



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN

“INSTALACIÓN, COMISIONAMIENTO E INTEGRACIÓN DE UN NODO B (DBS3900) PARA EQUIPOS DE TELEFONÍA 3G”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA
(ÁREA ELÉCTRICA - ELECTRÓNICA)
P R E S E N T A :

ACEVEDO SORIANO ALFONSO
SOLIS TECALERO GERARDO

DIRECTOR DE TESIS:
DR. ALEJANDRO ANTONIO VEGA RAMIREZ

San Juan de Aragón, Estado de México, Mayo de 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice	i
Objetivo	iii
Introducción	iv
Capítulo 1 Fundamentos de radio acceso para 3G	1
1.1 Antecedentes 3G	1
1.1.1 Evolución 3G	4
1.1.2 Objetivos 3G	5
1.1.3 Espectro Asignado a 3G	6
1.1.4 Bandas WCDMA	7
1.2 Teorema de muestreo	7
1.3 Tecnología de acceso múltiple y tecnología dúplex	12
1.3.1 Tecnología de acceso múltiple	14
1.3.2 Características del sistema CDMA	15
1.4 Tecnologías clave de WCDMA	17
1.4.1 Codificación de canal en WCDMA	19
1.4.2 Entrelazado WCDMA	19
1.4.3 Extendido y Recuperación	20
1.4.4 Análisis espectral del extendido y recuperación	22
1.4.5 Correlación	23
1.4.6 Código de extendido para WCDMA: OVFS (código Walsh)	24
1.4.7 Código de revolutura del WCDMA: Secuencia de oro	26
1.4.8 Modulación WCDMA	27
1.5 Trayectorias múltiples en el medio	27
1.5.1 Desvanecimientos	28
1.6 Principio del receptor RAKE	30
1.7 Handover	33
1.8 Control de Potencia	35
1.9 Arquitectura de la red WCDMA	35
1.10 Elementos de una Red UTRAN	37
1.11 Especificaciones y características del sistema DBS3900	41
1.12 Introducción al módulo BBU3900	44
Capítulo 2 Método de instalación para la radiobase (indoor)	50
2.1 Herramientas y equipos de seguridad	50
2.2 Instalación INDOOR	51
2.2.1 Instalación de Rack de 19”	51
2.2.2 Verificación de aislamiento rack	54
2.2.3 Instalación de kit antisísmico en Rack 19”	54
2.2.4 Instalación de tierras para Rack 19”	56
2.2.5 Curvatura de cable de tierra	60
2.2.6 Instalación de accesorios en Rack 19”. Enrollador y distribuidor FO soportes L	60
2.3 Instalación de equipo	63
2.3.1 Instalación de DCDU	63
2.3.2 Instalación de BBU	66
2.3.3 Instalación e interconexión de cables de alimentación -48VCD	68
2.3.3.1 Cables de alimentación (DCDU-Planta de Fuerza)	68
2.3.3.2 Cables de alimentación (BBU-DCDU)	70
2.3.3.3 Cables de alimentación (DCDU-RRU)	70
2.3.3.4 Interconexión de FO (BBU-RRU)	73
2.3.3.5 Interconexión de TX	74
2.4 Regulación en el ruteo y sujeción de cableado	75
2.5 Etiquetación e identificación	76
2.6 Etiquetación activo fijo	77

2.7	Instalación de sistema radiante	79
2.7.1	Instalación de antenas	79
2.7.2	Ajuste Azimut e inclinación mecánica	81
2.8	Instalación de RCU	81
2.8.1	Conexión y encintado de Jumpers (RRU – antena)	83
2.9	Instalación de RRUs	84
2.9.1	Puesta a tierra de RRU's	85
2.9.2	Conexión de CPRI (Fibra Óptica)	87
2.9.3	Conexión de alimentación de RRU	88
2.9.4	Distribución y sujeción de líneas DC y FO desde RRU (exterior) hasta BBU (interior)	89
2.9.5	Grounding Kit	92
2.9.6	Instalación de arreser para cable de DC para RRU	94
2.10	Código de colores	94
Capítulo 3 Comisionamiento e Integración del Nodo B		97
3.1	Comisionamiento de la BBU	97
3.1.1	Encender y checar el funcionamiento de la BBU	97
3.1.2	Descarga del Script del sitio.	98
3.1.3	Gestión horario de la zona del nodo B	102
3.1.4	Consulta de alarmas	103
3.1.5	Checar la versión del Script del nodo B	103
3.2	Integración	104
3.2.1	Gestión del equipo	104
3.2.1.1	Integración del nodo B al M2000	104
3.2.1.2	Gestión del nodo B con el SNTP (Simple Network Time Protocol)	105
3.2.1.3	Mantenimiento del reloj del nodo B	106
3.2.1.4	Consulta de licencia	106
3.2.1.5	Monitoreo del RTWP (Received Total Wideband Power)	107
3.3	Pruebas de los servicios básicos	108
3.3.1	Servicio de voz AMR	108
3.3.2	Servicio interactivo PS en el HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)	108
3.4	Gestión de alarmas	108
3.4.1	Consulta de alarmas	108
3.5	Mantenimiento del RET (Remote Electrical Tilt)	109
3.5.1	Calibración del RET	109
3.5.2	Rango de operación de la inclinación del RET	110
Conclusiones		112
Bibliografía		115

Objetivo

La razón por la cual se realiza este trabajo surge de la necesidad de contar con un documento guía para el ingeniero de campo que tenga la necesidad de instalar y poner en funcionamiento una radio base para equipos de telefonía 3G, ya que en este documento se ha reunido la información necesaria en el idioma español para realizar estas actividades.

El presente trabajo de tesis también pretende dar a conocer el desarrollo de la tercera generación de telefonía móvil y las tecnologías que están involucradas para poder proporcionar este servicio, pero principalmente dar a conocer la manera óptima de instalación de todo el equipo involucrado de un nodo B DBS3900, así como su configuración e integración a la red de telefonía móvil.

Para conseguir esto, se han planteado como objetivos específicos, la descripción de la estructura en que está soportada la tecnología, su método de instalación, así como la configuración e integración del nodo a la red, que serán las principales contribuciones del trabajo de tesis.

Este trabajo está basado en la experiencia adquirida instalando estos equipos, por lo tanto se ha estructurado este documento basado en documentos que la empresa proporciona a su personal para el desempeño de dichas funciones.

Introducción

Los ingenieros en electrónica y telecomunicaciones, deben estudiar y analizar los nuevos conceptos de acceso al medio RAN Radio Access Network, radio propagación, análisis de tráfico, etc.; que permiten mantener una constante evolución de las tecnologías de telefonía móvil. Esto, sumado al hecho que la política de los desarrolladores de los estándares y de los proveedores sea la de introducir nuevas tecnologías como evolución de las anteriores, se justifica la necesidad de llevar a cabo un fuerte análisis y una comprensión adecuada de cada generación, para poder mantenerse en capacidad de trabajar en esta industria, manejando la competitividad que requiere la misma. A nivel académico, existe una gran extensión de material acerca del área y con los cuales se pretende instruir de la mejor manera acerca de un sin número de temáticas relacionadas con la telefonía móvil celular. Específicamente, acerca de la tercera generación de telefonía móvil celular existe una gran cantidad de material relacionado a las diferentes etapas y aspectos que componen el estándar. A nivel industrial, la bibliografía es totalmente reservada para uso exclusivo de los proveedores y los operadores, ya que los textos son desarrollados de acuerdo a los avances llevados a cabo por los proveedores para uso de las empresas operadoras del servicio y por ende este tipo de trabajos, no son para uso del público en general y el acceso a esta literatura e información es confidencial. La motivación de este trabajo surge de la inquietud por difundir parte de los conocimientos adquiridos trabajando con equipos 3G y que la información esté a disposición de la comunidad local, que se centre en el proceso de dimensionamiento de la red de acceso de radio RAN en redes de tercera generación, lo cual es de vital importancia en este tipo de redes. Y es que a pesar de existir trabajos acerca de este tema, el enfoque tomado por los autores difiere de la idea desarrollada en este trabajo, pues este estudio se centra en cómo se realiza la instalación del equipo (nodo B), así como su comisionamiento e integración para el proceso de dimensionamiento de la red de acceso de radio RAN, en las recomendaciones del estándar, el enfoque dado por lo proveedores de tecnología y el punto de vista de los operadores, sin dejar de lado las bases fundamentales brindadas desde la

teoría. El trabajo está enfocado desde el punto de vista del trabajo de campo tomado desde el punto de vista del trabajo realizado en campo y fundamentado en el proceso desde un punto de vista crítico y analítico. Con este trabajo se pretende crear una sólida base que permita estudiar, analizar y comprender este proceso, al cual los operadores y proveedores de telefonía móvil celular le dan tanta importancia, pues de este depende un aspecto determinante como lo es la cantidad de recursos necesarios y los costos de inversión que determinarán las tarifas finales para el usuario y por ende caracterizarán la dinámica de mercadeo del operador. Posteriormente esta información debe servir de base para trabajos similares, sobre las demás etapas involucradas en la tercera generación de telefonía móvil o en la evolución de estas, ya que las redes de cuarta generación se han implementado en algunas zonas del mundo y representan el futuro de las redes de telefonía móvil para las demás zonas, como Latinoamérica. Es necesario e importante aclarar que a lo largo de este trabajo se usarán algunas palabras en inglés, pues permiten comprender de una mejor forma el significado de los conceptos, de acuerdo a lo observado por parte de los asesores y los textos guía involucrado en este trabajo. Para el desarrollo de este proyecto han sido indispensables el trabajo realizado en campo; el análisis realizado de distintos textos relacionados con el área y el apoyo y capacitación de las empresas proveedoras y operadoras de telefonía móvil, pues justamente esta combinación de criterios y perspectivas han permitido crear un trabajo que sea útil e importante para la ingeniería, sin discriminar si será visto con fines académicos o técnicos.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS DE RADIO ACCESO PARA 3G

1.1 Antecedentes 3G

La primera generación es la red de comunicación móvil analógica que fue desarrollada a mediados de los años 70s hasta mediados de los 80s. El progreso más importante en esta primera etapa es el concepto de redes celulares desarrollado por los laboratorios Bell en los 70s, considerado como el modelo de los sistemas de comunicaciones móviles.

El sistema de red celular está basado en celdas para implementar frecuencias reutilizables y de esta manera mejorar enormemente la capacidad del sistema.

La característica principal de la primera generación de sistemas de comunicación móvil es que utilizaba la tecnología de reutilización de frecuencias, adoptando una modulación analógica para las señales de voz y proporcionando un canal analógico al suscriptor de 30 KHz y de 25KHz.

Ejemplos típicos de la primera generación de sistemas de comunicación móvil son los sistemas AMPS **A**dvanced **M**obile **P**hone **S**ystem (Sistema Telefónico Móvil Avanzado) y la última mejora del TACS **T**otal **A**ccess **C**ommunication **S**ystem (Sistemas de Comunicación de Acceso Total) de los USA, el NMT Nordisk Mobil Telefoni (Telefonía Móvil Nórdica) y la NTT (Nippon Telegraph and Telephone Corporation).

La banda de frecuencias usada por el AMPS va de 824 a 849 MHz para los canales de transmisión y de 869 a 894 Mhz para los canales de recepción y es ampliamente aplicado en Norte América, Sudamérica y algunos países circundantes del pacífico. El TACS utiliza la banda de 900 MHz y es ampliamente aplicada en la Gran Bretaña, Japón y algunos países Asiáticos. Ver figura 1.1

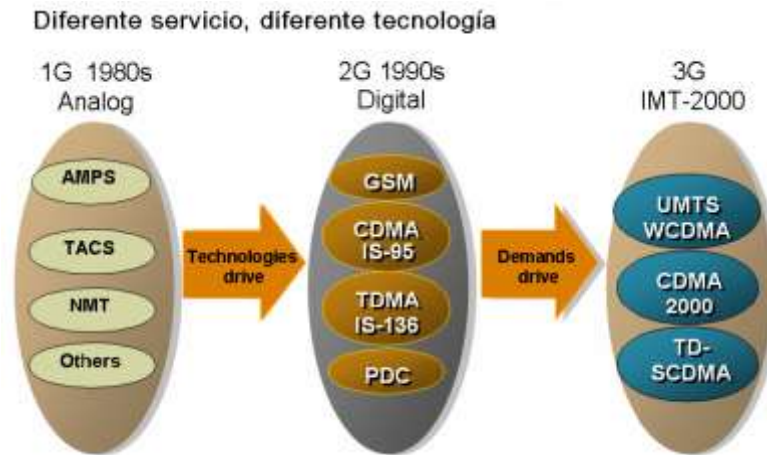


Figura 1.1.- Evolución de los estándares

Defectos

- Baja utilización del espectro de frecuencias.
- Cierta tipo de servicios limitado.
- No cuenta con servicio de datos a alta velocidad.
- Poca confiabilidad y alta vulnerabilidad a la interferencia y malversación de números.
- Alto costo del equipo.
- Voluminoso y muy pesado.

Para resolver estos defectos técnicos fundamentales de los sistemas analógicos, surgieron las tecnologías de comunicación digital móvil y la segunda generación de sistemas de comunicación móvil llegó a mediados de los 80s, representadas por el **GSM Global System for Mobile Communications** (sistema global para las comunicaciones móviles) y el **IS-95 Interim Standard 95** (estándar interno 95). Ejemplos típicos de la segunda generación de sistemas de comunicación celular móvil son el **DAMPS Digital Advanced Mobile Phone System** de los USA, el IS-95 y el sistema GSM europeo.

El GSM es originario de Europa, diseñado como el estándar de TDMA para las comunicaciones digitales móviles. Soporta un rango de datos de 64 Kbps y puede

interconectarse con la ISDN (Integrated Digital Service Network). Esta usa el bloque de frecuencia en la banda de 900 MHz mientras que el sistema DCS1800 utiliza los 1800 MHz. El sistema GSM emplea los métodos **FDD Frequency Division Duplex (División de Frecuencia Dúplex)** y **TDMA Time Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Tiempo)** y cada portadora soporta ocho canales con un ancho de banda de 200 KHz.

El DAMPS (Digital Advanced Mobile Phone System) es conocido también como IS-54 (North America Digital Cellular System). Utilizando un ancho de banda de 800 MHz, es el primero de los dos estándares digitales de norte América en especificar el uso del método TDMA.

El IS-95 es otro estándar digital de norte América y emplea el bloque de frecuencia en la banda de 800 MHz o 1900 MHz. Este estándar especifica el uso del método CDMA y se ha convertido en la primera elección entre las tecnologías de las redes americanas PCS (Personal Communication System).

Desde que los sistemas de comunicación móvil 2G se enfocaron en la transmisión de voz y datos a baja velocidad, surgieron los sistemas de comunicación móvil 2.5G en 1996 para direccionar las necesidades de transmisión de datos a velocidad media. Estos sistemas incluyen el **GPRS General Packet Radio Service (Servicio general de paquetes vía radio)** y el **IS-95B Interim Standard 95B**.

El sistema CDMA tiene una gran capacidad equivalente a diez o inclusive veinte veces la de un sistema analógico. Pero el ancho de banda limitado de la tecnología CDMA llegó a la madurez tiempo después que la tecnología GSM y sus aplicaciones llegaron muy retrasadas en comparación a las del sistema GSM y actualmente sólo tienen aplicaciones comerciales a gran escala en Norteamérica, Corea y China. Los principales servicios de las comunicaciones móviles son actualmente los servicios de voz y datos a baja velocidad.

Con el desarrollo de las redes, también se han desarrollado rápidamente las comunicaciones de datos y multimedia, por lo tanto, el objetivo de la comunicación móvil de tercera generación es implementar una comunicación multimedia de banda ancha.

1.1.1 Evolución 3G

La tercera generación de comunicación móvil fue propuesta por primera vez en 1985 y fue renombrada como IMT-2000 en el año de 1996. Desarrollado en 1985 por la ITU (International Telecommunication Union), el sistema de comunicación móvil 3G fue llamado el FPLMTS (Future Public Land Mobile Telecommunication System) y más tarde renombrada como IMT-2000 (International Mobile Telecommunication-2000).

Los sistemas principales que se incluía son: WCDMA, cdma 2000 y UWC-136 **Universal Wireless Communications-136**. De éstas, UWC-136 se decidió dejar de usar y las otras 2, especialmente WCDMA se usa en cada vez más partes del mundo.

El 5 de Noviembre de 1999 la 18ª conferencia de ITU-R TG8/1 **Task Group 8/1** aprobó la Especificación Recomendada de Interfaces de Radio de la IMT-2000 y la tecnología TD-SCDMA **Time Division Synchronous Code Division Multiple Access** desarrollada por China, fue incorporada dentro de la IMT-2000, así como parte de las especificaciones técnicas de CDMA y TDD. Esto demostró que el trabajo de la TG8/1 al formular las especificaciones técnicas de las interfaces de radio en el sistema de comunicación móvil 3G básicamente había llegado a su fin y el desarrollo y la aplicación del sistema de comunicación móvil debería entrar a una fase nueva y esencial.

- Comercialización: alrededor del año 2000.
- Banda de operación: alrededor de 2000 MHz.
- La mas alta velocidad de servicio: hasta 2000 Kbps.

Los sistemas de comunicación móvil 3G son de un tipo que puede proporcionar múltiples clases de servicios multimedia de alta calidad e implementar una cobertura e itinerancia global estable, son compatibles con las redes fijas y se puede implementar cualquier tipo de comunicación en cualquier momento y en cualquier lugar con terminales portables.

1.1.2 Objetivos 3G

1. Capacidad de itinerancia global: los usuarios pueden moverse dentro de todo el sistema, incluso en todo el mundo y se les puede proporcionar calidad garantizada del servicio a diferentes velocidades y en distintos estados de movimiento.
2. Proporcionar servicios diversificados: suministrando voz y datos con velocidades variables, servicios de video activo sin voz y servicios multimedia especializados.
3. Capacidad para adaptarse a varias clases de ambiente: se puede integrar a la Red Telefónica existente PSTN (Public Switched Telephone Network), a la Red de Servicios Digitales Integrados ISDN (Integrated Service Digital Network), sistemas inalámbricos, sistemas de comunicación móvil terrestre y sistemas de comunicación satelital para proporcionar una cobertura estable.
4. Potencial suficiente del sistema, inmensa capacidad para gestionar a múltiples usuarios, rendimiento de alta seguridad y calidad de servicio.

3G fue desarrollado para lograr:

- Una banda de frecuencia universal para estandarizar y estabilizar la cobertura global.
- Alta eficiencia espectral.
- Alta calidad de servicio con una completa seguridad y funcionalidad.
- Fácil y cómoda transición de 2G a 3G y compatible con 2G.
- Proporcionar servicios multimedia con velocidades:

- En vehículo: 144 Kbps.
- Caminando: 384 Kbps.
- En Interiores: 2Mbps.

1.1.3 Espectro Asignado a 3G

La ITU asignó una frecuencia de 230 MHz para el sistema de comunicación móvil 3G IMT-2000; 1885 ~ 2025 MHz en el enlace ascendente y 2110~ 2200 MHz en el enlace descendente. De estos, el rango de frecuencia 1980 MHz ~ 2010 MHz (uplink) y el de 2170 MHz ~ 2200 MHz (downlink) son utilizadas para los servicios por satélite. Como las bandas de enlace ascendente y descendente son asimétricas, se pensó en utilizar el método de doble frecuencia FDD o el de frecuencia única TDD.

Este plan fue aprobado en el WRC-92 en la conferencia WRC2000 realizada en el año 2000 y las siguientes nuevas bandas fueron aprobadas: 806 MHz ~ 960 MHz, 1710 MHz ~ 1885 MHz y 2500 MHz ~ 2690 MHz. Ver figura 1.2.

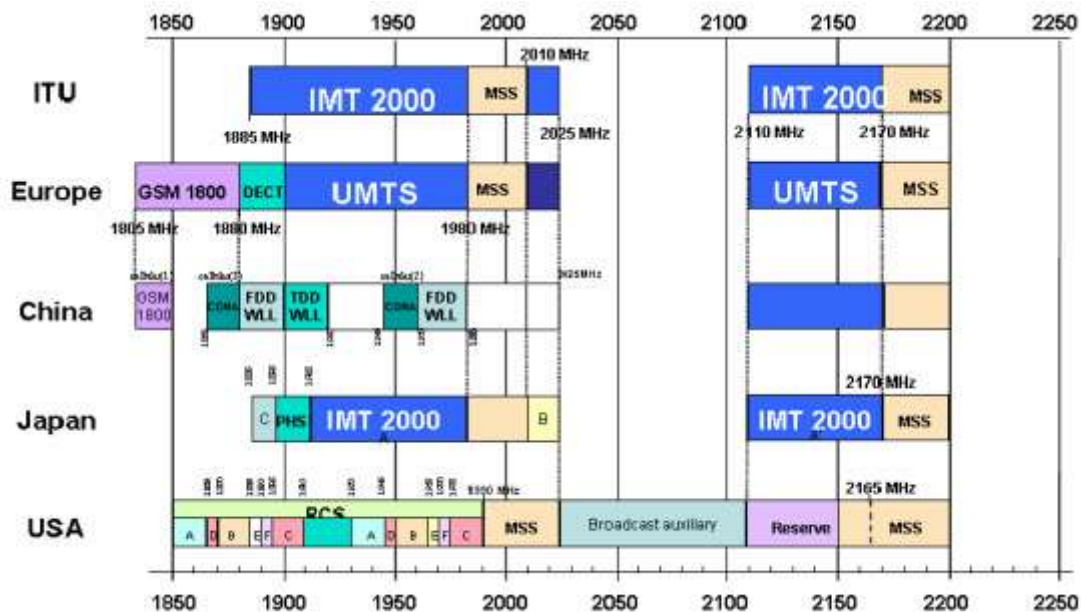


Figura 1.2.- Espectro asignado al sistema 3G

1.1.4 Bandas WCDMA

El sistema WCDMA utiliza el siguiente espectro de frecuencias (otras bandas que no están especificadas por 3GPP Third Generation Partnership Project también se pueden utilizar): enlace ascendente 1920 MHz ~ 1980 MHz y descendente 2110 MHz ~ 2170 MHz. Cada frecuencia portadora tiene un ancho de banda de 5 MHz y la separación dúplex o separación de canales es de 190 MHz, teniendo un total de 12 canales.

En América el espectro de frecuencia utilizado es de 1850 MHz ~ 1910 MHz en el enlace ascendente y de 1930 MHz ~ 1990 MHz en el descendente y la separación de canales es de 80 MHz.

- **Bandas principales**
1920 ~ 1980 MHz / 2110 ~ 2170MHz.
- **Bandas suplementarias: pueden variar en diferentes países.**
1850 ~ 1910 MHz / 1930 MHz ~ 1990 MHz (Estados Unidos).
1710 ~ 1785MHz / 1805 ~ 1880MHz (Japon).
890 ~ 915MHz / 935 ~ 960MHz (Australia).
- **Número de canales de frecuencia = frecuencia central X 5, para la banda principal:**
Número de canales de frecuencia en UL: 9612 ~ 9888.
Número de canales de frecuencia en DL: 10562 ~ 10838.

1.2 Teorema de muestreo

El teorema de muestreo de Nyquist-Shannon, es fundamental en la teoría de la información y de especial interés en las telecomunicaciones. Este teorema fue formulado en forma de conjetura por primera vez por Harry Nyquist en 1928 (*Certain topics in telegraph transmission theory*), y fue demostrado formalmente por Claude E. Shannon en 1949 (*Communication in the presence of noise*).

Teorema de muestreo. Cualquier forma de onda física puede estar representada en el intervalo $-\infty < t < \infty$ por

$$w(t) = \sum_{n=-\infty}^{n=\infty} a_n \frac{\text{sen}\{\pi f_s [t - (n/f_s)]\}}{\pi f_s [t - (n/f_s)]} \quad 1.1$$

Donde

$$a_n = f_s \int_{-\infty}^{\infty} w(t) \frac{\text{sen}\{\pi f_s [t - (n/f_s)]\}}{\pi f_s [t - (n/f_s)]} dt \quad 1.2$$

y f_s es un parámetro al que se le asigna un valor conveniente mayor que cero. Además si $w(t)$ es de banda limitada a B hertz y $f_s \geq 2B$, entonces la ecuación (1.1) se convierte en la representación de la función de muestreo donde,

$$a_n = w(n/f_s) \quad 1.3$$

Es decir, cuando $f_s \geq 2B$ los coeficientes de la serie son simplemente los valores de la forma de onda obtenidos cuando se muestrea cada $1/f_s$ segundos.

A continuación se examina el problema de reproducir una forma de onda de banda limitada con N valores de muestreo. Supóngase que se desea reproducir la forma

Es decir, cuando $f_s \geq 2B$ los coeficientes de la serie son simplemente los valores de la forma de onda obtenidos cuando se muestrea cada $1/f_s$ segundos.

A continuación se examina el problema de reproducir una forma de onda de banda limitada con N valores de muestreo. Supóngase que se desea reproducir la forma de onda en el intervalo T_0 s como se muestra en la figura 1.3 En tal caso se puede truncar la serie de la función de muestreo de (1.1) para incluir solo N de las funciones $\varphi_n(t)$ cuyos picos queden dentro del intervalo de interés. Es decir, la forma de onda se puede reconstruir de una manera aproximada con N muestras

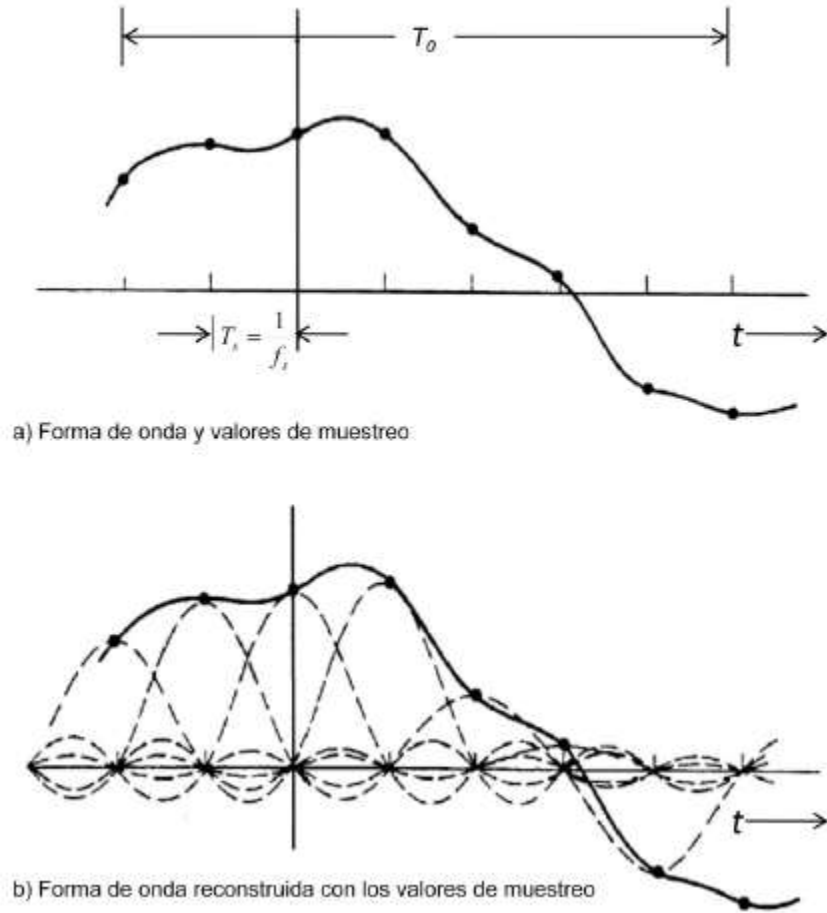


Figura 1.3.- Teorema de muestreo.

$$w(t) \approx \sum_{n=n_1}^{n=n_1+N} a_n \varphi_n(t)$$

Donde las funciones $\varphi_n(t)$

1.4

$$\varphi_n(t) = \frac{\text{sen}\{\pi f_s [t - (n/f_s)]\}}{\pi f_s [t - (n/f_s)]}$$

La figura 1.3b muestra la forma de onda reconstruida (línea llena) obtenida con la suma ponderada de formas de onda $(\text{sen } x)/x$ retardadas (líneas de trazos), donde los pesos son los valores de muestreo, $a_n = w(n/f_s)$, denotados por los puntos. La forma de onda es de banda limitada a B hertz con la frecuencia de muestreo $f_s \geq$

2B. El número mínimo de valores de muestreo para la reconstrucción de la forma de onda es:

$$N = \frac{T_0}{1/f_s} = f_s T_0 \geq 2BT_0 \quad 1.5$$

Y existen N funciones ortogonales en el algoritmo de reconstrucción. Se puede decir que N es el número de dimensiones necesario para reconstruir la aproximación de la forma de onda en el intervalo T_0 segundos.

Si se desea reconstruir una forma de onda en tiempo real, con frecuencia se utiliza un procedimiento alternativo llamado muestreo de impulsos. La forma de onda se muestrea con un tren de impulsos de peso unitario. Esto se logra multiplicando la forma de onda con un tren de impulsos de peso unitario. La forma de onda muestreada resultante es

$$w_s(t) = w(t) \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT_s) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} w(nT_s) \delta(t - nT_s) \quad 1.6$$

Donde $T_s = 1/f_s$. Esta situación se ilustra en la figura 1.13, suponiendo que $W(f)$ es real.

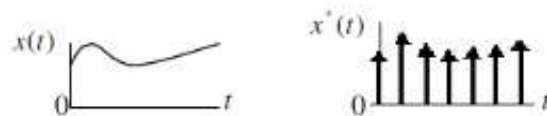


Figura 1.4.- Muestreo de impulsos.

En la figura 1.4 el peso (área) de cada impulso, $w(nT_s)$, está indicado por la altura. El espectro de la forma de onda $w_s(t)$ muestreada por impulsos se evalúa

sustituyendo la serie de Fourier del tren de impulsos (periódicos) en la ecuación (1.7)

$$w_s(t) = w(t) \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{1}{T_s} e^{jn\omega_s t} \quad 1.7$$

Considerando la transformada de Fourier de ambos lados de esta ecuación, se obtiene

$$\begin{aligned} W_s(f) &= \frac{1}{T_s} W(f) * \mathcal{F} \left[\sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{jn\omega_s t} \right] = \frac{1}{T_s} W(f) * \sum_{n=-\infty}^{\infty} \mathcal{F}[e^{jn\omega_s t}] \\ &= \frac{1}{T_s} W(f) * \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(f - nf_s) \end{aligned}$$

ó

$$W_s(f) = \frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{\infty} W(f - nf_s) \quad 1.8$$

El espectro de la forma de onda muestreada por impulsos se compone del espectro de la forma de onda no muestreada replicada cada f_s Hz. Esto se muestra en la figura 1.5 Obsérvese que la técnica de muestreo por impulsos se puede usar para transformar el espectro de una señal en otra banda de frecuencia centrada en un armónico de la frecuencia de muestreo.

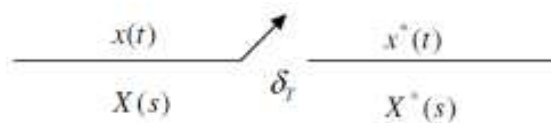


Figura 1.5.- Onda muestreada por impulsos se compone del espectro de la forma de onda no muestreada replicada cada f_s Hz

Si $f_s \geq 2B$, tal como se ilustra en la figura 1.xx, los espectros replicados no se superponen y se puede regenerar el espectro original recortando $W_s(f)$ por encima

de $f_s/2$. De este modo $w(t)$ se puede reproducir a partir de $w_s(t)$ simplemente con pasar $w_s(t)$ a través de un filtro pasabajas ideal cuya frecuencia de corte sea $f_c = f_s/2$ donde $f_s \geq 2B$. Si $f_s < 2B$ (es decir, la forma de onda esta submuestreada), el espectro de $w_s(t)$ se compondrá de espectros replicados de $w_s(t)$ sobrepuestos¹.

1.3 Tecnología de acceso múltiple y tecnología dúplex

La posibilidad de operar ya sea en el modo FDD o TDD permite utilizar eficientemente el espectro disponible, de acuerdo a la frecuencia asignada en las diferentes regiones. FDD y TDD están definidos de la siguiente manera:

- **FDD Frequency Division Duplex:** es un método Dúplex, en el que las transmisiones de enlace ascendente y descendente utilizan dos bandas de frecuencia separadas.
 - Enlace ascendente 1920 MHz - 1980 MHz; descendente 2110 MHz - 2170 MHz.
 - Ancho de banda: cada portadora es establecida en el centro de un ancho de banda de 5MHz.
 - Separación de canal: el valor nominal de 5 MHz se puede ajustar.
 - Trama del canal: 200 KHz (la frecuencia central debe ser un múltiplo de 200 KHz).
 - Separación de frecuencia Tx-Rx: el valor nominal de 190 MHz. Este valor puede ser fijo o variable (como mínimo 134.8 y como máximo 245.2 MHz).
 - Número de canales: la frecuencia portadora es designada por la UARFCN (**UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number**). Este número es enviado por la red (para el enlace ascendente y el descendente) en el canal lógico BCCH **Broadcast Control Channel** y es definido por $N_u = 5 * (f_{uplink} \text{ MHz})$ y $N_D = 5 * (f_{downlink} \text{ MHz})$.

¹ 9. Sistemas Lineales Teorema del Muestreo. Curso 2004/05

- **TDD Time Division Duplex:** método dúplex por el cual las transmisiones de enlace ascendente y descendente son enviadas a través de la misma frecuencia usando intervalos de tiempo sincronizados. La portadora utiliza un ancho de banda de 5 MHz. Las bandas de frecuencias disponibles para TDD son: 1900-1920 MHz y 2010-2025 MHz.

El medio de transmisión es un recurso que se puede dividir en canales individuales de acuerdo a diferentes criterios, dependiendo de la tecnología utilizada. Aquí tenemos tres de las técnicas de acceso múltiple más populares y como dividen sus canales, ver figura 1.6.

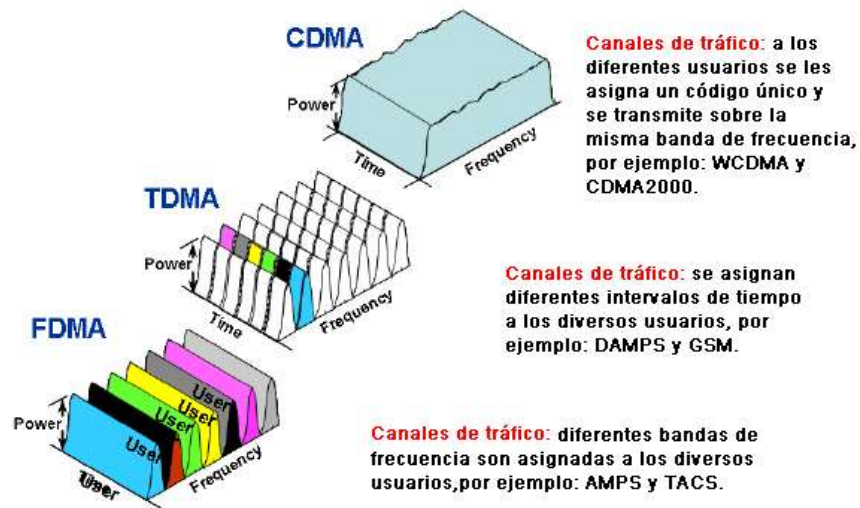


Figura 1.6.- Tecnologías de acceso múltiple.

- **FDMA Frequency Division Multiple Access**
 - Cada usuario ocupa una frecuencia diferente.
 - Cada canal utiliza una frecuencia.
- **TDMA Time Division Multiple Access**
 - Cada usuario tiene una ventana diferente en un periodo de tiempo “time slot”.

- TDMA normalmente utiliza FDMA para dividir la banda de frecuencia en canales más pequeños, los cuales son divididos en intervalos de tiempo a manera de GSM.
- Un canal es un “time slot” específico en una frecuencia específica.
- W-CDMA **Wideband Code Division Multiple Access**
 - Cada usuario utiliza la misma frecuencia todo el tiempo, pero combinada con diferentes códigos de configuración.
 - W-CDMA utiliza FDMA para dividir la banda de frecuencia en canales más pequeños, los cuales son divididos en una división de códigos a manera de UMTS.
 - Un canal es un conjunto único de códigos y una frecuencia portadora específica.

1.3.1 Tecnología de acceso múltiple

El acceso múltiple por división de frecuencia significa dividir todo el espectro disponible en varios canales de radio únicos (un par de portadoras transmisión/recepción). Cada canal puede transmitir de manera unidireccional voz o información de control. El sistema celular analógico es un ejemplo típico de la estructura FDMA.

El acceso múltiple por división de tiempo significa que la portadora con un determinado ancho de banda es dividida en múltiples canales donde el tiempo se divide en intervalos de igual duración denominados time slots, y cada uno de ellos a su vez es separado en N partes cada una de estas divisiones corresponde a un usuario y sólo se puede transmitir durante el intervalo de tiempo que le corresponde en cada time slot. Este proceso es tan rápido que parecería que se utiliza dicha portadora todo el tiempo.

Este modo de acceso múltiple es utilizado en el sistema celular digital y en GSM.

CDMA es un modo de acceso múltiple implementado por la Modulación Extendida. FDMA y TDMA son distintos, los dos separan la información del usuario en términos del tiempo y la frecuencia, CDMA puede transmitir la información de múltiples usuarios en un canal al mismo tiempo. La clave está en que la información debe ser modulada, antes de ser transmitida, por diferentes códigos de extendido para una señal de banda ancha, de esta manera todas las señales son mezcladas y enviadas. La señal mezclada debe ser demodulada por el mismo código de extendido en los diferentes receptores.

Porque todo código de extendido es ortogonal, solamente la información que ya fue demodulada por el mismo código de extendido puede ser revertido de la señal mezclada.

1.3.2 Características del sistema CDMA

- Alta eficiencia espectral.
 - El coeficiente de frecuencia multiplexada es 1.

- Mayor capacidad.

La tecnología CDMA permite que un mayor número de usuarios compartan las mismas frecuencias de radio con el uso de la tecnología de espectro extendido.

- Sistema de autointerferencia.

La potencia de transmisión del equipo de un usuario (UE) provoca interferencia a otro UE.

En el sistema CDMA la interferencia entre los usuarios o celdas está permitido, de esta manera las celdas adyacentes pueden ser distribuidas con la misma frecuencia.

Es por eso que la eficiencia espectral es muy alta y la capacidad es también muy grande en el sistema CDMA. Pero también eso causa autointerferencia y si esta

se sale de control, la capacidad y calidad del sistema empeorara, así que muchas tecnologías han inventado el control de tal interferencia, la cual no es algo fácil.

La segunda característica de CDMA es la seguridad. Después del extendido, la señal de banda estrecha del usuario cambiará a una de banda ancha, muy cercana al ruido, sólo la gente que utiliza el mismo código de extendido puede revertirlo.

Por supuesto eso provoca otro defecto, más frecuencia de la necesaria.

La tercera característica de CDMA es su capacidad, ya que toda la potencia de la portadora es compartida por todos los usuarios, si alguien ocupa más potencia, provocará una reducción en su rendimiento.

Esta intensidad ocasionará que la red programe emulaciones más complejas de las necesarias.

Características del FDD en WCDMA

- Ancho de banda del canal: 5MHz.
- Velocidad de chip: 3.84 Mcps.
- Tamaño de trama: 10 ms.
- Código de voz: AMR (Adaptive Multi-Rate).
- Modulación del enlace ascendente y descendente: QPSK/QPSK (R99).
- Demodulación coherente con apoyo piloto.
- Rápido control de potencia de lazo cerrado: 1500 Hz.
- Handover: soft/hard handover.
- Soporta operaciones síncronas y asíncronas del Nodo B.
- Compatible con el núcleo de red GSM-MAP **G**lobal **S**ystem for **M**obile **C**ommunications **M**obile **A**pplication **P**art.
- Soporta transmisiones de lazo abierto y lazo cerrado en modo diverso

1.4 Tecnologías clave de WCDMA

Modelo de comunicación de un sistema WCDMA

El modelo consta de los procesos que se muestran en la figura 1.7.

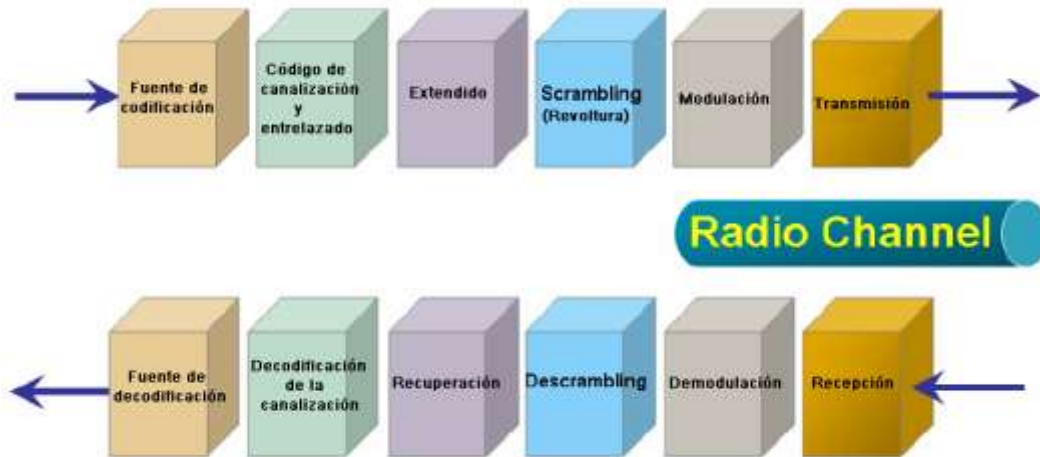


Figura 1.7.- Modelo de comunicación WCDMA

La fuente de codificación puede incrementar la eficiencia de transmisión.

El código de canalización puede hacer que la transmisión sea más confiable.

El extendido puede incrementar la capacidad de contrarrestar la interferencia.

La revoltura puede hacer una transmisión segura.

A través de la modulación se podrán transmitir las señales digitales como ondas de radio.

Términos

- bit, symbol, chip.
 - Bit: datos después de la fuente de codificación.
 - Symbol: datos después del código de canalización.
 - Chip: datos después del extendido.
 - Proceso de ganancia: $10 \log (\text{cps}/\text{bps})$; para otros servicios, la ganancia difiere.
 - La ganancia es mínima, cuando el UE necesita más potencia para el servicio.

- La ganancia es mínima, cuando la cobertura de servicio es menor.

Para los servicios comunes, la velocidad de bit de una llamada es de 12.2 kbps, la velocidad de bit del video es de 64 kbps y la mas alta velocidad de bit en servicios de paquetes es de 384 kbps (R99). Después del extendido, la velocidad de chip de diversos servicios tendrá 3.84Mcps.

Fuente de codificación WCDMA

- **AMR** (Adaptive Multi-Rate) codificación de voz
Multi-Tasa:
 - 8 diferentes tasas de bits
 - Diseño de terminal multimodo útil
- **Adaptación:** cuando en la celda se incrementa la carga, el sistema disminuirá la velocidad de conversación a parte de los suscriptores automáticamente y atenderá a más usuarios.

AMR es compatible con el sistema de comunicación móvil actual (GSM, IS-95, PDC), esto, hace más fácil diseñar las terminales multimodo.

El codificador AMR ofrece la posibilidad de adaptar el esquema de codificación a las condiciones del canal de radio. El modo más sólido de codificación es seleccionado en condiciones de una mala propagación. El método de codificación proporciona la más alta velocidad de la fuente si se selecciona en condiciones de una buena propagación.

Durante la comunicación AMR, las mediciones de calidad en la recepción del enlace de radio, debe responder con la misma calidad de mediciones en la transmisión o el transmisor deberá usar el método más efectivo de codificación durante la siguiente trama. El cambio tiene que hacerse tan rápido como sea posible para mejorar el desarrollo de la calidad del canal.

1.4.1 Codificación de canal en WCDMA

- **Propósito**, Mejorar la correlación entre símbolos, así como recuperar la señal cuando se presenta alguna interferencia.
- **Tipos**, Servicio de voz: código de Convolución (1/2, 1/3)
- **Servicio de datos**: código Turbo

Durante la transmisión hay mucha interferencia y degradación. Para garantizar una transmisión confiable, el sistema debe superar estas incidencias a través de la codificación del canal, el cual incluye la convolución y el entrelazado.

Primero en la convolución, que se utiliza para evitar la interferencia. En esta tecnología, muchos bits de redundancia se insertan en la información original. Cuando hay un error en el código provocado por la interferencia, los bits de redundancia se utilizan para recuperar la información original.

En la red WCDMA se ocupan tanto el código de Convolución, como el Turbo. La convolución se aplica a los servicios de voz, mientras que el Turbo se aplica a los servicios de datos de alta velocidad.

1.4.2 Entrelazado WCDMA

El entrelazado es utilizado para la corrección continua de los errores de bits. En la codificación del canal, hay una tecnología llamada entrelazado. Las comunicaciones por canal de radio son caracterizadas por una rápida degradación de la señal que puede provocar una gran cantidad de errores consecutivos. La mayoría de los esquemas de codificación realizan un mejor desempeño sobre errores de datos aleatorios que sobre los bloques de errores. En el entrelazado de datos, no hay dos bits contiguos se transmiten uno cerca del otro, de esta manera los errores de datos se vuelven aleatorios, como se ejemplifica en la figura 1.8.

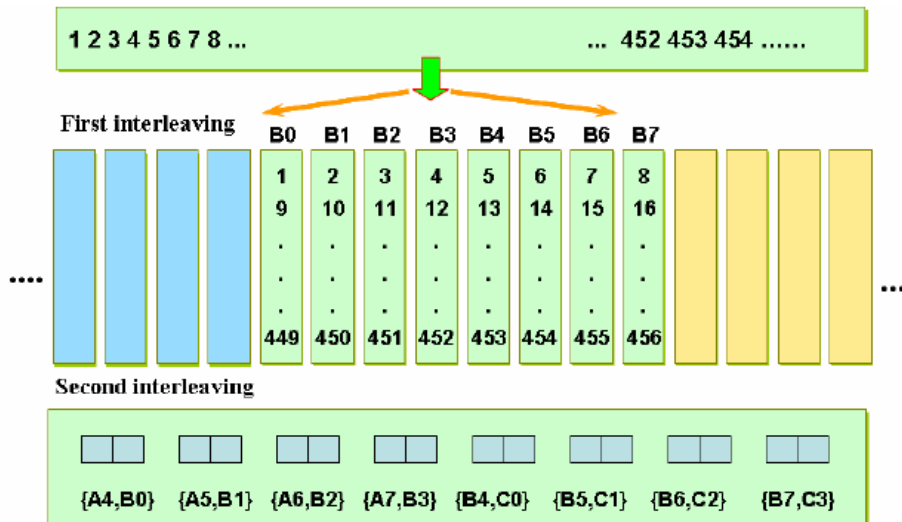


Figura 1.8.- Entrelazado.

1.4.3 Extendido y Recuperación

Supóngase que se ha elegido una secuencia de bits modulada con BPSK para los datos del suscriptor, con una velocidad R y el valor ± 1 adoptado para los bits de datos del usuario. El extendido significa multiplicar cada bit del suscriptor con el chip del código de extensión que incluye N bits. Supongamos que $N = 8$, por lo tanto la velocidad de datos después del extendido será de $8xR$, con los mismos atributos aleatorios del código de extendido. Se conoce como factor de extendido al número 8. La señal de banda ancha obtenida después del extendido se enviará al receptor final vía ondas de radio. Como el producto de la velocidad de la señal y el factor 8 son iguales al ancho de banda extendido de la señal del suscriptor, el sistema CDMA, también se conoce como un sistema de extendido.

Durante la recuperación, los datos extendidos del suscriptor se multiplicarán, duración de bit por duración de bit, con los mismos 8 códigos de chip que se ocuparon durante la extensión de estos bits. La secuencia de bits del suscriptor se puede recuperar solamente si hay una excelente sincronización entre la señal extendida y el código de recuperación. La operación de recuperado reintegra el ancho de banda de la señal al valor original R , ver figura 1.9.

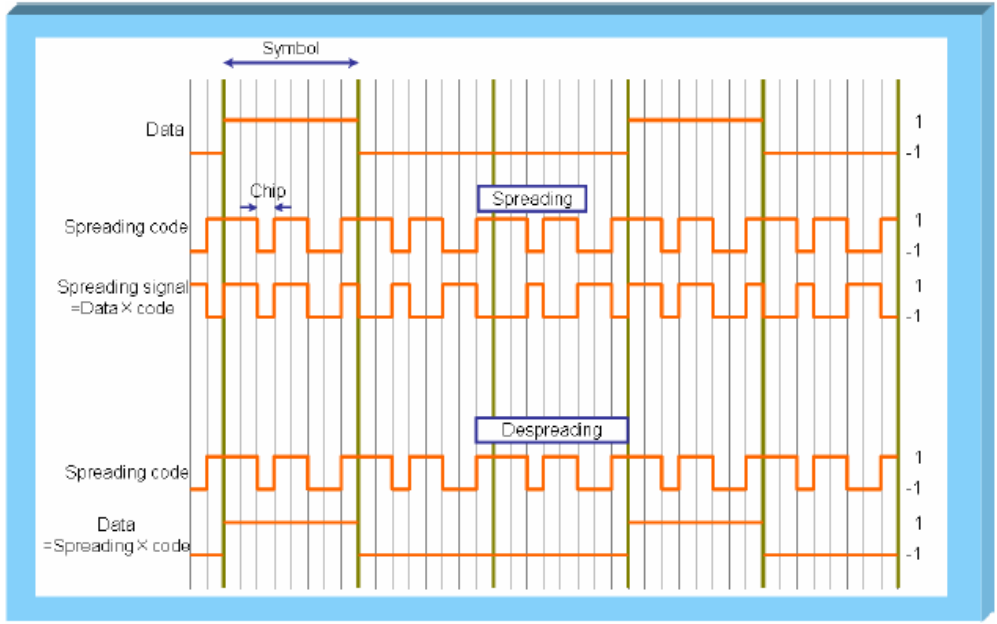


Figura 1.9.- Técnicas de extendido y recuperación.

Para el extendido, cada símbolo es multiplicado con todos los chips en la secuencia ortogonal asignada al usuario. La secuencia resultante es procesada y luego transmitida por el canal físico con otros símbolos extendidos. En la figura 1.10 se utilizan 4 códigos. El producto resultante de los símbolos del usuario y el código extendido es una secuencia de dígitos que debe ser transmitido a 4 veces la velocidad de la señal original codificada.

UE1:	+1	-1					
UE2:	-1	+1					
c1:	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
c2:	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
UE1xc1 :	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1
UE2xc2 :	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1
UE1xc1+ UE2xc2 :	0	-2	0	-2	0	+2	0

Figura 1.10.- Ejemplo de extendido.

El receptor recupera los chips empleando el mismo código utilizado por el transmisor, ver figura 1.11. Nótese que bajo condiciones de ruido nulo, los símbolos o dígitos son completamente recuperados sin error. En la realidad el canal no está libre de ruido, pero el sistema CDMA emplea técnicas de corrección de errores para combatir los efectos del ruido y mejorar el rendimiento del sistema.

Cuando un código erróneo es utilizado para recuperar la señal original, la correlación resultante en promedio es de cero. Esta es una demostración clara de la ventaja de las propiedades ortogonales de los códigos. Si el código erróneo es utilizado equivocadamente como objetivo del usuario, o por otras personas intentando decodificar la señal, el resultado de la correlación es siempre cero por la propiedad ortogonal de los códigos.

UE1xc1+ UE2xc2:	0	-2	0	-2	0	+2	0	+2
UE1 Dispreading by c1:	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1
Dispreading result:	0	+2	0	+2	0	-2	0	-2
Integral judgment:	+4 (means+1)		-4 (means-1)					
UE2 Dispreading by c2:	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
Dispreading result:	0	-2	0	-2	0	+2	0	+2
Integral judgment:	-4 (means-1)		+4 (means+1)					

Figura 1.11.- Ejemplo de recuperación.

1.4.4 Análisis espectral del extendido y recuperación

Los sistemas tradicionales de comunicación por radio transmiten los datos utilizando el ancho de banda mínimo requerido para transportarlos como una señal de banda angosta. Los sistemas CDMA mezclan la entrada de datos con una secuencia rápida de extendido y transmiten una señal de banda ancha. Esta secuencia es regenerada independientemente en el receptor y mezclada con la

entrada de señal de banda ancha para recuperar los datos originales, ver figura 1.12. La recuperación de la expansión proporciona una ganancia importante proporcional al ancho de banda del espectro extendido de la señal. La ganancia puede usarse para incrementar el alcance y rendimiento del sistema, permitir múltiples códigos de usuario, o ambas cosas. El flujo digitalizado de bits se envía sobre un enlace de radio, el cual requiere un ancho de banda confirmado para que la transmisión y la recepción sean exitosas.

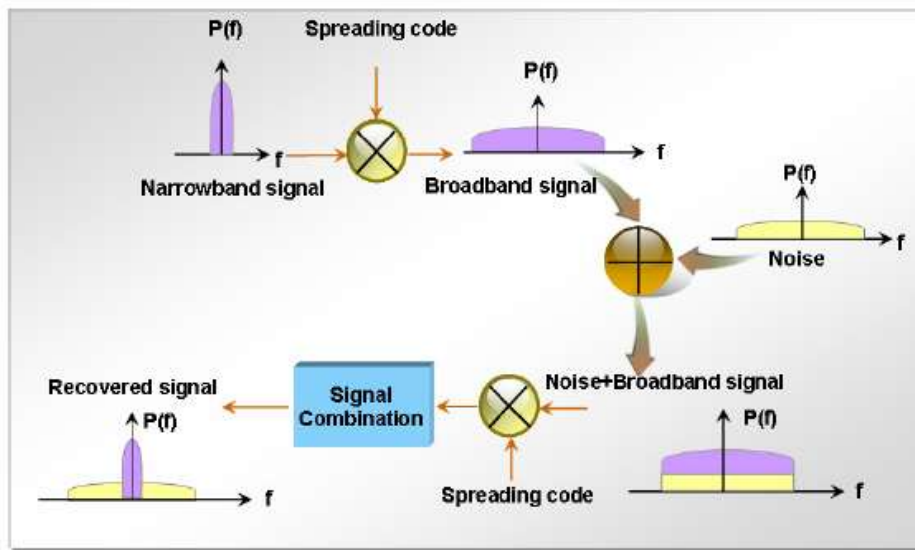


Figura 1.12.- Análisis espectral del extendido y su recuperación.

1.4.5 Correlación

La correlación se usa para medir la similitud de dos señales arbitrarias. Se calcula multiplicando las dos señales, para luego sumar el resultado sobre una ventana de tiempo definida. Las dos señales de la figura (a) son idénticas y por lo tanto su correlación es 1 o al 100%. En la figura (b) las dos señales no tienen correlación y por lo tanto se sabe que una de ellas no proporcionara ninguna información a la otra, ver figura 1.13.

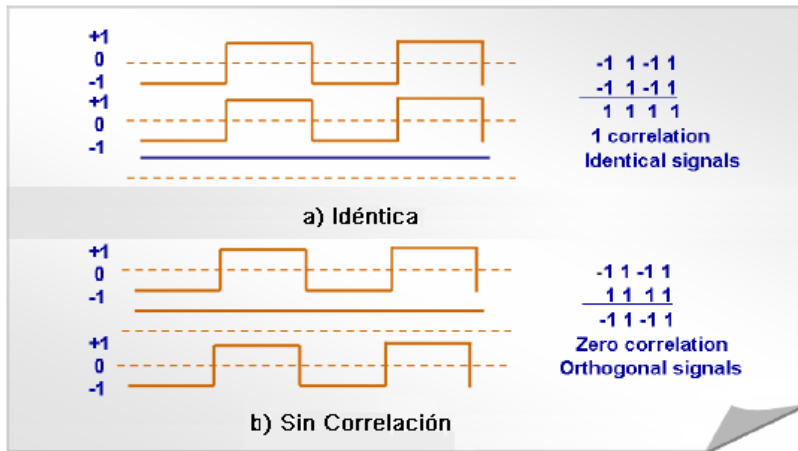


Figura 1.13.- Correlación a) Idéntica, b) Sin correlación.

1.4.6 Código de extendido para WCDMA: OVSF (código Walsh)

OVSF: Orthogonal Variable Spreading Factor (Ortogonal con factor de extendido variable), son un conjunto de secuencias ortogonales que cuentan con una correlación de cruce de cero entre ellas. Los códigos ortogonales han sido usados en los sistemas CDMA de manera que a cada usuario se le asigna una de las secuencias para realizar el esparcimiento de las señales y evitar una posible interferencia entre usuarios.

Los códigos ortogonales son generados fácilmente, iniciando con la unidad (1), repitiendo el 1 vertical y horizontalmente, luego complementándolo con -1 diagonalmente. Este proceso se repite con el nuevo bloque hasta obtener los códigos deseados con el tamaño apropiado. Las secuencias generadas de esta manera son referidas como código de Walsh.

El código de extendido utiliza OVSF, para mantener la ortogonalidad de los diferentes canales físicos de los suscriptores. El OVSF se puede definir como el código en árbol ilustrado en la figura 1.14.

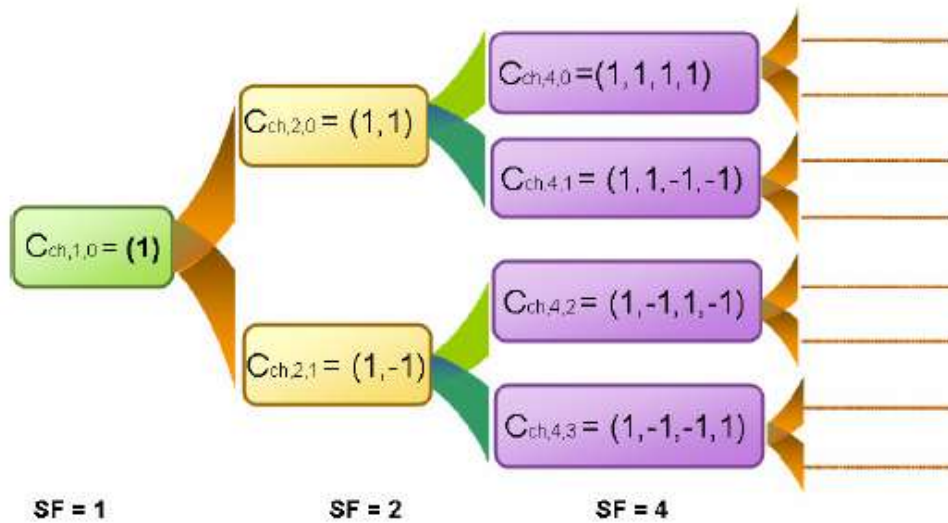


Figura 1.14.- Código Walsh.

El código de extendido se define como C_{ch}, SF, K , donde SF es el factor de extendido y k es la secuencia del código, $0 \leq k \leq SF-1$. Cada nivel define la longitud en el árbol, por lo tanto SF será el código de extendido y los valores a la izquierda de cada caracter del código corresponden al chip, el cual se transmite por anticipado.

Propósito de OVSF

- Para el enlace ascendente, el OVSF se usa para separar los diferentes servicios de una conexión.
- Para el enlace descendente, el OVSF se utiliza para separar las diferentes conexiones.

Para los servicios de voz, el SF del enlace descendente es de 128, esto significa que hay 128 servicios de voz, lo máximo que puede soportar una portadora WCDMA.

Para servicios de videoconferencia el SF del enlace descendente es de 32, esto significa que hay 32 servicios de videoconferencias, lo máximo que puede soportar una portadora WCDMA, ver tabla 1.1.

Tabla 1.1 Servicios de videoconferencia

Servicios	Velocidad (kb/s)	SF de bajada	SF de subida
AMR	12.2+3.4	128	64
Modem28.8k	28.8+3.4	64	32
12.2kAMR & 64k packet data	12.2+64+3.4	32	16
12.2kAMR & 144k packet data	12.2+144+3.4	16	8
12.2kAMR & 384k packet data	12.2+384+3.4	8	4

La utilidad del código de revoltura sirve para:

- Diferenciar las células y a los usuarios.
- En el enlace descendente.

El código de revoltura es utilizado para distinguir las células.

El código OVSF es utilizado para distinguir a los usuarios.

- En el enlace ascendente.

El código de revoltura es utilizado para distinguir a los usuarios.

El código OVSF es utilizado para distinguir los canales de otros usuarios.

En una red, normalmente un UE está rodeado por varias estaciones base con sus células. Si un Equipo quiere obtener servicio del sistema, primero debe distinguir las diversas señales de las diferentes células. En el sistema WCDMA, la mayoría de células ocupan la misma frecuencia, así que el UE no puede conseguir información por medio de la frecuencia. Aquí es donde se ocupan los códigos de revoltura. A cada célula se les asigna un código de revoltura diferente.

1.4.7 Código de revoltura del WCDMA: Secuencia de oro

- La secuencia de oro está construida mediante la operación XOR de dos secuencias m con la misma señal de reloj.

Ventaja: no se necesita utilizar el GPS como reloj del sistema, el nodo B puede trabajar en el modo asíncrono y también es conveniente para la cobertura en interiores.

- Desventaja: la interferencia entre códigos es más grande que en las secuencias m .

Para el enlace ascendente, tenemos: 2^{24} revolturas largas y 2^{24} revolturas cortas.

Para el enlace descendente, tenemos: 262,143 ($2^{18} - 1$) revolturas, de las cuales sólo se ocupan 8192 revolturas, de 0 a 8191.

El tamaño del código de revoltura es de 38400 chips

1.4.8 Modulación WCDMA

Se utilizan distintos métodos de modulación según convenga a las diferentes capacidades de transmisión en la interconexión aérea.

- R99/R4: adoptado para QPSK: Quadrature Phase Shift Keying (Codificación por cambio de fase en cuadratura). Cuatro fases equiespaciadas representan los dígitos 00, 01, 11, 10, cada fase transmite dos bits.

La velocidad máxima de bajada DL es de 2.7Mbps

- 16 QAM: 16 Quadrature Amplitude Modulation (Modulación en Amplitud de Cuadratura). En este caso se cambia la amplitud y fase de la portadora según la modulación/señal digital que representa los datos.

1.5 Trayectorias múltiples en el medio

La propagación de radio en la región del canal móvil está caracterizada por múltiples reflexiones, difracciones y atenuación de la intensidad de la señal. Estas son provocadas por obstáculos naturales tales como edificios, espectaculares, etc.,

dando como resultado una propagación de trayectoria múltiple. Se tienen dos efectos resultantes de la propagación de trayectoria múltiple:

1. La intensidad de la señal (se refiere, por ejemplo, a un solo chip de una forma de onda de un CDMA) puede llegar al receptor a través de instantes de tiempo claramente distinguibles.
2. También, la posición para cierto tiempo de retardo, pues normalmente hay muchos caminos casi iguales en longitud por la cual viaja la señal de radio.

Un canal de comunicación móvil tiene múltiples trayectorias desvanecidas y cualquier señal transmitida alcanza a un receptor final. Esto quiere decir que se tiene una variedad de trayectos en la transmisión, tales como la directa, por reflexión, por esparcimiento, etc. Las señales recibidas difieren en su intensidad y tiempo de retardo, ver figura 1.15.

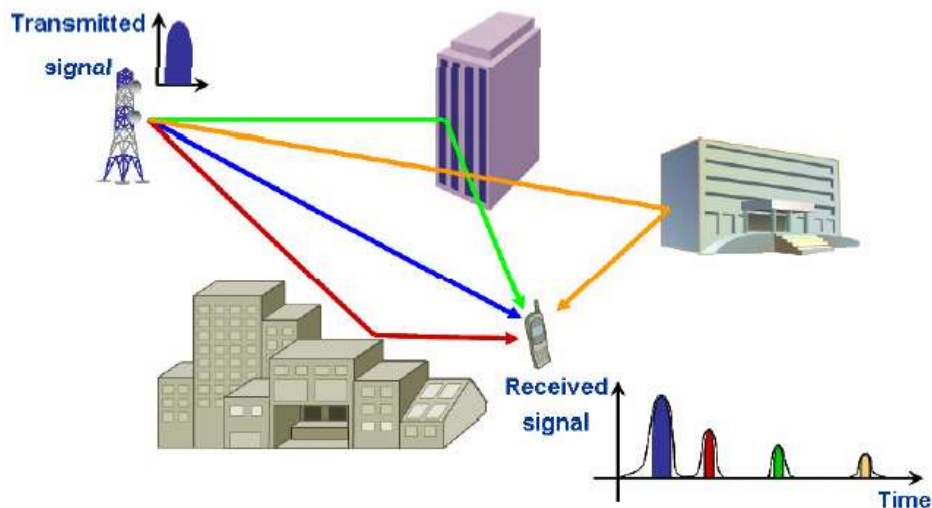


Figura 1.15- Trayectorias múltiples para el UE.

1.5.1 Desvanecimientos

- **Desvanecimiento lento.** En caso de que el ensombrecimiento causado por los obstáculos provoque que la intensidad de la señal en la recepción disminuya, pero el campo de fuerza de valor medio varíe lentamente con el

cambio de la topografía, a esta disminución se le llama desvanecimiento lento o desvanecimiento de sombra. El valor medio del campo de fuerza del desvanecimiento lento toma una distribución logarítmica normal y está relacionada a lugar/posición. La velocidad de desvanecimiento depende de la velocidad de la terminal móvil, ver figura 1.16.

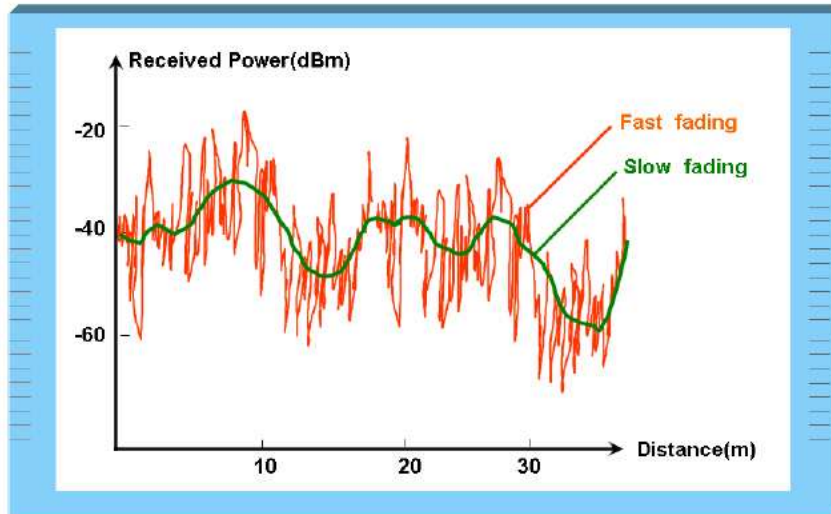


Figura 1.16.- Efectos de desvanecimiento rápido y lento.

- **Desvanecimiento rápido.** En caso de que la amplitud y la fase de la onda combinada cambie repentinamente con el movimiento de la terminal móvil, este cambio es llamado desvanecimiento rápido. La distribución espacial de los puntos de desvanecimiento profundo es similar al intervalo de la mitad de la longitud de onda. Ya que la fuerza del campo toma una distribución Rayleigh, el desvanecimiento también es llamado desvanecimiento Rayleigh. La amplitud, la fase y el ángulo de desvanecimiento son aleatorios. El desvanecimiento rápido se subdivide en las siguientes tres categorías:

1.- Desvanecimiento por tiempo selectivo: en caso de que el usuario se mueva rápidamente y provoque el efecto Doppler en el dominio de la frecuencia, esto produce un desplazamiento en las señales transmitidas.

- 2.- Desvanecimiento por espacio selectivo: las características del desvanecimiento varían dependiendo del lugar y de las diferentes rutas de transmisión.
- 3.- Desvanecimiento por frecuencia selectiva: las características de desvanecimiento varían dependiendo del comportamiento de la frecuencia de la señal transmitida dentro del canal, dando como resultado un retraso en su difusión. Para aligerar la influencia del desvanecimiento rápido en la comunicación inalámbrica, los métodos típicos son: diversidad espacial, diversidad de frecuencia y diversidad de tiempo.

Además, con el movimiento de una terminal móvil, la amplitud, el retardo y la fase de la señal en las diferentes rutas de transmisión varían con el tiempo y el lugar. Por lo tanto los niveles de recepción de la señal fluctúan, son inestables y si estas señales se superponen se desvanecerán. El valor medio del campo de fuerza del desvanecimiento Rayleigh tiene un cambio relativamente moderado y se conoce como desvanecimiento lento. Y se ajusta a la distribución logarítmica normal.

1.6 Principio del receptor RAKE

El receptor RAKE es una técnica que utiliza varias bandas de modulación correlacionadas para procesar individualmente los componentes de las señales multitrayecto. Las salidas de los diferentes correlacionadores son combinadas para mejorar su fiabilidad y desempeño.

La figura 1.17 muestra un diagrama a bloques simplificado de un receptor RAKE. Como se puede ver, un número de indicadores RAKE contienen correlacionadores que se utilizan para rastrear las diferentes reflexiones de las múltiples trayectorias de un código de revolutura. Las salidas de los indicadores son alimentadas por un combinador. Uno de los tres diferentes procesos de

combinación es empleado para producir una salida, que es la suma de los componentes individuales de las diferentes trayectorias. Para lograr este rastreo, cada indicador simplemente correlaciona la señal con el mismo código de revoltura, pero en un cambio de fase. Ya que es lo mismo que utilizar códigos diferentes, un indicador puede fácilmente ser utilizado para rastrear otra estación base. Esto es exactamente lo que sucede en el caso de un Soft o un Softer handover, que se explicara más adelante. La salida de un indicador no es alimentada en el combinador. Este indicador correlaciona la señal recibida con el código de revoltura de las estaciones cercanas para medir su potencia. Esta información es utilizada para determinar cuándo realizar los trasposos. Este indicador es conocido como indicador buscador.

Para hacer posible que el receptor RAKE rastree varios componentes, debe tener una manera de medir los niveles y las fases de la señal. Esto se logra cuando la estación base transmite símbolos piloto conocidos. El receptor RAKE busca estos bits y los utiliza para determinar la fase y la intensidad de la señal de cada componente.

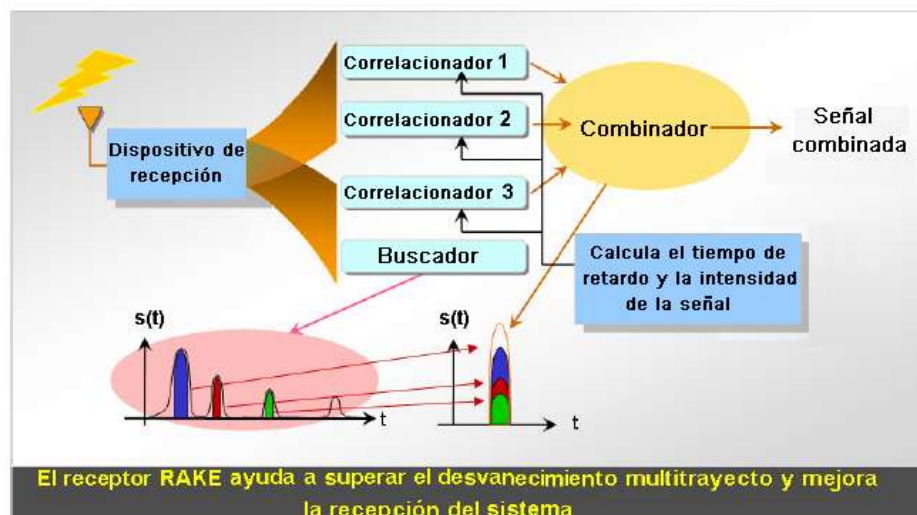


Figura 1.17.- Arquitectura del receptor RAKE.

Cuando los estándares WCDMA fueron diseñados para sistemas celulares, el propio ancho de banda de la señal con sus funciones ortogonales Walsh, lógicamente fueron planeados para implementar un receptor RAKE. En el sistema WCDMA, el ancho de banda de la señal es más amplio que el de la célula. Por lo tanto cuando los componentes de trayectoria múltiple son determinados en el receptor, las señales de cada bifurcación en la línea de retraso está sin correlación con las demás. El receptor puede combinarlas utilizando cualquier esquema de combinación. Por lo tanto el sistema WCDMA utiliza las características de trayectoria múltiple del canal como una ventaja para mejorar la operación del sistema.

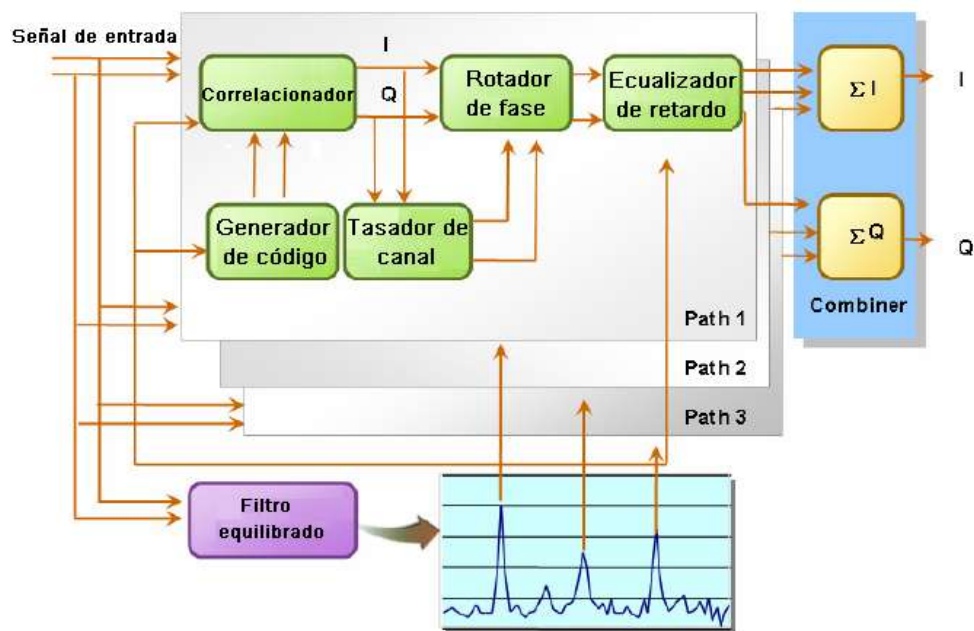


Figura 1.18.- Estructura del receptor RAKE.

Para digitalizar las señales de entrada en banda base, recuperando el extendiendo e integrando los datos del suscriptor, esto es realizado por el correlacionador y el generador de código local, sus especificaciones son las siguientes: el Tasador de Canal utiliza la señal piloto para evaluar la condición del canal, el Rotador de Fase borra la fase afectada causada por el canal de la señal recibida, de acuerdo a la evaluación de la condición del canal. La función del Ecualizador de Retardo es obtener la distribución de potencia de la señal

en las diferentes posiciones de retraso a través del filtro equilibrado, identificando las múltiples trayectorias con gran intensidad y asignando valores de tiempo a las diferentes rutas recibidas por el receptor RAKE. El ecualizador de retraso está para compensar la diferencia de los tiempos de llegada de los símbolos de cada ruta. Por último, el combinador RAKE agrega los símbolos después de equilibrar el canal para proporcionar diversidad multitrayectoria para contrarrestar el desvanecimiento. El procedimiento del receptor RAKE se basa en el nivel de chip o en el nivel de símbolos. El correlacionador, el generador de código local y el filtro equilibrado pertenecen al procesamiento de nivel de chip y esto generalmente se realiza vía dispositivo ASIC **A**pplication-**S**pecific **I**ntegrated **C**ircuit. El Tasador de canal, los giros de fase y la combinación pertenecen al procesamiento de nivel de símbolos y esto se realiza vía DSP **D**igital **S**ignal **P**rocessor, ver figura 1.18. Aunque los métodos y funciones que realiza el receptor RAKE entre el UE y el BTS (**B**ase **T**ransceiver **S**tation) son diferentes, los principios son idénticos.

1.7 Handover

Uno de los objetivos del sistema celular es mantener a un usuario en contacto incluso si este se mueve a través del sistema. Cuando un usuario se mueve del área de cobertura definida de una célula a otra, el sistema debe proveer la capacidad de mantener al usuario en contacto aunque se rompa la conexión establecida con una radio base y se establezca otra conexión con otra radio base. Esta operación es llamada handover. El tener células pequeñas significa tener más frecuentemente handovers, lo cual requiere más recursos del sistema para soporte y coordinación. Handover es una forma de movilidad. Este proceso requiere primero algunos medios para detectar la necesidad de cambiar de célula mientras estamos en el modo dedicado (preparación del handover), y después se requieren los medios para conmutar una comunicación de un canal en una célula dada a otro canal en otra célula, de una forma transparente al usuario, es decir, que no se percate del cambio.



Figura 1.19.- Handover.

En la red de WCDMA podemos tener diferentes tipos de handover y son las siguientes:

- **Hard Handover.** Handover duro (hard) es cuando la conexión entre el móvil y su servidor inicial (radio base) permanece momentáneamente antes de reconectar al móvil con una nueva radio base. Este es el método tradicional usado en los sistemas celulares existentes, porque requiere de menos procesamiento por parte de la red para seguir proveyendo el servicio, aunque éste cause una interrupción momentánea en la recepción, la cual es algunas veces notable al usuario.
- **Soft Handover,** Handover suave (soft), aquí dos radio bases están simultáneamente conectadas por un periodo corto de tiempo con el móvil durante el handover. Tan pronto como el enlace de RF (Radio Frecuencia) del móvil con la nueva radio base sea aceptable, la radio base inicial se desprende del móvil. Se emplean diversas técnicas al final de los dos enlaces para asegurar un handover suave, el cual es transparente al usuario.
- **Softer Handover.** Es un caso especial de handover suave y ocurre cuando un EU se mueve entre sectores locales de la misma radio base. El móvil siempre se comunica con la misma radio base, diferentes ramas son utilizadas para el uplink y para el downlink y se pueden combinar en el mismo receptor, por lo tanto se puede utilizar la técnica de Combinación Máxima de Radio (MRC) en ambas direcciones.

1.8 Control de Potencia

El control de potencia en WCDMA aumenta el número de usuarios por portadora al disminuir el nivel de interferencia. La velocidad del control de potencia puede estar hasta 1500 mediciones por segundo, la cual es más rápida que la del desvanecimiento, por lo tanto puede superar el desvanecimiento de sombra y el fast fading de manera efectiva.

El control de potencia también disminuye la interferencia del sistema e incrementa su capacidad y calidad.

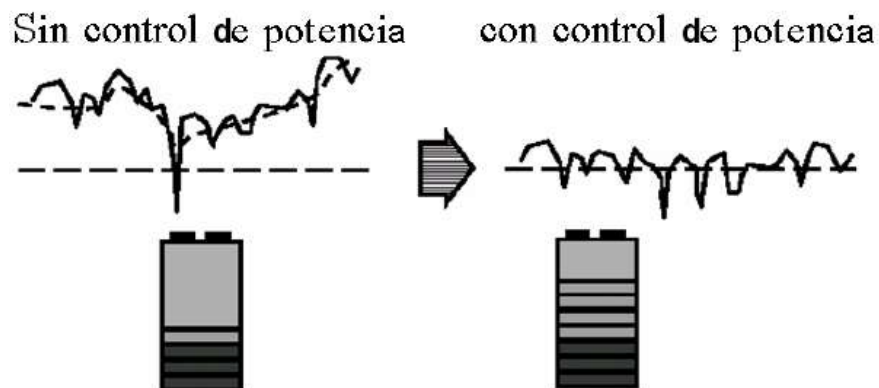


Figura 1.20.- Control de potencia.

Para el UE, el control de potencia ahorra energía y aumenta el tiempo de conversación².

1.9 Arquitectura de la red WCDMA

La jerarquía de los elementos de red móvil se puede explicar con la figura 1.21, la cual muestra la arquitectura de la W-CDMA. Los dispositivos móviles del usuario se conectan a través de una interface de radio a una estación base, el nodo B. Los

² WCDMA RAN Fundamental Huawei Technologies Co., Ltd. PP 9-35

datos llegan al nodo, que es el encargado de recopilar las señales mandadas por los terminales, pasando estas al RNC (Radio Network Controller), o Controlador de la Red de Radio, para ser procesadas.

El conjunto de los nodos y el RNC constituyen una estructura denominada Red de Acceso de Radio (UTRAN), la cual conecta los terminales con el Núcleo de Red o Core Network, desde el cual se distribuyen los datos por los distintos sistemas mediante una serie de conmutaciones.

En la tecnología W-CDMA, la interface de radio transporta los servicios de conmutación de circuitos (telefonía) y los de conmutación de paquetes (Protocolo de Internet IP). Para los servicios de conmutación de circuitos, los RNCs son conectados al Centro de Conmutación de Servicios Móviles (MSC). Para la conmutación de paquetes, los RNCs son conectados al Nodo de Soporte del Servicio GPRS (SGSN), el cual sucesivamente es conectado al Nodo de Soporte de la Compuerta GPRS (GGSN).

Cuando un usuario se mueve, los handovers entre estaciones base tienen que ocurrir. Esto quiere decir que la conectividad sobre la interface de radio cambia de un Nodo B a otro. Como consecuencia, también se pueden dar los handovers de una RNC a otra y de una SGSN a otra.

El usuario permanecerá sujeto en el mismo GGSN, quien proporciona el soporte de compuerta por la cual se comunica Internet con el usuario. Nodo B, RNC, SGSN y GGSN juntos realizan las funciones para operar una red de telefonía móvil.

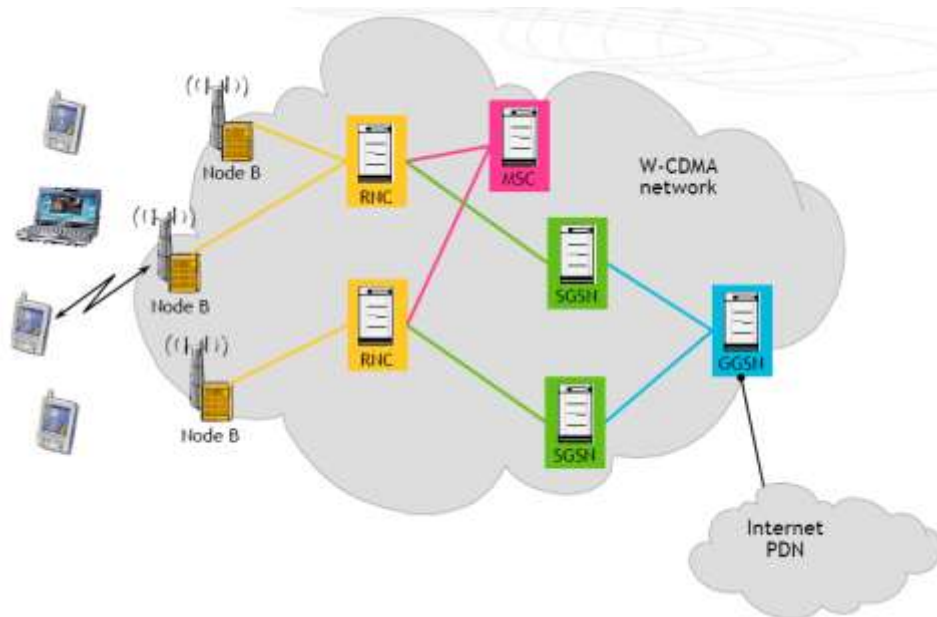


Figura 1.21.- Red WCDMA tradicional.

1.10 Elementos de una Red UTRAN

El equipo de usuario o UE, también llamado móvil, es el equipo que el usuario trae consigo para lograr la comunicación con una estación base en el momento que lo desee y en el lugar en donde exista cobertura, el cual puede variar en forma y tamaño, pero debe estar preparado para soportar el estándar y los protocolos para los que fue diseñado. Por ejemplo, si un UE trabaja en un sistema UMTS, debe ser capaz de acceder a la red UTRAN mediante WCDMA para lograr comunicación con otro móvil, con la ISDN, con la PSTN o sistema como GSM de 2.5G, tanto para voz como para datos.

Interfaz Uu: esta interface se encuentra entre el equipo de usuario y la red UTRAN y usa la tecnología WCDMA.

- **RNC (Radio Network Controller):** El RNC controla a uno o varios Nodos B. El RNC se conecta con el MSC mediante la interfaz luCS o con un SGSN mediante la interfaz luPs. La interfaz entre dos RNC's es la interfaz lur, por lo tanto una conexión directa entre ellos no es necesario que exista. Si

comparamos al RNC con la red de GSM (Groupe Spécial Mobile), éste es comparable con el BSC (Base Station Controller).

Algunas de las funciones ejecutadas por RNC son:

- Control de potencia de lazo abierto para el uplink.
- Control de potencia para el downlink.
- Manejo de reportes.
- Manejo de los recursos de transporte de la interfaz Iu.
- Manejo de la información del sistema y de los horarios de la información del sistema.
- Manejo de Tráfico en los canales comunes y compartidos.
- Modificación del grupo activo de células (Soft Handover).

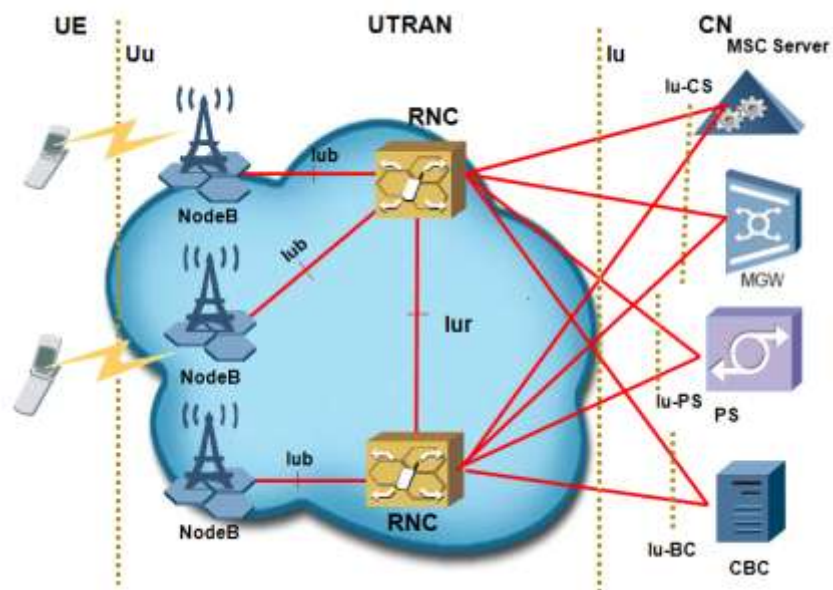


Figura 1.22.-Posición del RNC en el sistema WCDMA

El nodo B es un término usado en la tecnología UMTS que equivale a un BTS (Base Transceiver Station) utilizada en la tecnología GSM, estos se conectan a la RNC mediante la interface Iub y se conecta al terminal de usuario mediante la

interface de radio Uu y manejan una o más celdas. Es un hardware que está conectado a una red móvil que se comunica directamente con los teléfonos inalámbricos. En contraste con una estación base GSM, el nodo B utiliza como interface aérea la tecnología WCDMA/TD-SCDMA. Como en todo sistema celular, tales como UMTS y GSM, el nodo B incluye transmisión y recepción vía radiofrecuencia y se comunica directamente con los dispositivos móviles, que se mueven libremente alrededor de él. En este tipo de redes, los equipos móviles no pueden comunicarse uno con el otro directamente, deben hacerlo forzosamente a través del nodo B.

Las funciones del nodo B son:

- Transmisión /Recepción por la interface de aire.
- Mapeo de los recursos lógicos del Nodo B en hardware.
- Modulación / Demodulación.
- Codificación del canal físico CDMA.
- Micro Diversidad.
- Combinación para la macro-diversidad de las tramas de los datos internos en el nodo B.
- Manejo de Errores.
- Control de Potencia de lazo cerrado, en el modo FDD.
- Adaptación de velocidad.
- Reportar las mediciones de interferencia en el enlace de subida y la
- información de la potencia en el enlace de bajada.

Interface Iu: Esta interface conecta a la red de acceso de radio de UMTS con el núcleo de la red, es la interfaz central y la más importante para el concepto de 3GPP (Third Generation Partnership Project). La interface Iu puede tener dos diferentes instancias físicas para conectar a dos diferentes elementos de la red central, todo dependiendo si se trata de una red basada en conmutación de circuitos o basada en conmutación de paquetes. En el primer caso, es la interface

Iu-CS la que sirve de enlace entre UTRAN y el MSC, y es la interface Iu-PS la encargada de conectar a la red de acceso de radio con el SGSN de la red central.

Red Central (Core Network): La red central se encuentra formada por varios elementos, de los cuales, los más importantes son el MSC (pieza central en una red basada en conmutación de circuitos), y el SGSN (pieza central en una red basada en conmutación de paquetes).

MSC: Centro de Conmutación de Servicios Móviles (Mobile Switching Center):

El MSC es la pieza central de una red basada en la conmutación de circuitos, el cual es usado tanto por el sistema GSM como por UMTS, es decir, la BSS (Base Station subsystem) de GSM y el RNS de UTRAN se pueden conectar con el mismo MSC. Esto es posible ya que uno de los objetivos del 3GPP fue conectar a la red UTRAN con la red central de GSM/GPRS. El MSC tiene diferentes interfaces para conectarse con la red PSTN, con el SGSN y con otros MSCs.

En el MSC se realiza la última etapa del MM (Mobility Management) y del CM (Connection Management) en el protocolo de la interface aérea, así que el MSC debe encargarse de la dirección de estos protocolos o delegarle la responsabilidad a cualquier otro elemento de la red central.

Las principales funciones de un MSC son:

- Coordinación en la organización de las llamadas de todos los móviles en la jurisdicción de un MSC.
- Asignación dinámica de recursos.
- Registro de ubicación.
- Funciones de interoperabilidad con otro tipo de redes.
- Manejo de los procesos de handover.
- Colectar los datos para el centro de facturación.
- Manejo de los parámetros para la encriptación.
- Intercambio de señalización entre la distintas interfaces.
- Manejo de la asignación de frecuencias en el área del MSC.

SGSN: Nodo de Soporte del Servicio GPRS (Serving GPRS Support Node):

Es la pieza central en una red basada en la conmutación de paquetes, el cual se conecta con UTRAN mediante la interfaz lu-PS y con el GSM-BSS mediante la interfaz Gb. El SGSN contiene la siguiente información³:

- IMSI (Internacional Mobile Subscriber Identity).
- Información de suscripción.
- Información de ubicación.
- Celda o área en que el móvil está registrado.
- Número VLR.

1.11 Especificaciones y características del sistema DBS3900

Tabla 1.2 Abreviaciones DBS3900

BBU	Base Band Unit	Unidad de Banda Base
WMPT	WCDMA Main Processing and Transmission Unit	Unidad Principal de Procesamiento y transmisión WCDMA.
WBBP	WCDMA Base Band Process Unit	Unidad de Procesamiento Banda Base WCDMA.
UEIU	Universal Environment Interface Unit	Unidad de Interface Universal del Medio.
UPEU	Universal Power and Environment Interface Unit	Unidad de Interface Universal de Energía y del Medio.
CPRI	Common Protocol Radio Interface	Interface Común del Protocolo de Radio
AISG	Antenna Interface Standard Group	Interface del Conjunto Estandarizado para las Antenas.
RCU	Remote Control Unit	Unidad de Control Remota
RRU	Remote Radio Unit	Unidad Remota de Radio

³ 29360small cells concepts Alcatel-Lucent. pp 6-15

El sistema DBS3900 es un nodo B de cuarta generación. El sistema DBS3900 consiste de:

- BBU3900.
- RRU3804 o RRU3801E.
- Un sistema de antenas y sus líneas e alimentación, ver figura 1.23.

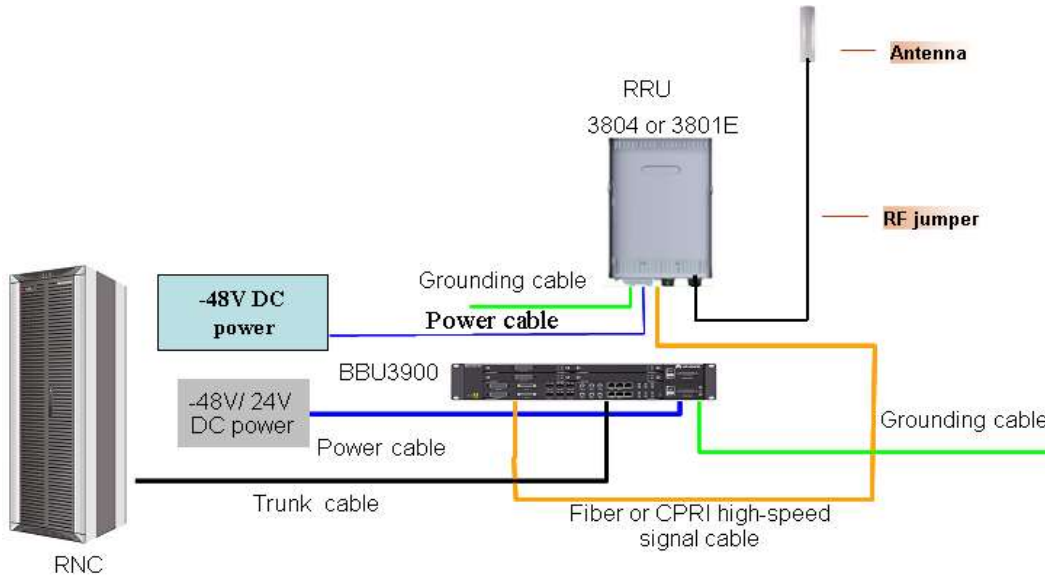


Figura 1.23.-Estructura DBS3900.

- **Aplicación en escenario indoor.** Iniciando un nuevo sitio 3G indoor, en un cuarto de equipos con espacio limitado, ver figura 1.21.

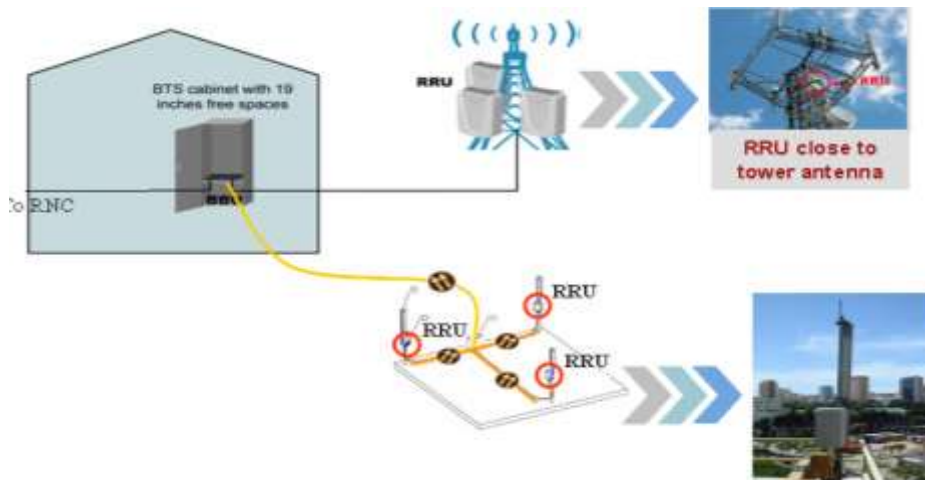


Figura 1.24.-Instalacion del sistema DBS3900.

- **Especificaciones de la DBS3900**
 - Alta capacidad: El BBU3900 soporta 24 células, con 1 536 elementos de canal en el enlace de subida y 1 536 en el enlace de bajada.
 - Un RRU3804 soporta una configuración de 4-carrier.
 - Cuando el NodeB se expande de 1x1 a 1x4, o bien de 3x1 a 3x4, no se requiere de un RRU extra.
- **Características de la DBS3900**
 - Soporta tecnología ATM, IP y ATM/IP Interconexión de pila doble
 - Soporta múltiples modos de sincronización y de reloj
 - Interface de reloj lub.
 - Reloj GPS
 - Reloj Interno
- Soporta tecnología HSPA Acceso de Paquetes a Alta velocidad
 - HSPA permite un tráfico arriba de 14.4 Mbps por cada célula.
 - El pico de la velocidad de transferencia de datos en el enlace de subida de un suscriptor está arriba de 5.76 Mbit/s.
- Soporta Difusiones Multimedia y servicio Multicast (MBMS)
- **Estructura lógica del BBU3900**

La estructura lógica de la Unidad Banda Base se muestra en la figura 1.25.

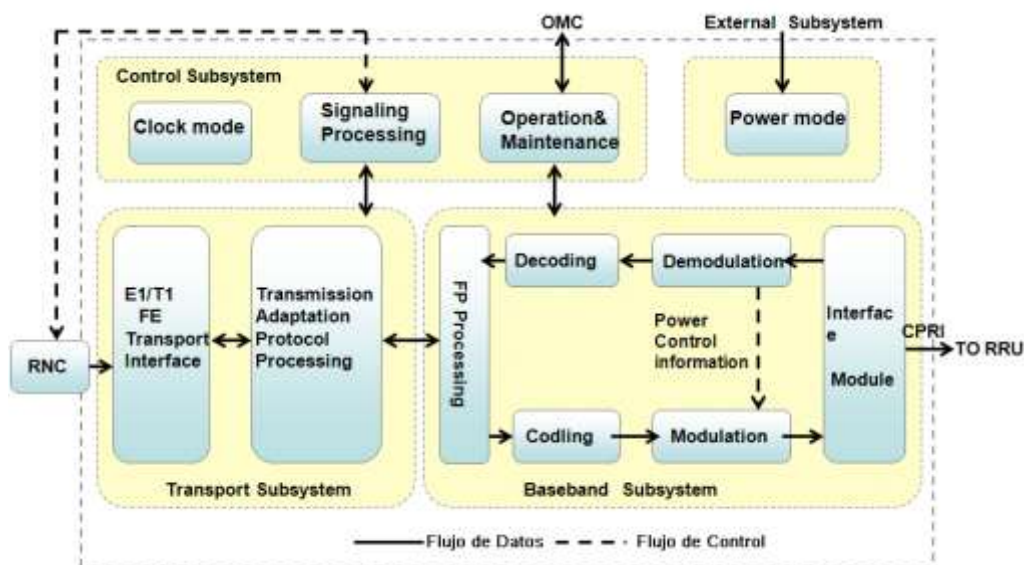


Figura 1.25.-Estructura lógica de la BBU

1.12 Introducción al módulo BBU3900

La configuración típica de la Unidad Banda Base se muestra en la figura 1.26

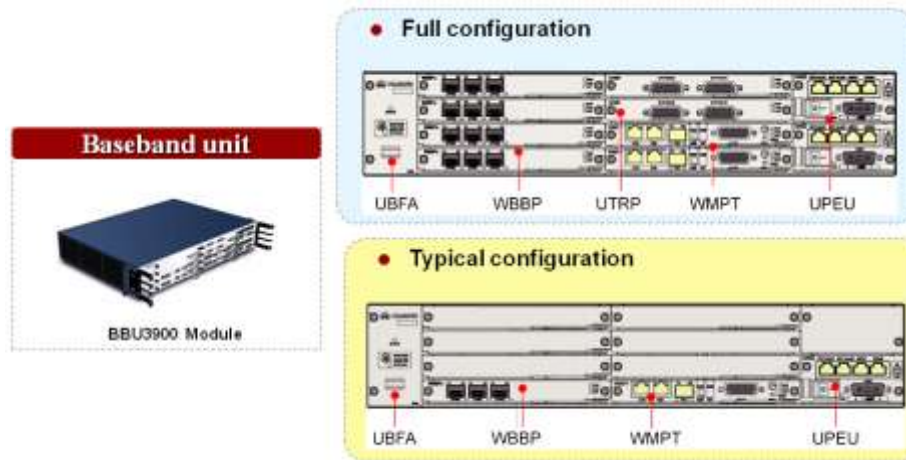


Figura 1.26.-Configuración típica de la BBU.

- Tarjetas y módulos obligatorios: **WMPT, WBBP, UBFA, y la UPEU.**
- Las tarjetas opcionales son: **UEL P, UFL P, UTRP, y la UEIU.**

Tarjeta WMPT. En la figura 1.27 se muestran los puertos disponibles de la tarjeta WMPT.

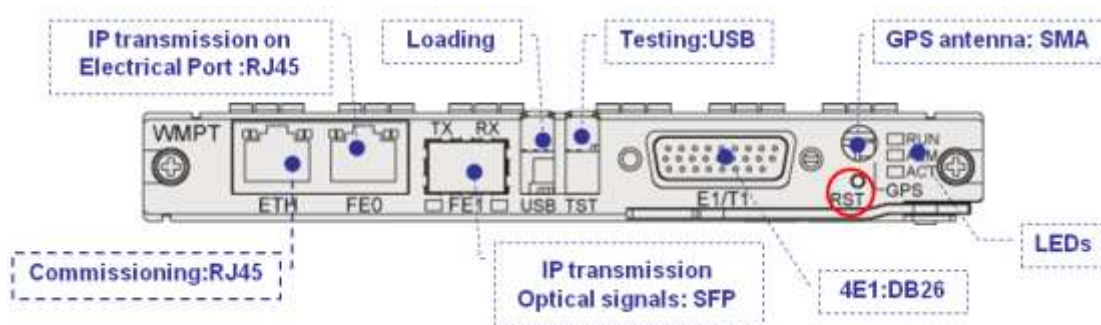


Figura 1.27.-Puertos e indicadores tarjeta WMPT.

- Número de tarjetas:
 - Máximo 2 para una BBU
 - Tarjeta obligatoria

- Trabaja en modo activo y standby
- Funciones principales:
 - Provee las funciones de Operación y Mantenimiento.
 - Controla otras tarjetas del sistema y proporciona el reloj de referencia.
 - Proporciona puertos USB para actualizar automáticamente el nodo B.
 - Proporciona el puerto de transmisión para la interface lub.
 - Proporciona los canales de Operación y Mantenimiento.

Tarjeta WBBPa. En la figura 1.28 se muestran los puertos e indicadores de la tarjeta WBBPa.

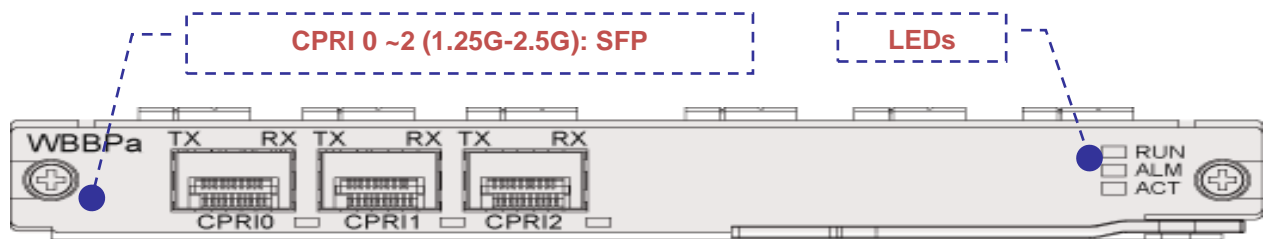


Figura 1.28.-Puertos e indicadores tarjeta WBBPa

- Número de tarjetas:
 - Una obligatoria, máximo 6
- Funciones principales:
 - Proporciona la interface CPRI para la comunicación entre la BBU y la RRU.
 - Procesa las señales banda base del enlace de subida, así como el de bajada y soporta las funciones HSUPA y HSDPA.
 - Soporta el respaldo 1+1 de la interface CPRI.

Tarjeta UFAN. En la figura 1.29 se muestra la unidad de ventilación de la BBU.

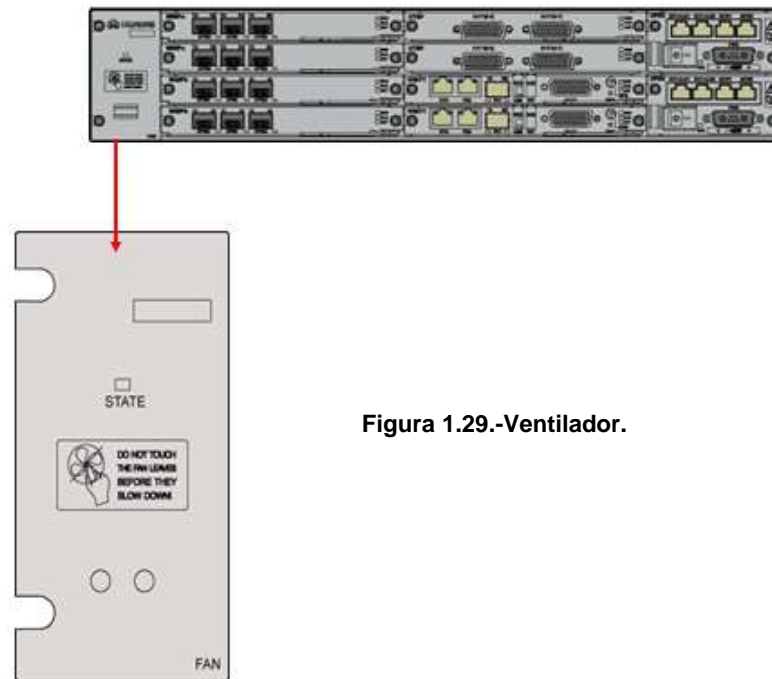


Figura 1.29.-Ventilador.

- Número de tarjetas:
 - Obligatoria y como máximo 1
- Funciones principales:
 - Controlar la velocidad del ventilador.
 - Reportar el estado del ventilador a la WMPT.
 - Detectar la temperatura de la tarjeta del ventilador.

Tarjeta UPEU. En la figura 1.30 se muestran los puertos disponibles de la tarjeta UPEU.

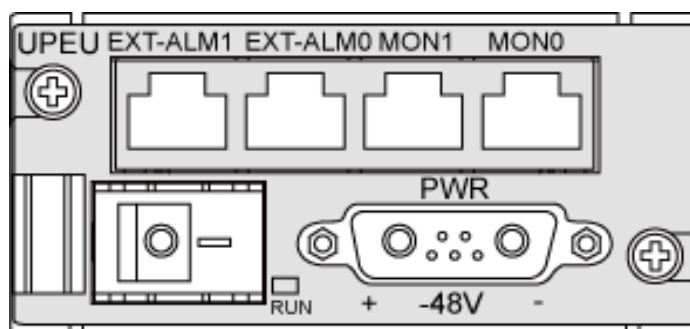


Figura 1.30.-Puertos de la tarjeta UPEU.

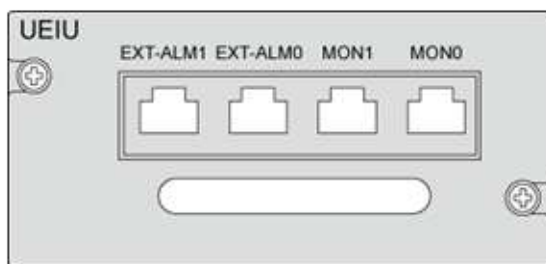
- Número de tarjetas:
 - Una obligatoria, máximo 2, respaldo 1+1
- Funciones principales:
 - Convertir – 48 V o + 24 V DC de entrada a + 12 V DC que es el voltaje que soportan las tarjetas.
 - Reportar las alarmas relacionadas a las entradas y salidas de bajo voltaje.
 - Proporciona los puertos de transmisión para las señales RS485 y 8 contactos para las señales de alarma.

La UPEU tiene un socket y 4 puertos, consultar tabla 1.3.

Tabla 1.3 .-Funciones de los puertos UPEU.

Label	Quantity	Connector Type	Function
PWR	1	3V3	DC power input
EXT-ALM1	1	RJ45	Transmitting dry contact alarm signals
EXT-ALM0	1	RJ45	
MON1	1	RJ45	Transmitting RS485 environment monitoring signals
MON0	1	RJ45	

Tarjeta UEIU En la figura 1.31 se muestran los puertos disponibles de la tarjeta UEIU.



Label	Connector Type
MON0	RJ45
MON1	RJ45
EXT-ALM0	RJ45
EXT-ALM1	RJ45

Figura 1.31 -Puertos y función de la tarjeta UEIU.

- Número de tarjetas:
 - Una como máximo.

- Funciones principales:
 - Conectarse a un dispositivo de monitoreo externo y transmitir señales RS485 a la WMPT.
 - Conectarse a un dispositivo de alarma externa y transmitir estas señales a la WMPT.
- La UEIU tiene cuatro puertos.

Estructura lógica del RRU. En la figura 1.32 se muestra la estructura lógica de la Unidad Remota de Radio.

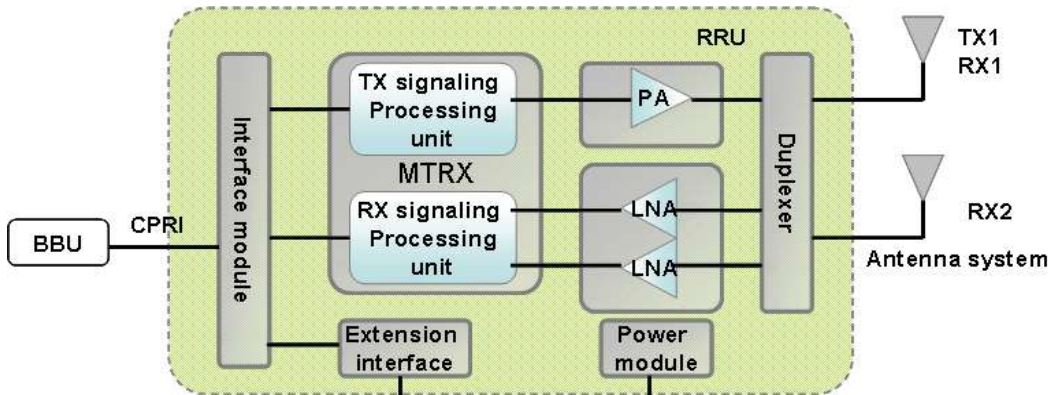


Figura 1.32.-Estructura lógica de la RRU.

Características del RRU3804

- Soporta 12dB y 24dB de ganancia TMA
- Estadística y reporte RTWP
- Detecta y reporta el estatus de la ondas
- Soporta AISG (Antenna Interface Standards Group) 2.0
- El valor de sensibilidad típica referenciada del receptor es de -125.5 dBm

Apariencia y especificaciones del RRU3804

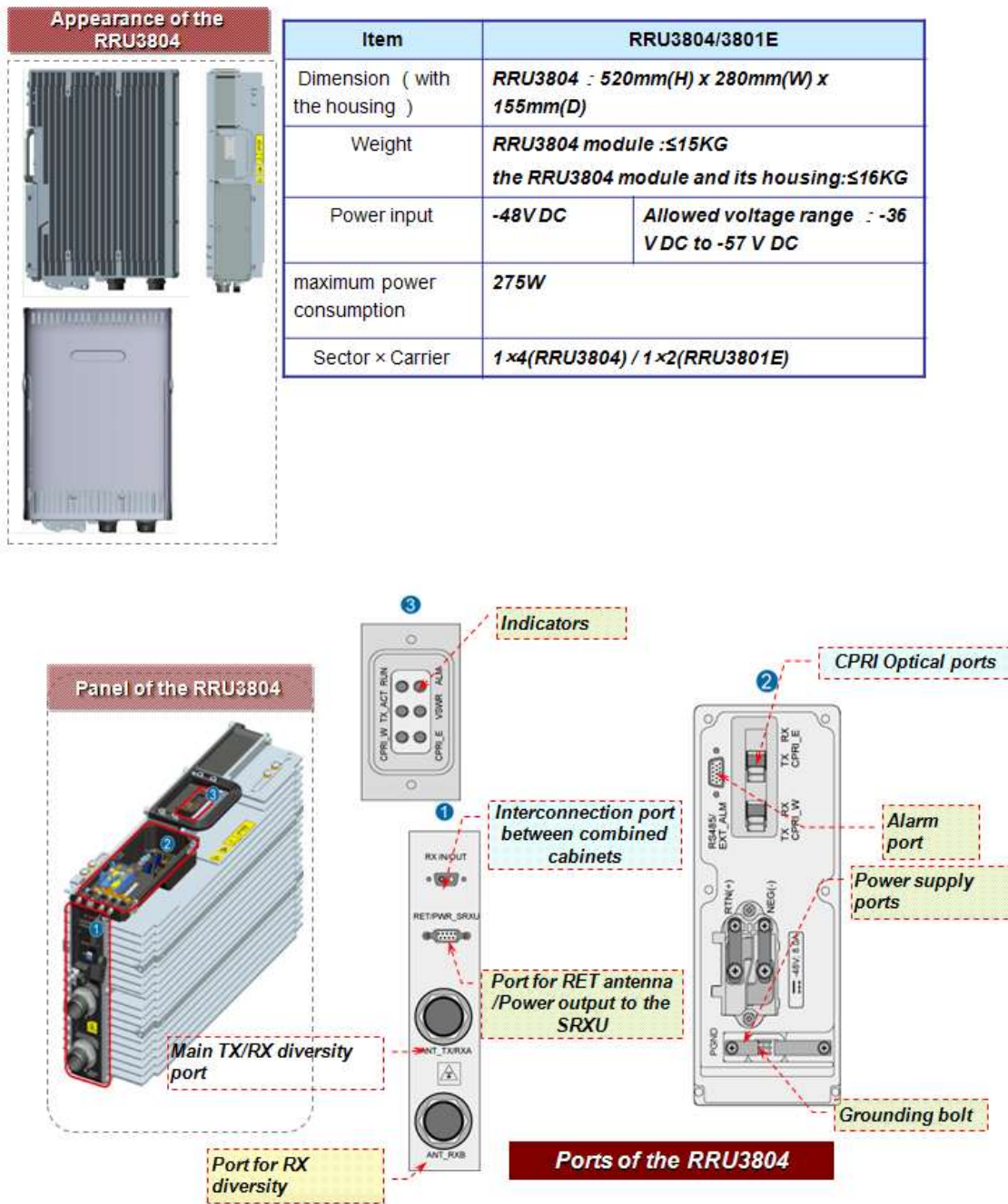


Figura 1.33 Apariencia y especificaciones del RRU3804

CAPÍTULO 2

MÉTODO DE INSTALACIÓN PARA LA RADIOBASE (INDOOR)

En este capítulo se describe la manera óptima de instalación del equipo y las herramientas que se necesitan para lograrlo.

2.1 Herramientas y equipos de seguridad

Se deberá contar con las siguientes herramientas y equipo para la instalación del sistema DBS3900.

- Cinta de medición
- Nivel
- Pulsera antiestática (ESD)
- Marcador
- Tiralíneas
- Cautín tipo lápiz 40W
- Cuerda (s) 100m mínimo
- Taladro (14)
- Guantes antiestáticos (ESD)
- Pistola de calor
- Desarmador plano (M3~M6)
- Mazo
- Pelador de cable
- Llaves inglesas (al menos 32mm)
- Desarmador con puntas intercambiables
- Wire Wrapping Hand Squeeze Tool para DSX
- Pinzas de punta
- Escalera de trabajo (Solo de fibra de vidrio)
- Linterna Corona Blanck
- Matraca c/dados
- Encrimpadoras RJ-45
- Tenazas
- Llave inglesa
- Polea
- Cámara fotográfica digital
- Lona
- Juego de brocas
- Aspiradora
- Desarmador de cruz (M3~M6)
- Martillo
- Navaja
- Pinzas crimpadoras (para zapatas hasta 2/0) Burndy
- Juego de llaves Allen (5mm)
- Juego de llaves
- Pinzas de mecánico
- Pinzas de corte
- Guantes lessfinger (maniobra)
- Brocha

Equipo de medición.

- GPS
- Multímetro digital
- Brújula profesional
- Site Master
- Inclinómetro Digital
- Torquímetro

Equipo de seguridad.

- Arnés de cuerpo completo DBI sala
- Asegurador posicionamiento SUM10
- 8 Mosquetones 30kN de seg. Automatic
- Key Lock
- 3/8" Cabloc sleeve w/carabiner (carrito)
- Casco para trabajo en altura
- Bandola
- Anclaje Rápido PMI 100cm
- EZ-stop lanyard alum hook

2.2 Instalación INDOOR

2.2.1 Instalación de Rack de 19"

Un rack es un soporte metálico destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones.

Las medidas de estos se encuentran normalizadas, para que sean compatibles con equipamiento de cualquier fabricante. También son llamados bastidores, cabinas o armarios.

El Rack de 19" para Nodo B se ubicará en la posición de la caseta, comúnmente conocida como shelter, de acuerdo a lo indicado en diseño.

A continuación en la Tabla 2.1 se enlistan los materiales necesarios.

Material.

Tabla 2.1 Material a Utilizar en Instalación de Rack.

Unidad	Cantidad	Descripción
Pza	1	Rack 19" H=2.20m
	1	Kit aislante para Rack 19"
Pza	1	Pad baquelita ó pad hule p/rack 19"
Pza	6	Tornillo cuerda fina 3/8" x 2"
Pza	6	Taquete expansor 5/8" x 2" para tornillo 3/8" x 2" para concreto
Pza	6	Taquete expansor 5/8" x 2" para tornillo 3/8" x 2" para madera
Pza	6	Buje aislante para tornillo de 3/8" y barreno 3/4"
Pza	6	Rondana plana para tornillo de 3/8"
Pza	6	Rondana de presión para tornillo de 3/8"
	1	Kit Antisísmico
Pza	2	Varilla roscada 5/8" x 1.5m tropicalizada
Pza	12	Rondana plana 5/8" tropicalizada
Pza	10	Rondana de presión 5/8" tropicalizada
Pza	10	Tuerca 5/8" tropicalizada
Pza	4	Tornillo 5/8" x 1" tropicalizado
Pza	4	Pija galvanizada p/madera cuerda corrida 1/2" x 1 1/2"
Pza	16	Rondana plana para tornillo 1/2" tropicalizado
Pza	16	Rondana de presión para tornillo 1/2" tropicalizado
Pza	8	Tuerca para tornillo 1/2" tropicalizado
Pza	8	Tornillo 1/2" x 1 tropicalizado
Pza	4	Bracket sujeción (orejas de perro) 2" x 2" tropicalizado, perforaciones 5/8" & 1/2"
Pza	4	Bracket sujeción (orejas de perro) 2" x 2" tropicalizado, perforaciones 1/2" & 1/2"
Pza	2	Aislador tipo barril (manzana) para tornillo 5/8"

En la Figura 2.1 se muestra el proceso de montaje de rack 19".



Fig. 2.1.-Montaje de Rack 19"

Fijación y montaje de rack de 19" sobre piso de shelter

- Colocar la base del rack de acuerdo a la ubicación designada en la Ingeniería. Marcar a través de los orificios de la base la posición de las perforaciones en el piso.
- Colocar el pad aislante y marcar las perforaciones en el piso, quitar el pad.
- Usando una broca de 1/4" realizar las guías en el piso sobre las marcas.
- Perforar el piso sobre las marcas a 2" de profundidad utilizando una broca acorde al taquete expansor.
- Insertar los taquetes de 3/8" en las perforaciones como se muestra en la Figura 2.1. Retirar los tornillos.

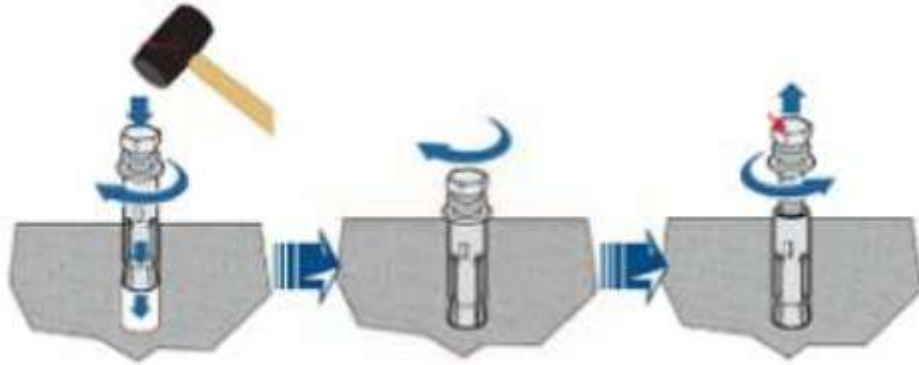


Figura 2.2.- Colocación de taquete expansivo.

- Colocar el pad haciendo coincidir los orificios con los taquetes en el piso.
- Colocar la base del rack haciendo coincidir los orificios del pad aislante.
- En el tornillo de 3/8" colocar primero rondana de presión, después rondana plana y finalmente buje aislante. Introducir todos los elementos, sobre la perforación del rack y apretar con matraca/dado.
- Repetir procedimiento con las otras tres esquinas del rack 19".
- Erigir rack de acuerdo a las especificaciones del fabricante, tal como muestra la Figura 2.3

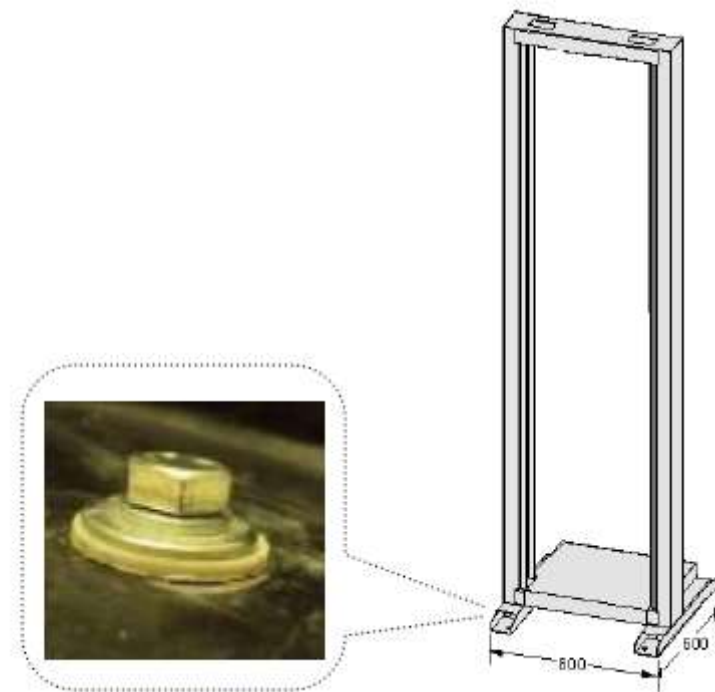


Figura 2.3.- Rack de 19".

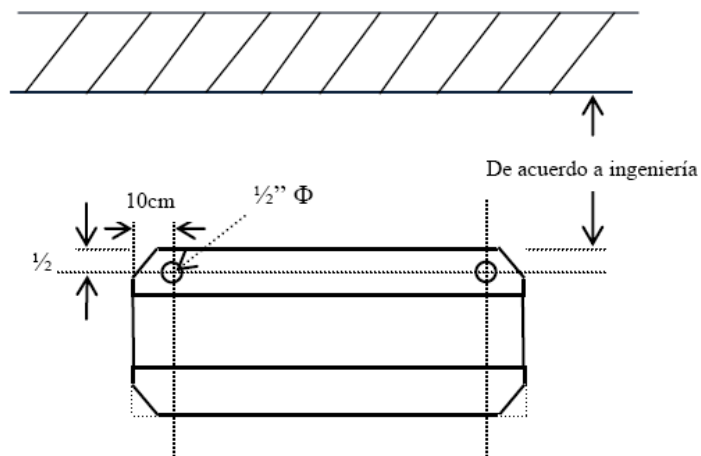
2.2.2 Verificación de aislamiento rack

Con el rack montado en su totalidad, probar el aislamiento del rack de 19" antes de colocar cualquier punto de tierra o alimentación en rack y equipamiento.

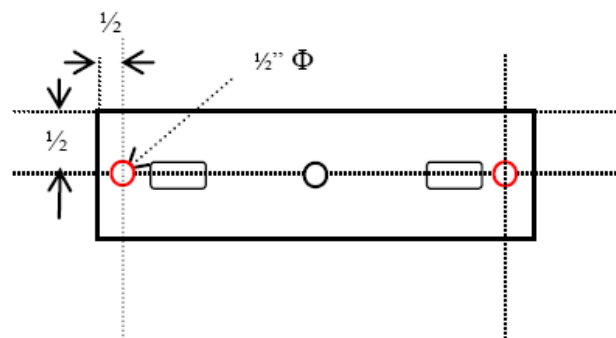
- Colocar una punta del multímetro, verificando que este en la función de óhmetro, en el tornillo de fijación y la otra punta en el chasis del rack. La lectura deberá tender a infinito.
- En caso de presentarse continuidad entre estos dos puntos de medición, revisar y solucionar aislamiento.
- Repetir el procedimiento con los demás tornillos de fijación.

2.2.3 Instalación de kit antisísmico en Rack 19"

- Marcar y perforar el rack 19" por la parte superior utilizando la broca adecuada siguiendo la distribución mostrada en la Figura 2.4a y 2.4b, de acuerdo al tipo de rack suministrado, ya sea en acero o aluminio.



a) Rack 19" Acero



b) Rack 19" Aluminio

Figura 2.4.- Distribución de perforaciones en Rack de 19"(a) Acero, b) Aluminio).

- La instalación del Kit antisísmico, se hará siempre, hacia la pared más cercana, de acuerdo a la ubicación del rack 19" indicado en ingeniería. Marcar y utilizar la broca correspondiente para perforar la pared. Tomar en cuenta cualquier elemento que obstaculice la posición del Kit antisísmico en pared.
- Montar brackets de sujeción del kit, con tornillos para madera, rondana de presión y rondana plana de 1/2" en la pared del contenedor. Ver Figura. 2.5



Figura 2.5.- Armado de Kit antisísmico en pared y Rack de 19".

- Instalar brackets de sujeción del kit con tornillos, rondana de presión, rondana plana y tuerca de 1/2", en las perforaciones superiores de rack 19". Ver Figura. 2.6



a) Vista anterior

b) Vista Lateral

c) Vista frontal

Figura 2.6.- Kit antisísmico instalado de acuerdo a condiciones del sitio

- Armar y montar los dos tirantes del Kit antisísmico, utilizando aisladores tipo barril (manzanas), varillas roscada de 5/8", brackets de sujeción, rondanas plana, rondanas de presión, tornillos y tuercas, todo de 5/8". El aislador tipo barril se coloca del lado de la pared.

- Armar y unir tirantes entre pared y Rack 19”, tal como se muestra en la Figura. 2.6. En caso de que existan elementos ya instalados que impidan una libre instalación (ejemplo: rejilla de cableado), es posible modificar ligeramente la distribución propuesta para las perforaciones de Rack 19” y pared. Asegurar que ningún punto del kit antisísmico haga contacto con otro elemento metálico.

2.2.4 Instalación de tierras para Rack 19”

En toda instalación eléctrica se pueden producir fallas eléctricas que pongan en peligro la integridad física de las personas, así como dañar los equipos eléctricos y electrónicos, para evitar estos problemas, los equipos y estructuras de nuestro sistema en estudio, deben de contar con la conexión necesaria al sistemas de puesta a tierra de la Radio Base, consistentes en una serie de conductores y electrodos que conducen la falla eléctrica hacia el suelo, basándose en el principio de que la corriente eléctrica fluye al punto de menor resistencia, muchos equipos electrónicos incluso tiene indicaciones de no conectarse si no existe tierra física, lo cual es de suma importancia colocar una conexión de Tierras para el Rack 19”, ya que estarán instalados en él, diferentes equipos electrónicos. A continuación se enlistan los materiales requeridos en la Instalación de Tierras para el Rack 19”.

Material

Tabla 2.2 Material a Utilizar en Instalación de Tierras para Rack 19”

Pza	1	Barra de tierra para rack 19” x 1”
Pza	1	Kit aislante para barra de tierra de rack 19”
Pza	2	Aislador tipo barril (manzana) para tornillo 3/8”
Pza	4	Tornillo 3/8” x 1 1/2” galvanizado
Pza	6	Rondana plana 3/8” galvanizado
Pza	6	Rondana de presión 3/8” galvanizado
Pza	3	Tornillo cobre 3/8” x 1”
Pza	3	Rondana plana cobre 3/8”
Pza	3	Rondana de presión cobre 3/8”
	1	Kit de puesta a tierra en barra de tierra rack 19”
M	10	Cable verde AWG 2. CONDUMEX
Pza	2	Tornillo cobre 1/4” x 1”
Pza	2	Zapata ponchable 1/4” AWG 2, 1 ojo
Pza	3	Rondana plana cobre 1/4”
Pza	2	Tuerca de cobre 1/4”
Pza	2	Rondana de presión cobre 1/4”
Pza	2	Zapata ponchable cañón largo 2 ojos, AWG 2, 3/8” x separación 1”
Pza	3	Tornillo cobre 3/8” x 1”
Pza	6	Rondana plana cobre 3/8”
Pza	4	Rondana de presión cobre 3/8”
Pza	3	Tuerca cobre 3/8”
M	0.3	Termo contráctil negro. AWG 2
M	0.3	Termo contráctil transparente. AWG 2
Kg	0.3	Grasa anticorrosiva NO-OX

- Montar aisladores tipo barril (manzana) en la primera posición superior (posición 42 del rack) por la parte posterior del rack 19" utilizando tornillos, rondana de presión y rondana planas galvanizadas, todo de 3/8".
- Montar barra de tierra en aisladores, utilizando tornillos, rondanas de presión y rondanas planas de cobre, tal como se muestra en la Figura 2.7, todo de 3/8".



Figura 2.7.- Barra de tierra de rack 19" Figura 2.8.- Barra de tierra de rack 19" y barra 3G.

- Preparar etiquetas y funda termo contráctil transparente en cableado, de acuerdo a la Tabla 2.3.
- Interconectar la barra de tierra del rack 19" hacia la barra de tierras 3G (debajo del pasamuros), de acuerdo a la distribución mostrada en la Figura 2.10. El cableado se fijará a la escalerilla o rejilla con hilo encerado y su trayectoria deberá apegarse al diseño y a las condiciones del sitio.

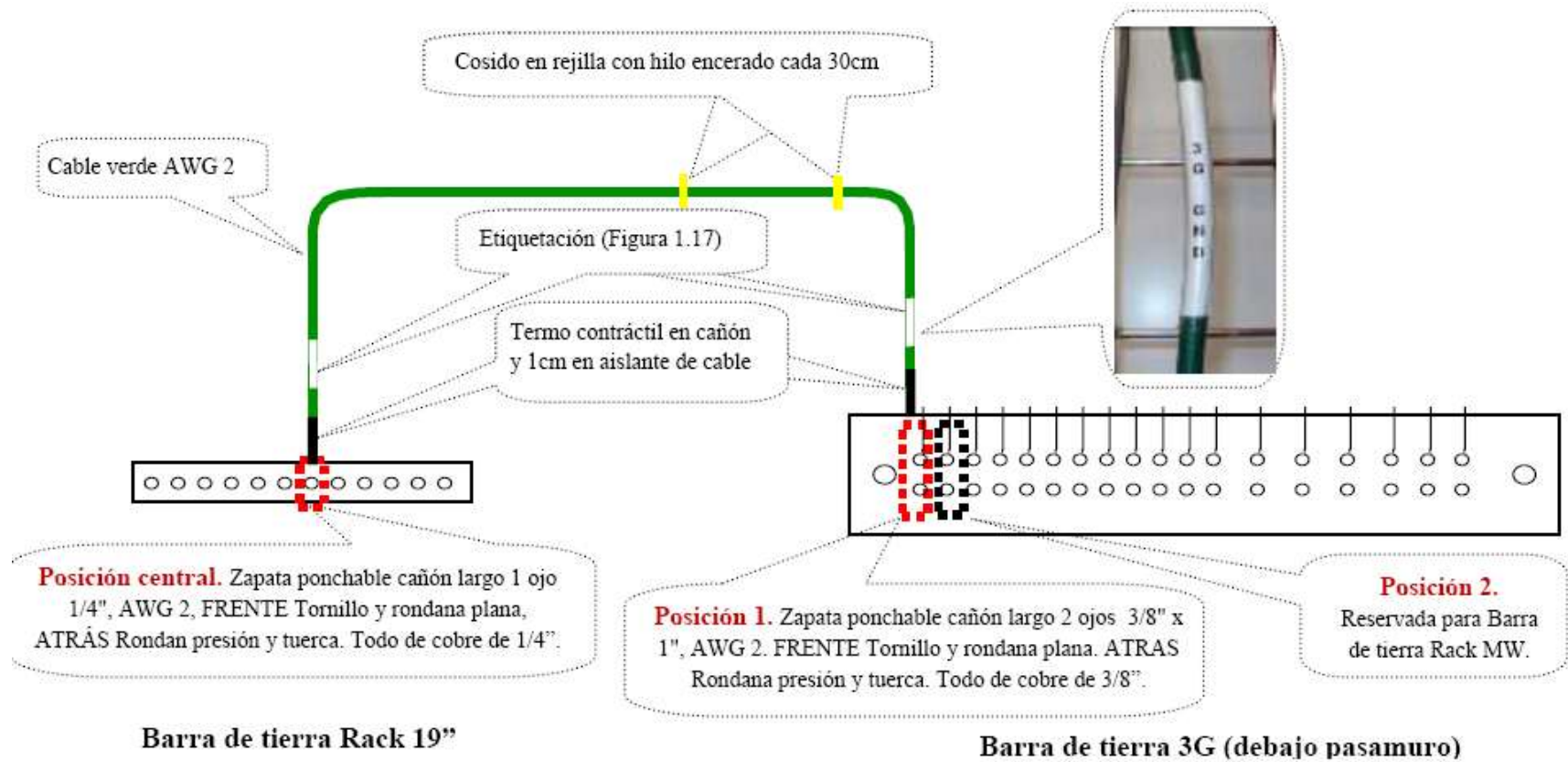


Figura 2.10.- interconexión barra de tierra rack 19" con barra tierra sistema 3G.

Tabla 2.3 Nomenclatura en Instalación y Distribución de Cableado.

Elemento	Ubicación	Tamaño	Material	Datos	Letra
Cable tierra AWG2. Barra Rack 19" vs. barra de tierra 3G	Ambos extremos a 7cm del cañón de zapata	8cm x 1cm	Etiqueta + Termo contráctil transparente (10cm)	03 03 03	Arial Black.
					Tamaño 16, color negro MAYUSCULAS
					(texto vertical centrado en etiqueta)
Cable tierra AWG6 DCDU, BBU	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Cable DC AWG6 rojo DCDU vs. planta de fuerza	Ambos extremos. 1. DCDU : a 10 cm. del cañón de zapata. 2. Planta de Fuerza: misma ubicación de la identificación existente	8cm x 1cm	Etiqueta + Termo contráctil transparente (10cm)	03 03 04 03 03	Arial Black.
					Tamaño 16, color negro MAYUSCULAS
					(texto vertical centrado en etiqueta)
Cable DC AWG6 negro DCDU vs. planta de fuerza	Ambos extremos. 1. DCDU : a 10 cm. del cañón de zapata. 2. Planta de Fuerza: misma ubicación de la identificación existente	8cm x 1cm	Etiqueta + Termo contráctil transparente (10cm)	03 03 03 03 03	Arial Black.
					Tamaño 16, color negro MAYUSCULAS
					(texto vertical centrado en etiqueta)
Cable prefabricado BBU vs. LOAD6 DCDU	Ambos extremos.	Predefinido	Plástica amarilla sujeta con cinturones plásticos blancos.	PWR BBU0	Predefinido
TX	Ambos extremos.	Predefinido	Plástica amarilla sujeta con cinturones plásticos blancos.	LUB0 BBU	Predefinido
BBU (WMPT - FE0) vs. Equipo de transmisión	1. BBU: a 12 cm. del conector RJ45				
	2. Equipo de TX: a 12 cm. del conector RJ45				
ALARM (BBU vs. DCDU)	Ambos extremos.	Predefinido	Plástica amarilla sujeta con cinturones plásticos blancos.	ALM BBU0	Predefinido
FO RRU (Alfa, Beta, Gama)	Ambos extremos.	Predefinido	Plástica amarilla sujeta con cinturones plásticos blancos y Etiqueta + Termo contráctil transparente (10cm)	CPRI ALFA CPRI BETA CPRI GAMA	Predefinido
BBU vs. RRU1 BBU vs. RRU2 BBU vs. RRU3	1. BBU: a 8 cm. del conector				
	2. RRU: a 5cm del RRU				
DC RRU (Alfa, Beta, Gama)	Ambos extremos.	Predefinido	Plástica amarilla sujeta con cinturones plásticos blancos y Etiqueta + Termo contráctil transparente (10cm)	PWR RRU ALFA PWR RRU BETA PWR RRU GAMA	Predefinido
DCDU vs. RRU1 DCDU vs. RRU2 DCDU vs. RRU3	1. DCDU: a 8 cm. del conector OT en LOAD0-LOAD2				
	2. RRU: a 5cm del RRU				
AISG (Alfa, Beta, Gama)	Ambos extremos.	Predefinido	Plástica amarilla sujeta con cinturones plásticos blancos. + Etiqueta encapsulada en mica transparente.	AISG RRU ALFA AISG RRU BETA AISG RRU GAMA	Predefinido
RRU1 vs. RCU1 RRU2 vs. RCU2 RRU3 vs. RCU3	1. RRU: a 5 cm. del conector AISG				
	2. RCU: a 5cm del conector DB9				

- Engrasar de manera uniforme los elementos aterrizados en la barra de tierra 3G. Ver Figura 2.8.
- Para la conexión del equipo deberá ser de acuerdo a la asignación de conexión en la barra de tierra 3G. Ver Figura 2.9.

tal objetivo hay que tener en cuenta su sensibilidad a la curvatura y microcurvatura, la resistencia mecánica y las características de envejecimiento. Por tanto se instalara un Distribuidor de FO en el Rack 19” ya que este ofrece una amplia solución a las necesidades de Integración, logrando la terminación e interconexión de Fibra Óptica en puntos centrales, facilita en tiempo y costos las instalaciones, proporciona versatilidad en las conexiones, su principal función es organizar las fibras haciendo más simple la conexión óptica para las redes.

Generalmente es necesario enrollar el último tramo de fibra óptica antes de realizar una conexión o instalar a un conector, para lo cual se realiza la instalación de 2 Enrolladores en el Rack 19”, cuidando la sensibilidad a la curvatura de la FO.

Los soportes “L” se instalaran en la parte trasera del Rack 19” con la finalidad de realizar un perfecto acomodo del cableado a instalar en el Rack, ya que nos veremos en la necesidad de instalar cableado de Fuerza, Control, Tierras, etc. A continuación se enlistan los materiales a instalar, ver Tabla 2.3.

Material

Tabla 2.4 Material a Utilizar en Instalación de Distribuidor de FO, Soportes “L” y Enrollador en Rack 19”.

Pza	16	Soporte L para Rack 19” 8 Tornillo 3/16” x 1/2”
Pza	1	Soporte omega aluminio distribuidor cable para rack 19”
Pza		2 Tornillo 3/16” x 1/2”
Pza	2	Enrolladores para fibra óptica con fijadores de metal
Pza		4 Tornillos para fijación de enrolladores 3/16” x 1/2”
Pza	1	Distribuidor de fibra óptica (bandeja para trayectoria de FO para rack 19”)
Pza		2 Tornillos para fijación de distribuidor 3/16” x 1/2”

- Instalar soportes L en la parte trasera del rack. Instalar el primer soporte 2U de rack debajo de la barra de tierra y los consecutivos cada 3U de rack hasta completar 8 por lado.
- Instalar soporte omega por la parte posterior del rack para el DCU (Unidad de Corriente Directa) y la BBU (Unidad Banda Base) de acuerdo a la distribución en la figura 2.12.

- Instalar enrolladores de FO en la parte posterior del rack en las posiciones 29 y 30 del rack.
- Instalar distribuidor de FO en la parte frontal del rack en la posición 32 del rack, utilizar tornillos 3/16" x 1/2" Esta distribución se muestra en la Figura. 2.12.

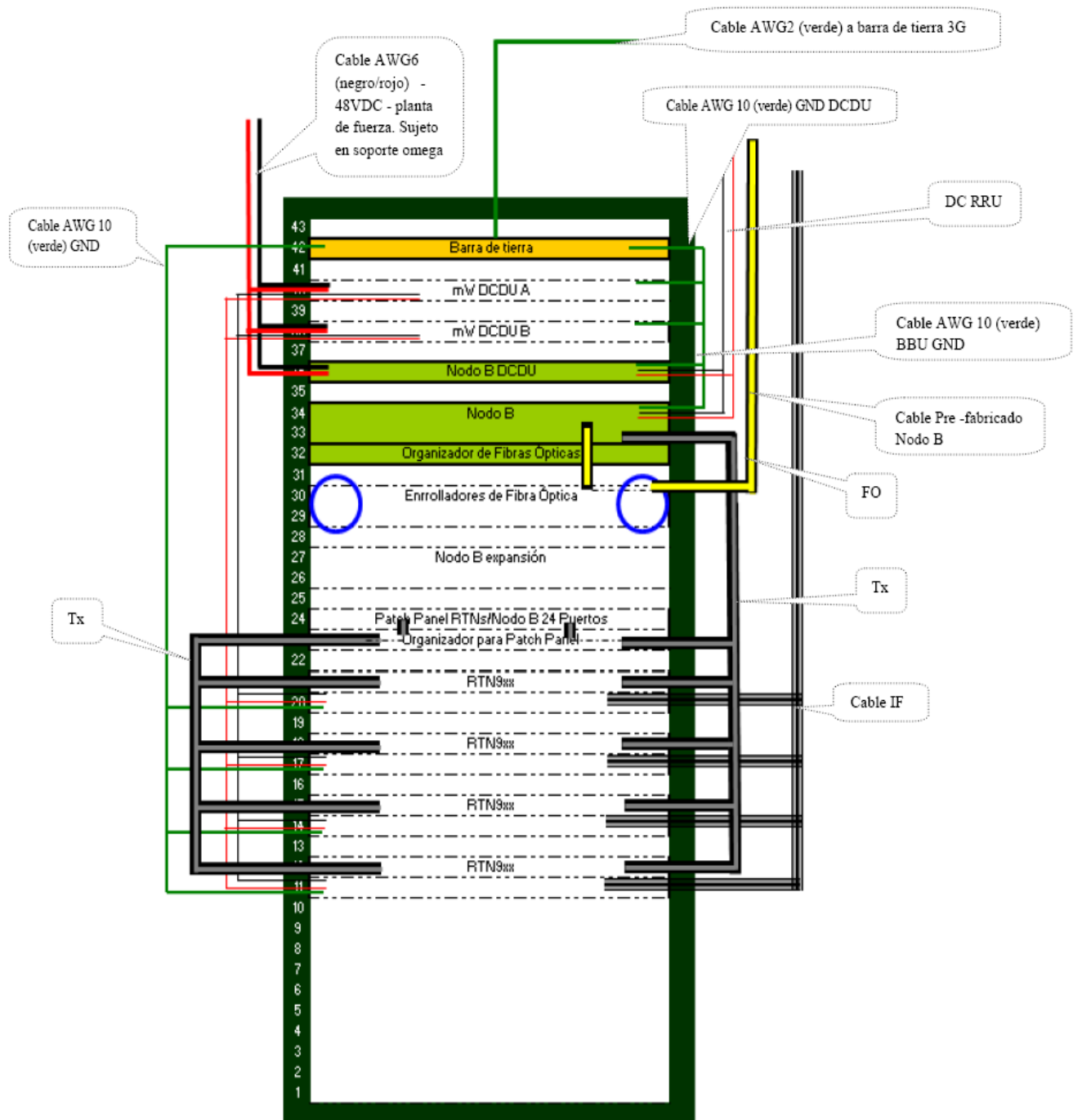


Figura 2.12.- Distribución de equipo para escenario nodo B en sitio con microondas sin CX 600.

2.3 Instalación de equipo

El equipo a instalar consistirá en BBU 3900 y DCDU.

El BBU3900 es una unidad de procesamiento de señales Banda Base que provee una interfaz de conexión entre el nodo B y la RNC, sus principales funciones son:

- Contiene puertos para la comunicación de datos entre un nodo B y una RNC.
- Contiene puertos CPRI para la comunicación entre un nodo B y el RRU/WRFU/MRFU.
- Provee un canal de comunicación de Operación y Mantenimiento entre el nodo B y el software para diagnosticar y operar el BBU (LMT) procesa las señales de bajada y subida.
- Maneja todo lo que tiene que ver con el nodo B en términos de Operación y Mantenimiento, además del procesamiento de las señales.
- Provee la referencia para el reloj.

La DCDU es un módulo de Potencia, que convierte una señal de entrada de -48 V o +24 V CD a el Voltaje requerido por las tarjetas y provee un puerto para conectarse a un dispositivo de monitoreo externo.

2.3.1 Instalación de DCDU

- Montar DCDU en la posición 36 del rack. Fijarlo con sus orejas y tornillos al rack. Tal como se muestra en la Figura. 2.12. Los tornillos deberán apretarse a 2 Nm (newton x metro).
- Usando los accesorios L Rack previamente instalados y distribuidos a los lados, seguir la distribución de cableado de acuerdo a la Figura 2.13 y 2.14 donde describe la organización del cableado en los L Racks.

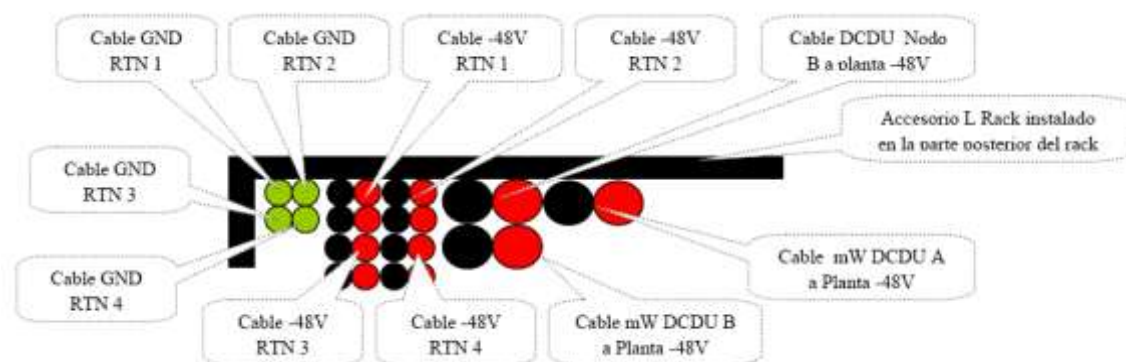


Figura 2.13.- Diagrama de distribución de cableado en accesorios L racks lado izquierdo del rack vista superior.

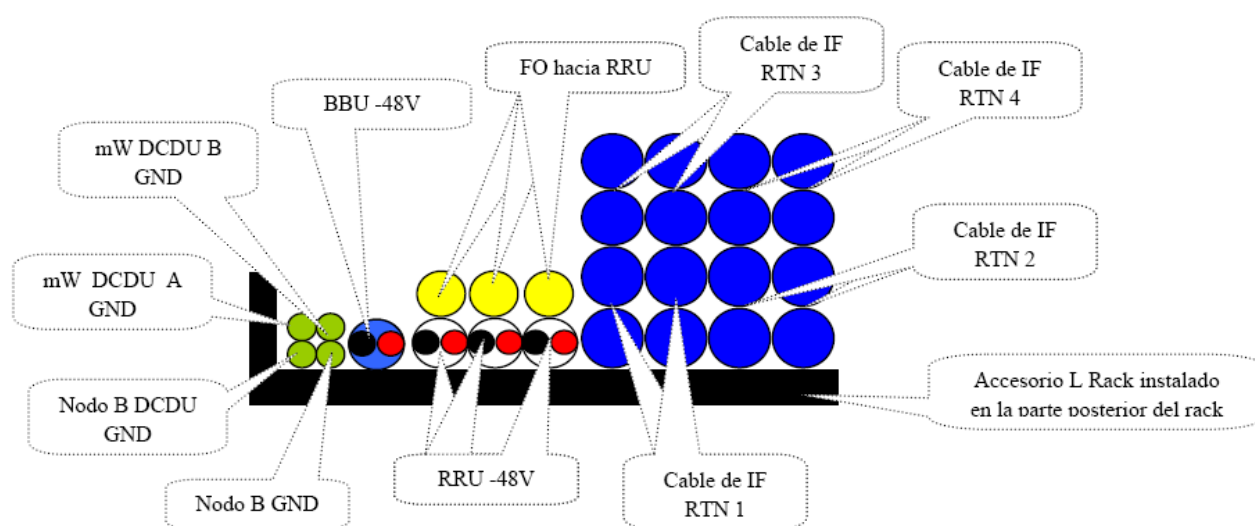


Figura 2.14.- Diagrama de distribución de cableado en accesorios L racks lado derecho del rack vista superior.

Conexión de tierras en DCDU Nodo B

Como se había explicado anteriormente todo componente o equipo electrónico y estructura a instalar en la Radio Base debe de estar conectado correctamente al sistema de Tierras, con la finalidad de evitar que se ponga en peligro la integridad física de las personas, así como daños a los equipos eléctricos y electrónicos, por los efectos de alguna descarga eléctrica o atmosférica.

Lista de Materiales y Accesorios requeridos, para instalar la conexión de Tierras de BBU3900 y DCDU en nodo B, ver Tabla 2.5.

Tabla 2.5 Materiales requeridos para la Conexión de Tierras en Nodo B del DCDU y BBU3900

	1	Kit de puesta a tierra equipos NODOB (DCDU & BBU) en barra de tierra de 19"
m	1.5m	Cable verde AWG 10 CONDUMEX
Pza	3	Tornillo cobre 1/4" x 1"
Pza	6	Zapata ponchable 1 ojo 1/4" AWG 10
Pza	6	Rondana plana cobre 1/4"
Pza	3	Tuerca de cobre 1/4"
Pza	6	Rondana de presión cobre 1/4"
m	0.2m	Termo contráctil negro. AWG 10
m	30	Hilo encerado blanco

Material

- Cortar el cable AWG10 (verde) y acondicionarlo con zapatas de un ojo AWG10 en ambas puntas. Las terminales deberán ser cubiertas con tubo termo contráctil negro cubriendo el cañón del mismo y un centímetro del aislante del cable.
- Ascender cable de tierra desde la terminal del DCDU nodo B (lado derecho frontal del DCDU) usar la descripción de la Figura 2.13 y 2.14 ver distribución de cables en L Racks y conectar a la barra de tierras en la posición 6 de la barra de tierras instalada en el rack ver figura 2.15. FRENTE de barra: tornillo y rondana plana. DETRAS de barra: Rondana de presión y tuerca. Todo de cobre de 1/4". El recorrido es por el lado derecho del rack (vista frontal).

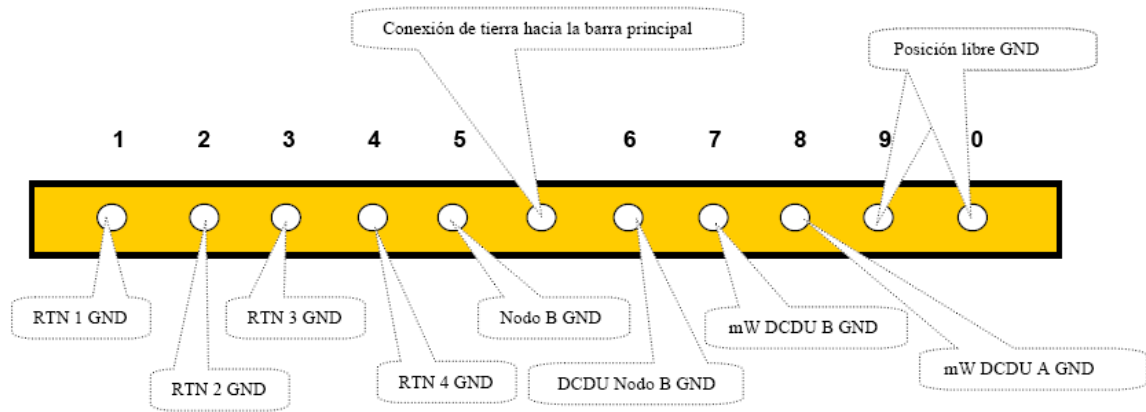


Figura 2.15.- Diagrama de conexión de equipo a la barra tierras.

- Instalar organizador de fibra óptica en la posición 32 del rack, ver Figura 2.16.

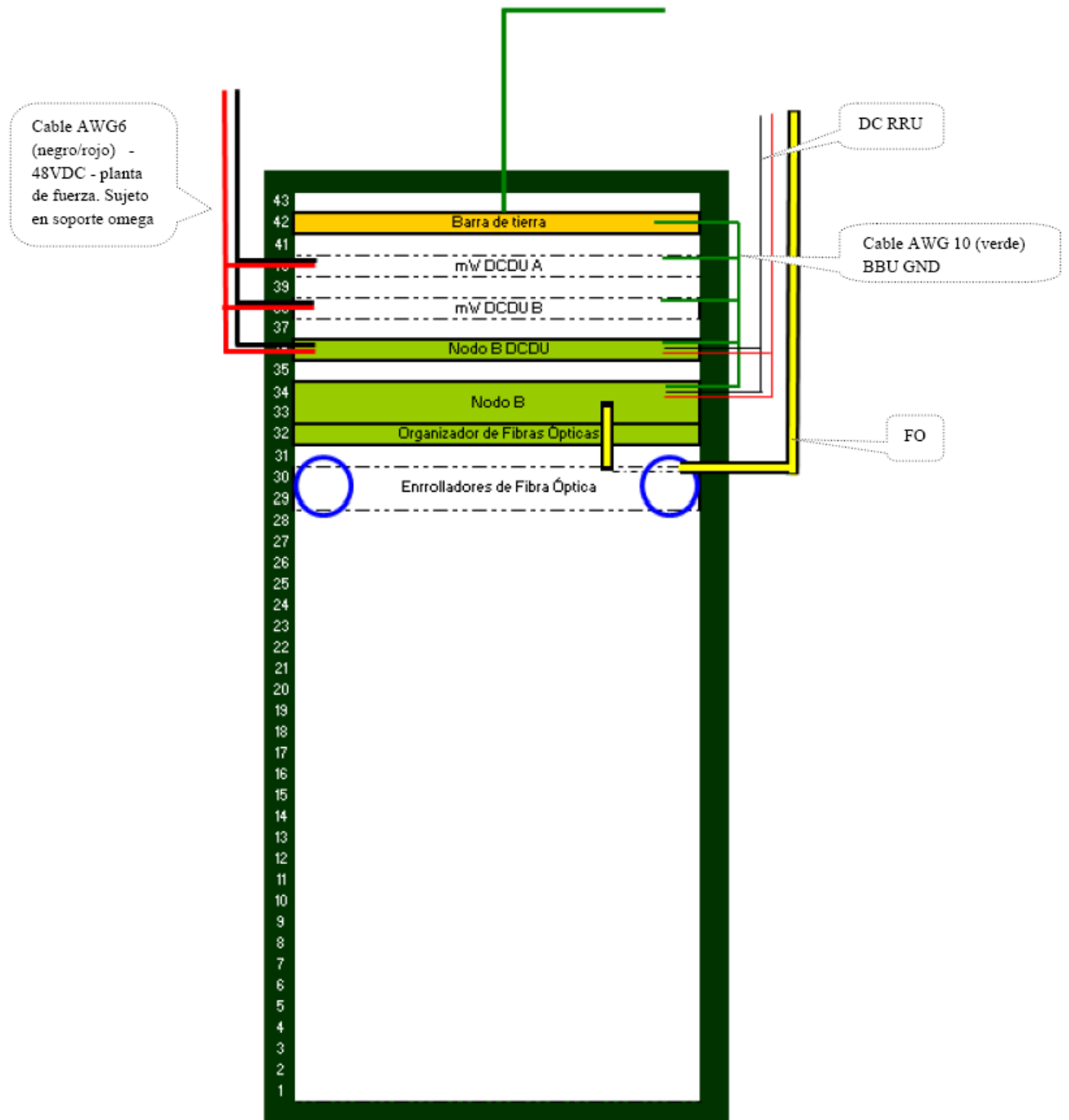


Figura 2.16.- Distribución de equipo para escenario nodo B en sitio con microondas y CX 600.

Toda sujeción a soportes L de rack 19" se hará con hilo encerado.

2.3.2 Instalación de BBU

- Montar BBU en la posición 33 y 34 del rack. Fijarlo con sus orejas al rack. Tal como se muestra en la Figura. 2.12. Los tornillos deberán apretarse a 2 Nm.(Newton x metro).

- Usando los accesorios L Rack previamente instalados y distribuidos a los lados del rack seguir la distribución de cableado de acuerdo a la figura 2.13 y 2.14 para la distribución de cableado en los L's racks.

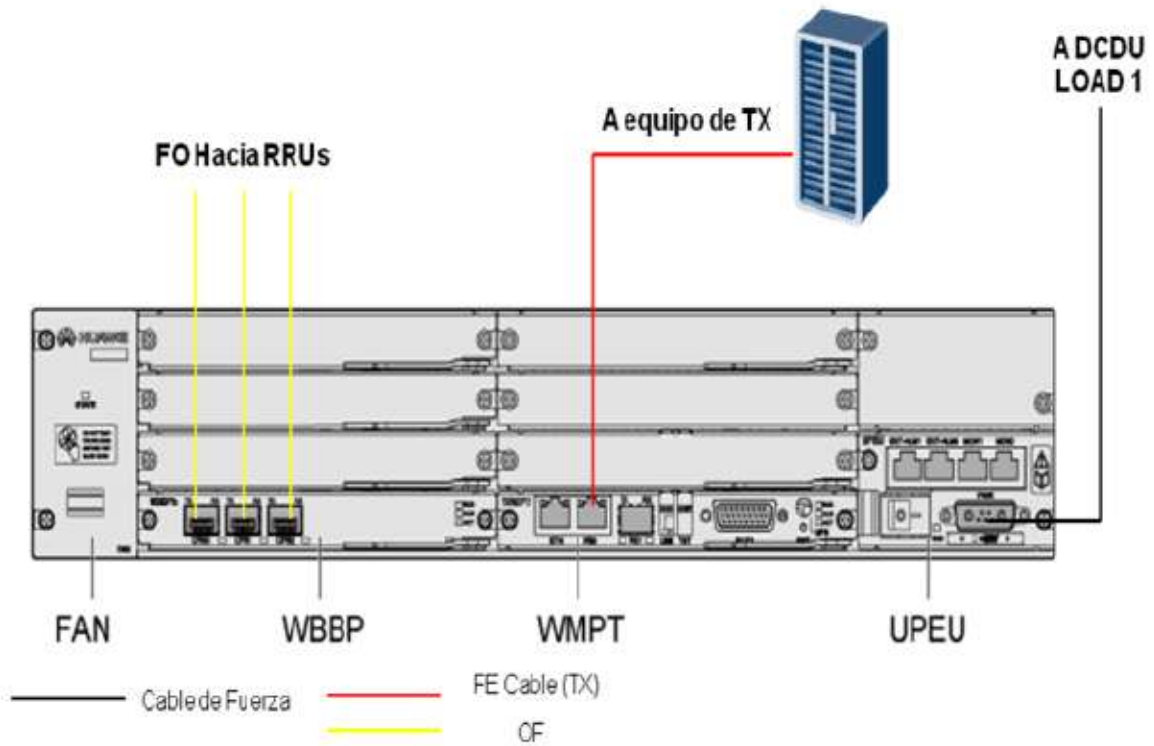


Figura 2.17.- Diagrama de cableado BBU.

Conexión de tierras (BBU)

- Cortar el cable AWG10 (verde) y acondicionarlo con zapatas de un ojo AWG6 en ambas puntas. Las terminales deberán ser cubiertas con tubo termo contráctil negro cubriendo el cañón del mismo y un centímetro del aislante del cable.
- Ascender cable de tierra desde la terminal del BBU en el costado derecho del chasis (Figura. 2.18) hacia la posición 5 de la barra de tierras del rack ver figura 2.12, 2.13, 2.14 y 2.15. FRENTE de barra: tornillo y rondana plana. DETRÁS de barra: Rondana de presión y tuerca. Todo de cobre de ¼". El recorrido es por el lado derecho del rack (vista frontal) Toda sujeción a soportes L de rack 19" se hará con hilo encerado.

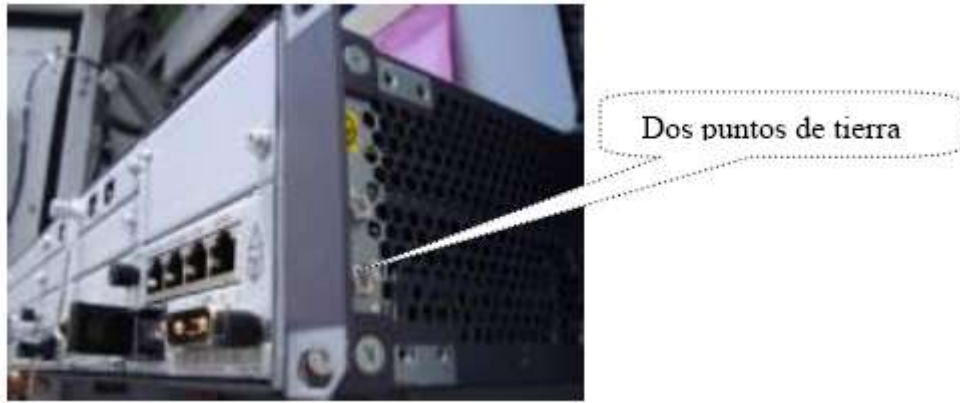


Figura 2.18.- Punto de conexión de tierra en el BBU.

2.3.3 Instalación e interconexión de cables de alimentación -48VCD

A continuación indicaremos los pasos a seguir, para la instalación del cableado de alimentación del DCDU, proveniente de la planta de Fuerza del sitio. Ver tabla 2.6 en donde se enlistan los materiales necesarios.

Material

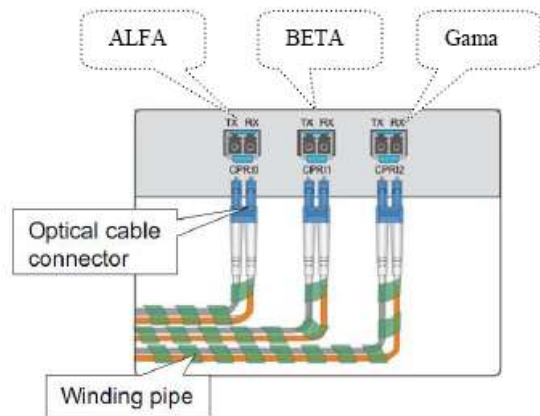
Tabla 2.6 Materiales para la Instalación e Interconexión de cableado de alimentación -48 VCD.

Xvi		1	Kit de alimentación -48VDC	
	M		10	Cable negro AWG 6 CONDUMEX
	M		10	Cable rojo AWG 6 CONDUMEX
	Pza		5	Zapata punchable AWG 6 cañón largo, doble ojillo 1/4", separación 3/4"
	m		1	Termo contráctil transparente. AWG 6
	m		0.5	Termo contráctil negro. AWG 6
Xviii	m	10	Hilo cáñamo encerado blanco	

2.3.3.1 Cables de alimentación (DCDU-Planta de Fuerza)

- Preparar y cortar cable AWG 6 rojo y negro de acuerdo a los requerimientos de distancias marcados en ingeniería. El cable rojo es **NEG (-)** y el cable negro es **RTN (+)**. Acondicionar cada cable con zapatas punchables de cañón largo AWG 6 doble ojillo 1/4", separación 3/4" en ambas puntas. Las terminales deberán ser cubiertas con tubo termo contráctil negro AWG 6 cubriendo el cañón del mismo y un centímetro del aislante del cable.
- Preparar etiquetas y termo contráctil transparente en cableado. Etiquetar de acuerdo a la Tabla 2.3.

- Guiar cableado a lo largo de la escalerilla ó rejillas de acuerdo a propuesta de ingeniería, ver Figura. 2.19, (Distribución y sujeción de cable de tierras figura 2.12, 2.13, 2.14 y 2.15, DC RRU y Fibra Óptica en escenario indoor). Guiar cableado por la parte posterior del soporte Omega de rack 19". Conectar en DCDU en terminales de alimentación (INPUT). Cable rojo al puerto **NEG (-)** y cable negro al puerto **RTN (+)**.

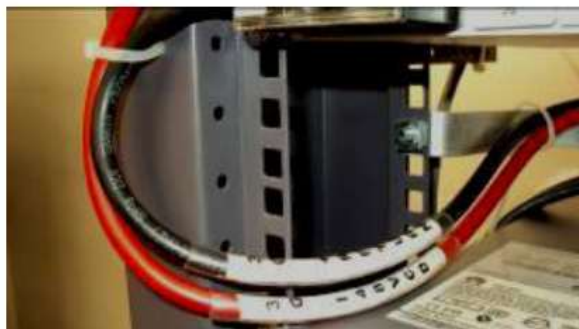


a) Conexión Esquemático

B) Conexión Vista en Sitio

Figura 2.19.- Distribución y conexión de Fibra Óptica.

- Conectar en planta de fuerza cable rojo a zapata del breaker asignado en ingeniería y cable negro a la barra de tierra de planta de fuerza respetando el orden existente. Sujetar nuevo cableado al existente utilizando hilo encerado. Ver Figura 2.20.



a) Conexión de cableado correspondiente

b) Sujeción de cableado

Figura 2.20.- Alimentación DCDU.

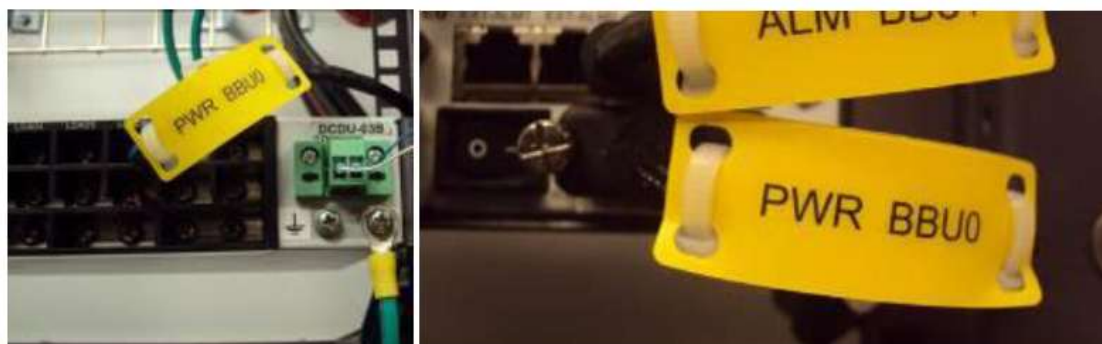
- Sujetar cableado en escalerillas, rejillas y Ls de rack con hilo encerado y en rack 19" con cinchos plásticos.

Asegurar el correcto etiquetado de identificación y uso del termo contráctil negro. No debe existir ningún cruce en las trayectorias. Adicionalmente bajo ninguna circunstancia eliminarse hilos de cable en ponchado de la zapata. Los tornillos de las terminales deberán apretarse a 2 Nm (Newton x metro).

2.3.3.2 Cables de alimentación (BBU-DCDU)

A continuación se describe el procedimiento en la Instalación del cableado de alimentación para el BBU proveniente del DCDU.

- Conectar terminal 3W3 del cable prefabricado en tarjeta UPEU de la BBU (parte inferior derecha) a la LOAD 6 de la DCDU. El recorrido se hará por el lado derecho del rack, tal como se muestra en la Figura. 2.12 y Fig. 2.21.



a) Cableado de alimentación BBU-DCDU

b) Etiquetado de cableado

Figura 2.21.- Alimentación BBU.

- Etiquetar cableado en ambos extremos de acuerdo a la Tabla 2.3.

2.3.3.3 Cables de alimentación (DCDU-RRU)

Material

Se utilizara 0.5 m de funda Termocontractil negro calibre AWG 10.

El proceso de Instalación consiste en:

- Sujetar cables de alimentación DC desde el pasamuros del shelter con hilo encerado en cada escalón de la escalerilla indoor ó cada 30cm en rejilla, formando una cama horizontal de 3 cables. Ver Figura. 2.22. Los cables llegarán al DCDU recorriendo el lado derecho del rack. (Figura. 2.12).



Figura 2.22.- Distribución y sujeción de cable de tierras, DC RRU y Fibra Óptica en escenario INDOOR.

- Fabricar las terminales como se muestra en la Fig. 2.23. El corte de aislante plástico se hará a 10cm (agregar a la malla de puesta a tierra y al resto de terminales tubo termo contráctil negro AWG10, utilizar zapatas AWG10). El cable azul es **NEG (-)** y el cable negro es **RTN (+)**.

Para una correcta Fabricación de las terminales seguir los siguientes pasos:

- 1) Cortar el aislante de plástico del cable de Alimentación, aproximadamente 10 cm hacia abajo de la punta, alrededor del cableado, teniendo cuidado de no dañar el componente interno.
- 2) Realizar un corte transversal desde el punto de corte hasta la punta.
- 3) Con la debida delicadeza desprender el aislante del cableado, previniendo no dañar el cable interno.
- 4) Desenredar el forro de aluminio y el forro trenzado de alambre.
- 5) Realizar un pequeño dobles a la altura de donde se comenzó a cortar el forro, con el objetivo de ir desprendiendo la malla interna y cubierta de aluminio.
- 6) ,7) y 8) Nuevamente con la ayuda de un cutter, cortar el forro de aluminio y malla interna, para lograr liberar el cableado interno.
- 9) Desentramar cableado para formarlo de forma individual.

- 10) Realizar la instalación de terminales, con zapatas del numero 10 AWG.
- 11) Instalación de zapatas y funda termotractil negro en cableado, para realizar un buen acabado antes de la instalación de este.
- Ver figura 2.23.

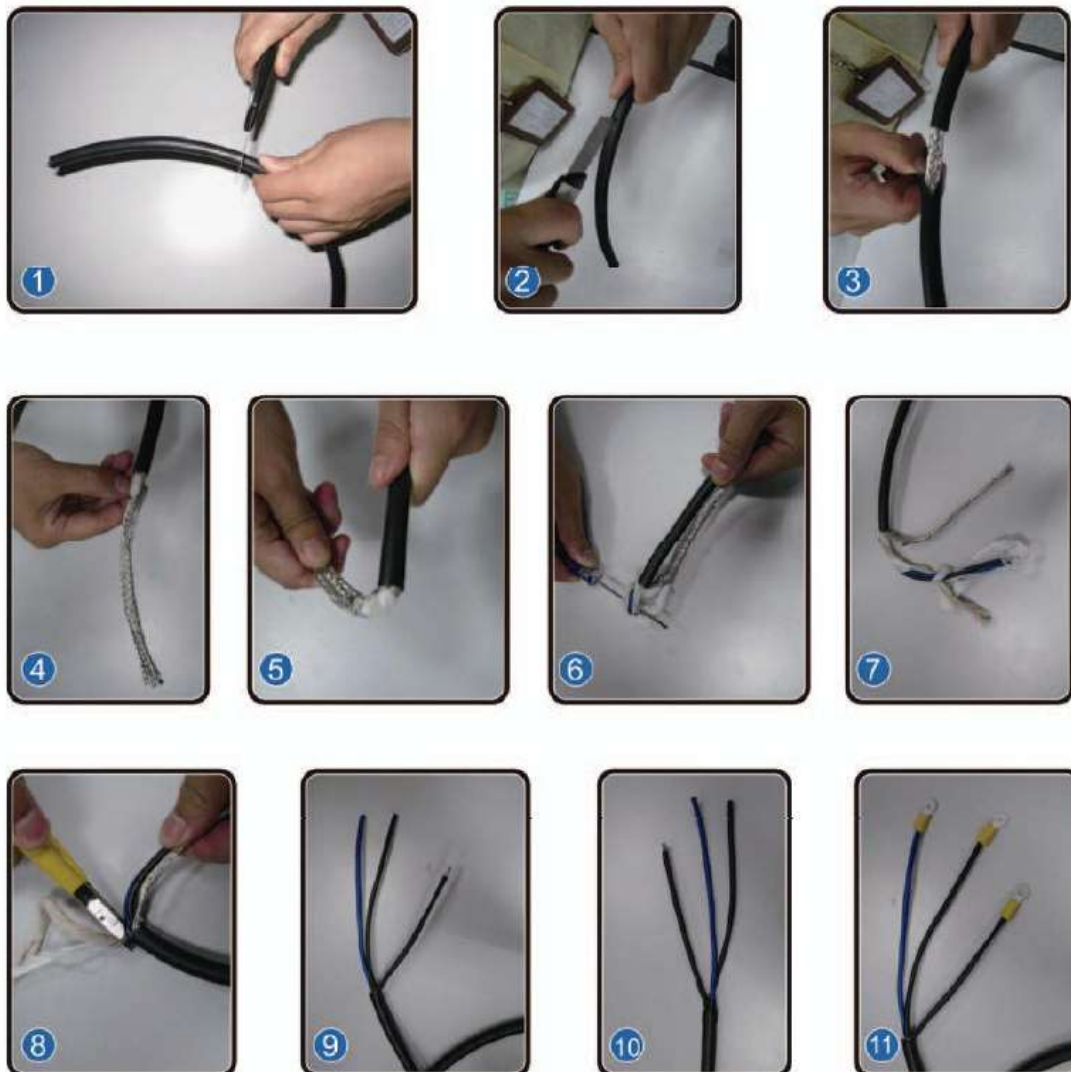


Figura 2.23.- Terminales de cable de alimentación de RRU para conectarse en DCDU.

- Guiar cableado por el frente del soporte Omega de rack 19", de acuerdo a la figura. 2.24.



Figura 2.24.- Cables de alimentación DCU - RRU.

- Conectar de acuerdo a la siguiente distribución:

Tabla 2.7.- Configuración de Conexión.

Puertos	Equipo	Corriente (A)
LOAD 0-5	RRU1 – RRU6	20Amps
LOAD 6	BBU	12Amps
LOAD 7-8	disponibles	12Amps

- Etiquetar cableado de acuerdo a la Tabla 2.3.

2.3.3.4 Interconexión de FO (BBU-RRU)

A continuación enlistaremos los pasos a seguir en la interconexión de Fibra Óptica FO entre los módulos del BBU y el RRU, utilizaremos los siguientes materiales.

Material

- 5 mts de Velcro negro
- 50 pzas de cinturones plásticos con uña metálica.
- Sujetar fibra óptica con velcro y cinturón plástico en cada escalón de la escalerilla indoor ó cada 30cm en rejilla, formando una cama horizontal de 3 cables.
- Montar los transceivers en los puertos eSFP de la tarjeta WBBP (Unidad de Procesos de banda base WCDMA) de la BBU.

- El cableado descenderá por los costados de acuerdo a la figura 2.12, 2.13 y 2.14 del rack 19". Utilizar las enrolladoras para colocar el excedente de fibra. Distribuir por el organizador de fibra y conectar la fibra a la BBU.El excedente de fibra óptica no deberá ser mayor a 10m por fibra.
- Conectar en los puertos CPRI de la WBBP, de acuerdo a la figuras 2.19.
- Colocar cintas de color indicativas del sector en conectores DLC de la fibra óptica.
- Etiquetar cableado de acuerdo a la Tabla 2.3.

2.3.3.5 Interconexión de TX

Para la Interconexión de Tx seguir el siguiente método.

- Sujetar cable UTP CAT6 con cinturón plástico blanco con uña metálica en cada escalón de la escalerilla indoor ó cada 30cm en rejilla.
- El cableado descenderá por el costado izquierdo del rack 19". (Figura 2.12 y 2.13).
- La figura 2.25 muestra la asignación de pines para el cable UTP (Cable de Par Trenzado).
- Conectar primer punta de cable UTP cat 6 en el puerto FE0 (Fast Ethernet 0) de la tarjeta WMPT de la BBU ver figura 2.17, siguiendo la asignación de pines descrita en la tabla 2.8.

Tabla 2.8.- Asignación de pines para cable UTP.

Pin en el Conector RJ-45	Alambre color	Alambre tipo	Pin en el Conector RJ-45
X1.1	Blanco - Naranja	Par trenzado	X2.1
X1.2	Naranja		X2.2
X1.3	Blanco - Verde	Par trenzado	X2.3
X1.4	Azul		X2.4
X1.5	Blanco - Azul	Par trenzado	X2.5
X1.6	Verde		X2.6
X1.7	Blanco - Café	Par trenzado	X2.7
X1.8	Café		X2.8

- Conectar la siguiente punta del cable UTP cat 6 en el puerto asignado en el equipo de transmisión de acuerdo a Ingeniería, Figura 2.17.
- Etiquetar de acuerdo a la distribución de la Tabla 2.3.

2.4 Regulación en el ruteo y sujeción de cableado

La instalación de la solución DBS3900 cubrirá las siguientes regulaciones:

- **CABLEADO:** Cuando se distribuya el cableado, es importante asegurarse que las señales serán transmitidas de manera confiable, además de asegurar la facilidad de mantenimiento futuro.
- **SUJECIÓN:** El cableado será sujeto de manera firme y uniforme. El cableado será organizado de una manera estética.
- **SUJECIÓN DE FIBRA OPTICA:** Siempre usar velcro como apoyo a la sujeción.
- Cableado de datos debe ser sujeto y ruteado de manera separada al cable de alimentación y tierras.
- Las vueltas de cable deben ser suaves. El radio de la vuelta del cableado de fuerza debe ser mayor a 60mm y el radio de la vuelta de la fibra debe ser mayor a 40mm.
- De manera general, la sujeción debe cumplir las siguientes premisas:

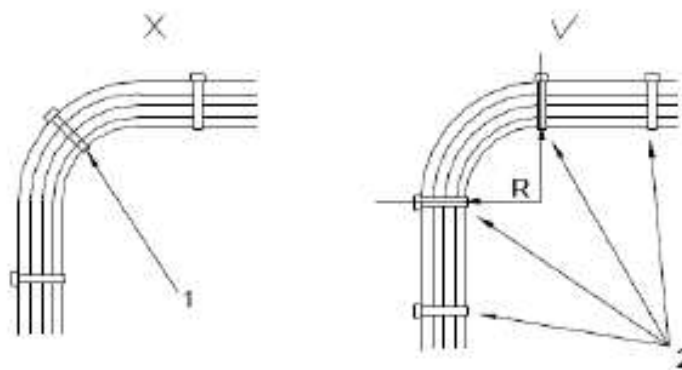


Figura 2.26.- 1) Incorrecta sujeción de FO en curva 2) Correcta sujeción de FO

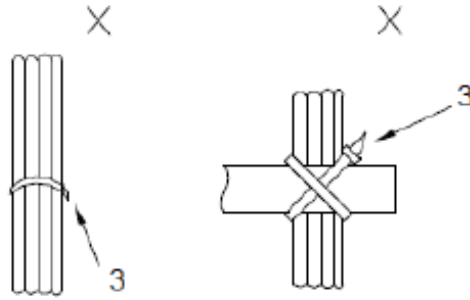


Figura 2.27.- 3) Incorrecta Sujeción de FO, debe acomodarse perfectamente, no encimarse, cortar al ras de la cabeza del cincho a la hora de apretar, no dejar residuos que puedan cortar la fibra.

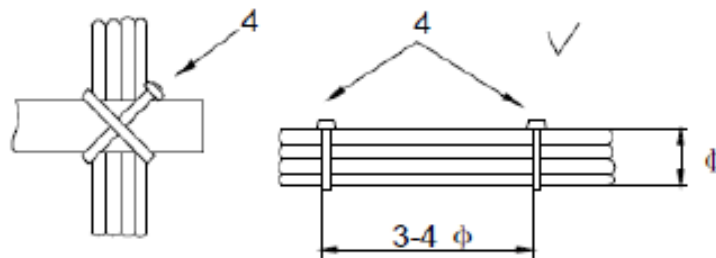


Figura 2.28.- 4) Correcta Sujeción de FO, cableado perfectamente acomodado y encinchado, terminación de cabeza de cincho sin residuo cortante.

2.5 Etiquetación e identificación

De manera general, la etiquetación de la solución DBS3900 se apegará a las condiciones existentes del sitio, logrando en todo momento la visibilidad de la etiqueta. De manera particular, seguir los parámetros de la Figura 2.29.

- 4) RRU-1 (Alfa)
- 5) RRU-2 (Beta)
- 6) RRU-3 (Gama)
- 7) RCU-1 (Alfa)
- 8) RCU-2 (Beta)
- 9) RCU-3 (Gama)
- 10) Antena-1 (Alfa)
- 11) Antena-2 (Beta)
- 12) Antena-3 (Gama)

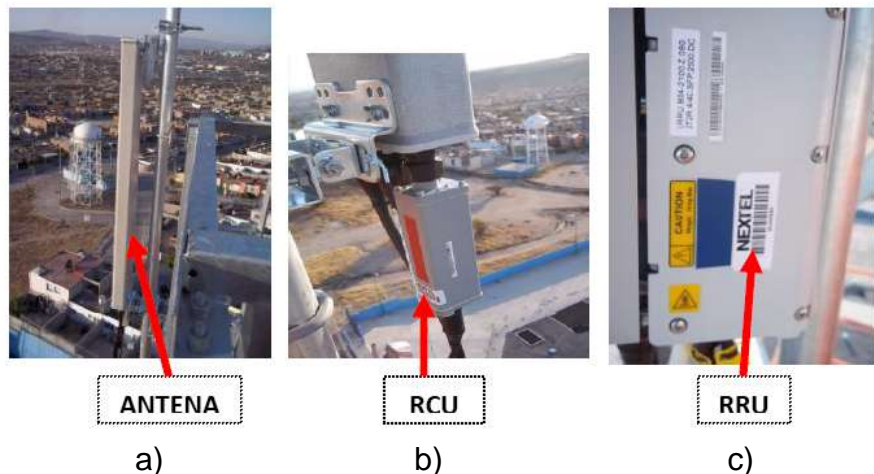


Figura 2.29.- Dispositivos a inventariar en la torre, a) Antena, b) RCU, c) RRU.

- Imprimir etiqueta de acuerdo al elemento a identificar

- Preparar e introducir termo contráctil transparente en elemento a identificar.
- Utilizar pistola de calor para contraer termo contráctil transparente en la posición indicada.

2.6 Etiquetación activo fijo

Para la etiquetación de activo fijo en equipos de Nodo B se describe a continuación la posición de las calcomanías de control de inventario de activo fijo Nextel. Para el etiquetado del número de activo fijo se muestra un ejemplo de llenado que deberá entregarse junto con el protocolo; solo se colocara en las tarjetas descritas en las columnas 1,2 y 3 de la tabla 2.3, para la columna 4 y 5 con letras en rojo se tomara el número de serie y se colocara la etiqueta de activo fijo, sin embargo la totalidad de las tarjetas no está descrita en la tabla, se deberá tomar el número de serie y descripción de cada una de ella, el omitir este dato se tendrá que regresar a obtener los datos solicitados.

Tabla 2.9.- Dispositivos a inventariar con etiquetas de activo fijo.

Descripción	Descripción de tarjeta	Código	Numero de serie	Numero de Activo Fijo
BBU BOX WITH WBBPD1, WCDMA MAIN CONTROL UNIT, DC POWER DISTRIBUTION	DBS3900	WD2BBBUC	21022112T229TAA006397	3G000349
RRU FOR WCDMA AWS	RRU	D042100Z080	210231943310AA000029	3G000356
RRU FOR WCDMA AWS	RRU	D042100Z080	210231943310AA000033	3G000357
RRU FOR WCDMA AWS	RRU	D042100Z080	210231943310AA000026	3G000358
Directional Antenna,1710-2170MHz,18dBi,65deg,+/-45,2-10deg,7/16DIN Female,with bracket	ANTENNA	A19451803	21270105751044003783	3G000362
Directional Antenna,1710-2170MHz,18dBi,65deg,+/-45,2-10deg,7/16DIN Female,with bracket	ANTENNA	A19451803	21270105751044003971	3G000363
Directional Antenna,1710-2170MHz,18dBi,65deg,+/-45,2-10deg,7/16DIN Female,with bracket	ANTENNA	A19451803	21270105751044004211	3G000364
DC Power Distribution Unit 03B, Node B	DCDU	HERT MPE-WD2EDCDU03DB	21021204729TA9003815	3G000028
Indoor Installation Rack (19" Rack)	Rack	Rack	210023333000TA900023	3G000359
Agissson RCU Package, ASIG2.0	RCU	ARCU02001	B78278020810A044A	3G000360
Agissson RCU Package, ASIG2.0	RCU	ARCU02001	B1439880871090C63	3G000361
Agissson RCU Package, ASIG2.0	RCU	ARCU02001	B62382627510A0449	3G000362

Procedimiento (etiquetas en instalaciones indoor), La etiquetación de activo fijo deberá ser como se muestra en la figura 2.30, elaborar el soporte de la etiqueta de acuerdo a las siguientes especificaciones mostradas en la figura 2.31.



Figura 2.30.- Muestra de etiqueta activo fijo, Instalación de Etiquetas en Sitio.

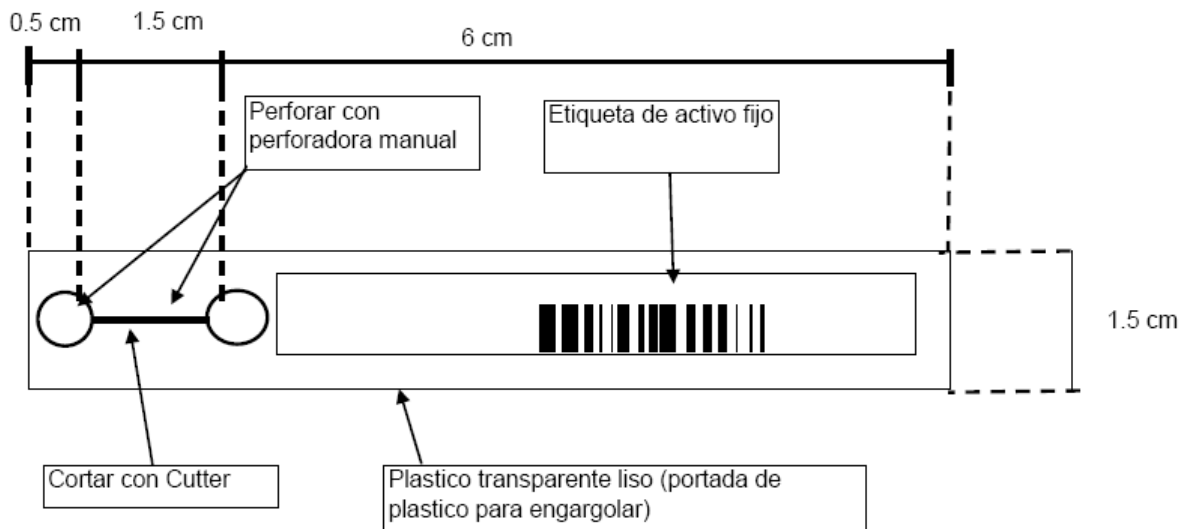


Figura 2.31.- Estándar de soporte para etiqueta.

La etiquetas de activo fijo con el soporte plástico se usaran solo en lugares donde no se pueda colocar la etiqueta por no tener suficiente espacio donde sea visible, para el DCPU pegarla en la parte superior del chasis, para el chasis de la BBU pegarla en el chasis no requiere del soporte plástico, para el rack colocarla en el centro del rack en la parte superior, Figuras 2.32 y 2.33.

- 1) Rack
- 2) Chasis BBU
- 3) DCDU

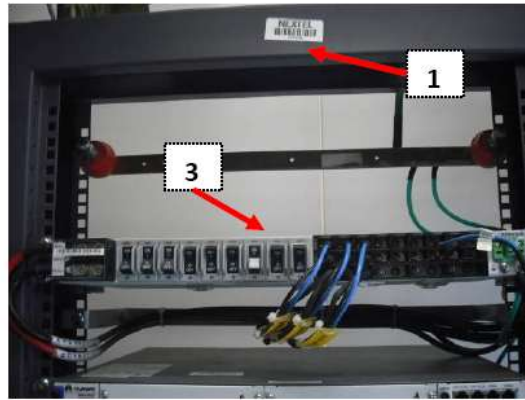


Figura 2.32.- Posición de Activo fijo de rack y DCDU

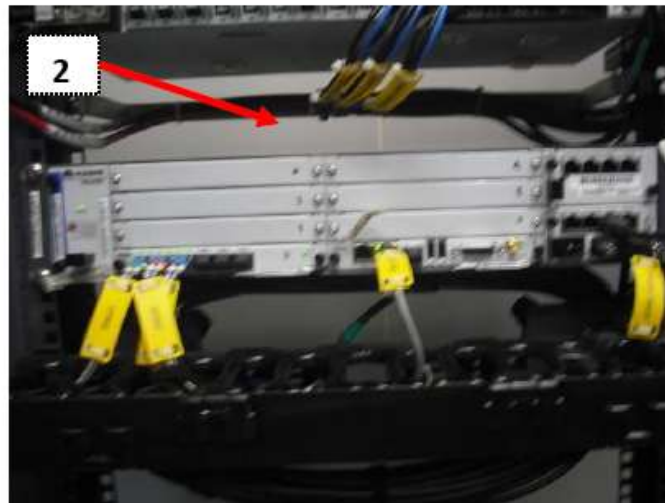


Figura 2.33.- Dispositivos a Inventariar.

Posteriormente proceder a etiquetar los dispositivos en la torre figura 2.29.

2.7 Instalación de sistema radiante

Un sistema Radiante es una Antena de Transmisión, ya que es usada para irradiar señales de radiofrecuencia, el Sistema Radiante de una Estación Base, se encuentra formada por Antenas y Cables de Alimentación, desempeñando un papel fundamental en el proceso de las comunicaciones.

2.7.1 Instalación de antenas

A continuación se muestra el proceso de Instalación.

Instalación de antena sobre mástil

- Armar e instalar herrajes de sujeción e inclinación en antena, de acuerdo al instructivo proporcionados por el fabricante. Ver figura 2.34.

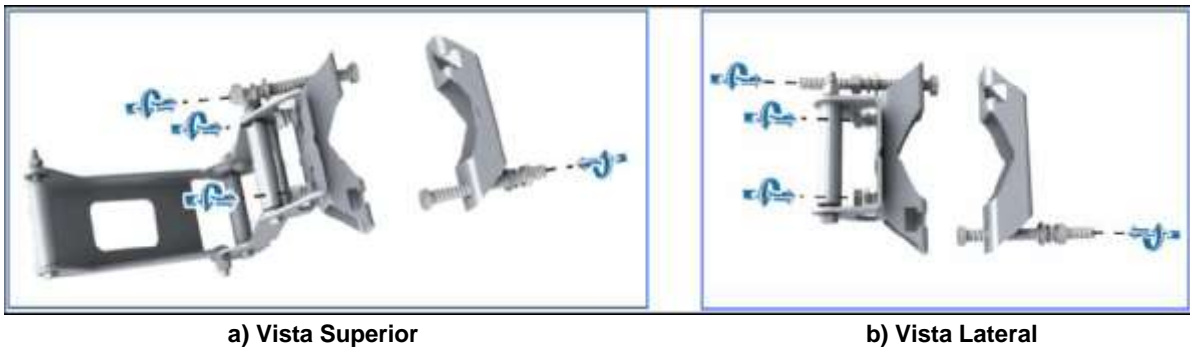


Figura.-2.34.- Herrajes de sujeción de antena.

- Montar antena en mástil asignado de acuerdo a ingeniería. Verificar que el soporte superior sea colocado 20 cm. por debajo del extremo superior del mástil. Ver figura 2.35.



Figura 2.35.- Sujeción de herraje a antena.

Asegurar el uso completo y correcto de cada una de las piezas suministradas en el kit de sujeción de la antena.

2.7.2 Ajuste Azimut e inclinación mecánica

El azimut es el ángulo horizontal al que hay que girar el eje de la antena, desde el polo norte geográfico terrestre hasta encontrar, el punto a localizar en cada sector tomando en cuenta los parámetros de Ingeniería, se mide en grados.

Instalada la antena, ajustar orientación e inclinación mecánica en cada sector de acuerdo a los valores de RF incluidos en ingeniería.

Asegurar que el ajuste de orientación corresponda con el azimut solicitado por ingeniería.

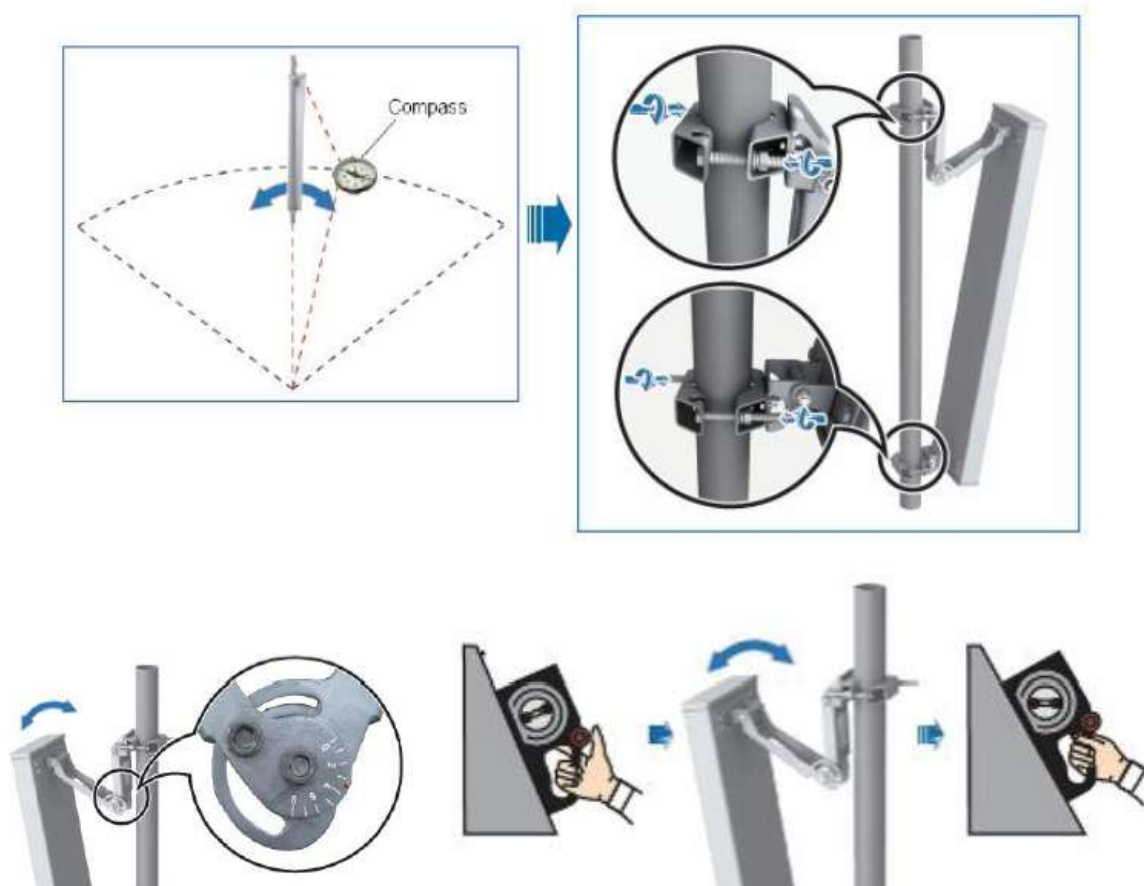


Figura 2.36.- Ajuste de orientación e inclinación mecánica.

2.8 Instalación de RCU

El RCU (Unidad de Control Remoto), a continuación se describe su Instalación.

- Instalar RCU en la terminal de ajuste del Tilt eléctrico en la Antena.

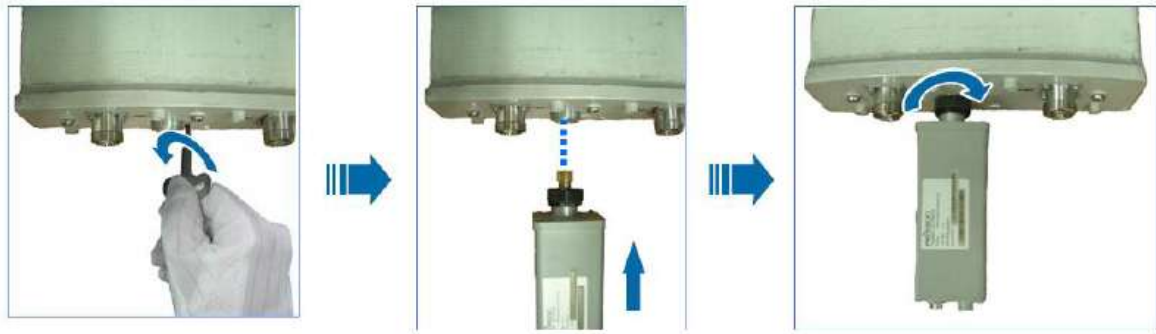


Figura 2.37.- Instalación de RCU en antena.

- Conectar el cable AISG a la terminal AISG estándar del RCU
- Distribuir el cable AISG por la estructura del soporte de manera segura utilizando cinturones plásticos negros para exteriores.
- Conectar cable AISG a la RRU. Ver Figura 2.38 para realizar una distribución lógica, solución RET y cable AISG para RRU.

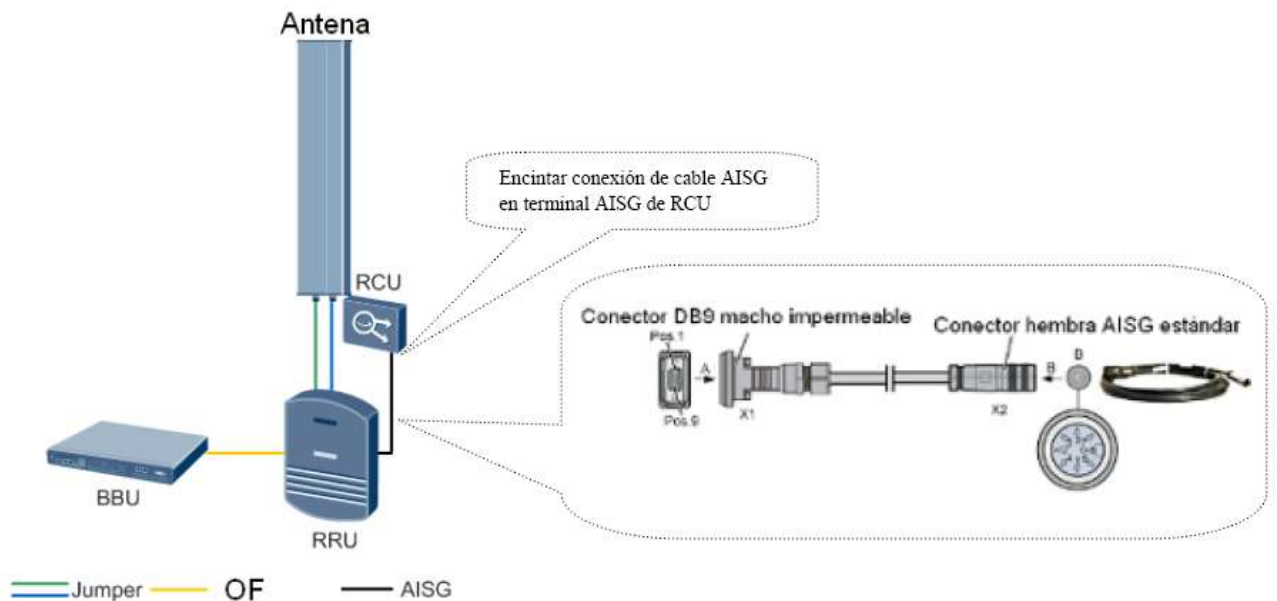


Figura 2.38.- Distribución lógica solución RET y cable AISG para RRU.

- Encintar conexión de cable AISG en terminal AISG estándar en RCU, de acuerdo a la Figura 2.39. Realizar la Instalación y encintado de los jumpers a la antena.

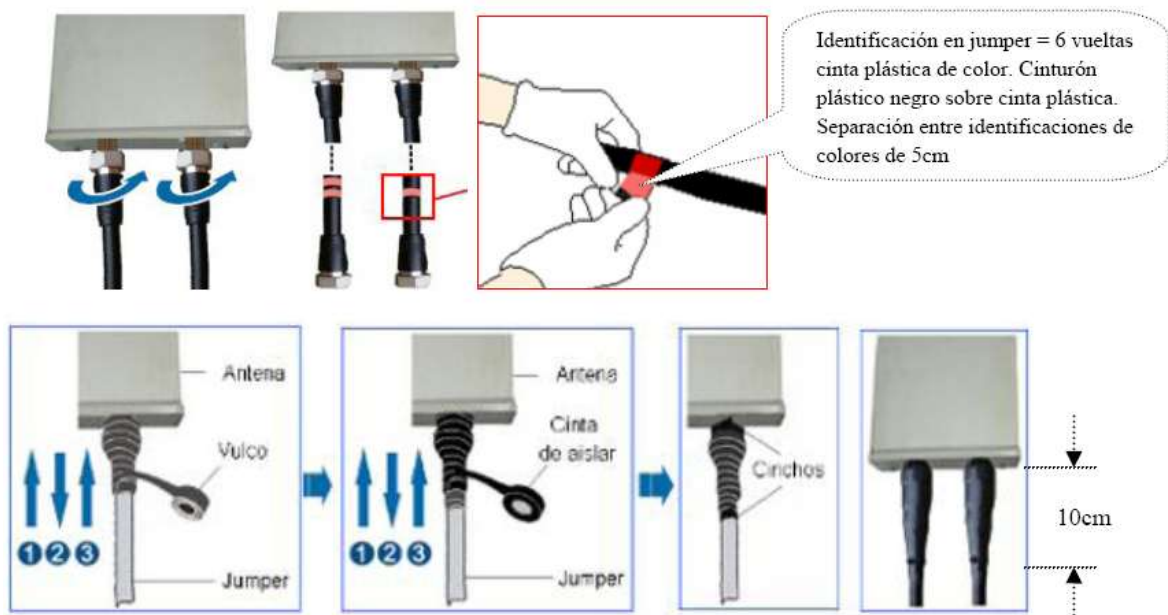


Figura 2.39.- Instalación encintado de jumpers a antena.

- Repetir pasos anteriores para el resto de sectores.
- Etiquetar cable AISG de acuerdo a la Tabla 2.3.

Tabla 2.10.- Clasificación de Etiquetas en cable AISG.

SECTOR	RCU	RRU	IDENTIFICACION
Alfa	1	1	AISG RRU ALFA
Beta	2	2	AISG RRU BETA
Gama	3	3	AISG RRU GAMA

2.8.1 Conexión y encintado de Jumpers (RRU – antena)

RRU la Unidad de Remota de Radio es un transmisor-receptor de radio capaz de manejar múltiplo de 8 llamadas de suscriptores móviles.

El proceso de Instalación es el siguiente, para lo cual se requieren los siguientes materiales, ver Tabla 2.10.

Material

Tabla 2.11.- Materiales requeridos en la conexión y encintado de jumpers RRU-Antena

Pza	6	Jumpers RF 3m	
	1	Cinta de aislar plástica 3M	
Pza		1	Verde
Pza		1	Rojo
Pza		1	Azul
Pza	2	Cinta vulcanizable 23 3M color negro	
Pza	2	Cinta de aislar plástica 3M negra	
Pza	-	Cinturones metálicos Panduit, revestimiento plástico de 30cm	

- Utilizando jumpers prefabricados de ½” interconectar antena con RRU. Dependiendo de la configuración marcada en ingeniería, conectar la cantidad de jumpers requeridos, de acuerdo a la Figura 2.40 Conexión de puertos jumper vs. Antena.

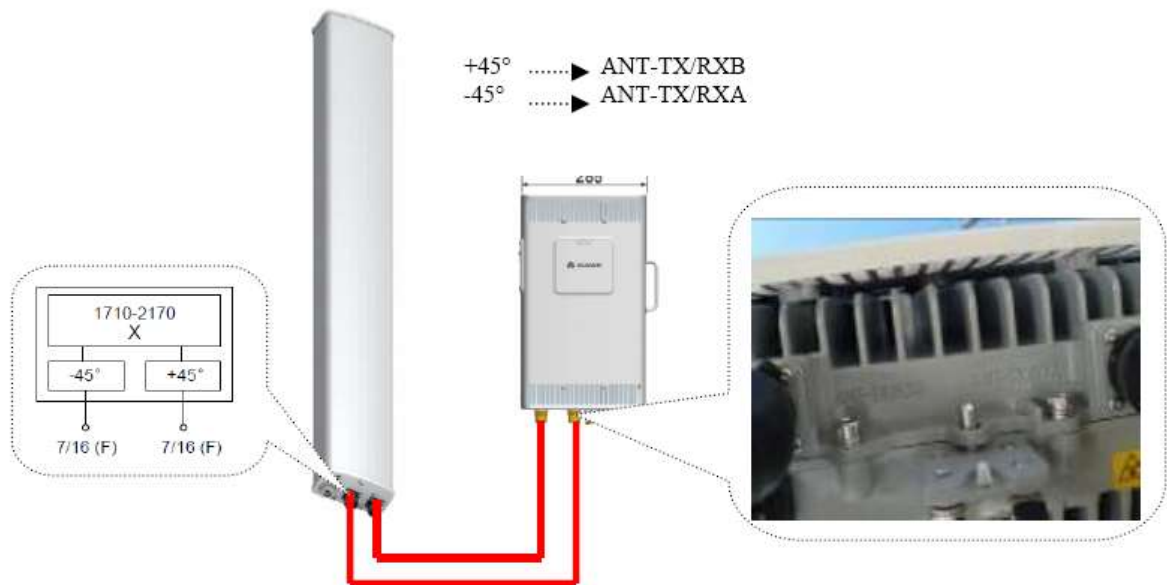


Figura 2.40.- Conexión de puertos jumpers vs. Antena.

- Distribuir jumper por la estructura del soporte de manera segura utilizando cinturones plásticos negros para exteriores.
- Identificar los jumper y basándose en la Figura 2.40. Realizar la Instalación y encintado de jumpers a antena, identificar los jumpers a que sector corresponde (sector Alfa verde, sector Beta azul y sector Gama rojo).
- Repetir el paso anterior, encintado de los jumpers para el resto de sectores.

2.9 Instalación de RRU

- Siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante, armar e instalar herrajes de sujeción de RRU en mástil asignado de acuerdo a ingeniería,
- Montar RRU en herraje de sujeción tal como se muestra en la figura 2.41.



Figura 2.41.- Montaje de RRUs.

- Repetir pasos anteriores para el resto de sectores.

Asegurar el uso completo y correcto de cada una de las piezas suministradas en el kit de sujeción de la RRU.

2.9.1 Puesta a tierra de RRU

Todo componente ó equipo electrónico y estructura a instalar en Sitio debe de estar referenciado a un sistema de Tierras, con la finalidad de evitar que se ponga en peligro la integridad física de las personas, así como daños a los equipos eléctricos y electrónicos, por los efectos de alguna descarga eléctrica o atmosférica. Para lo cual se indica el proceso de Instalación de Puesta a Tierras de los RRU's.

Lista de Materiales y Accesorios requeridos, para instalar la conexión de Tierras de los RRU's, ver Tabla 2.11.

Material

Tabla 2.12.- Materiales requeridos para la Conexión de Tierras de los RRU.

	1	Kit de puesta a tierra RRU
m		30 Cable verde AWG6 CONDUMEX
Pza		3 Zapata ponchable doble ojillo cañón largo AWG6, 1/4" separación 3/4"
Pza		3 Zapata ponchable doble ojillo cañón largo AWG 6, 3/8" separación 1"
Pza		6 Tornillo galvanizado 3/8" x 1"
Pza		12 Rondana plana galvanizada 3/8"
Pza		6 Rondana de presión galvanizada 3/8"
Pza		6 Tuerca galvanizada 3/8"

- Cortar cable verde AWG6 de acuerdo a la distancia entre la RRU y la barra de tierra de RF. Esta distancia no podrá exceder los 10m de longitud.
- Preparar cable de tierras con termo contráctil negro AWG6 en ambos extremos. En el extremo de la RRU ponchar zapata AW6 doble ojillo cañón largo 1/4" x 3/4" y en el extremo de la barra de tierra ponchar zapata doble ojillo cañón largo 3/8" x 1". Figura.2.42 Puesta a tierra de RRU's.

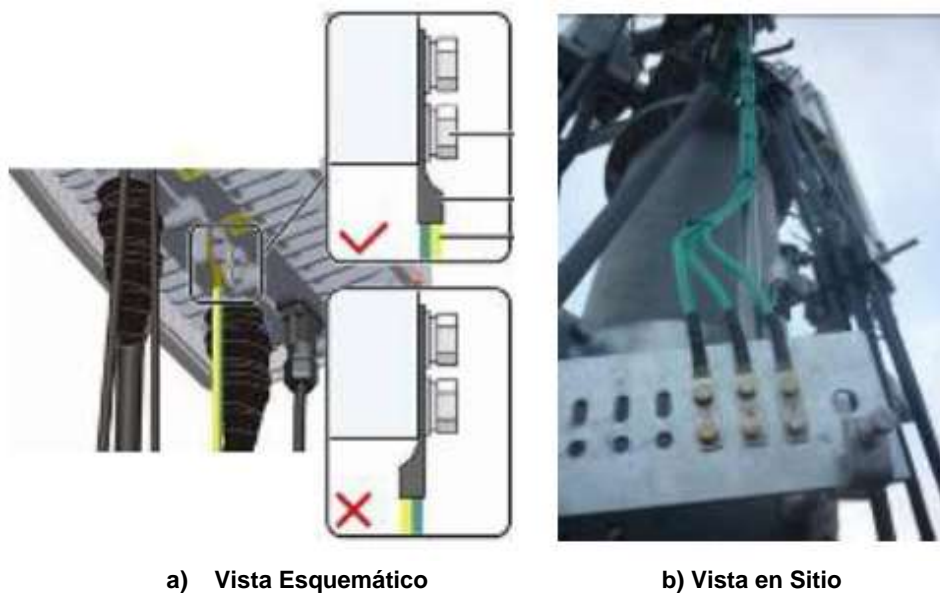


Figura 2.28.- Puesta a tierra de RRUs.

- Sujetar el cable a la estructura de la plataforma usando cinturón plástico color negro, buscando la trayectoria más directa de la RRU a la barra de tierra más cercana siguiendo una trayectoria hacia abajo hasta conectar a la barra de tierra.
- Conectar en RRU con tornillo incluido en trébol de tierras.
- Conectar en barra de tierras. FRENTE Tornillo, rondana plana. DETRÁS: Rondana de presión y tuerca. Todo galvanizado de 3/8"
- Distribuir de manera uniforme una pequeña capa de grasa NO-OX sobre la barra de tierra donde se conectaran las zapatas.
- Repetir pasos anteriores para el resto de sectores.

2.9.2 Conexión de CPRI (Fibra Óptica)

El proceso de la Instalación del CPRI (Interface Común del Protocolo de Radio) se describe a continuación.

- Insertar transceiver en el puerto **CPRI_W**.
- Insertar el conector DLC de la Fibra Óptica en el transceiver, como se muestra en la Figura 2.43 Puerto de conexión de FO en RRU.

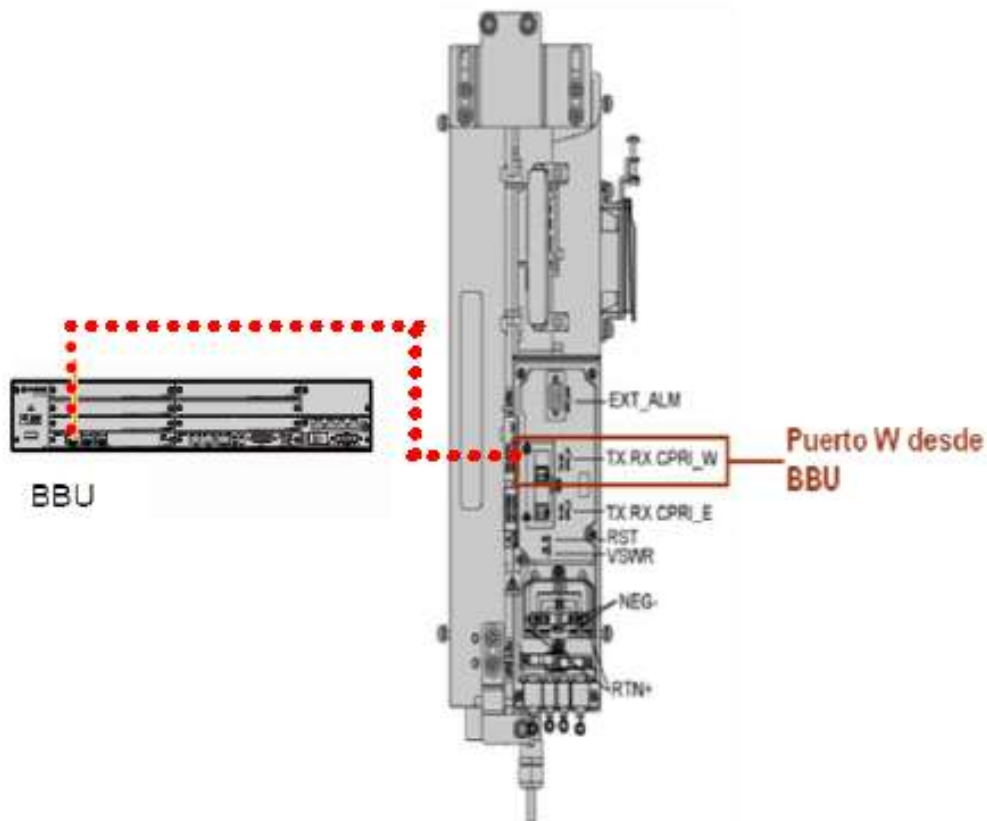


Figura 2.43.- Puerto de conexión de FO en RRU.

- Asegurar FO en compartimiento RRU.
- Insertar conector DLC de la Fibra óptica correspondiente en el transceiver de la tarjeta WBBP de la BBU3900. Repetir para todos los sectores de acuerdo a la siguiente distribución, ver Tabla 2.12.

Tabla 2.13.- Distribución e Identificación en la conexión de FO.

SECTOR	RRU	PUERTO WBBP (BBU)	IDENTIFICACION
Alfa	1	CPRI0	CPRI ALFA
Beta	2	CPRI1	CPRI BETA
Gama	3	CPRI2	CPRI GAMA

- Etiquetar de acuerdo a la Tabla 2.3.

2.9.3 Conexión de alimentación de RRU

Para el correcto funcionamiento de los RRU, estos deben de tener una alimentación de -48 V DC, para lo cual se indica las indicaciones necesarias en la instalación del cableado de alimentación o fuerza.

- Preparar cable con las zapatas de conexión como se muestra en la Figura 2.44 Instalación de cable de energía de RRU.

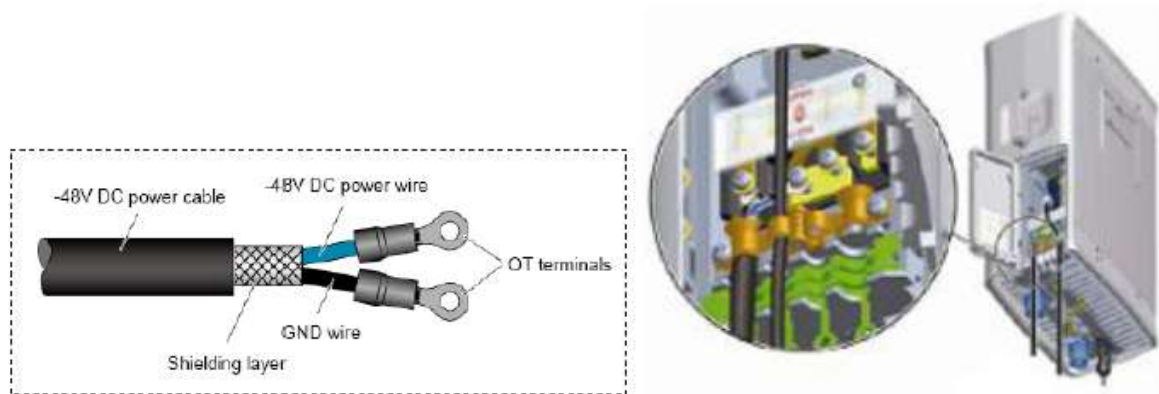


Figura 2.44.- Instalación de cable de energía de RRU.

- Conectar cable azul en puerto **NEG(-)**.
- Conectar cable negro en puerto **RTN(+)**.
- Asegurar contacto de la malla protectora del cable con la tenaza de cobre como mecanismo de puesta a tierra.
- Repetir para todos los sectores de acuerdo a la siguiente distribución:

Tabla 2.14.- Distribución e Identificación en la conexión de Alimentación de RRU.

SECTOR	RRU	PUERTO DCDU	IDENTIFICACION
Alfa	1	LOAD0	PWR RRU ALFA
Beta	2	LOAD1	PWR RRU BETA
Gama	3	LOAD2	PWR RRU GAMA

- Etiquetar de acuerdo a la distribución de la Tabla 2.3.

2.9.4 Distribución y sujeción de líneas DC y FO desde RRU (exterior) hasta BBU (interior)

Es de suma importancia tener una estética en la instalación del cableado, además de cuidar la integridad y la correcta fijación de este, para lo cual es necesario auxiliarse de accesorios mecánicos que facilitan la plena instalación de todo el cableado instalado tanto en la estructura Interna como interna del sitio, para ello se indica el procedimiento de Instalación de accesorios en la distribución y sujeción de líneas tanto de DC y FO.

Material

Tabla 2.15.- Lista de Materiales a utilizar en la sujeción de cableado de DC y FO.

Pza	-	Clamps	
Pza	-	Cinturones metálicos Panduit, revestimiento plástico de 30cm	
Pza	1	Silicón negro	
Pza		3	Tornillo galvanizado 1/4" x 1 1/2"
Pza		6	Rondana plana galvanizada 1/4"
Pza		3	Rondana de presión galvanizada 1/4"
Pza		3	Tuerca galvanizada 1/4"

- **MASTILES Y SOPORTE:** Sujetar líneas de FO y DC utilizando cinturones plásticos negros cuidando en todo momento su integridad.
- **ESTRUCTURA DE TORRE:** Sujetar líneas de FO y DC utilizando cinturones plásticos negros cuidando en todo momento su integridad.
- **PORTACABLERIA-ICE BRIDGE (vertical y horizontal).** Desarmar clamps (Fijadores o Sujetadores) en tres pares de sujetadores. Sujetar líneas de DC y FO mediante los sujetadores fijados a los peldaños de la escalera con la tornillería galvanizada. **DEBAJO DE SUJETADOR:** Tornillo y rondana plana. **ARRIBA DE SUJETADOR:** Rondana presión y tuerca. Todo de 1/4" galvanizado. Figura 2.45, sujetador para FO y cable DC RRU's. Los sectores se acomodarán como indica la Figura 2.45 b) Posición, el primer o tercer sector podrán variar para evitar el cruce en la parte superior de la torre.

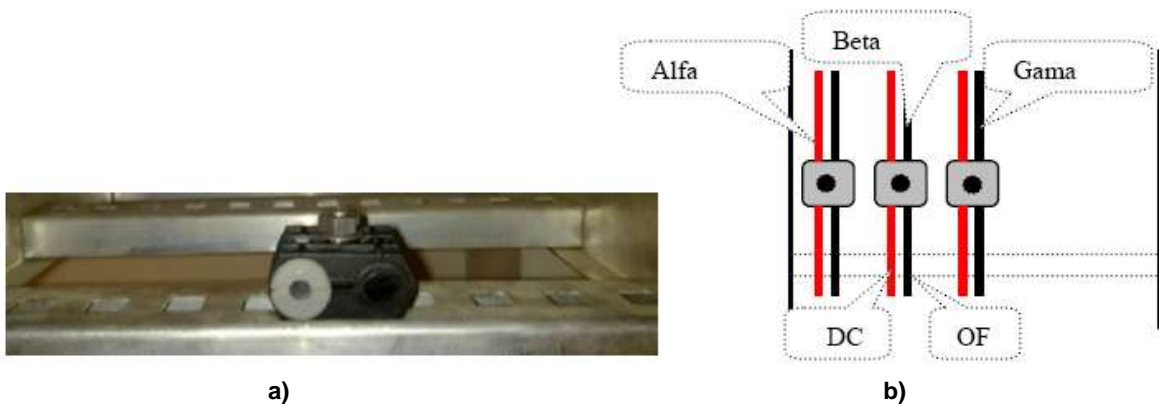


Figura 2.45.- a) Sujetador para FO y cable DC RRU's b) Posición de sujetadores en escalerilla vertical/horizontal.



Figura 2.46.- Trayectoria cableado mástil soporte.

- PASAMURO: Entrar a la caseta utilizando una bota para FO y una para DC RRU, de acuerdo a la distribución de la Figura 2.47. Al llegar las líneas al pasamuros, dejar gota de seguridad que evite que el agua pueda introducirse a la caseta. Al finalizar sellar cuidadosamente la bota del pasamuros con silicón negro. Como prueba de un correcto sellado, no deberá filtrarse luz entre los orificios de las botas.

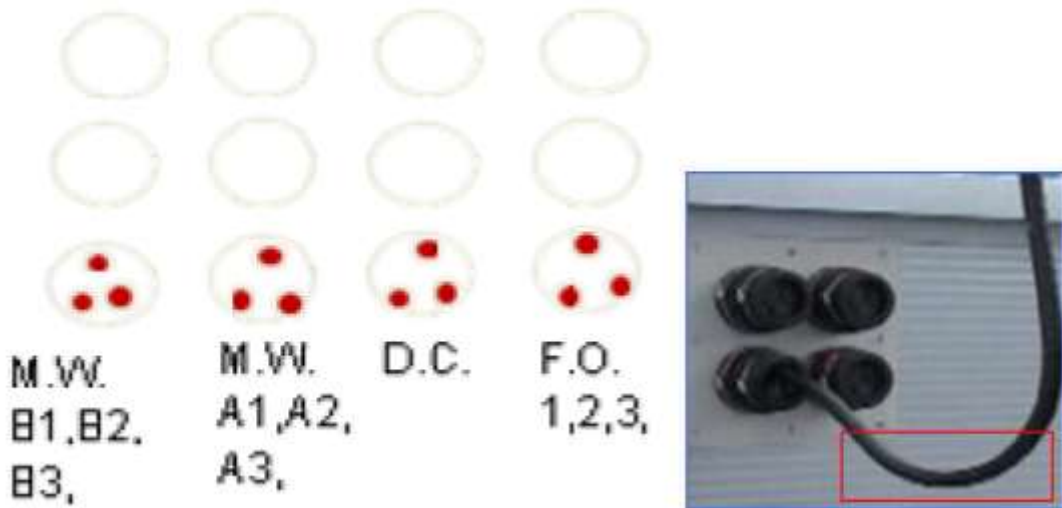


Figura 2.47.- Trayectoria cableado (a) mástil soporte, (b) escalerilla vertical.

- PASAMURO BOTA ROXTEC: En caso que el pasamuros se encuentren instaladas botas ROXTEC usar las configuraciones de las figuras 2.48, 2.49, 2.50, 2.51 y 2.52. Evitar cruce de líneas de DC y FO en cualquier punto de la trayectoria.

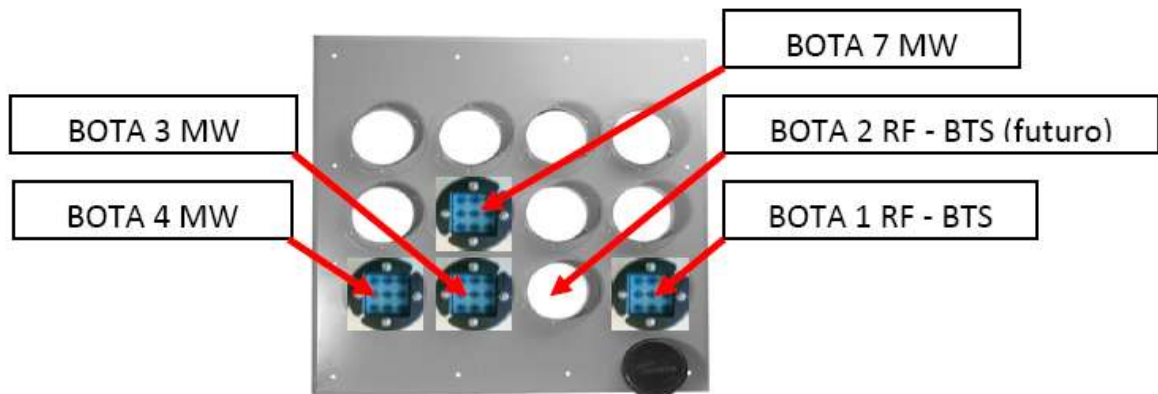


Figura 2.48.- Asignación de entradas en el pasamuros con botas ROXTEC.

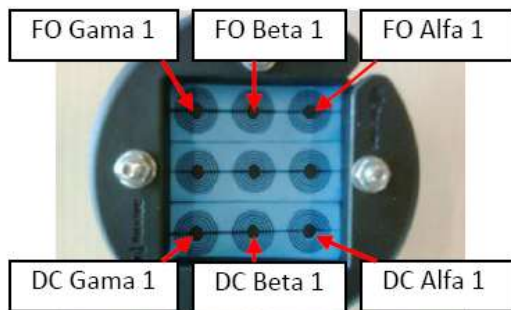


Figura 2.49.- Configuración de cableado en bota 1 ROXTEC.

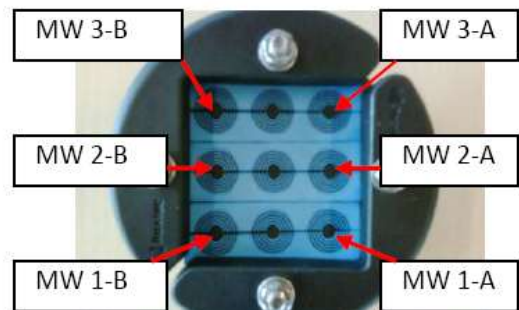


Figura 2.50.- Configuración de cableado en bota 2 ROXTEC.

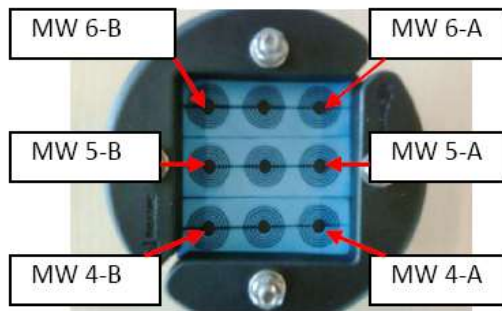


Figura 2.51.- Configuración de cableado en bota 3 ROXTEC.

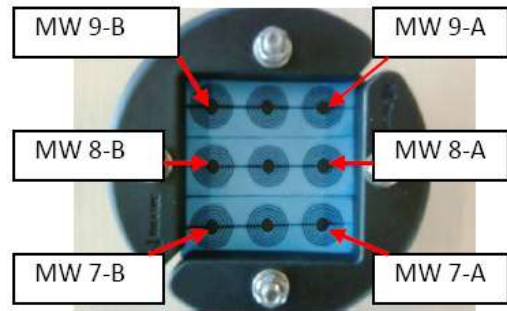


Figura 2.52.- Configuración de cableado en bota 4 ROXTEC.

2.9.5 Grounding Kit

La vinculación o referencia a Tierra, será realizada con un kit (Grounding Kit) de puesta a tierra que consiste básicamente en una abrazadera que permite la unión eléctrica del conductor exterior del cable o guía de descenso de antena con la torre. La vinculación es en la parte superior después de la curva del cable y a nivel inferior, antes de la curva que ingresa a la sala de transmisión. La conexión eléctrica a la torre no será realizada directamente sobre ésta sino montando una barra de cobre en la estructura (nunca agregar perforaciones a la torre), o en la bandeja, y sobre la cual se conectarán los kits de puesta a tierra. Esta conexión debe ser lo más corta, directa y vertical (descendente) posible. A continuación se describen los pasos a seguir en la Instalación de los Kits Grounding, además de los materiales requeridos, ver Tabla 2.16

Materiales

Tabla 2.16.- Lista de Materiales a utilizar en la Instalación de Grounding Kits.

1		Kit de aterrizaje para cable de DC para RRU	
Pza	9	Kit para puesta a tierra	
Pza	6	Tornillo galvanizado 3/8" x 1"	
Pza	12	Rondana plana galvanizada 3/8"	
Pza	6	Rondana de presión galvanizada 3/8"	
Pza	6	Tuerca galvanizada 3/8"	

- El primer grounding kit para cada línea DC del RRU se instala por debajo del soporte de RF, cuando inicia la corrida de la línea por la escalerilla vertical; este será aplicado de acuerdo a las especificaciones que recomienda el fabricante (Figura 2.54). Aterrizándose en la barra de tierra destinada para tal fin utilizando la zapata de doble ojillo: FRENTE Tornillo, rondana plana. DETRÁS: Rondana de presión y tuerca.

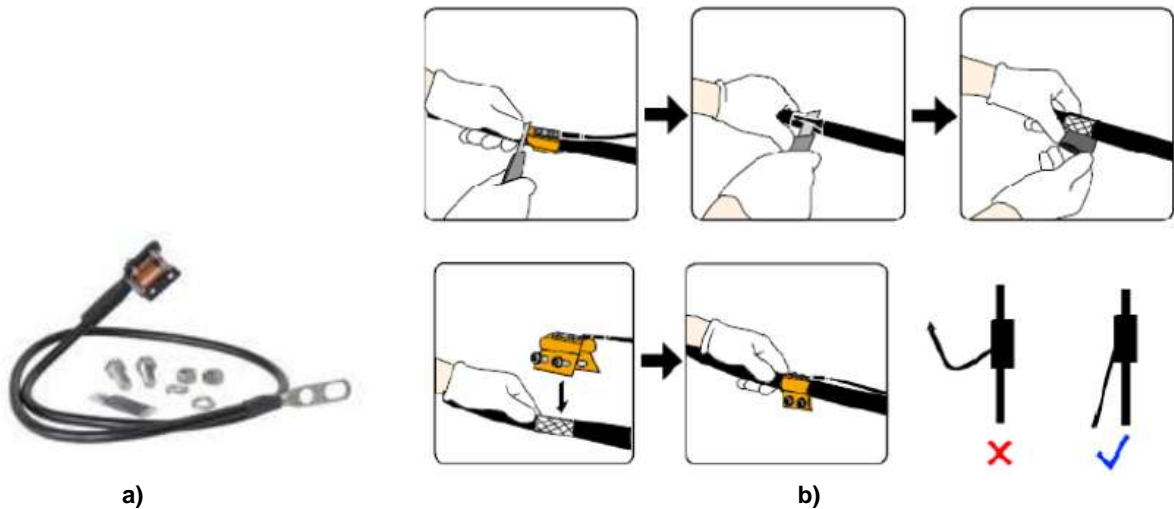


Figura 2.53 a) Componentes de grounding kit, b) Procedimiento para grounding kit.

- El segundo grounding kit se instala antes de la curva donde pasa la trayectoria de vertical a horizontal; procurando que el cable de tierra del grounding kit permanezca vertical al ser instalado a la barra de tierra ubicada por debajo del puente (porta cablera horizontal) que va en dirección al pasamuros. Ver Figura 2.54.

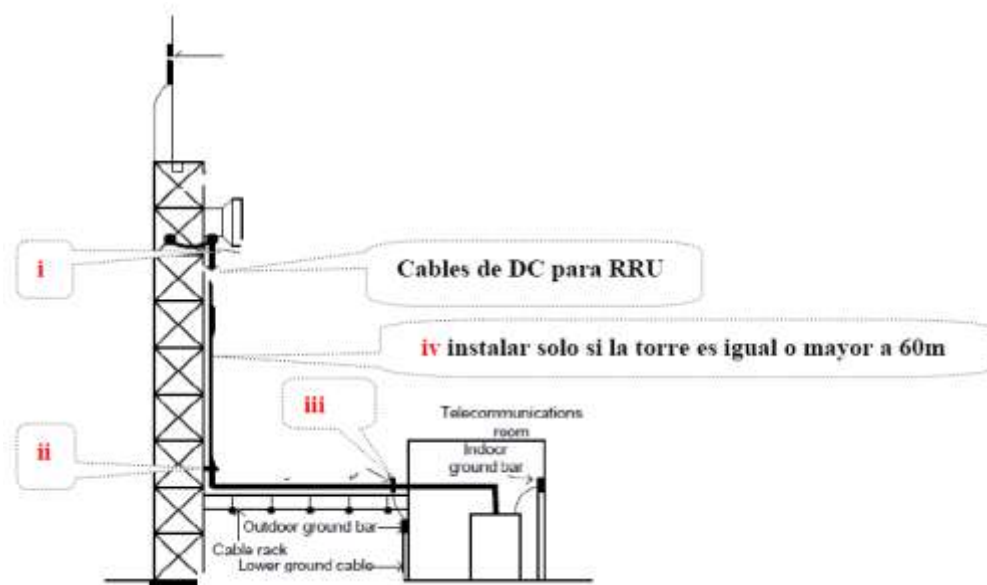


Figura 2.54.- Ubicación del grounding kit a lo largo de la trayectoria de línea DC.

- El tercer grounding kit se instala en la barra externa que queda por debajo del pasamuros. Deberá observarse que el cable de tierra del grounding kit permanezca horizontal y se vaya desvaneciendo poco a poco con una curvatura de 5" hasta alcanzar la barra de tierra externa. Figura 2.54.

- Se instalara un cuarto grounding kit intermedio cuando la torre tenga una altura igual o mayor a 60m, entre el grounding kit 1 y 2.
- Realizar el vulcanizado como se describe en la Figura 2.39 por cada Grounding kit.

2.9.6 Instalación de arrester para cable de DC para RRU

El procedimiento es el siguiente.

- Instalar arrester en la parte interior del shelter en la ventana de feeder para el cable de DC para RRU de acuerdo a la figura 2.55. Cortar el cable de alimentación de las tres líneas de RRU y conectar en los bornes del Arresto, conectar los cables en los extremos ambos lados del arrester, el dispositivo protegerá la línea de alimentación contra descargas.

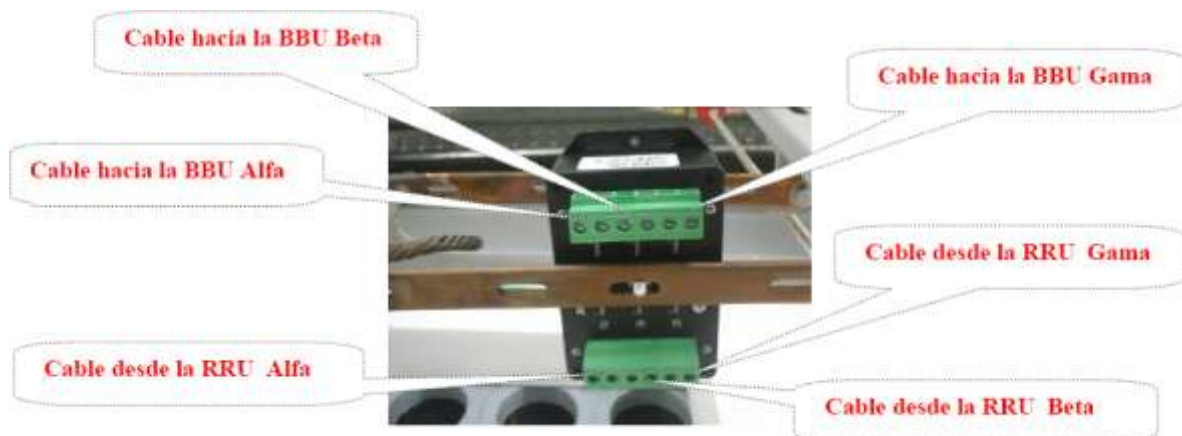


Figura 2.55.- Ubicación del arrester en la ventana de feeders.

2.10 Código de colores

Normas generales de etiquetado

El código de colores para la identificación de sectores es: el primer sector será el más cercano al cero en color verde Alfa, el segundo sector será el siguiente siguiendo las manecillas del reloj en color azul rey Beta; el tercer sector será el siguiente en color rojo Gama, ver figura 2.56.

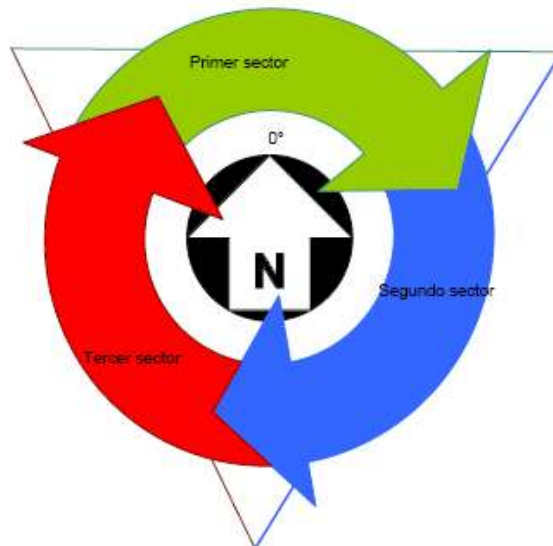


Figura 2.56.- Código de colores para identificación de sectores.

- Identificación de jumpers de RF usando uno o dos anillos de color de acuerdo al puerto A (-45°) o B (+45°) del enlace RRU/Antena. **ANT-TX/RXA** un anillo y **ANT-TX/RXB** dos anillos.

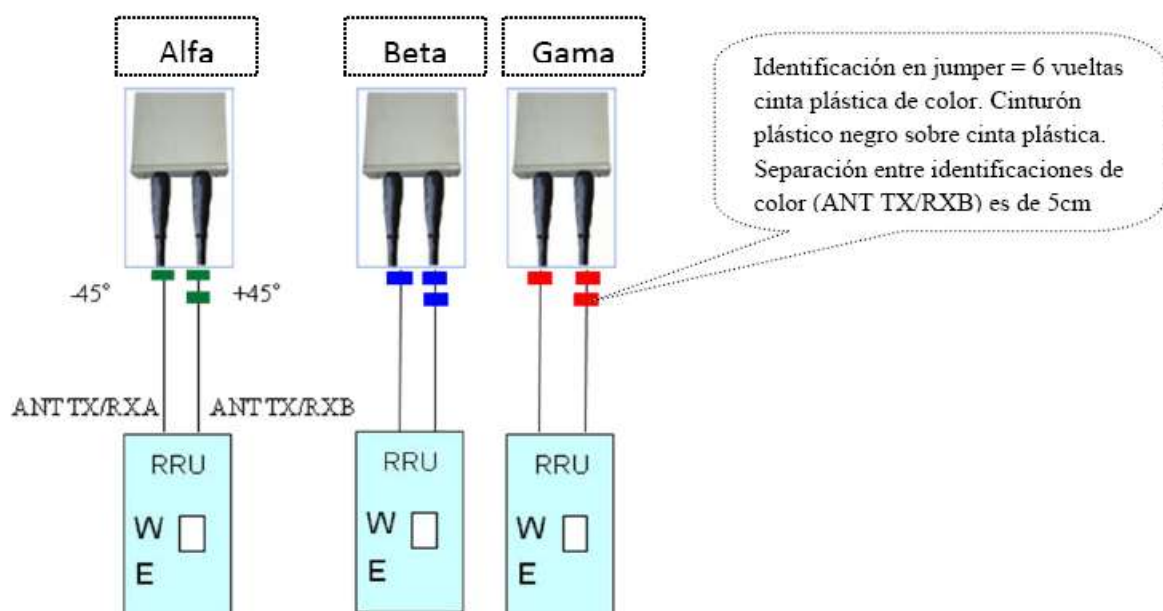


Figura 2.57.- Anillos de color para jumpers.

- Identificar la FO y cable de alimentación de RRU en el recorrido de escalerilla como indica la Figura 2.58 – Cintas de color en FO y cable de alimentación de RRU¹.

¹ 3WCDMA NODEB INSTALLATION STANDARD V3.3 Last Version, Huawei Technologies Co., Ltd... PP 6-40

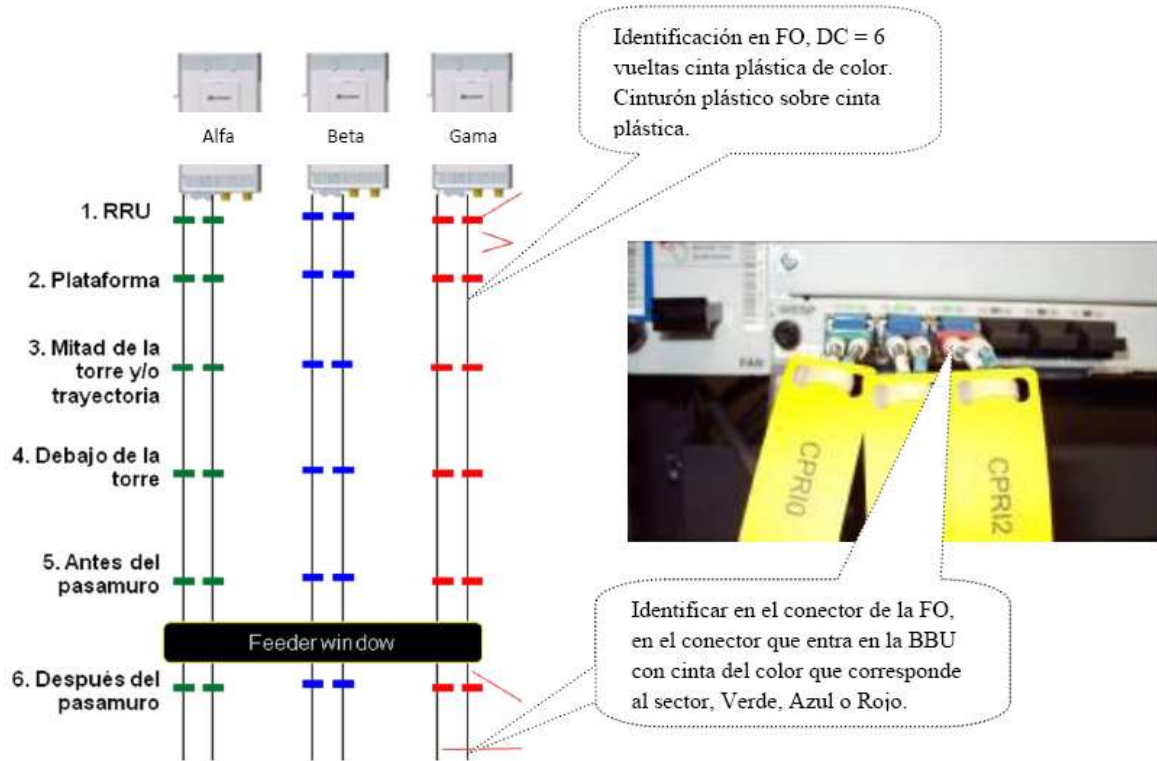


Figura 2.58.- Cintas de color en FO y cable de alimentación de RRU.

CAPÍTULO 3

COMISIONAMIENTO E INTEGRACIÓN DEL NODO B

En este último capítulo se explica la manera de cómo gestionar el sistema DBS3900 a través de la BBU, para ponerlo en funcionamiento y se pueda integrar a la red.

3.1 Comisionamiento de la BBU

El comisionamiento proviene de la palabra inglesa commissioning que quiere decir: poner en servicio un equipo, para este caso la Unidad Banda Base (BBU).

Requerimientos para poder comisionar la BBU:

- Software LMT Instalado en PC.
- Cable Ethernet.
- Configurar la siguiente IP 17.21.2.20 en la PC para poder tener conectividad al puerto Ethernet de la BBU, ver figura 3.1.

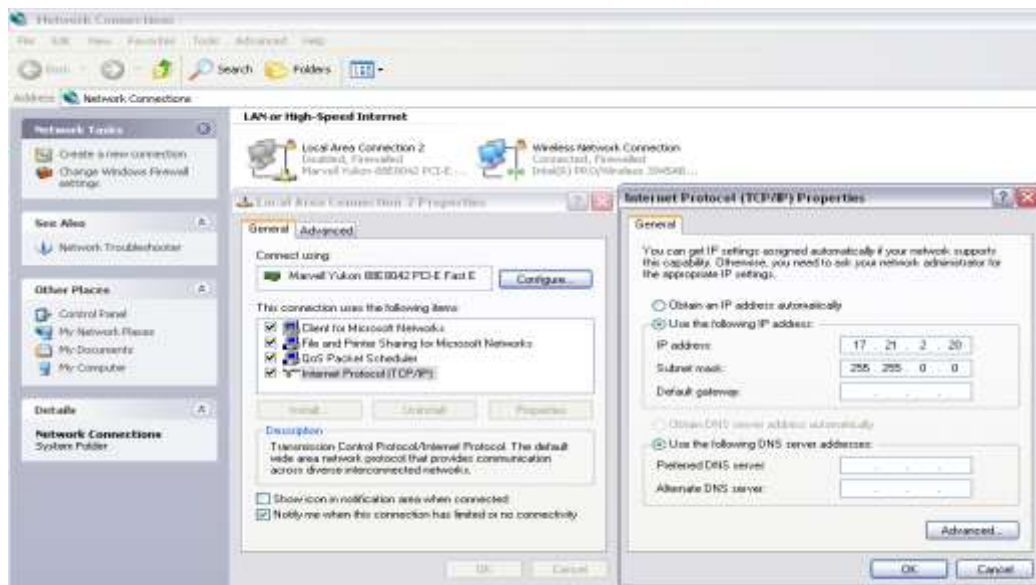


Figura 3.1.- Configurando la IP para comisionar la BBU.

3.1.1 Encender y checar el funcionamiento de la BBU

El objetivo de este punto es verificar el estado de encendido de la BBU, asegurándose que el voltaje de alimentación este dentro del rango permitido y que alimente a los RRUs.

Procedimiento: encender el BBU y checar que el indicador funcione correctamente pasado un minuto.

Resultado esperado: el BBU debe quedar encendido con su indicador trabajando correctamente, si es así, encender a los RRUs.

3.1.2 Descarga del Script del sitio.

Este paso es esencial para poner en servicio el nodo B, ya que contiene la programación con las características específicas del sitio en cuestión.

Procedimiento: conectarse al BBU a través del LMT y descargar el script del sitio correcto. Conectar la computadora al Puerto ETH de la tarjeta WMPT de la BBU, con un cable UTP uno a uno, ver figura 3.2.

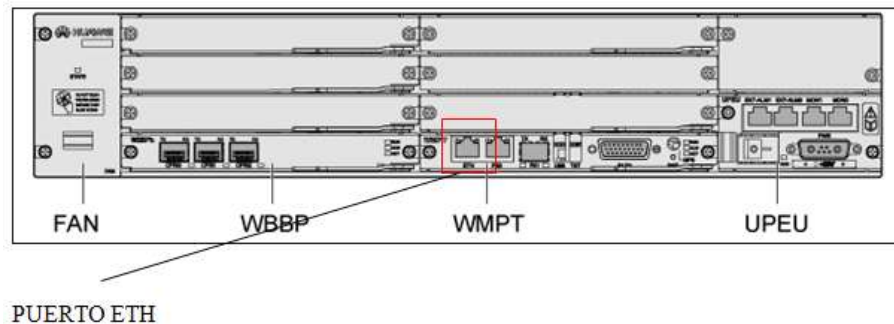


Figura 3.2.- Tarjetas y puertos de la BBU.

La dirección IP de operación y mantenimiento de la BBU es 17.21.2.15

Configurar la computadora con una dirección que esté dentro del segmento de la BBU, como se mencionó anteriormente en la figura 3.1.

Confirmar que tenemos conexión con el equipo.

Menú de inicio dar click en ejecutar, teclear: ping 17.21..2.15, ver figura 3.3.

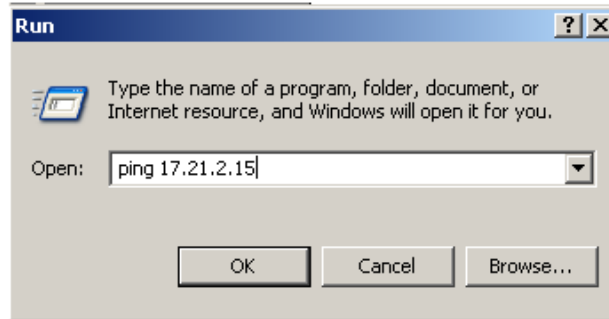


Figura 3.3.- Ping hacia la BBU.

Si el equipo responde ya se puede conectar al LMT (Local Maintenance Terminal).

Abrir el Huawei Maintenance Terminal como muestra la figura 3.4.

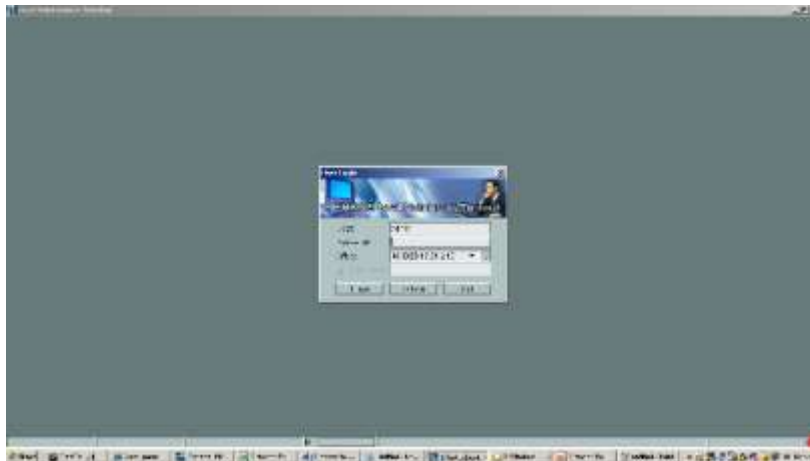


Figura 3.4.- Huawei Maintenance Terminal.

Para entrar a la BBU debemos agregar una oficina con la información del nodoB, ver figura 3.5.

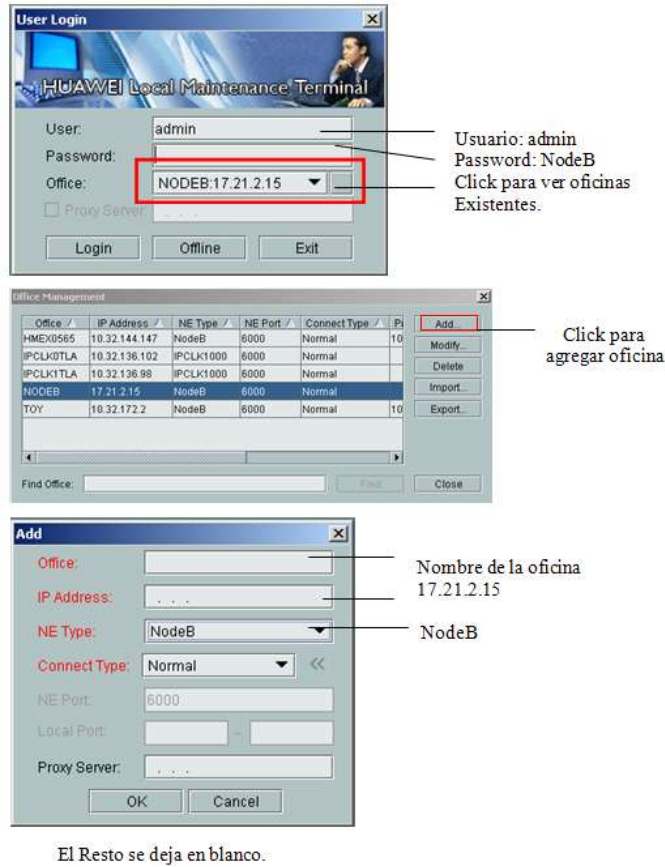


Figura 3.5.- Agragando una nueva oficina.

Volver a la ventana LMT y descargar el software, ver figura 3.4.

En la ventana MML

Ejecutar el comando SET BOOTPSWITCH: BPT=50000000, figura 3.6;

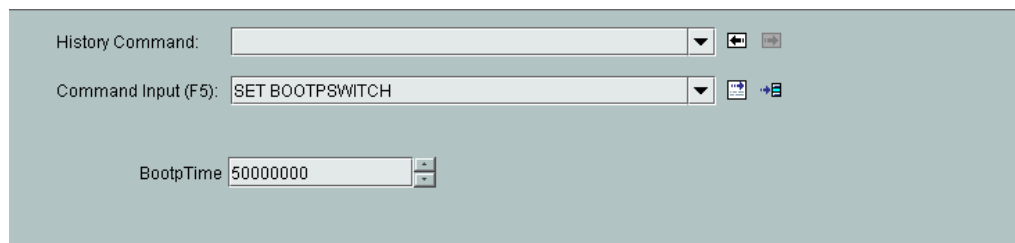


Figura 3.6.- Comando SET BOOTSWITCH.

Esto evita que cada que se realice un cambio en la BBU el dispositivo busque sectores de arranque.

Una vez dentro del LMT dirigirse a la ventana que dice maintenance -> software Management -> data config file transfer, ver figura 3.7.

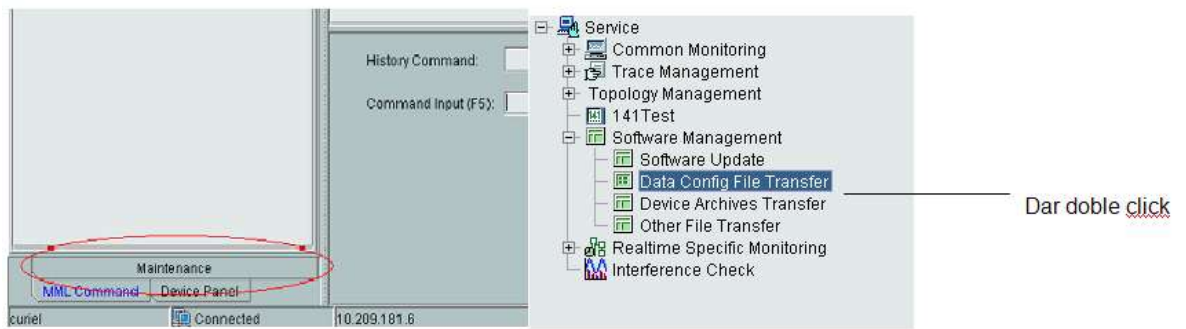


Figura 3.7.- Ventana Maintenance.

En la ventana de Data config file transfer, dejar los parámetros como en la figura 3.8.

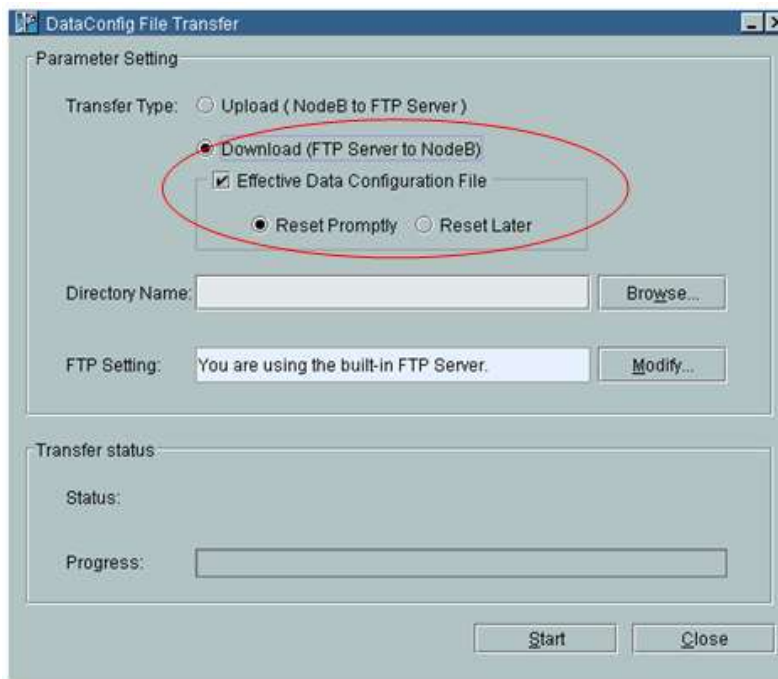


Figura 3.8.- Parámetros requeridos en la descarga del Script.

Directory Name: es la ruta donde se encuentra el script, ejemplo:

D:\Nextel\R1\ NodeB script for cluster 61 0919\1_0535MX

Al dar click en browse buscan la ruta donde tienen guardado el script.

Dicho script viene en un archivo **NodeBCfg.xml** dentro de la carpeta correspondiente a cada sitio.

Una vez encontrado se da click en start y el proceso inicia.

Este proceso tarda alrededor de 5 minutos e inmediatamente se reiniciara la BBU por lo que es necesario conectarse de nuevo.

3.1.3 Gestión horario de la zona del nodo B

El objetivo de este punto es verificar el horario de zona del Nodo B.

Procedimiento: liste y despliegue la información actual del horario de la zona que tiene el nodo B con el comando LST TZ. Si no está en el horario correcto modifíquese con el comando MOD TM.

Resultado esperado: se debe mostrar el horario de la zona correcta en el nodo B, ver figura 3.9.

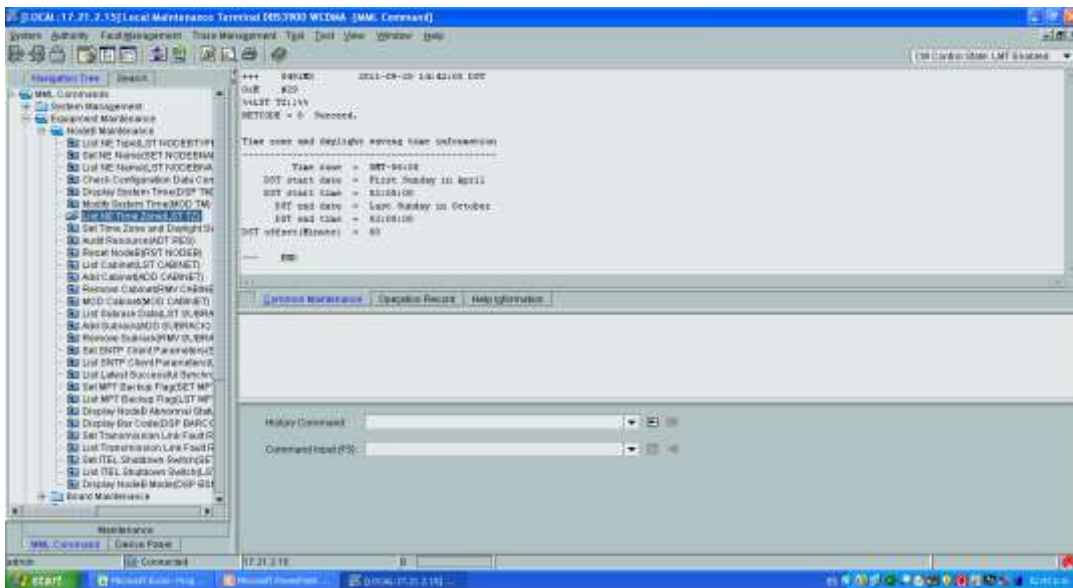


Figura 3.9.- Pantalla del horario de zona.

3.1.4 Consulta de alarmas

El objetivo de este punto es consultar las alarmas a través del LMT cuando el sistema debe mostrarlas.

Consulte las alarmas que en ese momento se tienen en el nodo B, dando click en la pestaña Alarm Browse.

Resultado esperado: se mostraran las alarmas que tiene el nodo B en ese momento, ver figura 3.10.

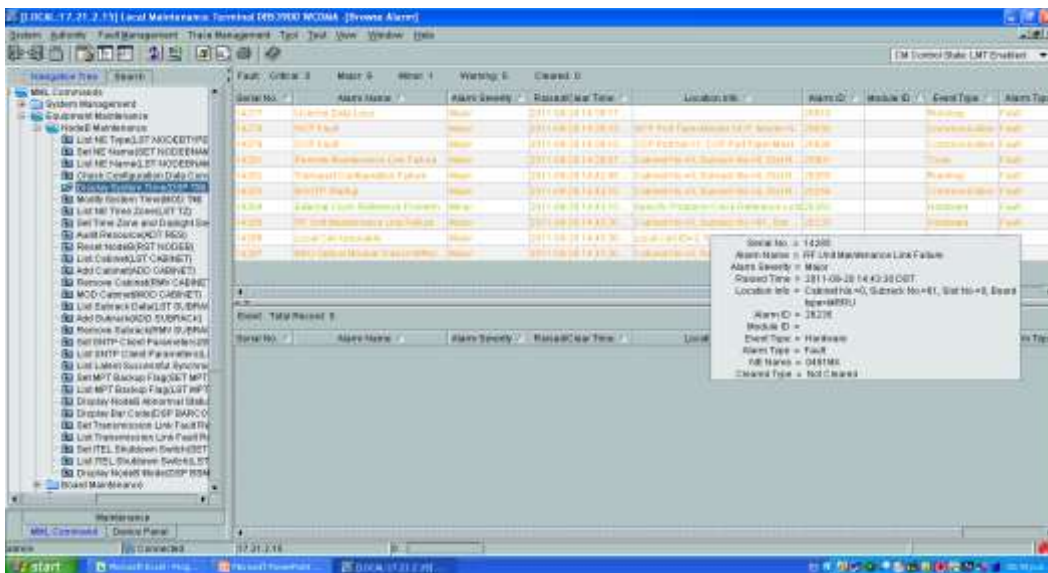


Figura 3.10.- Pantalla de alarmas.

3.1.5 Checar la versión del Script del nodo B

El objetivo de este punto es verificar la versión de software de la tarjeta WMPT.

Procedimiento: la versión se muestra ejecutando el comando LST VER

Resultado esperado: la versión de software activo en el nodo B debe ser: V200R012C00SPC220⁴.

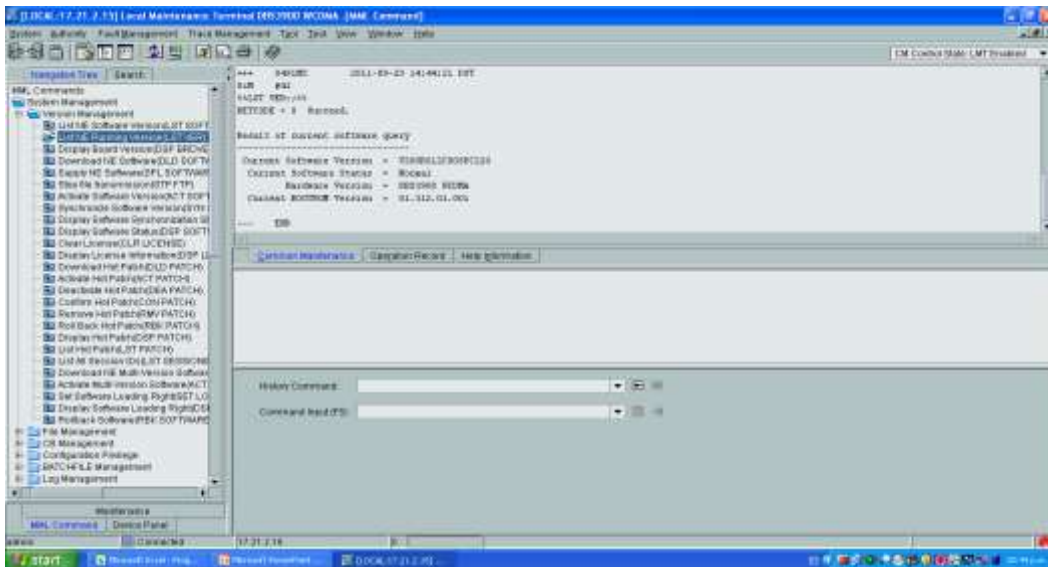


Figura 3.11- Pantalla de alarmas.

⁴NodeB Operation Guide for commissioning Checklist, Huawei Technologies Co., Ltd. PP 6-15

3.2 Integración

La integración se refiere a que cada sitio ya instalado y comisionado pase a formar parte de la red de comunicaciones y que ésta se ponga en funcionamiento.

3.2.1 gestión del equipo

Es la administración de los recursos de la BBU para lograr la integración.

3.2.1.1 Integración del nodo B al M2000

Verificar que el nodo B sea integrado al M2000 de manera exitosa. El nodo B debe trabajar de manera eficiente después del comisionamiento del sistema. Para esto es necesario logearse con el nodo B a través del programa LMT (Local Maintenance Terminal).

Procedimiento:

Realizar un ping desde el nodo B hacia el M2000.

Resultado esperado: se debe visualizar en el LMT la respuesta del servidor M2000, ver figura 3.12.

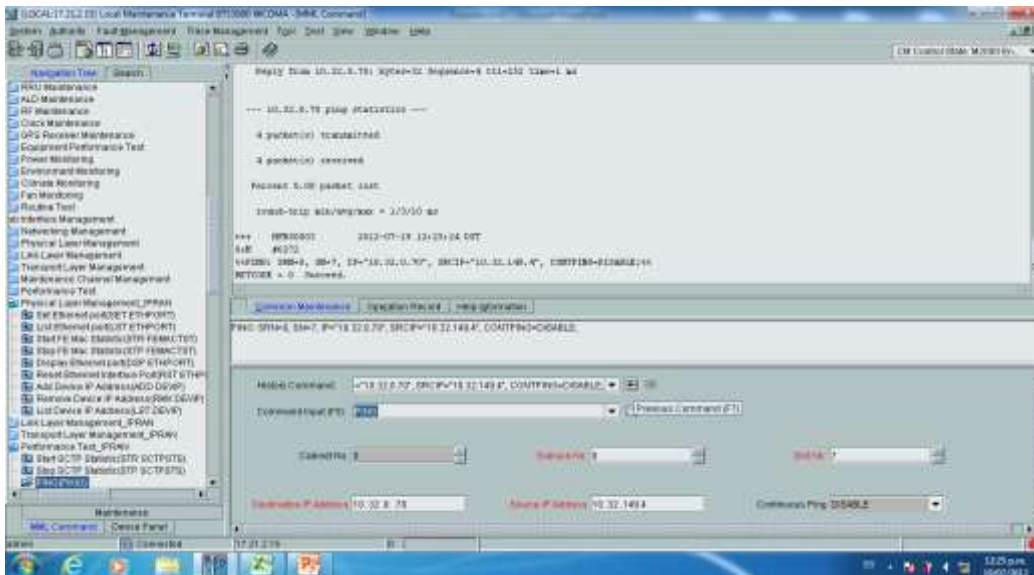


Figura 3.12.- Pantalla de conexión con el M2000.

3.2.1.2 Gestión del nodo B con el SNTP (Simple Network Time Protocol)

El objetivo de este punto es verificar que los parámetros del cliente en el servidor del Protocolo Simple de Tiempo de Red sean los correctos en el nodo B.

Procedimiento: desplegar los parámetros SNTP del cliente en el nodo B con el comando LST SNTPCLTPARA.

Resultado esperado: los parámetros SNTP del cliente se visualizan en el nodo B, ver figura 3.13.

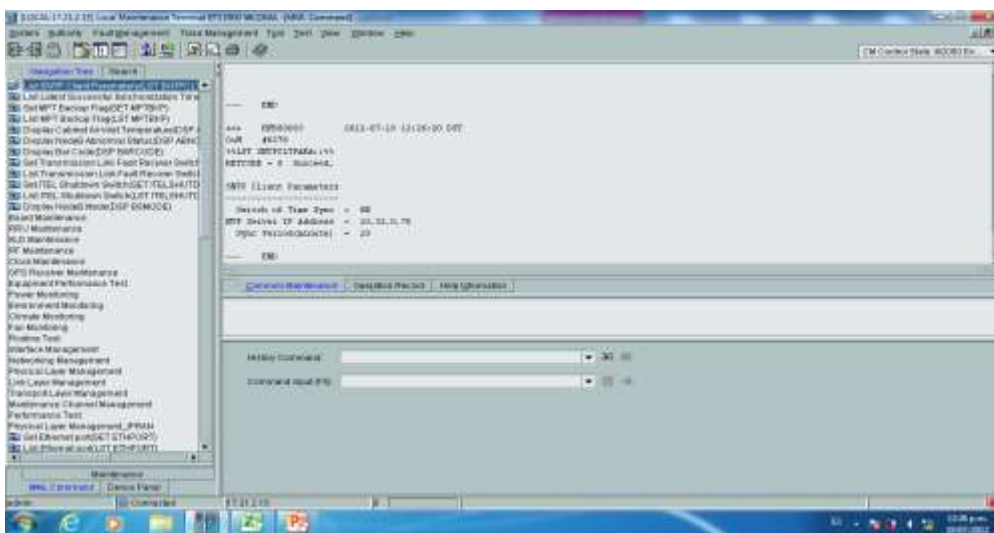


Figura 3.13.- Parámetros SNTP del cliente.

3.2.1.3 Mantenimiento del reloj del nodo B

El objetivo de este punto es verificar el horario del reloj del Nodo.

Procedimiento: consultar el estado del reloj en esos momentos. Se ejecuta con el comando DSP CLKSTAT.

Resultado esperado: se obtiene el estado actual del reloj, como muestra la figura 3.14.

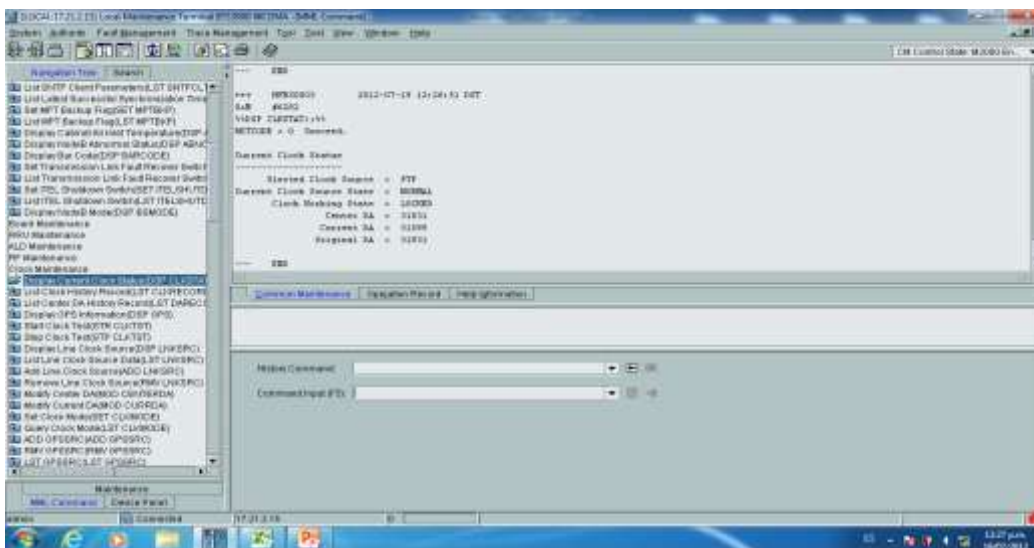


Figura 3.14.- Estado actual del reloj.

3.2.1.4 Consulta de licencia

El objetivo de este punto es verificar el estado actual de la tarjeta identificada por el nodo B.

Procedimiento: se despliega el estado actual de la tarjeta si está disponible en ese momento. Se ejecuta con el comando DSP LICENSE.

Resultado esperado: consultar la licencia del nodo B, como muestra la figura 3.14.

3.3 Pruebas de los servicios básicos

En este punto se realizan las siguientes pruebas para verificar que el equipo esta operando de manera eficiente con los servicios básicos.

3.3.1 Servicio de voz AMR

El objetivo es probar el buen funcionamiento del servicio de voz AMR.

Procedimiento: el UE1 tiene que marcar al UE2, entablar una conversación normal hasta finalizarla.

Resultado esperado: la conversación entre el UE1 y el UE2 debe ser normal y con claridad de voz.

3.3.2 Servicio interactivo PS en el HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)

El objetivo de este punto es verificar la función del servicio interactivo PS instalado en HSDPA.

Procedimiento: utilice el UE para iniciar un servicio interactivo PS (abra un navegador y conéctese a una página web que contenga videos).

Utilizar el UE para logearse en el servidor y bajar información.

Resultado esperado: el logeo y obtención de la información debe ser exitosa.

3.4 Gestión de alarmas

En este punto se consultan las características de alarmas que el sistema arroja.

3.4.1 Consulta de alarmas

El objetivo de este punto es verificar las alarmas a través del LMT

Procedimiento: consulte que alarmas están activas. Se ejecuta con el comando LST ALMAF: CNT=64.

Resultado esperado: la consulta de alarmas debe ser exitosa como muestra la figura 3.17.

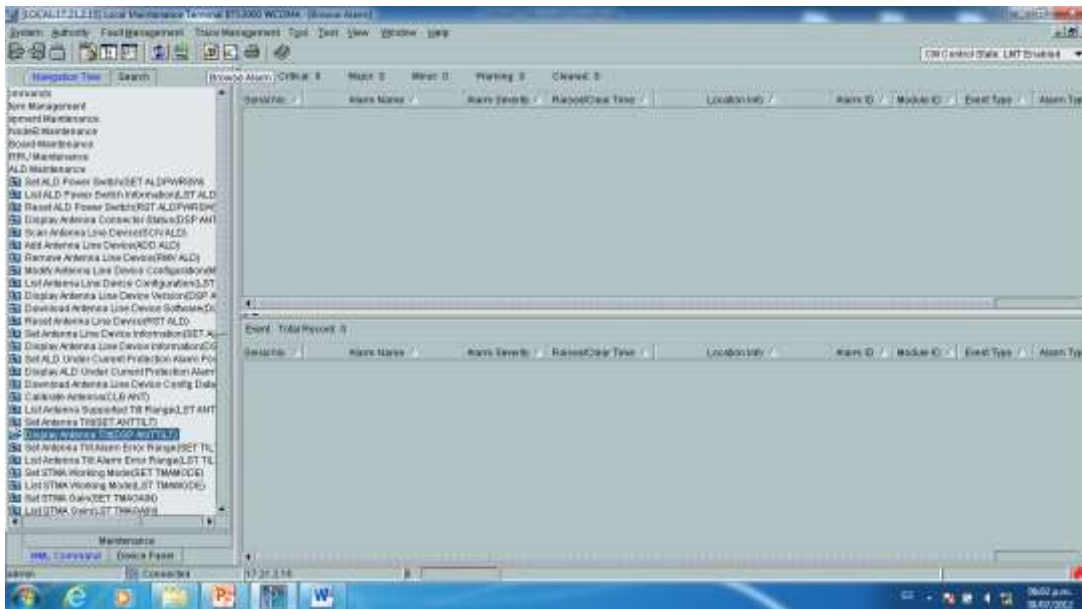


Figura 3.17.- Equipo sin alarmas.

3.5 Mantenimiento del RET (Remote Electrical Tilt)

En este punto se debe asegurar que los RRUs trabajen apropiadamente.

3.5.1 Calibración del RET

El objetivo de este punto es verificar que el nodo B soporte el mantenimiento realizado en la interface AISG RET del RRU.

Procedimiento: calibrar el RET ejecutando los siguientes comandos CLB ANT: OPMODE=NAME, NAME="RCU1"; repetir el procedimiento para los otros dos sectores.

Resultado esperado: el RET debe estar calibrado, tarda aproximadamente dos minutos en calibrarlo, ver figura 3.18.

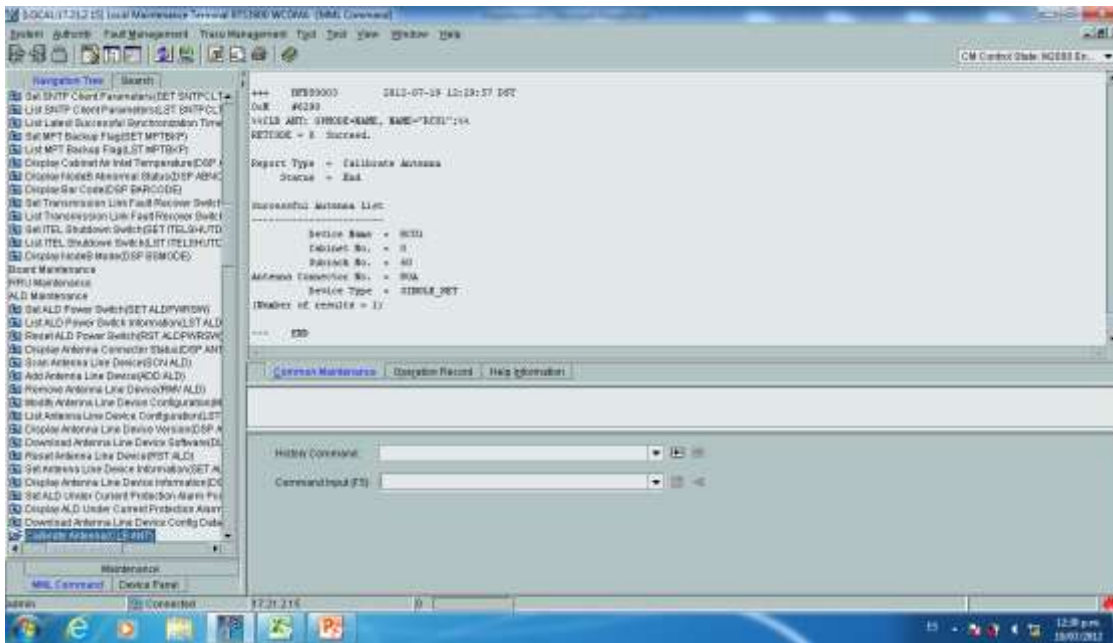


Figura 3.18.- Pantalla de antena calibrada.

3.5.2 Rango de operación de la inclinación del RET

El objetivo de este punto es verificar que el nodo B soporte el mantenimiento realizado en la interface AISG RET del RRU.

Procedimiento: consultar el rango de inclinación de los RETs ejecutando el comando `DSP ANTTILT: OPMODE=NAME, NAME="RCU1"`; repetir el procedimiento para los demás sectores.

Resultado esperado: los valores de inclinación de los RETs deben ser los requeridos como se muestra en la figura 3.19¹.

¹ NodeB Operation Guide for Integration Checklist, Huawei Technologies Co., Ltd. PP 5-17

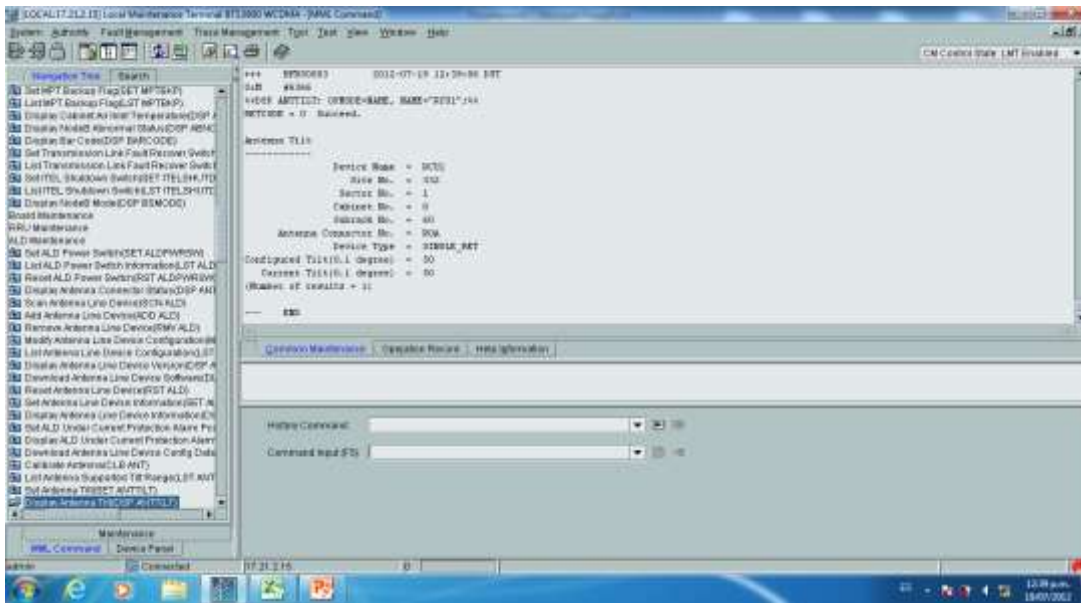


Figura 3.19.- Pantalla de inclinación de las antenas.

Conclusiones

Durante los últimos años la telefonía ha visto un gran desarrollo de nuevas tecnologías ya que los usuarios cada vez son más exigentes. Gracias a esto se dio paso a la llamada tecnología 3G, la cual fué enfocada a entregar nuevos instrumentos de comunicación sin la necesidad de hablar directamente con la otra persona. Este tipo de tecnología propone el uso fácil y rápida transferencia de multimedia, además de permitir conectarse en todo momento y en cualquier lugar a Internet por medio del aparato móvil con una velocidad de hasta siete veces más que una conexión telefónica inalámbrica estándar.

La tecnología 3G evoluciona de la 2G de sistemas móviles, ofreciendo un mayor grado de estabilidad, velocidad de transmisión y seguridad para el usuario, además de escalabilidad del sistema.

Si bien es cierto, esta tecnología promete mejores comunicaciones y se denota tan extraordinaria frente a los ojos de todo el mundo, no es irrelevante plantear que a pesar de toda su grandiosidad, existe la común problemática para la obtención de estos aparatos, y es que su gran tecnología está expuesta a altos costos para los consumidores que generalmente desean a toda costa tener uno de estos aparatos. Pero a pesar de todo esto en un par de años más veremos cómo esta gran tecnología solo pasa a ser parte del pasado, como hoy en día lo son tanto la 1G como la 2G.

Los dispositivos móviles en estos días son de lo más utilizados por la sociedad, y permite que sus usuarios tengan un mayor control de la información que les resulta vital, ya que estos dispositivos (junto con las redes) posibilitan la conexión a bases de datos o Internet.

De esta manera la sociedad se beneficia, ya que la información y la comunicación son un recurso necesario en el ritmo de vida, más que un lujo.

Para lograr que estos dispositivos funcionen de manera óptima, que es la intención del desarrollo de este trabajo, se hace imprescindible la instalación de los nodos B para lograr el funcionamiento de nuestros dispositivos móviles, ya que es gracias a estos equipos que permiten establecer la comunicación entre el equipo celular con las antenas del nodo B, para que estas manden la información a través de las antenas de MW (Microondas) hacia el Core central y se localice al usuario que se necesita contactar y así se establezcan las comunicaciones móviles.

La parte en la que está enfocado este trabajo, es la instalación de estos equipos, por eso se ha compilado la información que permite lograr resultados satisfactorios en las instalaciones. Se debe revisar de manera concienzuda todos los aspectos mencionados en la parte de la instalación, ya que cuando se inicia en esta área se pasan por alto cosas muy simples que a la larga pueden ocasionar retrasos y con cada nueva instalación que se realiza se adquiere la experiencia para resaltar la importancia de los pequeños detalles. Algunas situaciones por mencionar son las siguientes:

Se involucran situaciones tales como contar con el material completo de cada sitio al iniciar las instalaciones, las ingenierías (lay-out's) de los sitios, que el trabajo de obra civil este concluido y acorde a ingeniería, tener los accesos disponibles para el personal que va a instalar, respetar el estándar de instalación, ya que si algunos de estos aspectos llegaran a faltar retrasarán el trabajo y por lo tanto se producen perdidas económicas.

Al terminar de instalar también se debe revisar que el equipo esté funcionando de manera optima, pues estos aspectos técnicos nos darán como resultado una buena instalación del equipo y por lo tanto cuando se pone en funcionamiento la red de transmisión se nos facilita de manera enorme su integración, ya que si no se tiene el cuidado de revisar todos estos aspectos, se tendrá que regresar a los sitios con problemas, volver a revisar el equipo hasta encontrar la falla y resolver el problema hasta lograr dar de alta el sitio en cuestión.

Este trabajo debe proporcionar una visión más profunda de la complejidad que tiene la implementación de una red de telefonía 3G y todo el trabajo que se involucra en todos sus procesos.

En realidad el tema es inmenso para poder abarcar todo lo que en realidad envuelve esta tecnología, por eso existen diferentes áreas de trabajo involucradas en los servicios de telefonía móvil y es importante identificar que este trabajo de tesis está enfocado en la parte física y la parte básica de operación de esta tecnología.



Bibliografía

1. **29360** small cells concepts Alcatel-Lucent. pp 6-15
2. **Baena** Peña Oswal Frederic., Reyes Reyes Aurelio. "Análisis del Funcionamiento de la Telefonía Celular de Tercera Generación." Fes Aragón 2008, Capítulo V, Arquitectura General De La Red UMTS, pp.84 – 110
3. **Calderón** Marcelo, Escandón Juan, Capitulo 2, Introducción a WCDMA para UMTS, pp. 72- 80, <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/186/3/Capitulo%202.pdf>
4. **DBS3900** Hardware Structure Issue 1.0 PP 3-28
5. **Ericsson**, Integrating RBSs On-Site, Manual Integration, OPERATING INSTRUCS, 70/1543-LZA 701 6003-V2 U en D, pp. 5 – 23
6. **Meneses** González Salvador Ricardo, Comunicaciones Móviles Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, México, D. F. Diciembre 2007, Evolucion de la redes celulares. pp. 1 – 2, <http://goo.gl/nj2sU>
7. **NodeB** Operation Guide for Integration Checklist, Huawei Technologies Co., Ltd. PP 5-17
8. **NodeB** Operation Guide for comissioning Checklist, Huawei Technologies Co., Ltd. PP 6-15
9. **Teorema** del Muestreo, Sistemas Lineales. Curso 2004/05
10. **WCDMA** RAN Fundamental Huawei Technologies Co., Ltd. PP 9-35
11. **WCDMA** NODEB INSTALLATION STANDARD V3.3 Last Version, Huawei Technologies Co., Ltd... PP 6-40