UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA ELECTRONICA
PROYECTO DE FINAL

INSTALACION ENLACES MICROONDAS PARA CLARO

ESTUDIANTE: Cristhian Camilo Quintín Cruz
Código: 20092005014
DIRECTOR: Ing. Gustavo Adolfo Puerto Leguizamón

Octubre_2016

Agradecimientos

“Sólo una cosa vuelve un sueño imposible: el miedo a fracasar”
Paulo Coelho

Gracias a mi padre y a mi madre por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar en mí y en mis expectativas. A ellos gracias por anhelar lo mejor para mi vida, gracias por sus consejos por cada una de sus palabras que me han guiado durante mi vida.

Gracias a la universidad, gracias por haberme permitido formarme en ella, gracias a todas las personas que fueron participes de este proceso, ya de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, fueron ustedes los que los responsables un pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación en el paso por la universidad, un agradecimiento especial al ingeniero Gustavo Adolfo Puerto Leguizamón, quien fue mi guía en esta última etapa, quien con su paciencia y saber, me corrigió y ayudo a mejorar.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo y nuevo paso hacia adelante, que no sea uno de muchos más.

ÍNDICE

1. **Introducción**

2. **Objetivo general**

   2.1 Objetivos específicos

3. **Marco Teórico**

   3.1 Señales de microondas
   3.2 Refracción de ondas de radio
   3.3 Causas de ruido de interferencia
   3.4 Ruido debido al desvanecimiento
   3.5 Ruido de distorsión de propagación
   3.6 Atenuación
   3.7 Balance de potencias en enlaces microondas
   3.8 Zonas de fresnel
   3.9 E1
   3.10 Telefonía celular
   3.11 Equipos de medición

4. **Resultados alcanzados**

5. **Análisis de resultados de acuerdo al plan de trabajo**

6. **Evaluación y cumplimiento de objetivos**

7. **Conclusiones y recomendaciones**

8. **Anexos**

9. **Bibliografía**

1. Introducción

El presente trabajo muestra el desarrollo e implementación de un plan de acción, para la puesta en funcionamiento de enlaces microondas. Para las redes celulares, las ondas microondas son significativas, con las cuales se lleva a cabo la comunicación de las diferentes partes que constituyen un sistema celular; entre los cuales se encuentra el CCM (Central de conmutación móvil) y la estación base, además de otros.

Las diferentes compañías prestadoras del servicio de comunicación móvil solicitan que se hagan los respectivos trabajos de puesta en marcha de la transmisión de microondas.

En este trabajo se encontrará todo el desarrollo que se debe llevar a cabo a la hora de realizar un montaje de microondas para una de las empresas de telefonía móvil celular. Se mostrará cómo se lleva a cabo la programación de los radios y los demás estudios que se deben realizar antes y después de la puesta en marcha del enlace.

Se dará solución a los objetivos planteados, tanto general como específicos, paso a paso, para ser lo más claros y precisos; estos objetivos están acordes a la necesidad de la empresa de obtener un mejoramiento en la calidad y agilidad del servicio.

2. Objetivo general:

- Realizar el enlace vía microondas con su estudio de ingeniería, instalación, programación y estudio de interferencia de antenas microondas para la comunicación en una red celular, con el fin de ampliar su cobertura, capacidad y calidad del servicio.

2.1 Objetivos específicos:

- Instalar los equipos para la puesta en funcionamiento del enlace microondas.
- Programar los equipos según las características requeridas por el usuario.
- Realizar pruebas de tráfico.
- Realizar pruebas de interferencia.
- Realizar puesta en marcha del enlace.

3. Marco Teórico

2.1 Señales de microondas

Estas señales son ondas electromagnéticas definidas en un rango de frecuencias determinado; generalmente de entre 300 MHz y 300 GHz, que supone un período de oscilación de 3 ns (3×10-9 s) a 3 ps (3×10-12 s) y una longitud de onda en el rango de 1 m a 1 mm. Están divididas en dos tipos:

Satelitales: se realizan a través de bases terrestres con antenas que envían señales al satélite, este se encarga de direccionarlas hacia la estación receptora con la onda amplificada para evitar pérdidas.

Terrestres: se basan en conexiones denominadas punto a punto, ya que sus antenas deben estar sin obstáculos físicos para evitar fallas en la transmisión.

Características:

- ✓ Frecuencias muy altas de 3 GHz a 100 GHz.
- ✓ Longitud de onda muy pequeña.
- ✓ Antenas parabólicas.
- ✓ Receptor y transmisor en línea visual.
- ✓ A 100m de altura se alcanzan unos 80 Km sin repetidores.
- ✓ Rebotan en los metales (radar)

Funcionamiento:

Las torres de microondas terrestres son parte de una amplia red de estructuras que proporcionan comunicación inalámbrica y fija a usuarios de todo el mundo. Estas torres funcionan con satélites para retransmitir las señales de comunicación digital.

Mediante un enlace de microondas podemos conectar puntos distantes transportando canales dedicados de internet banda ancha desde las torres de conexión hasta sus oficinas, o simplemente conectar redes privadas de comunicaciones entre los centros de operaciones de su empresa.

2.2 Refracción de ondas de radio

La refracción es un fenómeno que se observa en todo tipo de ondas. En el caso de las ondas de radio, la refracción es especialmente importante puesto que es en la que se producen una serie continua de refracciones que permiten a las ondas de radio viajar de un punto del planeta a otro más rápidamente

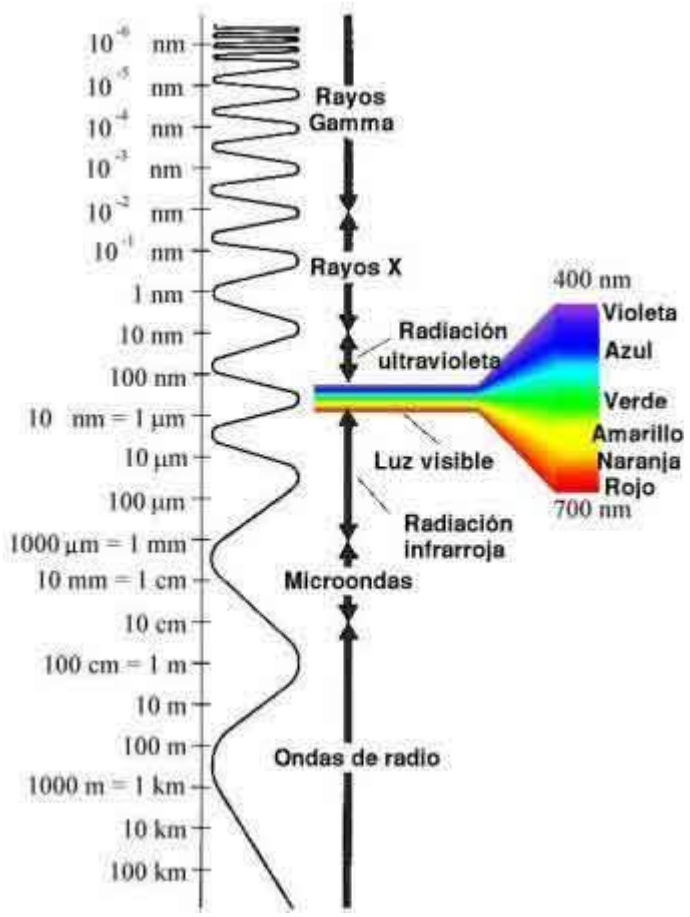


Figura 1. Refracción de ondas de radio.
Sistemas de comunicaciones electrónicas – cuarta edición- Tomasi- pag. 354

2.3 Causas de ruido de interferencia

Los factores que provocan interferencia son el sobre alcancé, la interferencia de radio, interferencia con otros sistemas de microondas, interferencia desde y hacia una estación terrena de comunicaciones por satélite, el acoplamiento frente a atrás de las antenas, el acoplamiento de frente al lado de las antenas, la selección del emplazamiento.

2.4 Ruido debido al desvanecimiento

Este tipo de ruido se debe principalmente a la probabilidad de que la señal resulte inferior a cierto nivel, la probabilidad de que la potencia de ruido sobrepase un valor determinado, la distribución acumulativa de la probabilidad de la señal recibida y la probabilidad de ocurrencia de desvanecimiento según Rayleigh.

2.5 Ruido de distorsión de propagación

La propagación radioeléctrica de múltiples caminos es causada debido a que no se puede atenuar correctamente la onda reflejada; lo cual ocasiona desvanecimientos y ruido de distorsión por eco.

2.6 Atenuación

La energía de una señal decae con la distancia. La atenuación es la pérdida de la potencia de una señal. Por ello para que la señal llegue con la suficiente energía es necesario el uso de amplificadores o repetidores. La atenuación se incrementa con la frecuencia, con la temperatura y con el tiempo.

La atenuación, vendría, de este modo, expresada en decibelios por la fórmula siguiente:

$$\propto = 10xLog\frac{P1}{P2}$$

La atenuación es la razón principal de que el alcance de las redes tenga varias restricciones. Si la señal se hace muy débil, el equipo receptor no funcionará bien o no reconocerá esta información. Esto causa errores, bajo desempeño al tener que transmitir la señal.

2.7 Balance de potencias en enlaces microondas

En la planificación del radioenlace el cálculo del balance de potencias es un factor importante a tener en cuenta. Para lo cual se debe conocer la banda de frecuencias, las características climáticas de la zona y las especificaciones técnicas de los equipos de radio: potencia del transmisor, ganancias de las antenas, distancia, sensibilidad del receptor, requisito de disponibilidad, etc. Este cálculo del balance de potencias del sistema constituye una primera estimación teórica que puede corroborarse posteriormente con la utilización de aplicaciones informáticas de simulación de radioenlaces.

2.8 Zonas de fresnel

Es conocida como zona de fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda (electromagnética, acústica, etc.) y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180º.

Tanto en óptica como en comunicaciones por radio o inalámbricas, la zona de fresnel es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración además de haber una visibilidad directa entre las dos antenas.

El concepto de las zonas de fresnel se puede utilizar también para analizar interferencia por obstáculos cerca de la trayectoria de una viga (antena) de radio. Esta zona se debe determinar primero, para mantenerla libre de obstrucciones.

Lo primero que se debe considerar es la línea de vista de RF, que de forma simple, es la línea recta que une los focos de las antenas transmisora y receptora. Como segunda consideración se debe saber que la obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%.

Para el caso de radiocomunicaciones depende del factor K (Curvatura de la tierra) considerando que para un K=4/3 la primera zona de fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con K=2/3 se debe tener despejado el 60% de la primera zona de fresnel.

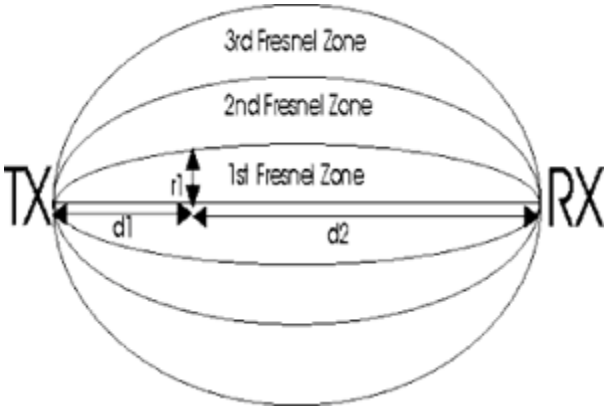


Figura 2. Zonas de fresnel
Fundamentos de óptica - Bruno Rossi - pag. 164

2.9 E1

Este formato consiste en llevar datos en una tasa de 2,048 millones de bits por segundo y puede llevar 32 canales de 64 Kbps cada uno, de los cuales treinta y uno son canales activos simultáneos para voz o datos en SS7 (Sistema de Señalización Número 7).

Estos operan sobre dos juegos separados de cable, normalmente es un cable coaxial. Una señal nominal de 2.4 voltios es codificada con pulsos usando un método que evita períodos largos sin cambios de polaridad. La taza de línea es de 2.048 Mbit/s (full duplex) el cual está abierto en 32 segmentos de tiempo (llamados Time Slots), cada uno tiene un turno direccionado de 8 bit. De esa

manera cada casilla envía y recibe un número de 8 bits muestreado 8000 veces por segundo(8 x 8000 x 32 = 2,048,000). Esto es ideal para llamadas telefónicas de voz, en donde la voz es muestreada en un número de 8 bits y esa taza de datos es reconstruida en el otro extremo.

3.10 Telefonía celular

Siendo un sistema de comunicación telefónica totalmente inalámbrica, los sonidos se convierten en señales electromagnéticas, que viajan a través del aire, siendo recibidas y transformadas nuevamente en mensaje a través de antenas repetidoras o vía satélite.

Este permite que dos personas se comuniquen utilizando la misma frecuencia, así que sólo una persona puede hablar al tiempo. Un teléfono celular es un dispositivo dual, esto quiere decir que utiliza una frecuencia para hablar, y una segunda frecuencia aparte para escuchar.

Un teléfono celular puede utilizar 1664 canales. Estos teléfonos también operan con “células” (o “celdas”) y pueden alternar la célula usada a medida que el teléfono es desplazado. Las células le dan a los teléfonos un rango mucho mayor a los dispositivos que lo comparamos.

3.11 Equipos de medición

Sunrise Telecomm - SUNLITE E1

Este es un equipo el cual nos ayuda a probar la red. Equipo portátil, que sirve para identificar problemas de la red, reduciendo el tiempo de inactividad de la red.

Algunas de sus características son:

- Aprovisionamiento y resolución de problemas de redes de 2 Mbps
- Se ajusta a la Recomendación UIT-T G.821, G.826, M.2100
- Análisis de histograma y el retardo de propagación
- Almacena hasta 10 resultados de la prueba y 10 perfiles de usuarios
- prueba de bolsillo altamente portátil

VeEX MX 100e+

Pruebas de carrier Ethernet

Este equipo brinda una solución completa de prueba de Ethernet. El MX 100e+ es una ayuda para medir la prueba de Troughput el cual viene configurado según el estándar

RFC 2544, contiene una alta gama de pruebas, las cuales pueden aportar diferentes soluciones para aplicaciones como ITU, Y.1564 y prueba de Ethernet OAM. Es una herramienta con mucha facilidad para las pruebas en campo, puesta en servicio y mantenimiento de las redes. La metodología que este maneja, es un conjunto de pruebas altamente intuitivo y automatizado que garantiza el tráfico Ethernet con diferentes atributos en el servicio. Las mediciones de rendimiento de la demora y pérdida de tramas también se apoyan a través de la UIT-T Y.1731 mensajes OAM.

4. Resultados Alcanzados

Durante la etapa como pasante en la empresa obtuve resultados como lo son los siguientes:

- La capacidad de entendimiento ante los problemas más recurrentes y el poder exponerme a la situación real en la búsqueda de soluciones a estos.

- Abordar el problema con mis conocimientos, analizarlo desde varios puntos de vista en búsqueda de la solución más adecuada.

- Desarrollo de la solución de acuerdo a mi perspectiva y de acuerdo a las necesidades de la empresa.

- Generar un plan de desarrollo para una mayor efectividad a la hora de una instalación.

- Poder hacer parte de la visita, para la verificación del sitio y análisis de este, con el fin de tener clara todas las condiciones en el momento que se vaya a proceder con la instalación del enlace microondas.

- Hacer parte de la instalación del enlace, teniendo todas las precauciones necesarias y los equipos apropiados para proceder.

- Verificación del estado del enlace, por medio de pruebas posterior a la instalación y configuración de este, para poder entrar en funcionamiento.

5. Análisis de resultados de acuerdo al plan de trabajo:

1. Durante la primera fase se realizó una recolección de información, para poder tener más claridad sobre las fallas más comunes en el momento de la instalación, lo cual se realiza por medio de pequeñas entrevistas a personal idóneo de la empresa en cual tenga conocimiento sobre instalaciones de enlaces microondas.

   Los problemas más comunes son:

   - Algo muy común es el material inadecuado o piezas faltantes para la instalación, lo cual ocurre por falta de una persona que se encargue de verificar la recepción de carga y conozca con claridad lo elementos y la actividad a realizar en el sitio.

   - Asignación de frecuencias, ya que en algunas estaciones se encuentran diferentes operadores, suele suceder que no se verifica y se utilizan frecuencias de otros operadores y sucede que el enlace del otro operador se interfiera.

   - Análisis geográfico por donde pasa el enlaces microondas, ya que en algunos por no contar con la altura adecuada, y estos pasan por lagos, ríos, etc., donde por reflexión de la luz solar genera interferencia, o sucede también que no se encuentra en una línea de vista adecuada.

   - Falta de espacio en los barrajes para la puesta en tierra de los elementos nuevos a instalar.

   - Espacio en la torre para la instalación de la antena nueva.

   - Estudio del sitio.

2. Se realiza un estudio referente a la manera más adecuada de hacer una instalación de enlaces microondas paso a paso para que sea eficiente, duradera y fuera de fallos en mayor medida.

   Apoyado de fuentes bibliográficas y algunos documentos propios de la empresa, que son de ayuda para complementar.

3. Con la información recolectada, se desarrolla un plan para el mejoramiento de la calidad, evitar interferencias, visitas previas al lugar, donde se recolectará información adecuada, tanto escrita como con fotografías; para tener claridad de las actividades a desarrollar en el sitio.

Porque a pesar de que se esté enfocado a la instalación de enlace microondas, es necesario tener el lugar en óptimas condiciones, dejando el sitio impecable tanto en el aseo del sitio como en todo tipo de instalaciones, puestas a tierras, impermeabilización.

Estas actividades adicionales son causantes de demoras y más cuando no se conoce con claridad el trabajo a desarrollar en el sitio, por lo cual surge la necesidad de conocer todos los aspectos a desarrollar, lo cual ayudará a un mejor servicio y agilidad, con lo cual no se contará con contra tiempos si no al contrario se estará ahorrando tiempo.

4. Con la información recolectada tanto del personal, información bibliográfica y con algunas visitas previas donde se pudo observar problemas adicionales. Con esta ayuda se diseña un plan a seguir, para un trabajo más limpio, eficiente y generando ganancias tanto económicas como en tiempo para la empresa.

   Se analiza punto por punto con ayuda de una mesa de trabajo la cual está constituida por ingenieros y técnicos expertos, para evaluar la propuesta y a su vez dar su punto de vista para mejoras del mismo, para que a su vez la solución sea la más adecuada y esperada por parte de ellos.

5. Se pone en marcha el plan de trabajo, ya revisado y evaluado. Se mantiene un control en las actividades, siguiendo los pasos propuestos en el mejoramiento tanto en la instalación como en la eficiencia del enlace ya trabajando.

6. Evaluación y cumplimiento de objetivos

Verificación de equipos.

Parámetros de seguridad. La torre este adecuada para trabajar, verificación que el personal esté capacitado para realizar el trabajo, permisos de trabajo verificar los equipos de seguridad.

Instalación:

Verificar que todo esté según la orden de servicio.

- Se inicia por la parte outdoor (Tarjeta de configuración que esta al aire libre, en la parte posterior de la antena), armar la antena y el soporte, los híbridos y las ODU's (Es la unidad radio en sí. Viene definida por la frecuencia de sintonización y la sub-banda de trabajo dentro de dicha frecuencia).
- Subir las poleas e izar las manilas.
- Lo primero que se sube es el soporte de la antena.
- Seguido la antena.
- Se suben los híbridos y las ODU's.
- Conexión e impermeabilización de híbridos (es el acople entre la antena y los Outdoor) con la antena.
- Brazos anti torsión y se instalan.
- Sube cable IF (frecuencia intermedia) y cable de tierra.
- Conexiones de los IF's y respectiva impermeabilización, aterrizaje de las ODU's. cable IF y de tierra se hace el figurado sobre la escalerilla a lo largo de la torre (amarrarlo a la torre con los amarres).
- Barrajes se hace conexiones a tierra o ground kit (kit de tierra) e impermeabilizarlos.
- Figurado horizontal hasta el rack (Armario donde se encuentran los radios de configuración) o donde se encuentra los radios, cuarto de equipos.
- Se ingresa el IF por un pasa muros.
- Impermeabilización lleva un estándar que es :

  *Una capa de vinilo de abajo hacia arriba

  *Cinta mastick o chicle se dan capas de arriba hacia abajo, la segunda de abajo hacia arriba, y de ultimas de arriba hacia abajo.

  *Tres capas de cinta vinilo de abajo hacia arriba, de arriba hacia abajo y por ultimo de abajo hacia arriba.

  - Se ingresa al cuarto de equipo hasta llegar al radio, se hace la instalación de la IDU (Módem que interconecta la radio con el backbone de la red. En función de las necesidades puede ofrecer interfaces Ethernet, TDM).
  - Tendido del cable de energía del radio .

- Tendido de cables de tierra hasta el barraje.
- Conexión del IF a las tarjetas IF.
- Se prende el radio para proceder a la configuración.

CONFIGURACIÓN:

Mediante un software web LCT acceso al radio, el cual conecta el pc al radio por puerto Ethernet, configurarle IP al pc en el rango de 129.9.X.X, busca el radio a configurar y lo selecciona:

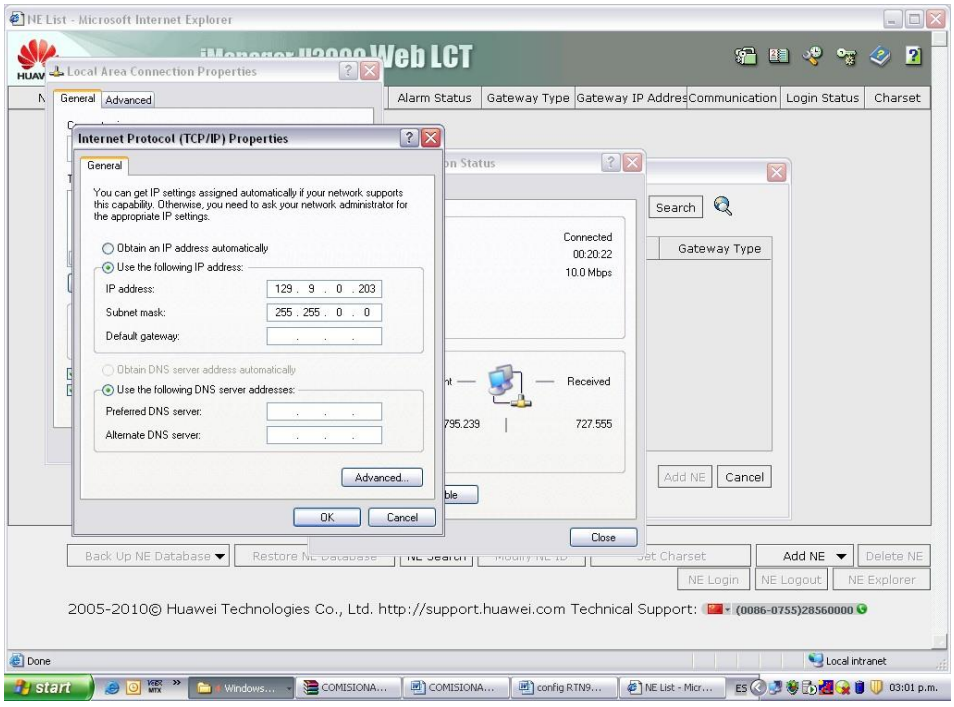


Imagen 1. Configuración IP (Internet Protocol)

- Posteriormente al ingresar a la aplicación, en la cual dándole click a “Search” se empieza con la búsqueda del radio.

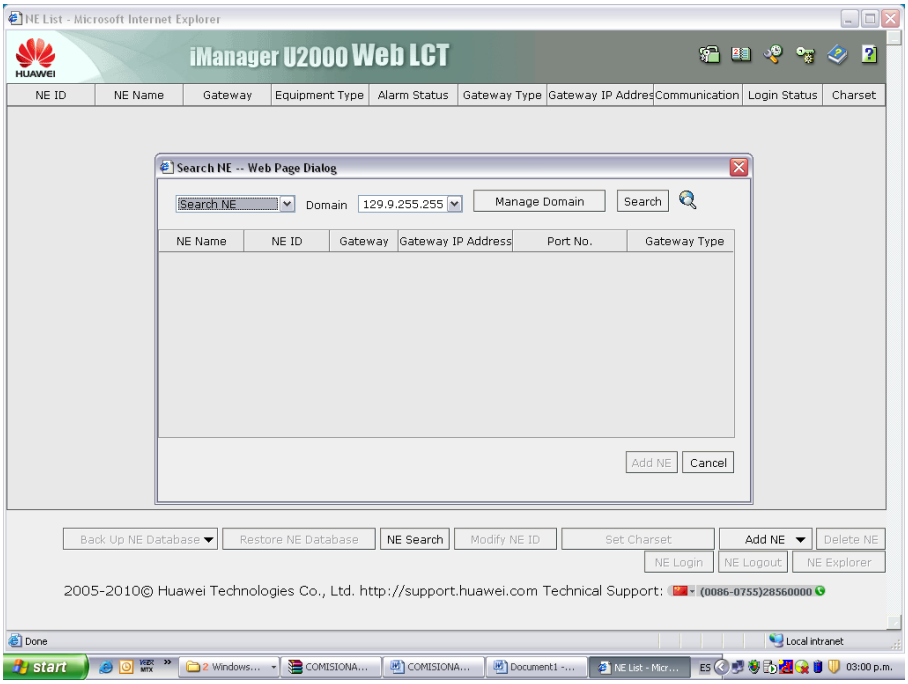


Imagen 2. Búsqueda del radio

- Configuración XPIC (Se le llama a la configuración que usa polaridad tanto horizontal como vertical) para definir cuales tarjetas van a trabajar con polaridad horizontal y cual con polaridad vertical.

- Asignación de cuales tarjetas van a trabajar como principales y cuáles de respaldo o protección.

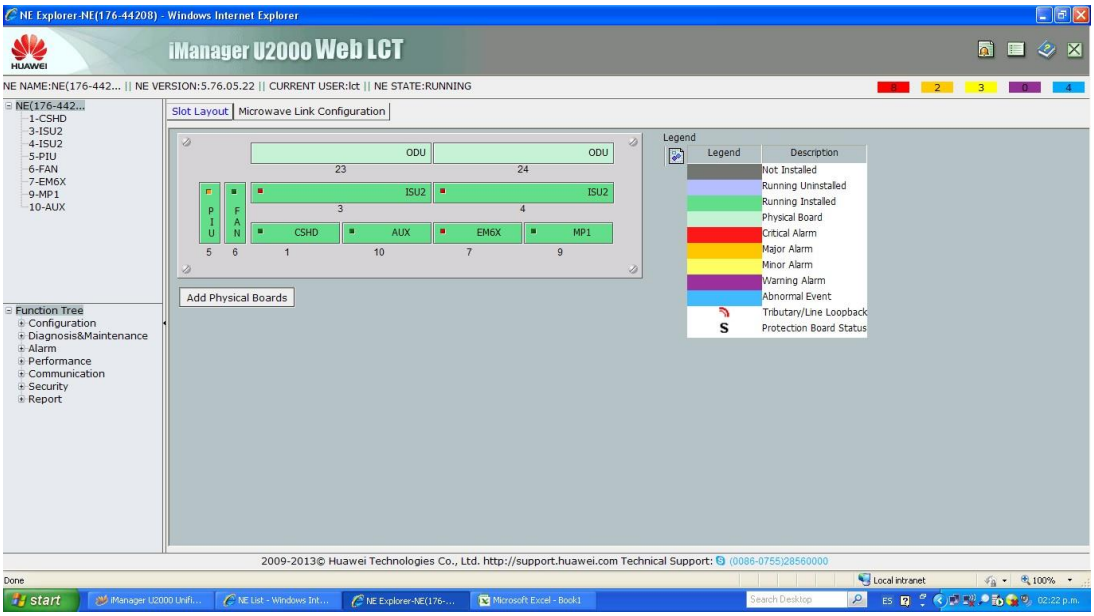


Imagen 3. Asignación de polaridad a las tarjetas
y cuáles serán las de respaldo

- Configuración de parámetros de transmisión o IF, modulación, frecuencia, espaciamiento entre frecuencia entre las altas y las bajas, potencia con la que trabaja la transmisión en dBm (a veces también dBmW o decibelio-milivatio), esto es para los dos sitios que se van a enlazar.

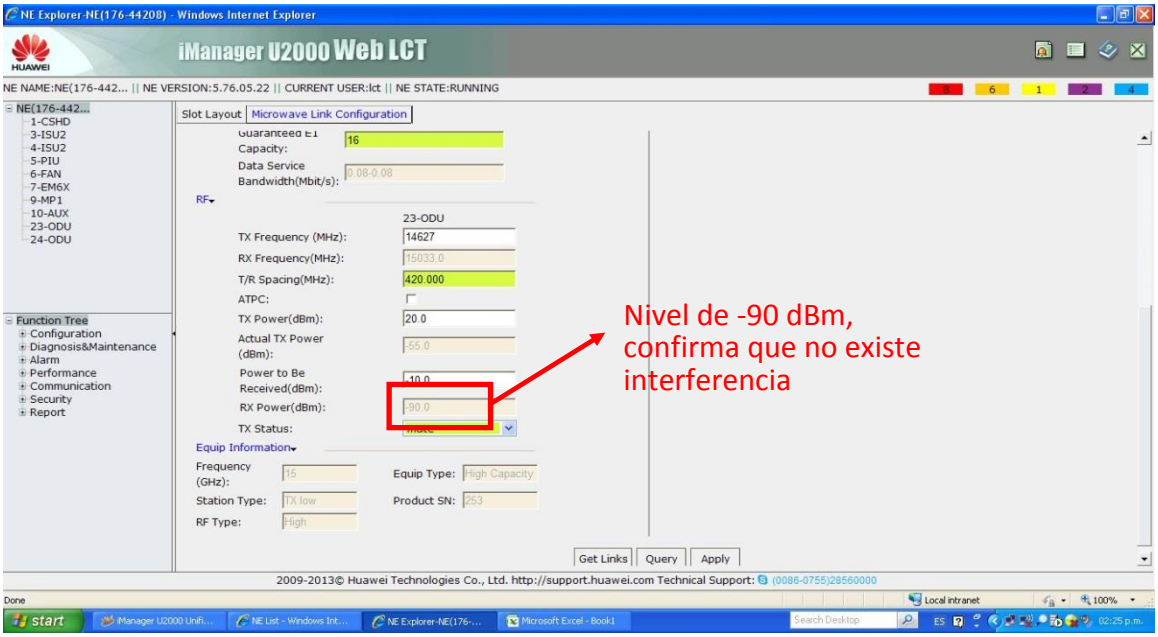


Imagen 4. Configuración de parámetros.

- Orientación se hace movimientos horizontales y verticales para encontrar el punto de comunicación más alto, de acuerdo con la orden de servicio.

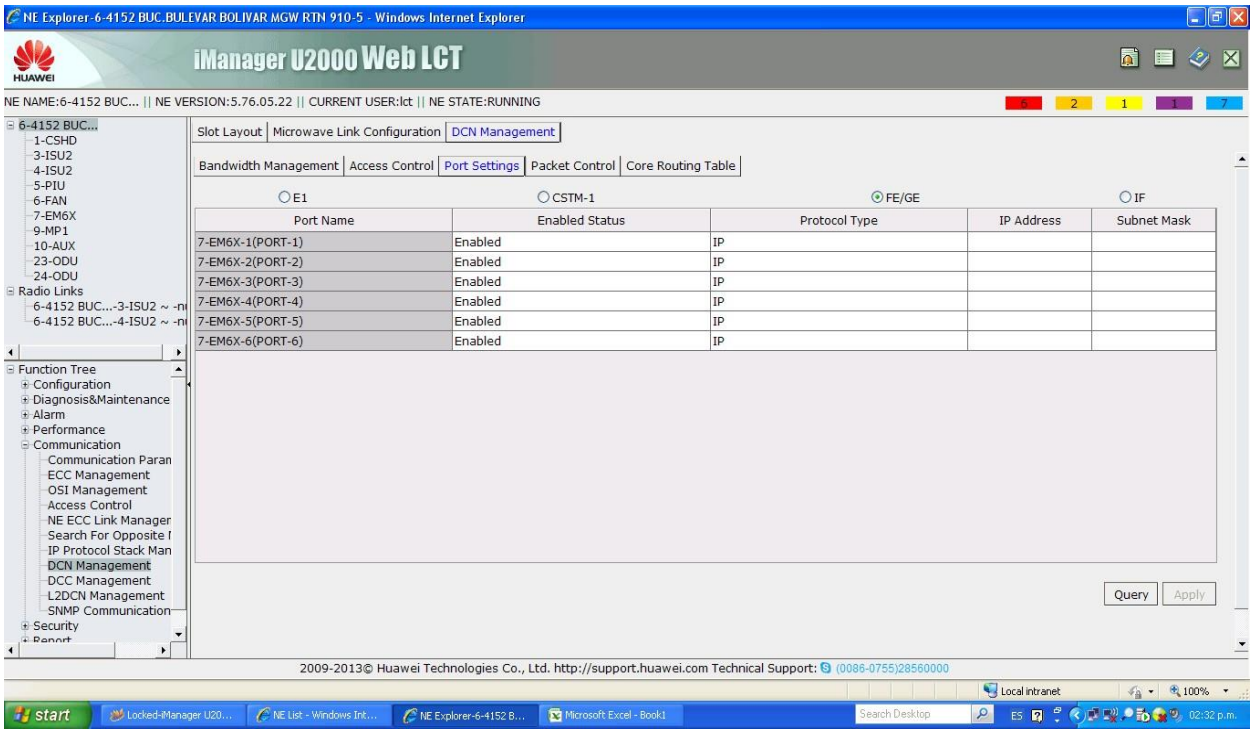


Imagen 5. Orientación para encontrar puntos de conmutación.

- Configuración IP del equipo, se configura un LSR (label swittch router, cambio de etiqueta del enrutador), identifica la tarjeta controladora.

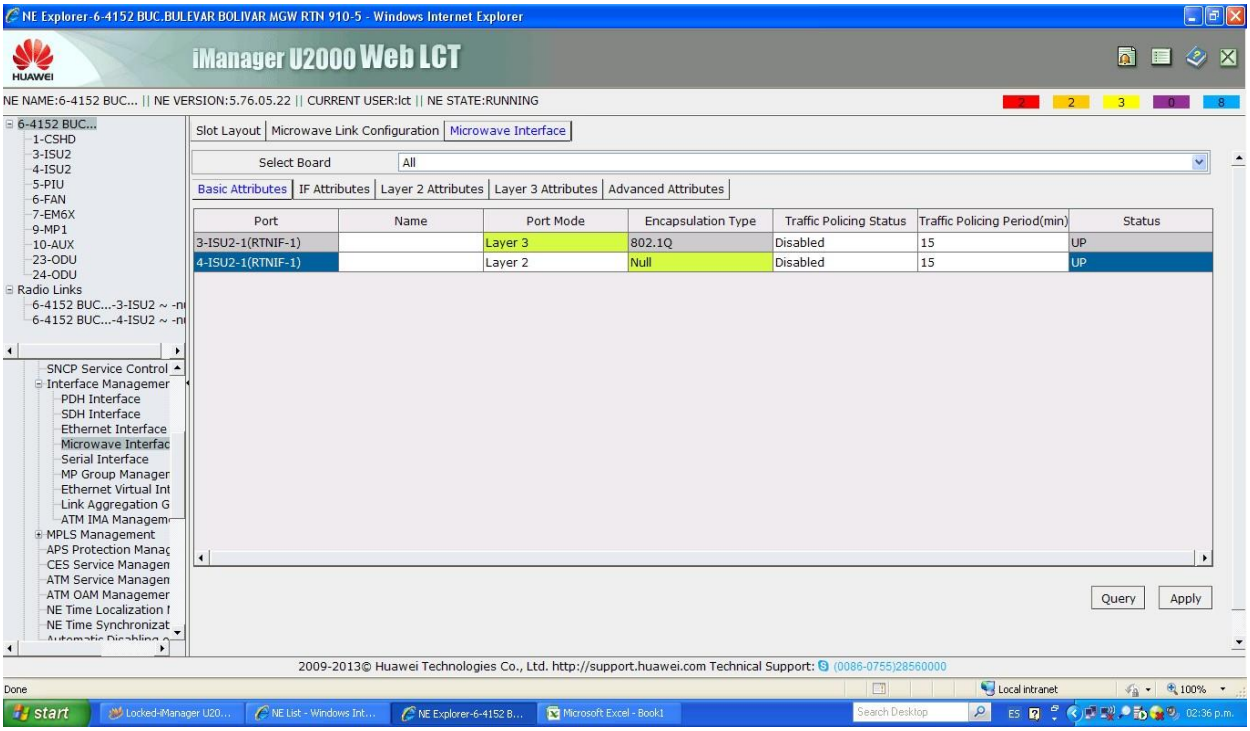


Imagen 6. Configuración LSR.

- Configuración IP para la comunicación entre nodos, gestionar los equipos y controlarlos con los CCM.

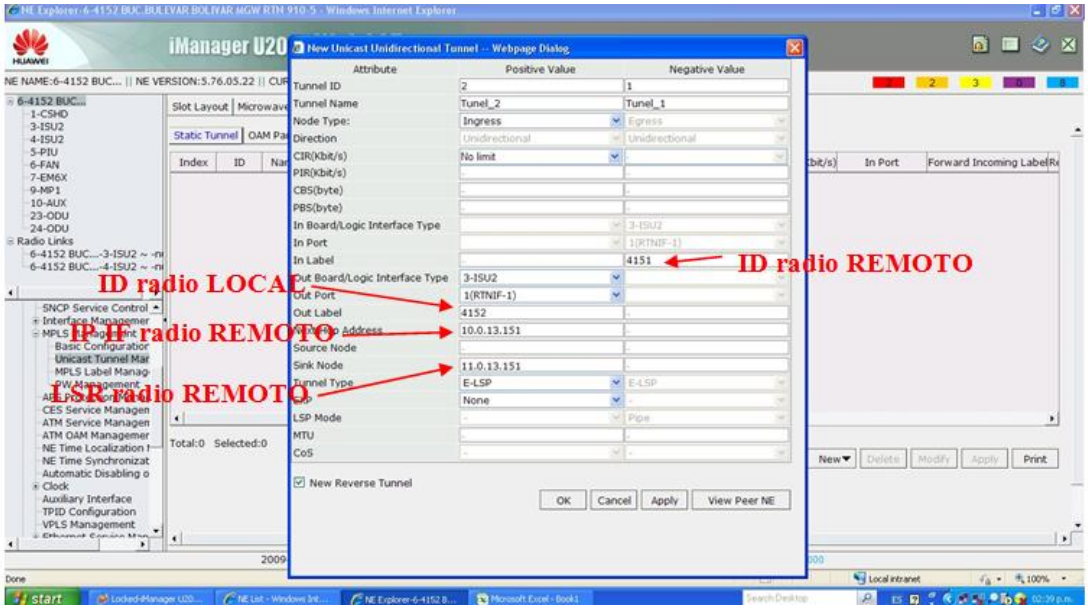


Imagen 7. Configuración entre nodos.

- Configuración de reloj, sincronismo, los servicios los E1 (Son los puertos donde llega el cable IF) como son los de trabajo y de encapsulamiento.

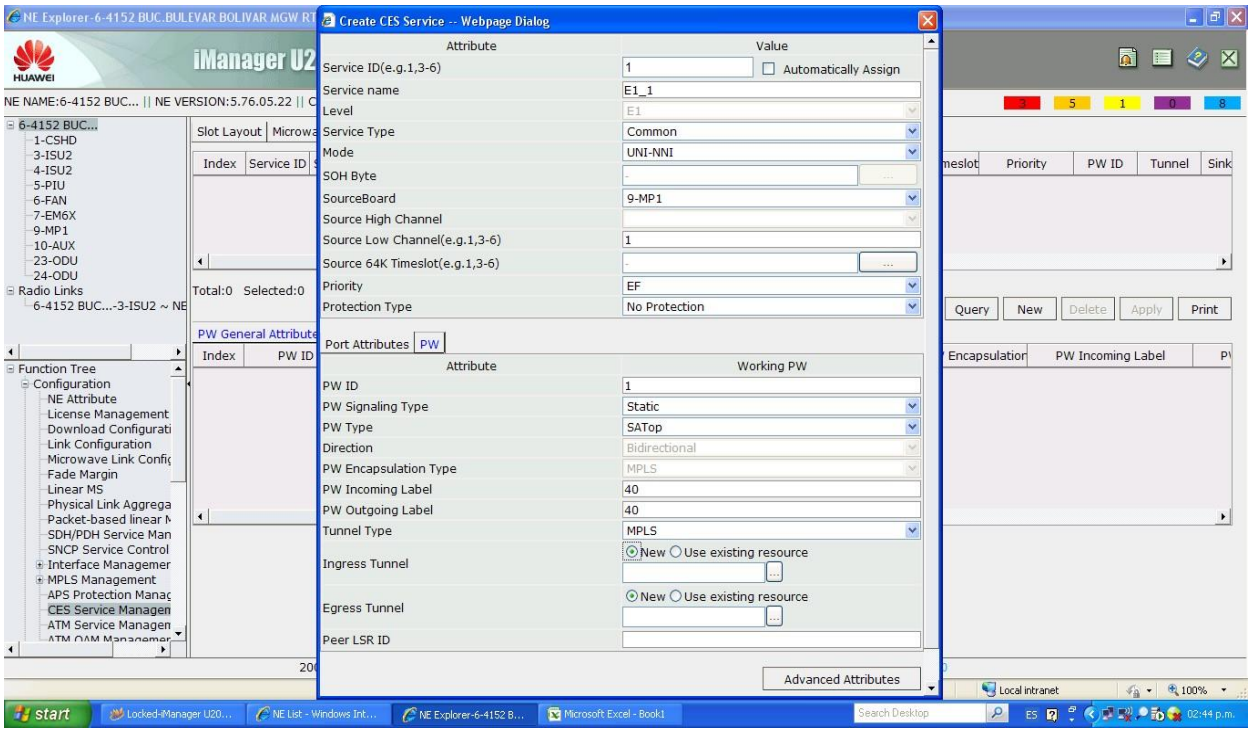


Imagen 8. Configuración E1.

- Se configuran los puertos Ethernet, modo de puerto, modo de trabajo (capacidad que va a manejar el puerto) y encapsulamiento (forma en que viaja la información).

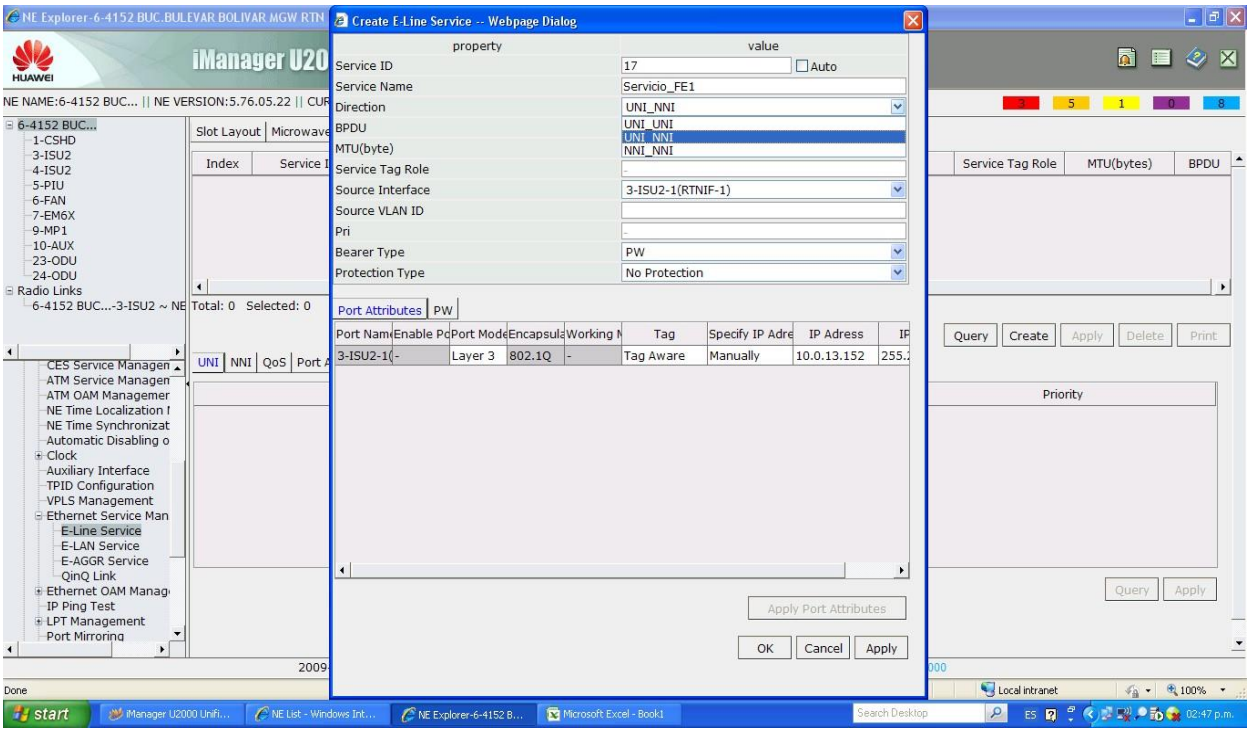


Imagen 9. Puertos Ethernet.

- Configuración IP de los IF, se le configura un túnel para comunicar la tarjeta de los servicios con las tarjetas IF's (se configura por IP, de esta IP va a esta IP) se indica puerto de entrada y puerto de salida, se les asigna también un número para identificarlos, tres datos, tarjeta con la que se va a comunicar con la tarjeta de servicios, Identificación de la tarjeta de salida y la identificación de la tarjeta de llegada.

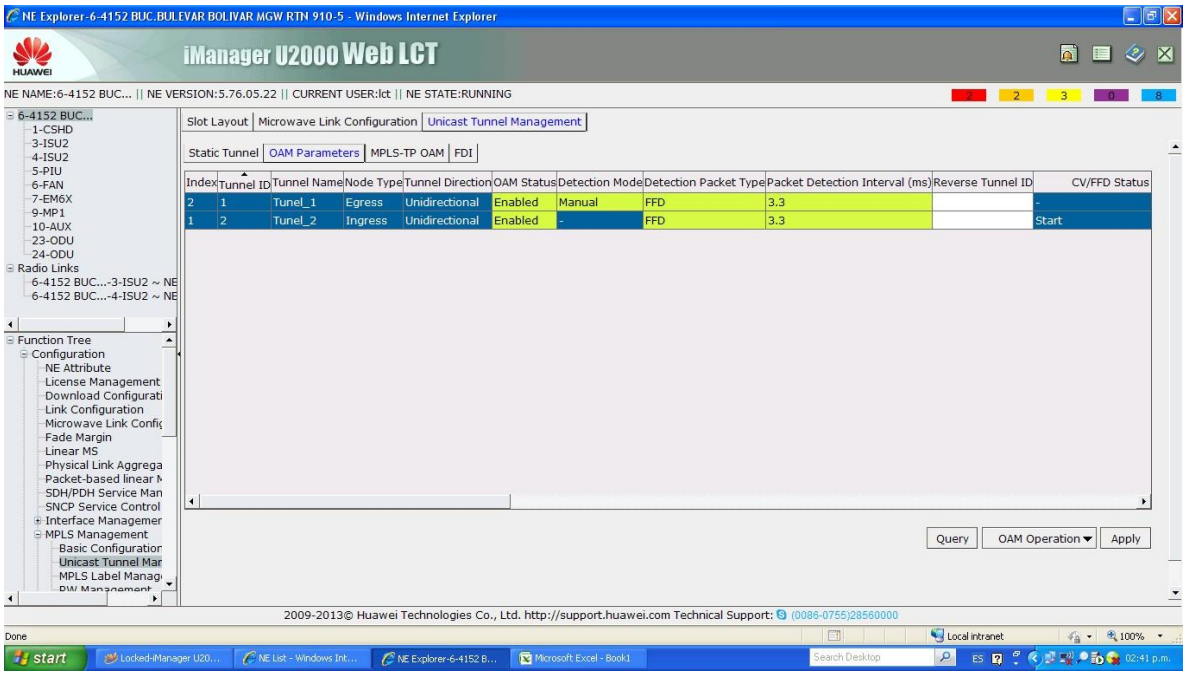


Imagen 10. Configuración túnel.

- Configuración de los servicios los E-unos, cuales se van a utilizar, cuales tarjetas y llevan su identificación.

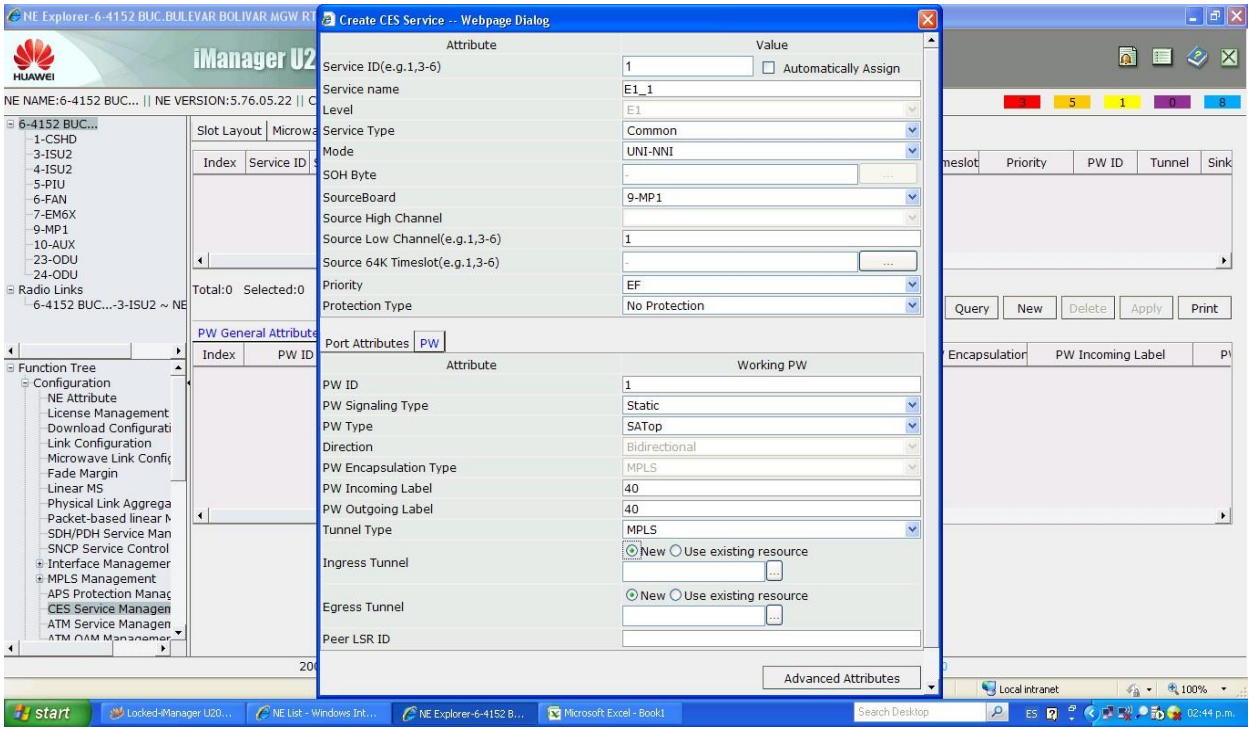


Imagen 11. Creación de E-unos.

- Se configura la capacidad del puerto de Ethernet con el que se va a trabajar.

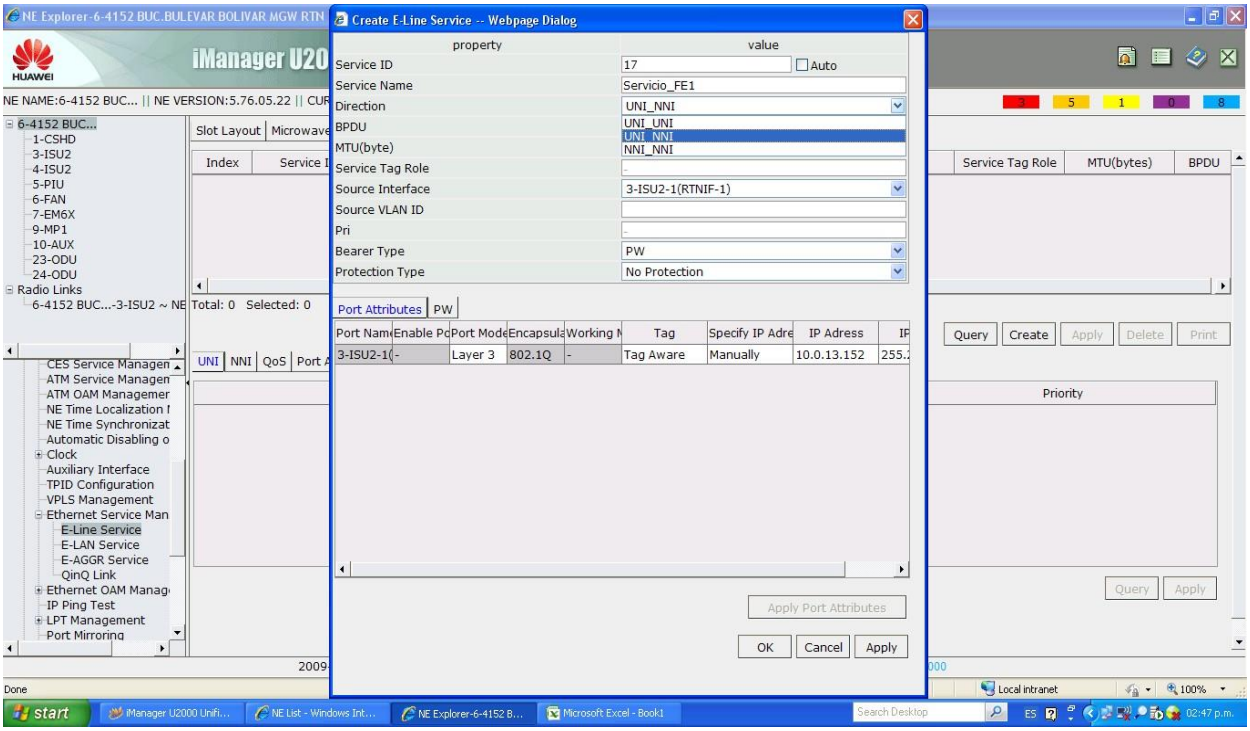


Imagen 12. Capacidad del puerto de Ethernet.

- Como se observa en la figura, gracias a la ayuda del software, podemos conocer el estado del enlace, en este caso como se observa solo una de las antenas ha sido montada y configurada, por eso solo aparece una.

  Aparte de eso se ve que lo que se encuentra en verde es las tarjetas que se encuentran conectadas a la antena, pero las que se aparecen en rojo no son utilizadas ya que no se encuentra en marcha el enlace.

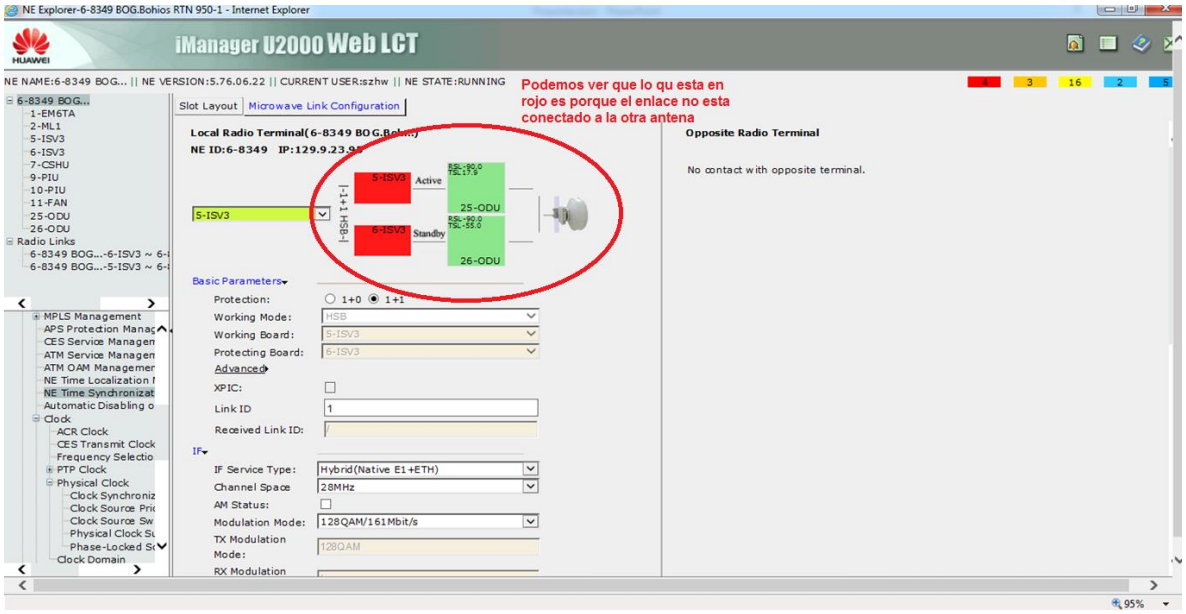


Imagen 13. Montaje de una solo antena, sin establecer conexión y puesta en marcha.

- Ya después de tener las dos antenas montadas y configuradas, observamos que todas sus tarjetas entran en funcionamiento y muestra el establecimiento del enlace.

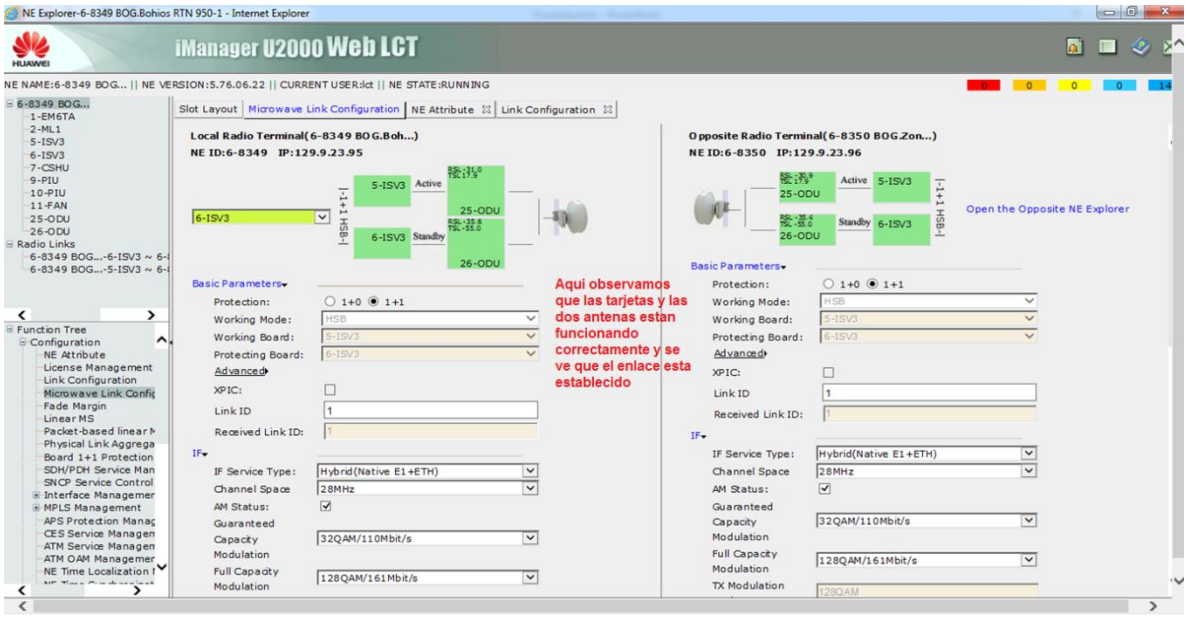


Imagen 14. Puesta en marcha del enlace.

Realizar pruebas tráfico:

Esta prueba de trafico o drive test, que es para verificar la cobertura, se realiza para las antenas sectoriales, que son las rectangulares, a la antena se le da un azimut, una inclinación y el tilt eléctrico (para aumentar o disminuir la potencia de cobertura), con la prueba del drive test verificar el área que se asignó de cobertura.

Realizar pruebas de interferencia:

Primero se hace solo con un punto, luego se hace otra prueba punto a punto, discriminación de polaridad para garantizar que si está completamente horizontal o vertical, se hace apagando una polaridad en el lado remoto diferencia entre polaridades depende de la antena puede ser 30 dBm o 40 dBm, con el multímetro medimos voltaje en unas de las polaridades que es apagada remotamente, y se mueve el dipolo acercándolo lo más posible a 0 y que tenga la diferencia de los dBm's. Verificar el sitio que no pasen por lagos, lagunas ya que si pasan por un lago se crea una interferencia por culpa de la refracción de la luz del sol en el agua y hace que la onda se desvié.

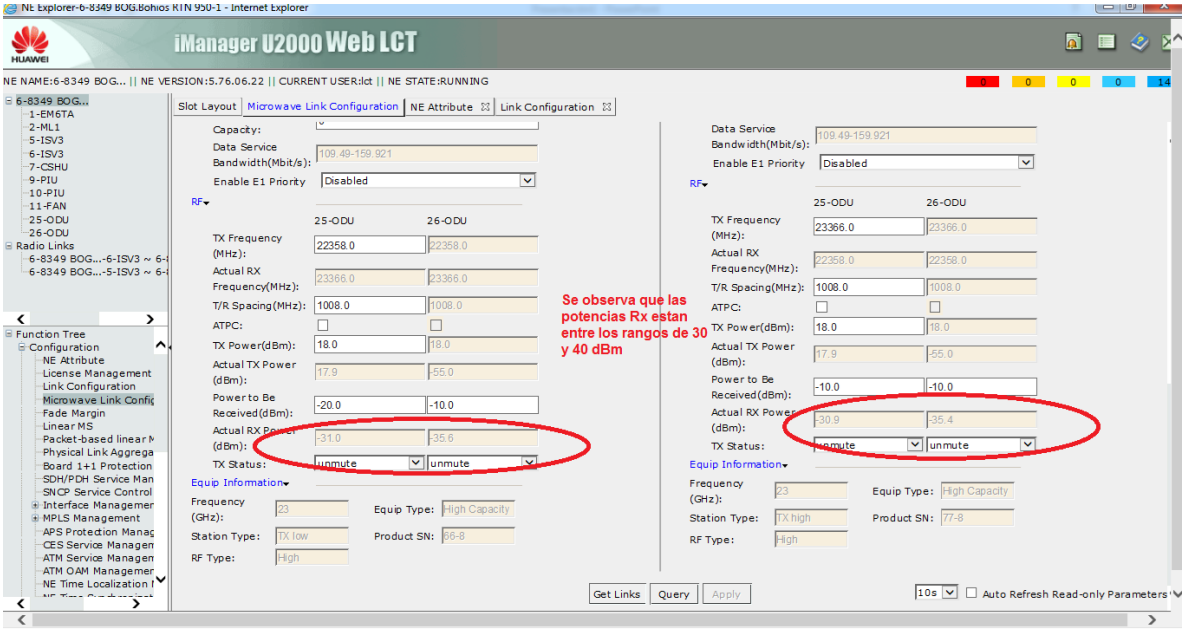


Imagen 15. Potencias Rx (receptor) para el funcionamiento del enlace.

Como podemos observar en la imagen, luego de realizar la prueba de interferencia, de acomodar la antena manualmente hasta el punto de llegar a una potencia receptora que este entre el rango ya estipulado.

Prueba de correspondencia:

Verificación entre los puertos E-1 que coincidan en los dos nodos, que sean los mismos y estén funcionando, lo cual se realiza con un analizador de error de BER, en una de las estaciones se pone un bucle entre los puertos Tx (transmisor) y Rx, y en el otro nodo se

coloca el analizador de BER, se verifica que la señal vaya y vuelva, registra el tiempo de registro y se realiza a prueba por 1 minuto, se hace por cada uno de los E-1.

Imagen 16. Prueba de correspondencia.

En la imagen se muestra la prueba que se realiza entre los dos E-1, donde medio del analizador de BER muestra que los puertos coinciden. En caso de que el analizador nos arrojará un error y no ok, es porque alguno de los puertos fue configurado de manera errónea y se deberá proceder a hacer el cambio en el programa y volver a configurar, en este caso arrojó una prueba exitosa.

Prueba de conmutación:

Se simula una falla en las tarjetas de trabajo, para lo cual hace que conmute a las tarjetas de protección, se realiza manual o automática, manual por el software obliga a trabajar la tarjeta de protección y verifica que la tarjeta de respaldo empiece hacer el trabajo. La automática es que físicamente apaga las de trabajo y verifica que entren a trabajar las de protección.

Esta prueba es muy útil y necesaria. Ya que en caso de una falla y la tarjeta de respaldo entre en funcionamiento adecuado ayuda que en caso de afectación el servicio no se pierda, a su vez de tiempo al personal de dirigirse al sitio y poder atender la falla, las tarjetas de respaldo son un ayuda para el servicio, por eso es tan necesario verificas que estas estén en l capacidad de entrar a funcionar en caso de cualquier afectación al servicio.

Prueba en marcha del enlace:

Prueba de BER durante 48 horas, BER 1x10^12. Detecta fallas, interferencias.

Imagen 16. Prueba de BER

Esta es la prueba final del enlace, ya cuando se está listo para poner en funcionamiento. Con esta prueba que se hace en los dos nodos del enlace, durante 48 horas seguidas, enviando paquetes de datos para poder verificar si la tasa de error es la sugerida, si no se detectan otro tipo de fallas por interferencia, recepción de señal, entre otras.

Es la prueba que nos indica si el enlace esta listo para ponerse en marcha o se deben hacer justes.

Pruebas de funcionalidad puertos de Ethernet:

Verificar a nivel local que el puerto esté funcionando, equipos de prueba de Ethernet, configura los equipos VEX verificación que funcionando y la velocidad dependiendo el puerto. Configura el equipo para que tome la capacidad automática del puerto. Conecta el equipo por cable UTP y el equipo le informa la capacidad del puerto. Se realiza en todos los puertos Ethernet.

Imagen 17. Verificación funcionamiento Puertos de Ethernet.

Los puertos de Ethernet son los que llevan la información de los servicios. El verificar que cada uno esté en buen estado, con la velocidad requerida hará que el servicio se a más óptimo. Para eso es no solo necesario probar el canal, si no el cable UTP y la configuración y hacer los ajustes en caso de que se requiera.

Pruebas Throughput:

Esta es una prueba exigida por el ministerio de comunicaciones, el cual su objetivo es medir el rendimiento del enlace en él envió de paquetes entre punto y punto. Lo que se realiza es un envío de paquetes de diferentes tamaños, como le estos son enviados deben recibirse, posteriormente lo que se hace es reducir la capacidad del puerto e ir verificando el porcentaje de pérdidas.

Esto queda registrado en una tabla, donde se muestra el tamaño del paquete enviado y el tamaño con el que se recibe, con esta tabla podemos observar el porcentaje de perdida.

Imagen 18. Prueba Throughput:

Frames	TX (%)	RX (%)	Status
64 bytes	72.000	57.39	Fail
64 bytes	36.000	36.00	Pass
64 bytes	54.000	54.00	Pass
64 bytes	63.000	57.39	Fail
64 bytes	59.000	57.39	Fail
64 bytes	57.000	57.00	Pass
64 bytes	58.000	57.39	Fail
512 bytes	72.000	59.57	Fail
512 bytes	36.000	36.00	Pass
512 bytes	54.000	54.00	Pass
512 bytes	63.000	59.58	Fail
512 bytes	59.000	59.00	Pass
512 bytes	61.000	59.57	Fail
512 bytes	60.000	59.57	Fail
1024 bytes	72.000	59.78	Fail
1024 bytes	36.000	36.00	Pass
1024 bytes	54.000	54.00	Pass
1024 bytes	63.000	59.78	Fail

Imagen 19. Resultados prueba Throughput.

Como se observa en la tabla anterior se envían diferentes tipo de paquetes en tamaños diferentes, en lo cual, al receptor debe llegar con el mismo tamaño, como vemos el cuadro nos muestra el trasmisor y el receptor , lo que envía y lo que recibe, aquellos que llegan de diferente tamaño son fallidos, mientras que los que llegan exactamente iguales son los aprobados.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

1. Gracias al plan de trabajo realizado se logró una mejoría en la expansión de los canales, teniendo como resultado más recepción de llamadas celular en diferentes lugares a nivel nacional.

2. Es importante tener en cuenta que en cada migración los radios y las antenas deben estar en un nivel muy similar o igual al enlace previamente establecido, estos niveles pueden estar entre los 30 y 40dBm para distancias menores a 50Kms y de 40 – 50dBm para enlaces mayores de 50Kms, ya que a niveles inferiores de 30dBm los radios sufren daños en sus circuitos, porque el voltaje que recibe es muy alto.

7.2 Recomendaciones

1. Antes de la instalación es recomendable revisar las poleas que sostienen las antenas así como el vértice al que se va a colocar, también revisar las manilas de instalación, debido a que varias veces las poleas están sueltas o el vértice no es suficientemente fuerte como aparenta ser. La Manila en varios casos se ha reventado, no porque estuviera en mal estado sino que el peso de cada antena dependiendo el tamaño varía y no todas las manilas tienen la misma textura.

2. Previo a la instalación de los equipos, tanto outdoor como indoor (Tarjeta de configuración interna) y al haber hecho la conexión de energía DC en los respectivos breakers (tacos de corriente) es recomendable verificar los niveles umbrales de voltaje que resiste cada una de las IDUs, para esto se mide con el voltímetro el nivel de voltaje DC (Corriente directa).

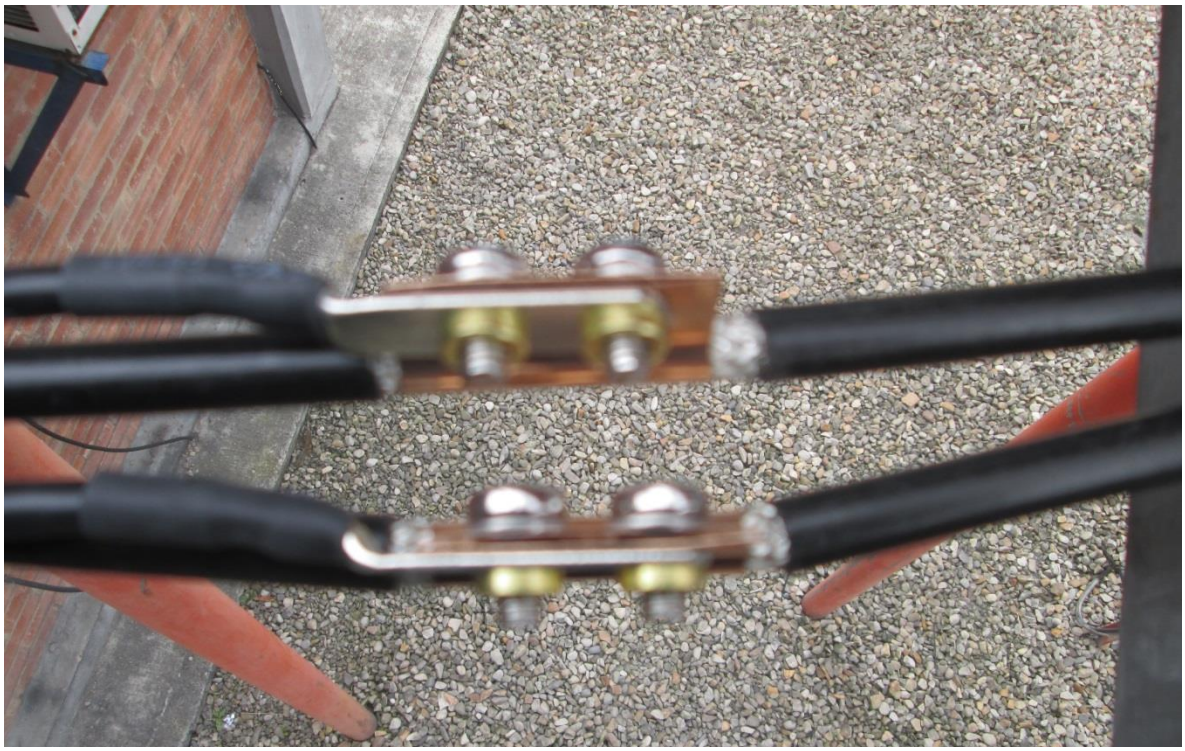
3. Al realizar la instalación se debe revisar cada conector hecho, midiendo continuidad en cada uno de los cables antes de figurarlos y unirlos a la torre como el RG8 y los cables de energía, para evitar problemas a futuro como la desconexión de los cables que significa una gran pérdida de tiempo o que el enlace quede funcionando pero sea inestable.

4. Al culminar el enlace es recomendable guardar en el disco duro del computador la configuración y los resultados del enlace después de terminado, para tener un soporte y un registro del desempeño de los equipos y los datos obtenidos, por una posible falla ajena a la empresa.

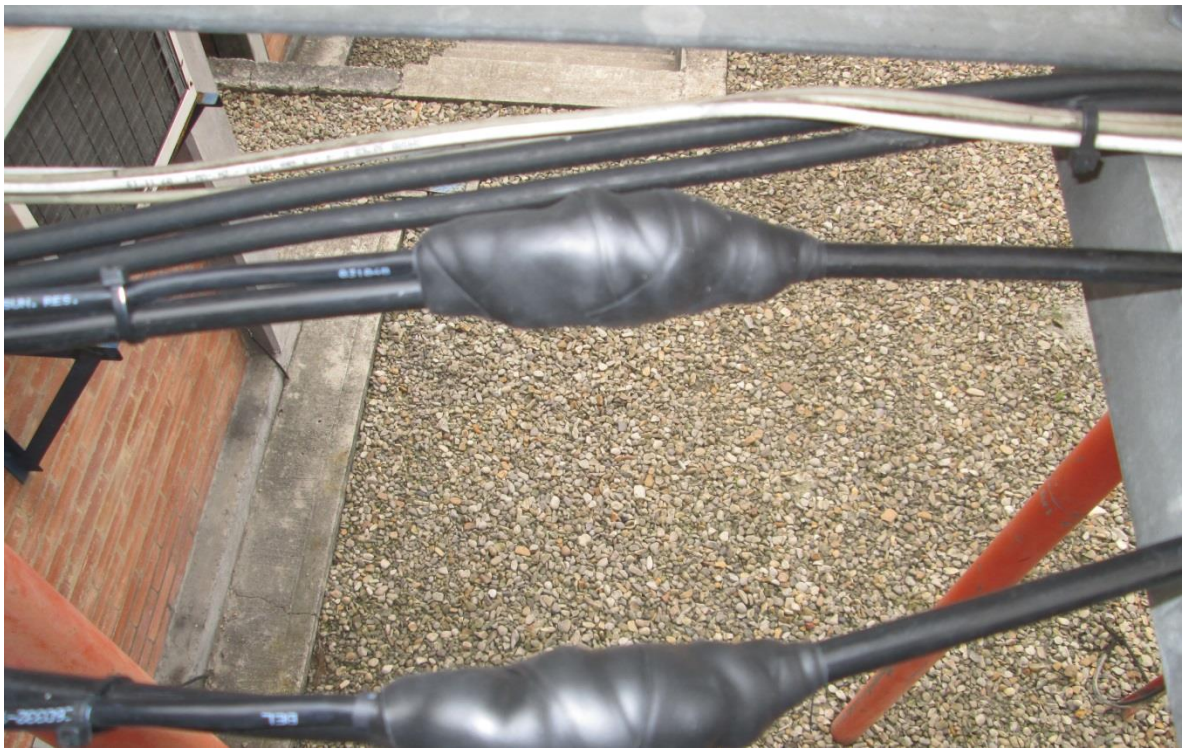
8. Anexos

Anexo 1. Acople entre hibrido y Outdoor.

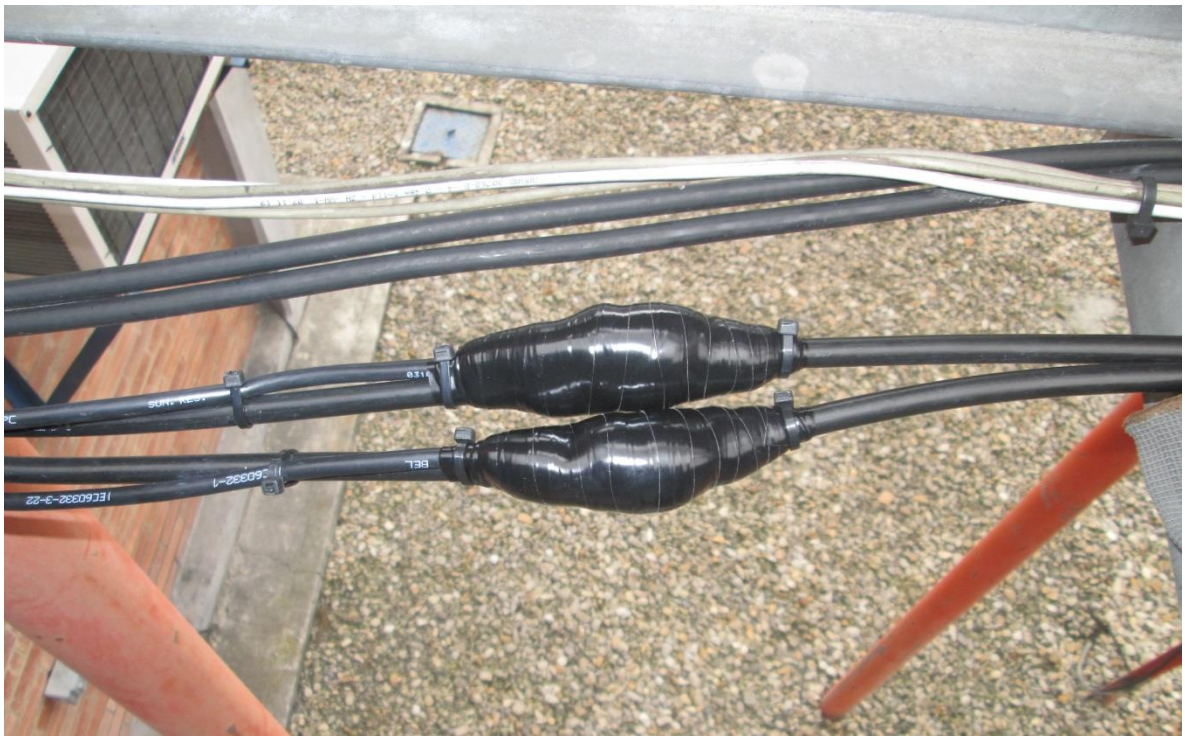
Anexo 2. Conexión cable IF a Outdoor.



Anexo 3. Barraje de tierra cable IF.



Anexo 4. Impermeabilización de barraje de tierra de cable IF.

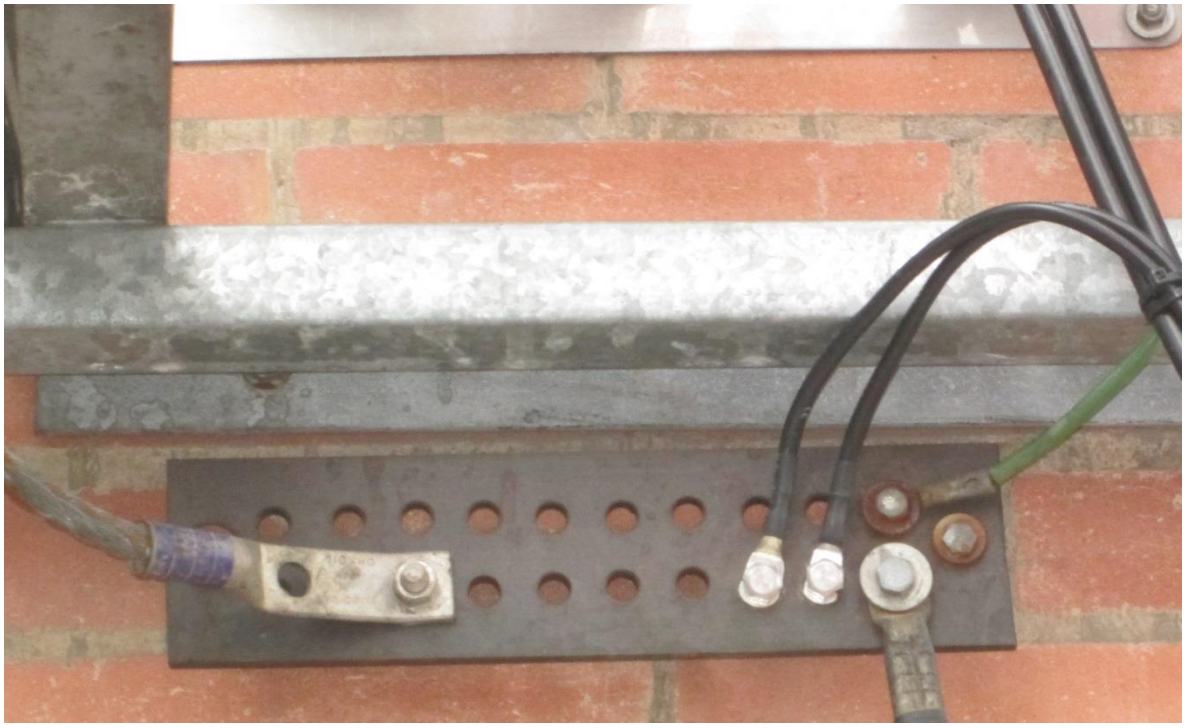


Anexo 5. Impermeabilización de cinta mastik de barraje cable IF.

Anexo 6. Figurado de cable IF.

Anexo 7. Figurado cable IF

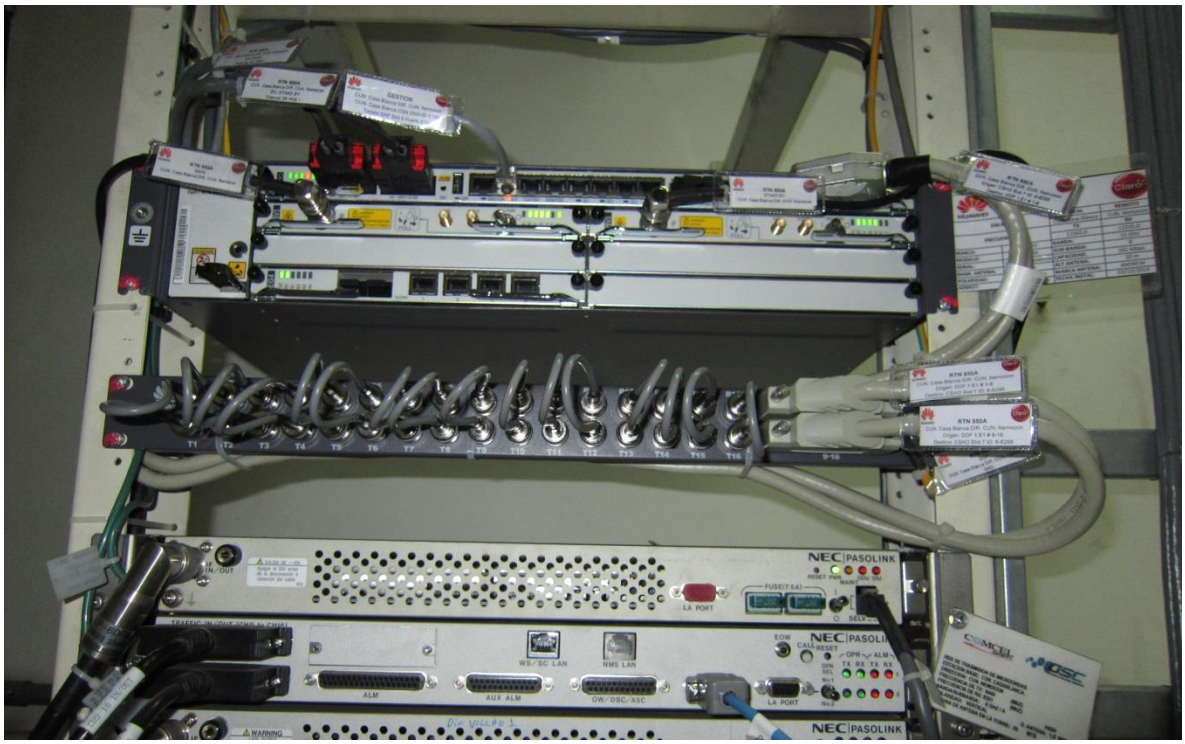
Anexo 8. Barrajes de puesta a tierra cables IF.



Anexo 9. Barraje de tierra de la estación base.

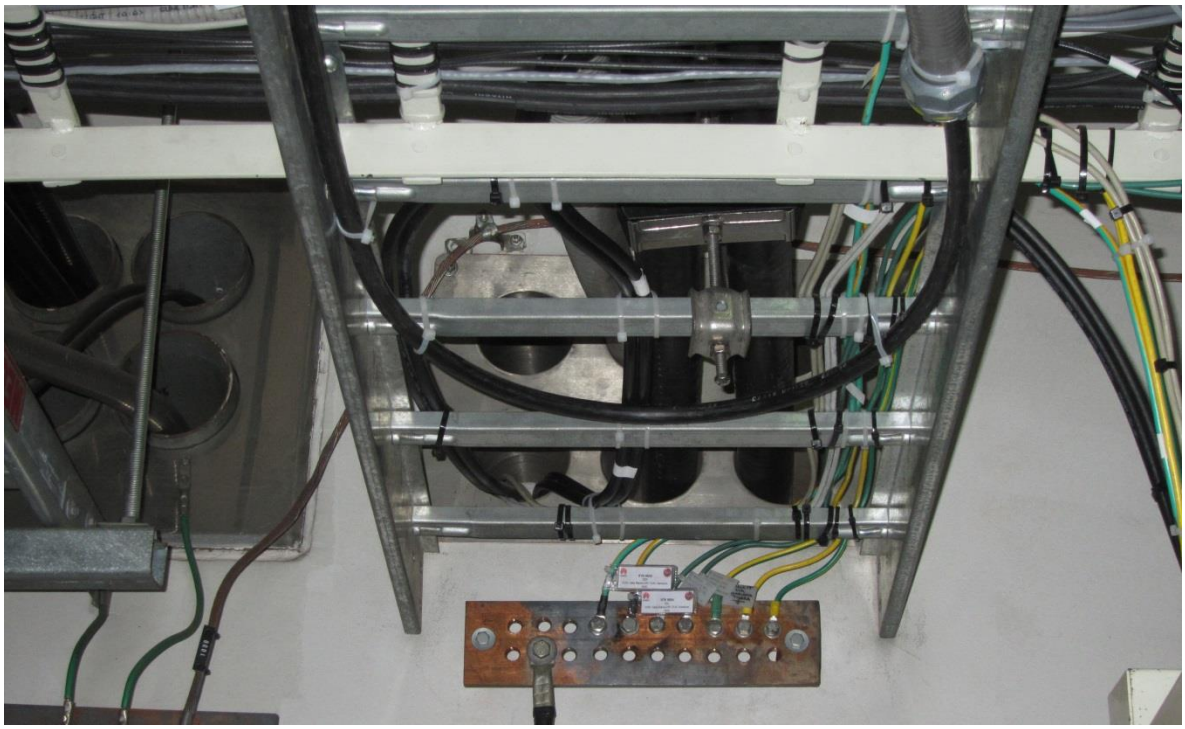
Anexo 10. Antena de 1,2 metros de diámetro, instalada y en funcionamiento.

Anexo 11. Estación base.

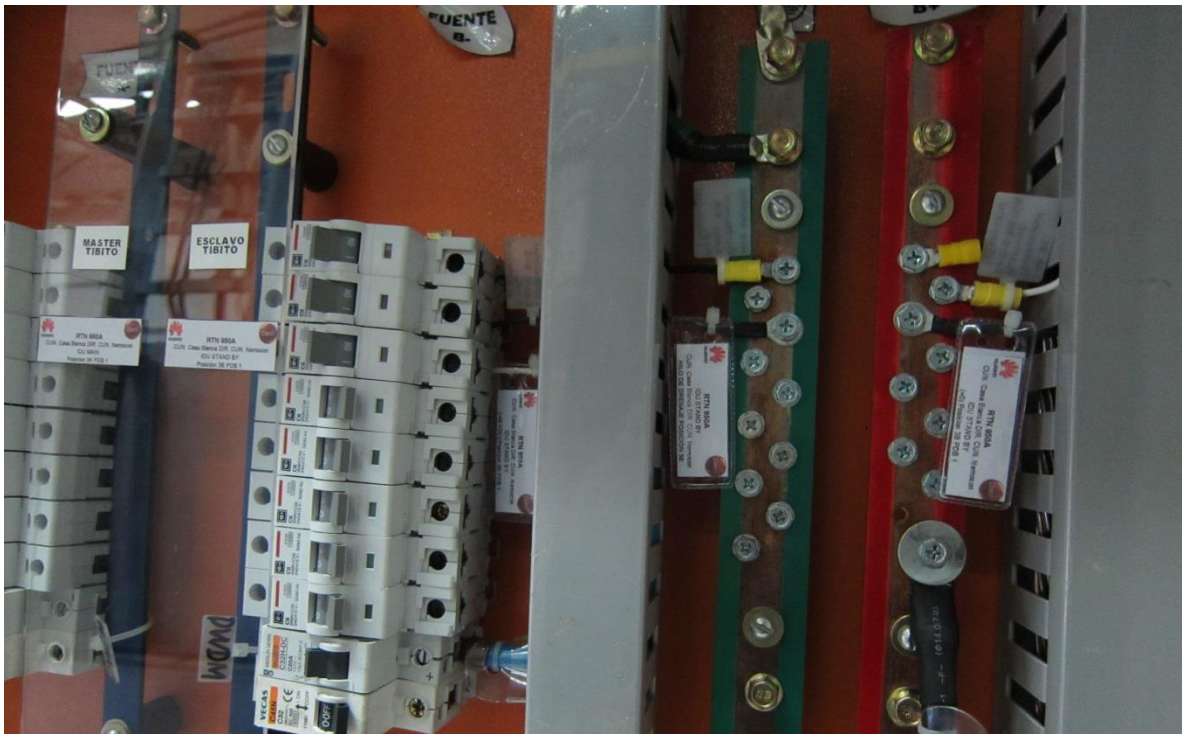


Anexo 12. Rack y radios de la estación base.

Anexo 13. Rack y radios de la estación base.



Anexo 14. Barraje de tierra para los radios.



Anexo 15. Breackers de energía de la estación base.

9. Bibliografía

1. Jorge Carlos Gallego - Instalación y mantenimiento de redes para transmisión de datos- Libro
2. Marcombo S.A - Telecomunicaciones móviles- Libro – Segunda edición - 1998
3. Wayne Tomasi - Sistemas de comunicaciones electrónicas- Libro - Cuarta edición - 2003
4. Rubén Iglesias Mouteria -Instalación de equipos y sistemas de comunicación radioeléctricos, guía de técnicas y procedimientos para la verificación y puesta punto a punto- Libro - Primera edición – 2005
5. Fundamentos de óptica - Bruno Rossi