preliminares de este manual.

Finalmente este servicio de actualización de licencia será respaldado por un sitio Web.

3.3 IMPLEMENTACION Y RESULTADOS

3.3.1 Revisión de la Implementación del servicio

Montaje

El equipo microondas, networking y los de energía se instaló en el gabinete, dentro de la sala de comunicaciones como podemos ver en la figura 3. 10.



Figura 3. 10: Radio Aviat en el gabinete

Fuente: Elaboración propia

Podemos ver en la figura 3. 11 el etiquetado de los lightning arrester, ñps lightning arrester son la protección de los equipos de comunicaciones ante cualquier descarga.



Figura 3. 11: Etiquetado de los lightning arrester

Fuente: Elaboración propia

Energía

Sistema de alimentación continua de 48 Vdc tomada del rectificador ubicado en gabinete como se puede ver en la figura 3. 12.



Figura 3. 12: Distribuidor DC 48 V, Ubicado en el gabinete de comunicaciones
Fuente: Elaboración propia

Cable de energía para NPC para alimentar la radio como se puede ver en la figura 3. 13, y suministra de energía a la NCC.



Figura 3. 13: Cable de energía para NPC
Fuente: Elaboración propia

La NCC que se puede ver en la figura 3.14 es suministrada de energía por la NPC que está conectada al rectificador en la figura anterior.



Figura 3. 14: Cable de energía para NCC
Fuente: Elaboración propia

Aterramiento

Para fines de protección el gabinete cuenta con barra de tierra Horizontal donde se aterran los equipos como se ve en la figura 3. 15.



Figura 3. 15: Aterramiento de la radio Aviat

Fuente: Elaboración propia

Las antenas y las ODU tienen que estar aterradas y protegidas por seguridad a cualquier descarga parasita, como se puede ver en la figura 3. 16.



Figura 3. 16: Aterramiento de la ODU instalado en la torre

Fuente: Elaboración propia

Vista general.-

La torre de comunicaciones donde va instalada la antena y la ODU mediante un soporte abrazada a la torre, como podemos ver en la figura 3. 17, se puede verificar que la antena está a una altura determinada.



Figura 3.17: Instalación de la antena y ODU en torre de comunicaciones

Fuente: Elaboración propia

Los equipos instalados en la torre de comunicación deben estar aterrados en la barra de tierra que está instalada en la torre de comunicaciones como se puede ver en la figura 3. 18 y la figura 3. 19.



Figura 3. 18: Barra de tierra en torre
Fuente: Elaboración propia



Figura 3. 19: Sellado de tubo de ingreso y peinado de cableado vertical
Fuente: Elaboración propia

Las microondas se describen generalmente como ondas electromagnéticas (EM) con frecuencias que van desde los 300 MHz hasta los 300 GHz. El nombre de microondas es debido a las altas

frecuencias de estas ondas, las cuales causan longitudes de onda relativamente pequeñas, de ahí el nombre “Microondas”. Las longitudes de onda de las microondas se consideran desde 100 cm hasta 0.1 cm.

Enlace de microondas punto a punto

Los enlaces punto a punto juegan un papel muy importante en las telecomunicaciones, constituyen una manera de comunicar dos puntos incluso a grandes distancias, permitiendo transmitir datos, voz, vídeo y multimedia. Un enlace de microondas punto a punto es un enlace que permite establecer comunicación entre dos puntos fijos situados en coordenadas geográficas específicas, a través de ondas electromagnéticas en frecuencias de microondas.

3.3.2 Resultado

3.3.2.1 Prueba 1

Se realizó las pruebas de tráfico de datos del nodo al cliente, como podemos ver en la figura 3. 20 y la figura 3. 21 saturamos 6 Mb. En el programa Jerf nos muestra en tiempo real la saturación del enlace y cuanto está pasando.

Como podemos ver, además de la gráfica y la velocidad, en la parte inferior podemos ver en forma de texto toda información de la prueba realizada.



Figura 3. 20: Prueba de saturación

Fuente: Elaboración propia

[ID]	Interval	Transfer	Bandwidth
[168]	159.0-160.0 sec	7040 KBytes	7040 KBytes/sec
[168]	160.0-161.0 sec	6968 KBytes	6968 KBytes/sec
[168]	161.0-162.0 sec	7120 KBytes	7120 KBytes/sec
[168]	162.0-163.0 sec	7112 KBytes	7112 KBytes/sec
[168]	163.0-164.0 sec	6984 KBytes	6984 KBytes/sec
[168]	164.0-165.0 sec	6984 KBytes	6984 KBytes/sec
[168]	165.0-166.0 sec	7096 KBytes	7096 KBytes/sec
[168]	166.0-167.0 sec	7000 KBytes	7000 KBytes/sec
[168]	167.0-168.0 sec	6984 KBytes	6984 KBytes/sec
[168]	168.0-169.0 sec	7000 KBytes	7000 KBytes/sec
[168]	169.0-170.0 sec	7056 KBytes	7056 KBytes/sec
[168]	170.0-171.0 sec	7256 KBytes	7256 KBytes/sec
[168]	171.0-172.0 sec	6976 KBytes	6976 KBytes/sec
[168]	172.0-173.0 sec	6960 KBytes	6960 KBytes/sec
[168]	173.0-174.0 sec	6904 KBytes	6904 KBytes/sec
[168]	174.0-175.0 sec	6984 KBytes	6984 KBytes/sec
[168]	175.0-176.0 sec	6984 KBytes	6984 KBytes/sec
[168]	176.0-177.0 sec	7072 KBytes	7072 KBytes/sec
[168]	177.0-178.0 sec	6808 KBytes	6808 KBytes/sec
[168]	178.0-179.0 sec	6688 KBytes	6688 KBytes/sec

Figura 3. 21: Prueba de saturación

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.2 Prueba 2

Se realizó las pruebas de tráfico de datos del nodo al cliente, como podemos ver en la figura 3. 22, de 20 Mb. En el programa de windows nos muestra en tiempo real la saturación del enlace y cuanto está

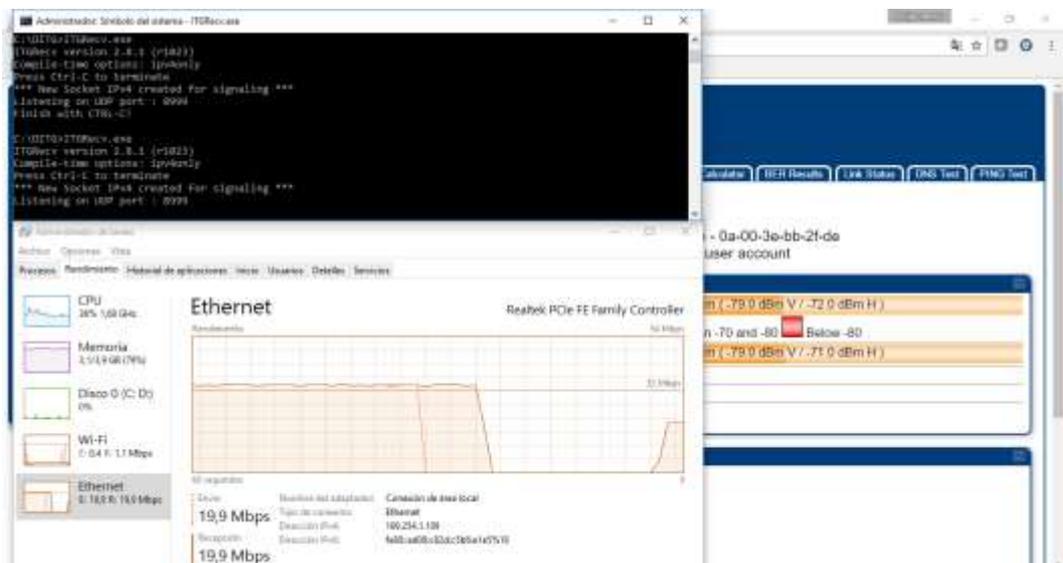


Figura 3. 22: Prueba de saturación de 20 MB

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.3 Prueba 3

Se realizó las pruebas de tráfico de datos del nodo al cliente, como podemos ver en la figura 3. 23, de 35 Mb. En el programa de windows nos muestra en tiempo real la saturación del enlace y cuanto está pasando.

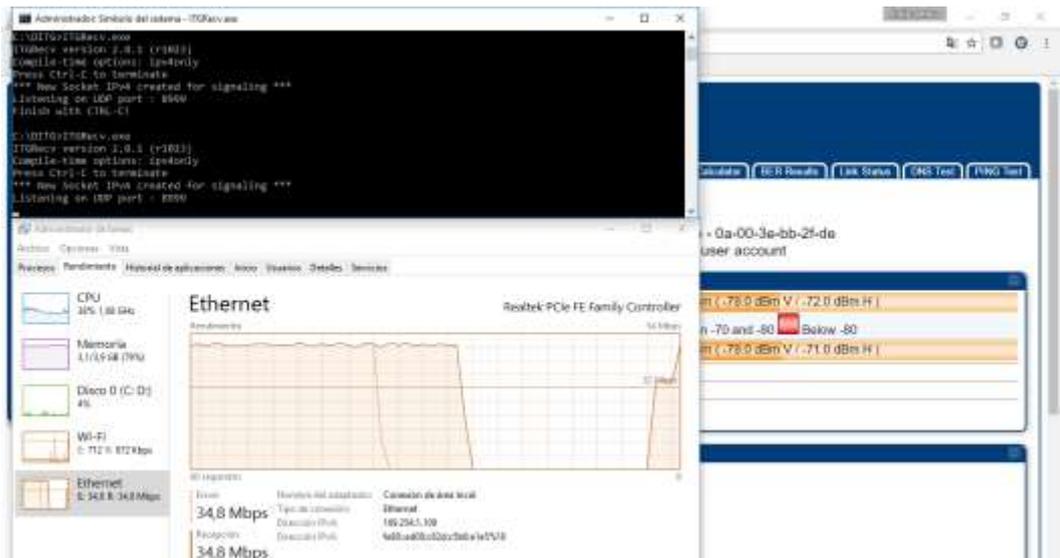


Figura 3. 23: Prueba de saturación de 35 MB

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.4 Prueba 4

Se realizó las pruebas de tráfico de datos del nodo al cliente, como podemos ver en la figura 3. 24, de 50 Mb. En el programa de windows nos muestra en tiempo real la saturación del enlace y cuanto está pasando.

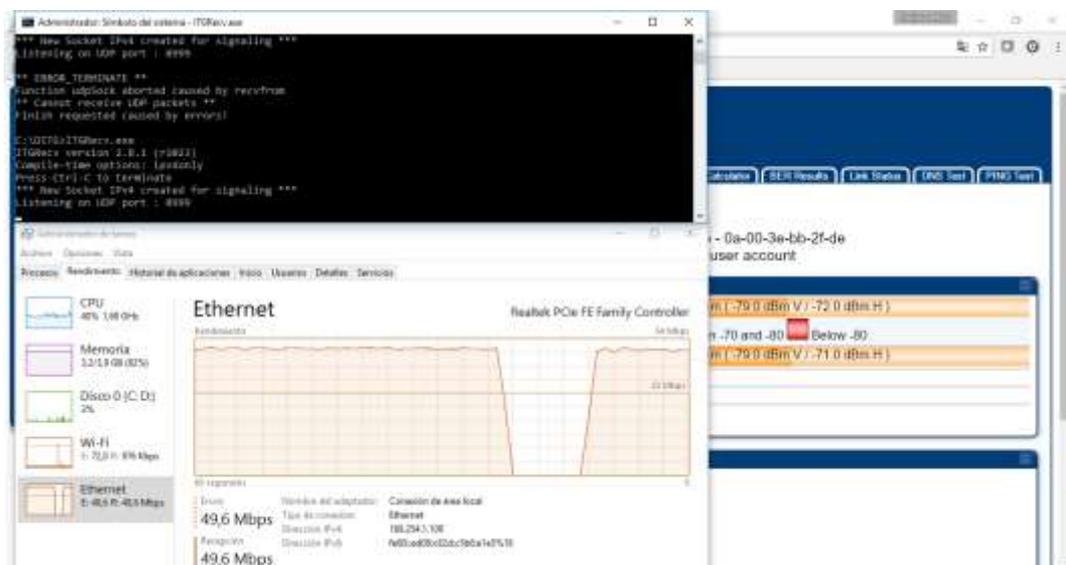


Figura 3. 24: Prueba de saturación de 50 MB

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.4 Prueba 5

Se realizó las pruebas de tráfico de E1 del nodo al cliente, como podemos ver en la figura 3. 25, de 2 Mb. En el programa en el block de notas nos muestra la saturación del enlace y cuanto está pasando con 0 perdidas.

```

===== PuTTY log 2017.01.02 18:44:59 =====
-----
          ACTERNA      E1 AND DATA TESTER  EDT-135      18:48  2 Jan 2017
-----

Printout of test results for test number      6
Start time                19:53 30 Dec 2016
Stop time                 21:17 30 Dec 2016
Total test time (seconds)          5017
Line rate                  2047998
Total code errors received          0
Total mean Code Error Ratio        0.000E 0

Bit rate                   1983998
Total bits received          9.954E 9
Total errors received         0
Total mean Bit Error Ratio       0.000E 0

Seconds of no signal          0
Seconds of AIS                 0
Seconds of pattern sync loss    0
Seconds of Pattern Inverted     0
Seconds of all ones            0
Seconds of all zeros           0
Seconds of slip                0

Seconds of frame sync loss      0
Seconds of distant frame alarm  0

Total FAS word errors          0
Total number of frames         4.014E 7
Total mean FAS word error ratio  0.000E 0

Available time                5017      100.00000%
Unavailable time              0         0.00000%

Error free seconds            5017      100.00000%
Errored seconds               PASS      0         0.00000%

Severely errored seconds      PASS      0         0.00000%
Non-severely errored seconds  5017      100.00000%

```



Figura 3. 25: Prueba de saturación de 2 MB

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- El estudio realizado para nuestro enlace, ha sido realizado de forma eficiente, considerando los parámetros que se han calculado y localizado por medio de la línea de vista hacia la zona donde será dirigido nuestro enlace microonda de respaldo. Así mismo el enlace llega hacia la Sede Santa Rosa sin ningún obstáculo que impida el paso de la información.
- Se logró hacer la instalación del recorrido del cableado desde el Cerro Pulmón hasta Matucana pasando los cables de energía y fibra óptica que alimentara la Idu y transportara la información la Sede Santa Rosa.
- La implementación del enlace microondas de respaldo se estableció para poder tener comunicación en casos de una caída de enlace, y poder controlar y administrar desde una central remota sin necesidad de perder o tener una caída de enlace en la hidroeléctrica.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda siempre hacer un estudio de campo (TSS) para saber si hay obstáculos en la zona, también la altura de la torre y a que altura ira la antena microondas para poder tener un mejor enlace y no tener ningún problema a futuro.
- La implementación de los equipos, es recomendable hacer pruebas de funcionamiento antes de la implementación porque esto nos facilita la el trabajo al momento de hacer las pruebas de conectividad.
- Se recomienda hacer el mantenimiento de los equipos de telecomunicaciones tanto outdoor como indoor en épocas de lluvias para poder garantizar un mejor enlace.

BIBLIOGRAFIA

- [1] José E. Briceño M., Dr. Ing. Profesor Titular, ULA (2012). Principios de las Comunicaciones.
http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libroselectronicos/Libros/principios/pdf/libro_completo.pdf
- [2] Hernández J, & Parrao E (2007). Diseño de enlace terrestre por línea de vista. Recuperado de:
<http://tesis.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/5860/1/ICE59.pdf>
- [3] José Manuel Albornoz (2006). Radioenlaces Digitales. Madrid: Editorial Académica Española.
- [4] Barrenechea Zavala, Taylor Iván (2011). Diseño de una red inalámbrica para una empresa de Lima. [Tesis de grado]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [5] Microondas y Recepción Satelital. J. A. Bava, A. J. Sanz
- [6] Eclipse, Sistema de Radio de Microondas, Manual del usuario.
- [7] Miguel Ángel flores Mercado, Marco Antonio Hernández Pérez (2007). Diseño de un enlace microondas dedicado entre las radio bases de Acajete, Cuacnopala, Esperanza y una central en Puebla.
[file:///C:/Users/Johamp/Downloads/TESISFLORESMERCSDO%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Johamp/Downloads/TESISFLORESMERCSDO%20(2).pdf)
- [8] Alejandro David Méndez Castillo (2005). Enlace de comunicaciones por microondas ciudad universitaria (Pachuca) Campus Actopan UAEH.
[http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/1760/Enlace%20de%20comunicaciones%20por%20microondas%20ciudad%20Universitaria%20\(Pachuca\)%E2%80%93Campus%20Actopan%20UAEH.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/1760/Enlace%20de%20comunicaciones%20por%20microondas%20ciudad%20Universitaria%20(Pachuca)%E2%80%93Campus%20Actopan%20UAEH.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ANEXOS

ANSI DATASHEET



ECLIPSE ODU 300 RF UNIT

The Aviat Networks Eclipse™ ODU 300 is a compact, high performance Radio Frequency Unit (RFU) for split-mount microwave applications in frequency bands from 6 to 38 GHz. Environmentally hardened to withstand the toughest conditions, the ODU 300 is designed for maximum reliability, portability and ease of installation.

The Eclipse ODU 300 is a high performance, fully software configurable radio unit available for operation in frequency bands between 5 and 38 GHz.

HIGH CAPACITY

Supporting modulations from QPSK through to 256QAM, the ODU 300 can support data throughputs in excess of 460 Mbit/s. Fully transparent to the transmitted payload, the ODU can support any type of traffic, whether it be IP/Ethernet, all-TDM, or hybrid mixed mode Ethernet alongside TDM.

HIGH SYSTEM PERFORMANCE

The ODU 300 supports high transmit power along with low receiver threshold performance for maximum system gain to enable longer paths, higher capacity, smaller antennas, or a combination of all three.

COMPACT SPLIT-MOUNT DESIGN

Designed for split-mount installations in conjunction with the Eclipse Packet Node INU/INUe or the compact IDU GE3 16x indoor units, the ODU 300 mounts directly behind the antenna using Aviat Networks proprietary slip-fit design. Connection to the indoor unit is made using a single standard coaxial cable of up to 1,000ft in length, simplifying installation requirements.

HARDENED FOR MAXIMUM RELIABILITY

The Eclipse ODU 300 is designed for maximum reliability, even in the toughest conditions. With a low part count, efficient heat dissipation, and fully sealed against the worst outdoor conditions, the ODU 300 has proven field MTBF well in excess of 100 years, along with extended temperature operating range that ensures reliable operation from the hottest desert in the Southwestern U.S. to the coldest regions within the Arctic Circle.

ECLIPSE PORTFOLIO ADVANTAGES

Aviat Networks Eclipse delivers advanced technology with an eye on lowering your total cost of ownership. Eclipse provides superior networking features to address cost-optimized mobile backhaul, public, and private networking applications, along with high performance RF and Carrier Ethernet capabilities to improve cost efficiency. Eclipse offers migration flexibility for long term investment protection and high reliability to lower your OPEX.

ODU 300 KEY FEATURES

- Frequency band support includes 5, L6, U6, 7, 8, 10.5, 11, 13, 15, 18, 23 and 38 GHz.
- High throughput up to 462 Mbit/s data in channel bandwidths from 5 to 80 MHz
- Support for fixed and adaptive modulations from QPSK to 256QAM
- Fully software configurable. Wide tuning range
- Manual and Automatic Transmit Power Control, up to 20dB
- Environmentally hardened to IP 65
- Compact size and light weight for easy handling
- Direct antenna mount using Aviat Networks Slip-Fit design to eliminate waveguide connection losses
- Standard coaxial cable interface to indoor unit for easy installation, and up to 1,000ft IDU-ODU separation
- Built-in lightning arrestor protects the unit against strikes without the need for a costly external device



SYSTEM PARAMETERS

GENERAL									
Frequency Band options				ODU 300ep		5 GHz			
				ODU 300hp		L4, U6, 7, 8, 10, 11, 13, 15, 18, 23, 38 GHz			
Capacity support						6 - 662 Mbit/s Ethernet [®]			
						4 to 127x DS1; 1 to 6x DS3; 1 to 2x OC3			
Modulation support						QPSK to 256 QAM			
Lightning Protection						standard internal			
INU/ODU to ODU IF Cable						Maximum IF Cable length 1,000 ft			
INTERFACES									
Antenna port Interface						Standard EIA rectangular waveguide, refer to ODU System specifications			
Antenna Mounting						Proprietary direct mount for antenna diameters 1 to 6ft			
SYSTEM, 5 TO 11 GHz									
Frequency Range, GHz				4.4 - 5.0	5.925 - 7.11	7.125 - 8.5	10.5 - 10.68	10.7 - 11.7	
T-R Spacings supported, MHz				300, 312	160, 170, 252.04, 340	150, 175, 300, 340	45	490, 500	
Standard				NTIA Red Book EN 302 217	FCC Part 101 SRSP 306.4	SRSP 307.1 SRSP 307.7	FCC Part 101 SRSP 310.5	FCC Part 101 SRSP 310.7	
Maximum Tuning Range (dependent upon T-R spacing), MHz				56	56	140	145	165	
SYSTEM, 13 TO 23 GHz									
Frequency Range, GHz				12.75 - 13.25	14.4 - 15.35	17.7 - 19.7	21.2 - 23.632	38.6 - 40.0	
T-R Spacings supported, MHz				266	475, 640	1560	600, 1200	700	
Standard				Part 74	SRSP 314.5 NTIA Red Book	FCC Part 101 SRSP 317.8	FCC Part 101 SRSP 321.8	FCC Part 101 SRSP 338.6	
Maximum Tuning Range (dependent upon T-R spacing), MHz				84	265	380	370	200	
TRANSMITTER SPECIFICATIONS									
Manual Transmitter Power Control, maximum range (Modulation level dependent)				5 GHz		22 to 30 dB			
				6-38 GHz		14 to 20 dB			
Automatic Transmitter Power Control						Configurable over full available manual attenuation range			
Transmitter Mute						> 50 dB			
Channel Selection						By software control within tuning range of ODU			
RECEIVER SPECIFICATIONS									
Frequency Stability						± 10 ppm			
Receiver Overload				BER = 1x10 ⁻⁹		-22 dBm			
				BER = 1x10 ⁻³		-20 dBm			
Residual (Background) Bit Error Rate						Better than 10 ⁻¹⁸			
STANDARDS COMPLIANCE									
Operation						ETS 300 019, Class 4.1			
Safety						UL 60950-1			
Radio Frequency						CFR 47, Part 101			
ENVIRONMENTAL									
Operating Temperature					Guaranteed / Extended ⁽¹⁾	-27° to +131° F / -58° to +149° F			
Humidity					Guaranteed	0 to 100%			
Altitude					Guaranteed	15,000 ft			
EMISSION DESIGNATOR									
Bandwidth		3.75MHz	5MHz	10MHz	20MHz	30MHz	40MHz	50MHz	80MHz
Emission Designator		QPSK 3M7507W	5M0007W	10M007W	20M007W	30M007W	40M007W	N/A	80M007W
		QAM 3M7507W	5M0007W	10M007W	20M007W	30M007W	40M007W	50M007W	80M007W
ELECTRICAL									
Power Consumption, nominal					6-11 GHz / 13-38 GHz	60W / 30W			
					5 GHz	50W			
MECHANICAL									
					SIZE (HXWXD)	WEIGHT			
ODU 300ep, 5 GHz					11.3 in x 11.3 in x 6.9 in	18.7 lb			
ODU 300hp, 6-38 GHz					11.3 in x 11.3 in x 4.7 in	14 lb			

All specifications are typical values unless otherwise stated, and are subject to change without notice.
 (1) Maximum Ethernet Throughput figures are L1 throughput based upon 64 byte frames, and will vary depending upon actual mix of traffic frame sizes.

WWW.AVIATNETWORKS.COM

Aviat, Aviat Networks, and the Aviat logo are trademarks or registered trademarks of Aviat Networks, Inc.
 Eclipse is a registered trademark of Aviat U.S., Inc.
 © Aviat Networks, Inc. (2011) All Rights Reserved. Data subject to change without notice. _dell_ODU000_ANSI_110Dec11



ECLIPSE IDU GE3 ULTRA COMPACT INDOOR UNIT

The Aviat Networks Eclipse™ IDU GE3 16x indoor unit delivers the latest wireless backhaul technology designed for next generation 4G/LTE backhaul needs, in a compact space-saving package.



The Eclipse IDU GE3 16x indoor unit delivers the most advanced features for hybrid and all-IP wireless microwave transport, in a super-compact, space-saving package that includes 256QAM Adaptive Modulation, high port density, packet-synchronization options, advanced QoS and Ethernet QAM.

The IDU GE3 16x is compatible with the Eclipse line of outdoor (ODU300, ODU600) and indoor (IRU600) radio units, with over-the-air interoperability with Aviat Eclipse Packet Node INU/INUe (equipped with RAC 60E/6XE and DAC GE3).

SMALLER, SMARTER AND FASTER IDU FOR THE NETWORK EDGE

By combining hybrid transport with high capacity options, the smaller, faster and smarter IDU GE3 16x is a CAPEX-optimized solution for enhanced packet or hybrid networking. The IDU GE3 16x simplifies migration to all-IP, where up to 16x E1s or DS1s can be commissioned, alongside six ports of Fast or Gigabit traffic, in non-protected, Monitored Hot Standby and Space Diversity protected configurations.

ADAPTIVE CODING AND MODULATION

IDU GE3 16x supports QPSK to 256 QAM Adaptive Coding and Modulation (ACM), and allows selection of operation for either maximum system gain or maximum data throughput. These choices give maximum flexibility to path designers for deploying the links over longer paths, utilizing smaller antennas or for capacities up to 462 Mbits.

ADVANCED CARRIER ETHERNET FEATURES

The IDU GE3 16x supports advanced features supports carrier class Ethernet networking through an integrated Layer 2 Ethernet switch, providing traffic classification into 8 priority queues, QoS traffic priority assignment, VLAN support, IFG and Preamble suppression for improved throughput, and packet synchronization such as ITU-T G.8262 compliant Synchronous Ethernet (SyncE) and transparent support for IEEE 1588-2008 (1588v2).

SUPER COMPACT

The IDU GE3 16x super-compact 1/2 U rack height chassis can be installed where there are space challenges, such as curbside or roof top cabinets. The IDU GE3 16x has minimal power consumption at less than 30W, significantly less than similarly featured, full sized solutions, to support simpler power and cooling requirements.

ECLIPSE PORTFOLIO ADVANTAGES

Aviat Networks Eclipse delivers advanced technology with an eye on lowering your total cost of ownership. Eclipse provides superior networking features to address cost-optimized mobile backhaul, public, and private networking applications, along with high performance RF and Carrier Ethernet capabilities to improve cost efficiency. Eclipse offers migration flexibility for long term investment protection and high reliability to lower your OPEX.

IDU GE3 KEY FEATURES

- Hybrid transport options - all-Ethernet/IP, native mixed-mode TDM + Ethernet in a single radio channel
- High throughput up to 462 Mbit/s
- Full 256QAM Adaptive Coding and Modulation (ACM), for up to 4x increase in spectrum efficiency
- Carrier Ethernet features, including Sync-E (G.8262), VLANs, and Ethernet QAM
- Compact size (1/2 RU) and very low power consumption
- High density Ethernet interface capability with 6x Gigabit Ethernet ports
- Protected Configurations in TRU: MHSB, SD, 2x0 (with Link aggregation)
- Fully protected traffic ports: Electrical and optical Ethernet, electrical E1/T1
- Embedded Strong Security, featuring Payload Encryption, Secure Management and RADIUS client support
- Management support by Aviat Provision NMS and Eclipse Portal
- NEBs compliant



SYSTEM PARAMETERS

GENERAL		
Throughput/Capacity Range Options	Airlink Capacity	0 - 344 Mbps
	Ethernet/OT	10 - 462Mbps ⁽¹⁾
	Native TDM	1 - 16k CSF
Modular Options	Fixed	QPSK, 1k, 3k, 6k, 12k, 25k QAM
	Adaptive	QPSK, 1k, 6k, 25k QAM
Configuration Options		Non Protected (1-0), Protected (1-0), Protected (1-1), Protected (1-1), Protected (Space Diversity) (1-1)
STANDARDS COMPLIANCE		
EMC		FCC CFR 47, Part 15
Operation		EN300 019 Class 3.1E
Safety		UL 60950-1
NEBS		GR-63 CORE and GR 1089 CORE ⁽²⁾
ETHERNET TRAFFIC INTERFACE		
Interface		4 x 10/100/1000BaseT + 2x SFP optional, 100BaseT, LX, SX
ETHERNET FEATURES		
Ethernet Standards Compliance		IEEE 802.3
Frame Handling	Max. Frame Size	up to 10K bytes Jumbo Frames
QoS	Traffic Prioritization	Port-based, 802.1p VLAN Tags, DSCP and Traffic Class and Flow Level Mapping
	VLAN Tagging	IEEE 802.1Q, QinQ
	Flow Control	IEEE 802.3x
	Monitoring	RMON 1, Port and Channel Status, Performance Graphs
Throughput Acceleration		TC & preamble suppression
Synchronization		Synchronize Ethernet
TDM TRAFFIC INTERFACE		
Line Interface, electrical		16x 1.544 Mbps (E1), 2x 63.2kbit/sec (E0) connectors
ENVIRONMENTAL		
Operating Temperature, Guaranteed		22° to +121° F (-5° to +50° C)
ELECTRICAL/MECHANICAL		
Electrical	Input Voltage Range	-40.5 to -48.0V DC
Power Consumption, nominal		~ 20W
Dimensions		1.75 (44.28mm) x 7.0 (177.8mm) x 9.0 (228.6mm)
Weight		0.3 lb (12.6 kg)
FAULT AND CONFIGURATION MANAGEMENT		
Protocol		SNMPv2c
Local/Remote Configuration Tool		Eclipse Portal
Radio Network Management		Aster Networks ProfVoice®

All specifications are typical values unless otherwise stated, and are subject to change without notice.

(1) 44 bytes frame, physical layer

(2) Compliant with the operation of R10-L and R10-S, GR-1089 CORE, Issue 3 and R6-34, GR-63-CORE, Issue 4.

WWW.AVIATNETWORKS.COM

Aviat, Aviat Networks, and Aviat logo are trademarks or registered trademarks of Aviat Networks, Inc. Eclipse and ProfVoice are trademarks or registered trademarks of Aster L.L.C., Inc. © Aviat Networks, Inc. 2010. All Rights Reserved. Data subject to change without notice. -0401_002012_AvN_100443





HPX6-65-D4A/F

1.8 m | 6 ft High Performance Parabolic Shielded Antenna, dual-polarized, 6.425–7.125 GHz, PDR70, gray antenna, enhanced white radome without flash, standard pack—one-piece reflector

Product Classification

Product Type	Microwave antenna
--------------	-------------------

General Specifications

Antenna Type	HPX - High Performance Parabolic Shielded Antenna, dual-polarized
Diameter, nominal	1.8 m 6 ft
Packing	Standard pack
Radome Color	White
Radome Material	Enhanced
Reflector Construction	One-piece reflector
Antenna Input	PDR70
Antenna Color	Gray
Antenna Type	HPX - High Performance Parabolic Shielded Antenna, dual-polarized
Diameter, nominal	1.8 m 6 ft
Flash Included	No
Polarization	Dual

Electrical Specifications

Operating Frequency Band	6.425 – 7.125 GHz
Beamwidth, Horizontal	1.7 °
Beamwidth, Vertical	1.7 °
Cross Polarization Discrimination (XPD)	30 dB
Electrical Compliance	ETSI Class 2 US FCC Part 101B US FCC Part 74B
Front-to-Back Ratio	64 dB
Gain, Low Band	39.1 dBi
Gain, Mid Band	39.5 dBi
Gain, Top Band	39.9 dBi
Operating Frequency Band	6.425 – 7.125 GHz
Radiation Pattern Envelope Reference (RPE)	2794F
Return Loss	29.4 dB
VSWR	1.07

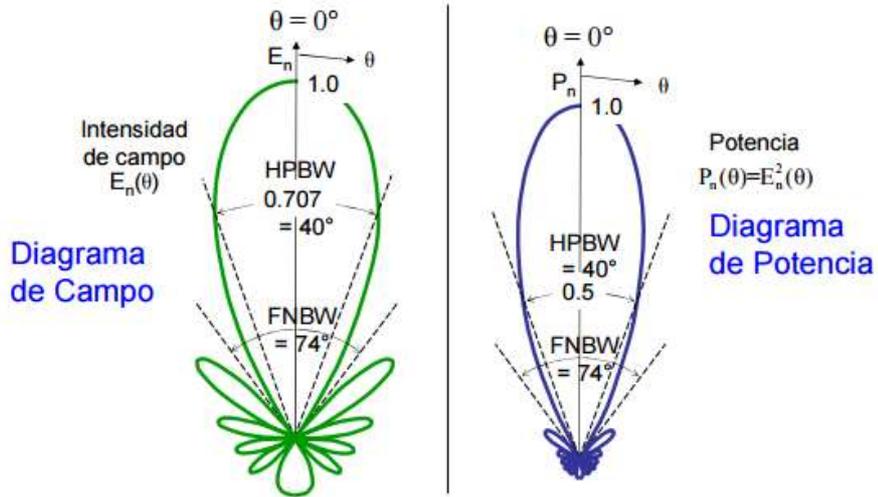
Mechanical Specifications

Fine Azimuth Adjustment	±15°
Fine Elevation Adjustment	±20°
Mounting Pipe Diameter	115 mm 4.5 in
Net Weight	115 kg 254 lb
Side Struts, Included	1 Inboard
Side Struts, Optional	1 Inboard
Wind Velocity Operational	110 km/h 68 mph
Wind Velocity Survival Rating	200 km/h 125 mph

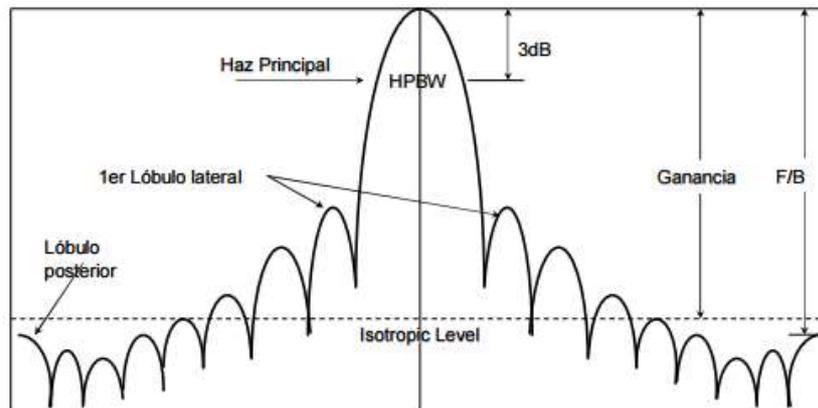
Patrón de radiación Polar

Patrón de radiación Polar

- HALF-POWER BEAM WIDTH (HPBW): Ancho de Haz de Media Potencia



Patrón de Radiación de Antena



Pérdida de Retorno (Return Loss)

La cantidad de energía perdida debido a la Señal Reflejada (Que retorna)

$$RL = -20 \times \log (\text{Coeficiente de Reflexión})$$

- RL : 17.8dB Reflexión : 13% (0.13) VSWR : 1.30
- RL : 20.8dB Reflexión : 9.1% (0.091) VSWR : 1.20
- RL : 26.7dB Reflexión : 4.7% (0.047) VSWR : 1.10
- RL : 28.4dB Reflexión : 3.8% (0.038) VSWR : 1.08
- RL : 30.7dB Reflexión : 2.9% (0.029) VSWR : 1.06

Pérdida de Retorno

(Return Loss)

Relaciona el grado de adaptación de la fuente a la carga

Coeficiente de Reflexión: $\rho = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$

Pérdida de Retorno en dB:

$$RL_{dB} = 20 \log (1/\rho)$$

Ganancia de la Antena Parabólica

$$G_a \text{ (dBi)} = 10 \log_{10} \eta \left[\frac{4 \pi A_a}{\lambda^2} \right]$$



donde:

G_a = Ganancia de la antena (de las especificaciones del Catalogo)

η = Eficiencia de Apertura (50-55%)

A_a = Área de la Apertura de la Antena

λ = Longitud de onda (c / f)



Ganancias típicas de antenas parabólicas en dBi

Diámetro de la Antena

	2 ft (0.6m)	4 ft (1.2m)	6 ft (1.8m)	8 ft (2.4m)	10 ft (3.0m)	12 ft (3.7m)	15 ft (4.5m)
2 GHz	19.5	25.5	29.1	31.6	33.5	35.1	37
4 GHz	25.5	31.6	35.1	37.6	39.5	41.1	43.1
6 GHz	29.1	35.1	38.6	41.1	43.1	44.6	46.6
8 GHz	31.6	37.6	41.1	43.6	45.5	47.1	49.1
11 GHz	34.3	40.4	43.9	46.4	48.3	49.9	51.8
15 GHz	37	43.1	46.6	49.1	51	52.6	NA
18 GHz	38.6	44.6	48.2	50.7	NA	NA	NA
22 GHz	40.4	46.4	49.9	NA	NA	NA	NA
38 GHz	45.1	51.1	NA	NA	NA	NA	NA