

**APOYO DE INGENIERÍA EN EL DESPLIEGUE DE NODOS B, PARA REDES
CELULARES UMTS/HSPA EN LA EMPRESA INTELCOM SOLUCIONES S.A.S.**

ANGELA MARIA TAPIA LOPEZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
Pasto
2012**

**APOYO DE INGENIERÍA EN EL DESPLIEGUE DE NODOS B, PARA REDES
CELULARES UMTS/HSPA EN LA EMPRESA INTELCOM SOLUCIONES S.A.S.**

ANGELA MARIA TAPIA LOPEZ

**Trabajo de Grado presentado como
Requisito para optar el título de Ingeniero Electrónico.**

ASESOR
CARLOS ANDRÉS VITERI MERA
Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
Pasto
2012

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1^{ro} del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del Presidente de tesis

Firma del jurado

Firma del jurado

Dedicatoria:

A mis Padres:

Quienes con su comprensión y esfuerzo ayudaron a que pueda llegar hasta donde estoy ahora y permitieron que pueda culminar con éxito esta etapa tan importante de mi vida.

Contenido

Dedicatoria	4
Contenido	5
Índice de Figuras	7
Índice de Tablas	8
Resumen	9
Abstract	11
Introducción	12
1. MARCO TEÓRICO	13
1.1. Generaciones de la telefonía inalámbrica	13
1.1.1. Primera generación	14
1.1.2. Segunda generación	15
1.1.2.1. Generación 2.5	19
1.1.3. Tercera generación	21
1.1.3.1. Estructura de la red UMTS	24
1.1.3.2. Elementos que conforman la red UMTS	26
1.1.3.2.1. Equipos de usuario (UE).....	26
1.1.3.2.2. Interfaz Uu	26
1.1.3.2.3. Red de acceso de radio UMTS	26
1.1.3.2.4. RCN (Radio Network Controller)	27
1.1.3.2.5. Nodo B	27
1.1.3.2.6. Interfaz Lu	28
1.1.3.2.7. Red Central (CORE)	29
1.1.3.2.8. Mobile Switching Center (MSC)	29
1.1.3.2.9. SGSN (Service GPRS Support Node)	30
2. PASANTIA EN INTELCOM SOLUCIONES S.A.S	31
2.1. Objetivos	31
2.1.1. Objetivo general	31
2.1.1.1. Objetivos específicos	31
2.1.2. Alcances principales y resultados	32
2.1.2.1. Alcances secundarios	33
2.1.3. Metodología	34

2.1.3.1.Listado de Nodos B y orden de trabajo.....	34
2.1.3.2.Permisos y Site Access Claro	35
2.1.3.3.Instalación equipos UMTS 1900	37
2.1.3.4.Comisionamiento e integración del Nodo B	38
2.2.Desarrollo de la pasantía de acuerdo a los cronogramas	43
2.2.1. Primer cronograma.....	44
2.2.2. Segundo cronograma.....	45
2.2.3. Tercer cronograma	46
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
3.1.Conclusiones	47
3.2.Recomendaciones	49
Referencias Bibliográficas	50

Índice de Figuras

Figura 1: Evolución de las redes clásicas hacia redes NGN.....	15
Figura 2: Arquitectura red AMPS, Red 1G.....	16
Figura 3: Arquitectura de una Red GSM. SEGUNDA GENERACIÓN.....	19
Figura 4: Arquitectura de la plataforma GPRS. 2.5 G.....	21
Figura 5: Arquitectura UMTS, Tercera generación.....	25
Figura 6: Arquitectura de UMTS en un nivel general.	26
Figura 7: Arquitectura detallada del sistema UMTS [22].	26
Figura 8: Site Access CLARO.	36
Figura 9: Site Access CLARO.	37
Figura 10: Site Access CLARO.	37
Figura 11: Nodo B Bogotá. Aranda.....	38
Figura 12: TSS Bogotá. Aranda.	39
Figura 13: BTS Manager.....	40
Figura 14: Prueba VSWR.....	41
Figura 15: Prueba DTF.....	42
Figura 16: Prueba RL.	42

Índice de Tablas

Tabla 1: PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	44
Tabla 2: Cronograma de actividades.....	45
Tabla 3: RESUMEN DEL ESTADO DE AVANCE DEL PROYECTO.....	46
Tabla 5: RESUMEN DEL ESTADO DE AVANCE DEL PROYECTO.....	47

RESUMEN

Intelcom Soluciones S.A.S¹, empresa de ingeniería prestadora de servicios en soluciones integrales de telecomunicaciones a nivel nacional, se encuentra comprometido con la calidad, la eficiencia, y la eficacia en cada uno de los proyectos en los cuales se realiza un seguimiento desde la concepción hasta su entrega final.

Intelcom Soluciones S.A.S desarrolla diferentes proyectos para compañías que prestan servicios de telefonía móvil tal como lo es CLARO², Movistar³ y Tigo⁴, por lo tanto, este proyecto consiste en brindar apoyo a la compañía Intelcom Soluciones S.A.S, mediante el análisis, diseño e implementación de estándares de calidad para la instalación y puesta en marcha de Nodos B, además detectar las falencias y corregirlas para que la empresa crezca y se solidifique aún más, logrando alianzas con más compañías de telefonía móvil y ser una competencia para el mercado de las comunicaciones. Asimismo brindar colaboración en el desarrollo de un nuevo portafolio para participar en licitaciones.

¹Propuesta de Trabajo de Grado en modalidad Pasantía Institucional para optar por el título de Ingeniero Electrónico, presentada ante el Comité Curricular y de Investigación el 22 de Octubre de 2012.

²Carlos A. Viteri, Profesor, Departamento de Electrónica, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, e-mail: caviteri@udenar.edu.co

³TEMC, Telefonía Movistar, 2012, documento en línea disponible en: <http://bandaancha.eu/articulo/7234/telefonica-ya-movistar-internet-fijo-movil-television>.

⁴Millicom, 2012, documento en línea disponible en: http://www.bnamericas.com/company-profile/es/Millicom_International_Cellular_S,A,-MIC

ABSTRACT

Intelcom SAS solutions, engineering firm provides services in telecommunications solutions nationally, is committed to quality, efficiency, and effectiveness in each of the projects which are tracked from conception to Final delivery.

Intelcom SAS Solutions develops various projects for companies providing mobile services as it is CLARO, Movistar and Tigo, therefore this project is to support the company Intelcom Solutions SAS, through analysis, design and implementation of standards quality for the installation and commissioning of Node B, and detect and correct flaws to grow the company and further solidify, making alliances with most mobile carriers and be a competition for the communications market. Also provide collaboration in the development of a new portfolio to participate in tenders.

INTRODUCCIÓN

La propuesta contenida en el presente documento desarrolla el trabajo de grado, en modalidad de pasantía institucional, elemento constituido como un requisito académico parcial para optar el título de Ingeniero Electrónico en la Facultad de Ingeniería y en el programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Nariño de la ciudad de Pasto.

El documento cumple con las Directrices para el Trabajo de Grado de Pregrado en modalidad de pasantía institucional, emitido por el Consejo de Facultad. También pretende contribuir al mejoramiento continuo de la infraestructura de las tecnologías de la información que tiene la empresa IntelcomS.A.S., una empresa de ingeniería prestadora de servicios en soluciones integrales de telecomunicaciones a nivel nacional.

El trabajo de grado en modalidad pasantía consiste en realizar una propuesta de innovación dentro de la empresa IntelcomS.A.S., además de cumplir con todas las tareas que me asignen durante el tiempo de la pasantía. Como primer paso en este documento se va a consignar el marco teórico haciendo referencia a la evolución que han tenido las telecomunicaciones, resaltando los cambios, tecnologías importantes y su evolución. Posteriormente para continuar los lineamientos del documento se explicara, se dará a conocer los objetivos propuestos y su desarrollo a lo largo de la pasantía dentro de la empresa.

Actualmente, se acepta la existencia de tres generaciones de comunicaciones móviles implementadas. Se conoce como primera generación, 1G, a las redes móviles analógicas o semianalógicas (con trayecto de radio analógico, pero con conmutación digital) establecidos a mediados de la década de 1980, como es el caso del sistema de Telefonía Móvil Nórdica (NMT) y el Sistema Americano de Telefonía Móvil (AMPS). Estas redes ofrecían servicios básicos a sus usuarios y se centraban en los servicios de voz, o relacionados con la voz. Las redes de 1G fueron desarrollados solo a escala nacional y con frecuencia los requisitos técnicos básicos se acordaban entre el operador de telecomunicaciones y el sector industrial del país y no se difundían las especificaciones. Por su naturaleza regional, las redes 1G no eran compatibles entre sí y, además, las comunicaciones móviles se consideraban entonces algo extraordinario, un valor añadido a las redes fijas.

Con el aumento de la necesidad de las comunicaciones móviles, aumentó también la de un sistema global de comunicaciones móviles. Los organismos internacionales de especificaciones comenzaron a definir cómo debía ser el sistema de comunicaciones móviles de segunda generación, 2G. En este nuevo

sistema las características esenciales debían ser la compatibilidad y la transparencia internacional; el sistema debía ser regional o semiglobal y los usuarios del sistema debían tener acceso a él desde prácticamente cualquier punto de la región definida. Desde el punto del usuario final, las redes de 2G ofrecían un paquete más atractivo porque, además del servicio de voz tradicional, incluían algunos servicios de datos y otros servicios adicionales más sofisticados.

La tercera generación, 3G, completa el proceso de globalización de las comunicaciones móviles. También se basa en las soluciones técnicas del sistema GSM por dos razones: por un lado la tecnología GSM domina el mercado y, por otro lado, debe sacarse el máximo rendimiento a las inmensas inversiones realizadas en este sistema. En materia de comunicaciones móviles, el mundo, y ahora Colombia, recorren un claro camino de innovación hacia 3G que permite mejorar la experiencia de los usuarios mediante la oferta de mayor velocidad de transmisión, mayor calidad y más servicios.

El agente depende cada vez más de su celular, creando nuevas oportunidades en comunicación, expresión y entretenimiento. Esto hace de 3G una necesidad para los operadores móviles locales y los consumidores finales.

Debido al crecimiento de la demanda de usuarios móviles en nuestro país, Nokia Siemens Network [NSN] constantemente realiza proyectos con el objetivo de mejorar la cobertura de telefonía móvil en nuestro país, mediante la alianza con tres compañías móviles como CLARO, MOVISTAR y TIGO.

Por lo tanto, el desarrollo de la pasantía institucional, tiene como objetivo focalizarse en la red UMTS e intentar profundizar en ella; en la topología de red de Acceso por Radio a la Red Terrestre UMTS, para esto se hace hincapié en las interfaces que interconectan los distintos nodos, el sincronismo, la señalización, integración y definición de parámetros específicos de radio para la puesta en marcha de un Nodo B en UMTS denominada Nodo B.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Generaciones de la telefonía móvil:

Las comunicaciones móviles como las conocemos hoy en día han pasado por diversas etapas de mejoras, es así que actualmente podemos diferenciar las diversas etapas de la evolución de la tecnología en las comunicaciones móviles.

Podemos apreciar en los años 1970's la aparición de la Primera Generación Celular con la tecnología AMPS (Advance Mobile Phone Service) usando un sistema analógico.

A inicios de los años 1990 apareció la Segunda Generación Celular ya con un sistema digital que utiliza la tecnología CDMA (Code Division Multiple Access), TDMA (Time Division Multiple Access) y GSM (Global System for Mobile Communication).

Actualmente, hoy tenemos en nuestro país la Tercera Generación y se está iniciando un proceso de migración hacia la Cuarta Generación, por parte de diversos operadores como CLARO, UNE, TIGO, MOVIESTAR, DirecTv y ETB, la cual brinda una mejor calidad y una mayor velocidad en la transmisión de datos en comparación a los sistemas de las otras generaciones haciendo uso de las tecnologías WCDMA (Wideband CDMA), CDMA 2000, TD-SCDMA (time division-synchronous CDMA), UWC-136 y DECT [Col2001] [Cur2002]

En la siguiente Figura 1, se aprecia de manera gráfica la evolución de las redes clásicas hacia redes NGN o de 4ta generación.

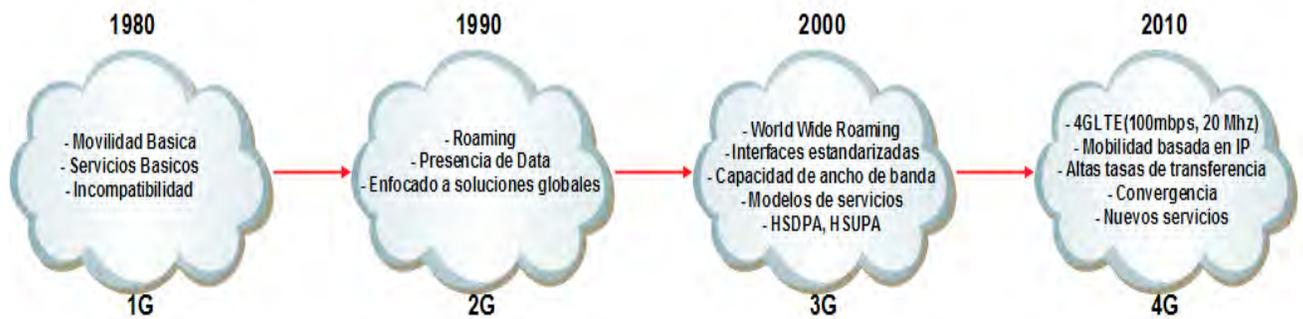


Figura 1: Evolución de las redes clásicas hacia redes NGN.⁵

A continuación veremos las diversas generaciones de las telecomunicaciones haciendo énfasis en las tecnologías que utilizan cada una de ellas y además hacer un breve explicación del funcionamiento de dichas tecnologías.

1.1.1. Primera generación⁶:

La introducción de los sistemas celulares de primera generación representa un salto en las comunicaciones móviles, especialmente en la capacidad del sistema y la movilidad de los usuarios. Los avances en la tecnología de los semiconductores y los microprocesadores hacen que los terminales sean más pequeños, livianos y sofisticados, que los convierte en prácticos para muchos más usuarios.

Esta primera generación de sistema celular transmitía solo voz analógica, la telefonía analógica utiliza las ondas de radio para establecer una comunicación. La voz se transmite sin ningún tipo de codificación, "tal cual es", por lo que es muy sencillo interceptar conversaciones realizadas con un móvil analógico. Al principio, los móviles analógicos eran muy pesados y voluminosos, ya que tenían que realizar una emisión de gran potencia para poder realizar una comunicación sin cortes ni interferencias. La idea de servicios de radio basados en celdas surgió a principios de la década del 70 en Bell Labs, en USA. A pesar de esto, los países Nórdicos fueron los primeros en introducir servicios celulares de primera generación para uso comercial en el año 1981, creando la NMT⁷. Luego en el año 1983 en los Estados Unidos se lanzó el servicio avanzado de telefonía móvil, llamado

⁵Wireless Internet Network Communications Architecture [IEC2007]

⁶DIAZ, Ernesto A. Sistema Móviles de Tercera Generación Hispanoamericana – México – Marzo 2000, 1ra edición.

⁷Nordic Mobile Telephone.

AMPS. Este fue un estándar rápidamente adoptado en Asia, América Latina y Oceanía. Con la introducción de la primera generación el mercado de los teléfonos móviles mostró un crecimiento entre el 30% y el 50% anual llegando a casi 20 millones de clientes registrados en 1990.

De la necesidad por reducir el tamaño de los teléfonos y de aumentar su operatividad, nació la telefonía CELULAR, y con ella su primer representante, el MOTOROLA DynaTAC.

La Telefonía celular se basa en dispersar antenas repetidoras de la señal emitida por los teléfonos de la misma forma que están dispersadas las células del cuerpo, es decir, donde acaba una, empieza la otra, de forma que se crean el mínimo número de "zonas muertas" (zonas sin cobertura), y se amplía el número de teléfonos capaces de operar en una misma red.

En la figura 2 se evidencia la arquitectura de una red AMPS de primera generación.

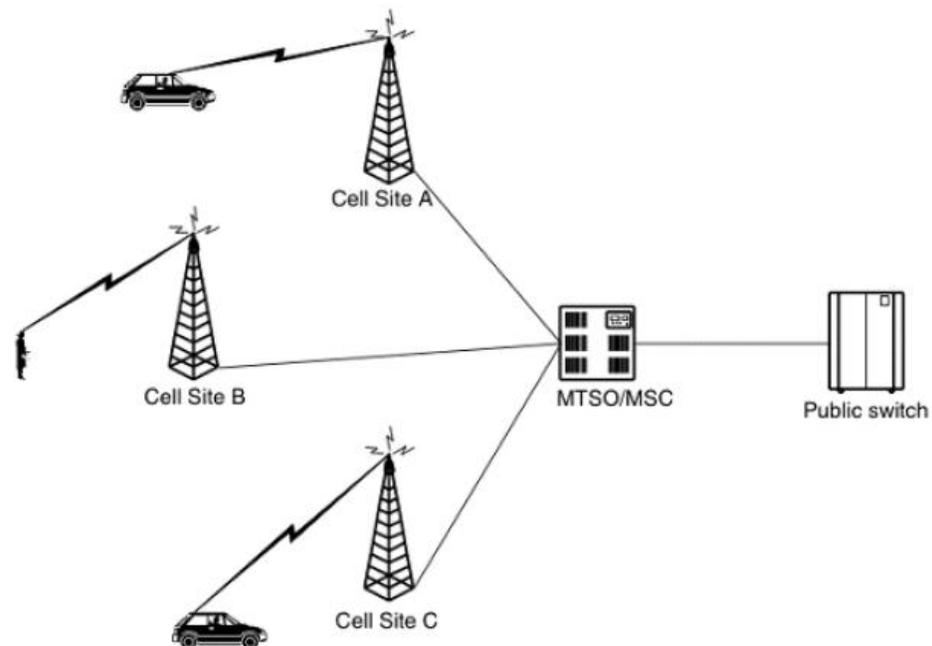


Figura 2: Arquitectura red AMPS, Red 1G⁸.

⁸3G Wireless Networks [Col2001]

1.1.2. Segunda generación⁹:

Un desafío que los sistemas analógicos tuvieron que enfrentar fue el de manejar el enorme crecimiento de la demanda de servicio de una forma eficiente. El desarrollo de la segunda generación de sistemas celulares fue impulsado principalmente por la necesidad de mejorar la calidad de transmisión, aumentar la capacidad y el área de cobertura del sistema. La tecnología digital fue entonces bienvenida, introduciendo ventajas, como facilidad de señalización, niveles menores de interferencia, integración de transmisión y conmutación, y una capacidad mucho mayor para satisfacer la creciente demanda.

Nuevos avances en la tecnología de semiconductores y equipos de microondas brindaron transmisión digital a los sistemas de comunicaciones móviles. La transmisión de voz todavía dominaba la mayor parte de las comunicaciones, pero las demandas del mercado por servicios de fax, SMS¹⁰ y transmisión de datos crecían rápidamente.

Servicios complementarios para prevención de fraudes como la encriptación de los datos se convertían en características estándar comparables con las de redes fijas. La segunda generación de celulares fue capaz de satisfacer estas demandas en forma aceptable. Los sistemas celulares de segunda generación incluyen GSM, D-AMPS (Digital AMPS), CDMA¹¹, TDMA¹² y PDC (Personal Digital Access). Hoy en día muchos estándares de primera generación y segunda generación se usan en las comunicaciones móviles mundiales. Diferentes estándares sirven a varias aplicaciones con distintos niveles de movilidad, capacidad y servicios. Muchos estándares son usados en un solo país o región y la mayoría son incompatibles, entre ellos GSM es la familia de estándares celulares que más éxito ha tenido soportando a 250 millones de los 450 millones de clientes registrados, haciendo roaming internacional en 140 países y 400 redes celulares.

La segunda generación llegó en 1990, y se diferencia de la primera por utilizar tecnología digital. GSM (Sistema Móvil General), ha sido el estándar europeo de telefonía móvil, cuyo éxito lo ha transportado a otras zonas del planeta (China, USA, etc.). Esta generación ha significado el primer acercamiento entre la telefonía móvil y la informática. El primer paso para este acercamiento fue la implantación de Internet en el móvil, lo que se denominó WAP (aunque el acceso es lento y pesado). El segundo paso ha sido crear un acceso más rápido y permitir la descarga y ejecución de

⁹DIAZ, Ernesto A. Sistema Móviles de Tercera Generación Hispanoamericana – México – Marzo 2000, 1ra edición.

¹⁰Short Message Service.

¹¹Code División Multiple Access.

¹²Time División Multiple Access.

aplicaciones comúnmente dedicadas al ordenador, como las descargas de JAVA2ME.

El GSM digitaliza y comprime voz y datos, para después enviarlos en un canal junto con otras dos series de datos del usuario en particular (el número de teléfono del usuario y su identificación de red). Opera con unas frecuencias de 900 Mhz, 1800 Mhz en Europa y Asia, y de 1900 Mhz en EE.UU, en Colombia se opera en las bandas de 850 y 1900 Mhz.

Gracias a la conversión de la onda original a un tipo de onda digital, se puede encriptar una conversación y protegerla, de forma que solo el teléfono receptor puede descodificar la información. Además, la digitalización permite aplicaciones como el reconocimiento de voz por parte de las operadoras, y un mejor trato informático de la información.

El GSM es un sistema basado en la informática, lo que facilita enormemente la transmisión de datos (sin ir más lejos, la propia voz se transmite como un archivo de datos que descodifica el terminal), y por tanto pueden crearse servicios de datos adicionales, como los mensajes cortos el envío de FAX, e-mail, Internet.

Estos servicios han seguido una evolución progresiva. El primer servicio de datos realmente utilizado ha sido el SMS, que, a su vez, es el más simple y rápido. Posteriormente se ha introducido Internet en su versión móvil, y servicios complementarios.

A continuación en la figura 3 se puede evidenciar la arquitectura de una red GSM de segunda generación.

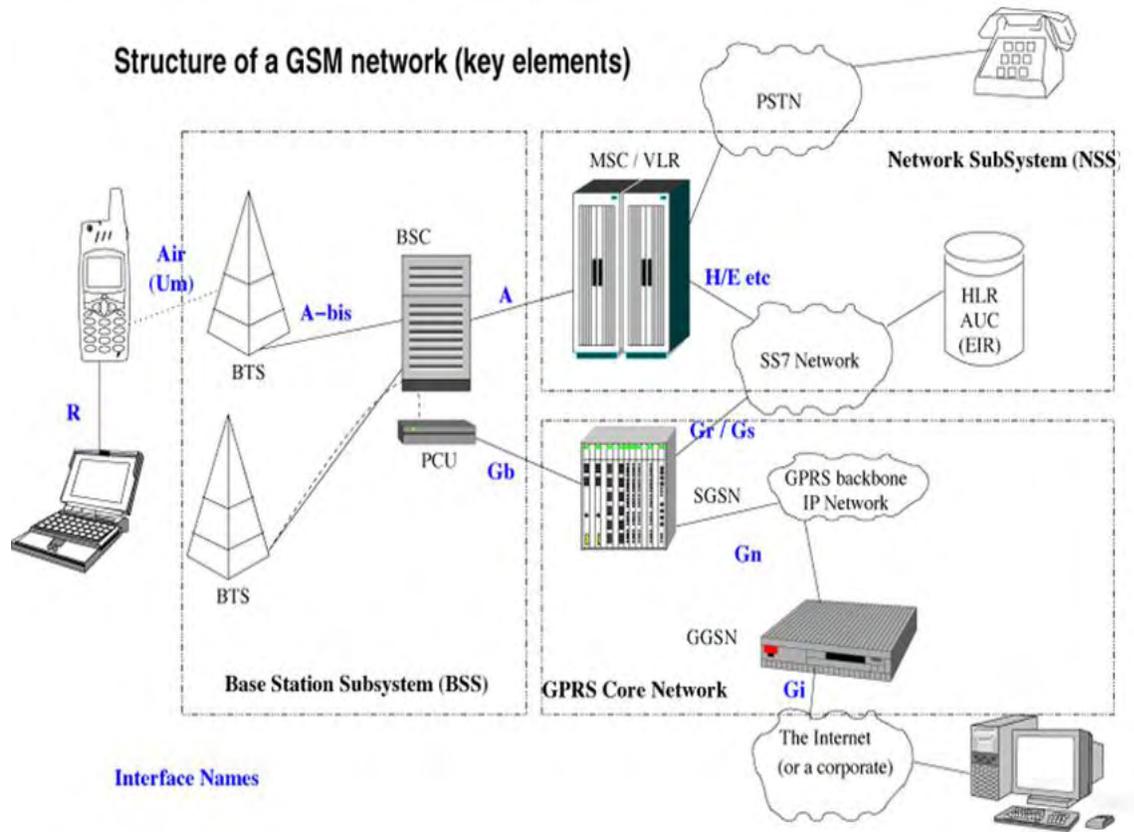


Figura 3: Arquitectura de una Red GSM. SEGUNDA GENERACIÓN¹³.

¹³3G Wireless Networks [Col2001]

1.1.2.1. Generación 2.5¹⁴:

La generación 2.5 es el nombre que recibe la evolución de los sistemas de 2G, sin embargo, el cambio no es tan radical como el paso de 1G a 2G. Pero se basa en la cantidad y calidad de los servicios ofrecidos a los usuarios; en otras palabras, intentar incrementar la capacidad de transmisión. Las funcionalidades se clasifican en dos tipos: servicios portadores y servicios suplementarios.

Pero el problema del sistema GSM, es la baja capacidad de transmisión de la interfaz de área. El sistema básico de GSM sólo podía proveer una tasa de transmisión de datos de 9.6Kbps, posteriormente se especificó a una tasa de 14.4 Kbps. Con dichas velocidades y para poder proveer todos sus servicios a los usuarios es necesario incrementar la capacidad del sistema con el uso de tecnologías como:

- HSCSD¹⁵: Circuitos conmutados de datos de alta velocidad que elevan las velocidades de datos hasta 57,6 kbps. Los HSCSD se pueden implantar en los GSM existentes mediante mejoras del software. Sin embargo, HSCSD perpetúa el uso ineficaz del espectro y de la transmisión que es inherente a cualquier circuito conmutado.
- GPRS¹⁶: La siguiente fase se llama GPRS, su significado: Servicios de Radio de Paquetes Generales, es de conmutación de paquetes y permite IP (protocolo de Internet) en todas las partes de la red GSM. Los usuarios no tienen que efectuar una llamada ya que están "siempre en línea". Las velocidades de datos pueden alcanzar hasta 115 kbps aunque en realidad suelen estar más próximas a 40-50 kbps.

Cabe señalar que la mayoría de los fabricantes decidieron usar GPRS, que eleva las tasas de transmisión hasta 115 Kbps; consiste en un sistema por switchero, por lo tanto, los recursos del sistema no son empleados continuamente, sólo cuando se transmite una señal. La utilización de un sistema GPRS es más costosa que un sistema HSCSD.

Pensando de manera específica en GSM, otra tecnología de 2.5 G es EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution) (Entorno GSM de Datos mejorado) que propone un sistema de modulación llamado eighth-phase shift keying (8PSK) con el inconveniente de que sólo puede ser

¹⁴HALONEN, Timo GSM, GPRS and EDGE Performance: Evolution Towards 3G/UMTS Editorial Hardcover Noviembre 2003

¹⁵High-Speed Circuit-Switch Data.

¹⁶General Packet Radio Services.

utilizado en cortas distancias. También es de conmutación de paquetes, y aumenta la velocidad de transmisión hasta un máximo teórico de 384 kbps.

A continuación en la figura 4 se muestra la arquitectura GPRS de la generación 2.5.

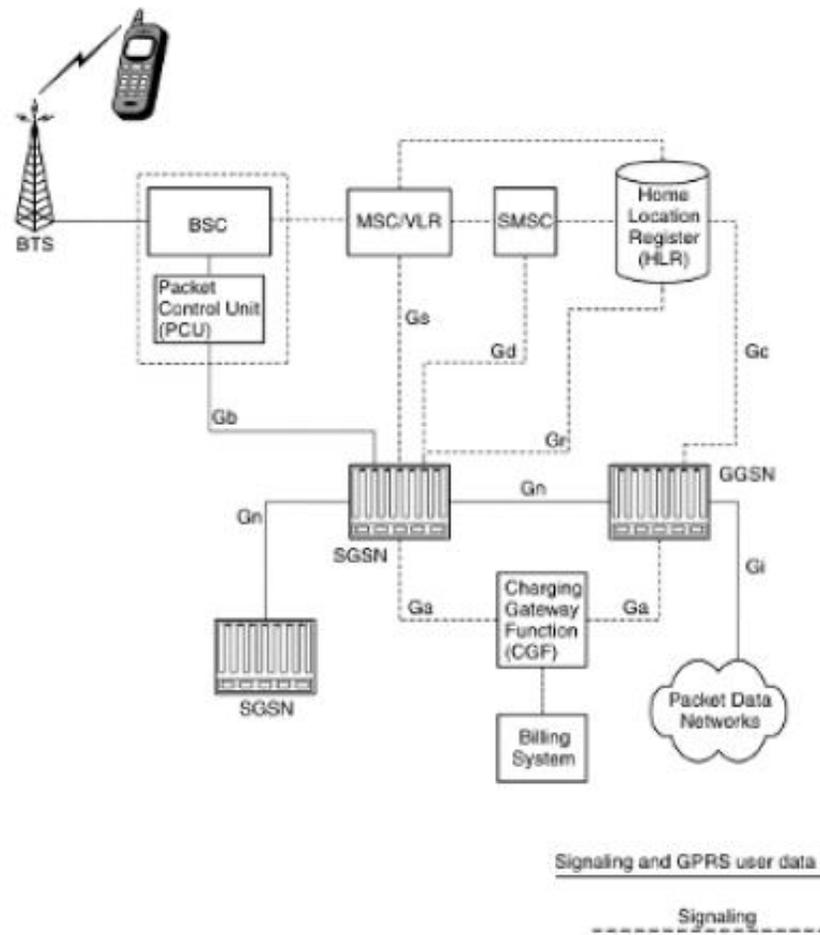


Figura 4: Arquitectura de la plataforma GPRS. 2.5 G.

1.1.3. Tercera Generación:

Los servicios ofrecidos por la generación 2.5G se veían limitados por la baja tasa de transferencia de datos a la que los usuarios podían acceder. Por lo tanto las operadoras y fabricantes de equipos de telecomunicaciones móviles se enfocaron en aumentar la capacidad de transmisión de datos para poder ofrecer a sus usuarios servicios tales como: Conexión a Internet desde el móvil, videoconferencias y descarga de archivos a una velocidad máxima de 2Mbps en condiciones óptimas. Como ha sido costumbre, los países asiáticos han sido pioneros en la implementación de las tecnologías móviles y en el año 2001 Japón se abrió paso en soluciones 3G. Muchos problemas logísticos y técnicos la han acompañado, pero se usó un nuevo sistema de transmisión de datos y diferentes requerimientos de estandarización.

La tercera generación de redes móviles, conocidas mundialmente como IMT-2000¹⁷, es una familia única de estándares compatibles entre sí con las siguientes características:

- Posibilidad de usarlos mundialmente.
- Posibilidad de usarlos en cualquier aplicación móvil.
- Soporte de transmisión de datos usando tanto conmutación de paquetes como conmutación de circuitos.
- Tasas altas de transmisión, llegando a 2Mbps.
- Utilización altamente eficiente del espectro.

IMT-2000 es un conjunto de requerimientos definidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones conocida mundialmente como ITU. IMT significa (Telecomunicaciones Móviles Internacionales) y el 2000 representa dos cosas; por un lado es el año en cual se esperaba el lanzamiento de los sistemas piloto y por otro lado la banda de frecuencia utilizada, que es la de 2000 MHz (definida en la WARC'92¹⁸, 1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz). Todos los estándares 3G están siendo desarrollados por organizaciones llamadas SDOs¹⁹.

¹⁷International Mobile Telecommunications 2000.

¹⁸World Administrative Radio Conference.

¹⁹Standard developing organizations.

En 1998 se presentaron un total de 17 propuestas para estándares IMT-2000. Once de estas propuestas se referían a sistemas terrestres y las seis restantes para sistemas móviles satelitales (MSS: Mobile Satellite Systems). La evaluación de estas propuestas fue finalizada al terminar el año 1998 y las negociaciones para crear un consenso sobre los diferentes puntos de vista presentados se completaron a mediados de 1999. Las 17 propuestas fueron en definitiva aceptadas por la ITU como estándares IMT-2000. Al final de 1999 salió la especificación para transmisión por radio, llamada RTT (Radio Transmision Technology).

Las propuestas más importantes de IMT-2000 son:

- UMTS²⁰, también llamada W-CDMA que se presenta como sucesora de GSM.
- CDMA2000 (IS-95).
- TD-CDMA (Time Division Synchronous CDMA) UWC-136/EDGE.

Todos ellos son desarrollos hacia las exigencias IMT-2000 de estándares que eran anteriormente líderes en el mundo de la telefonía celular.

El Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universal UMTS es la implementación Europea del concepto mundial de comunicaciones móviles IMT-2000. Aprovechando la excelencia en la tecnología de banda ancha celular, terrestre y satelital, UMTS garantiza el acceso a servicios abarcando desde la simple telefonía vocal hasta servicios multimedia inalámbricos de alta velocidad y calidad, independientemente de la ubicación física de los usuarios. Lleva la información directamente a los usuarios y les provee de acceso a nuevos servicios y aplicaciones. Ofrece comunicaciones móviles personales independientemente de la ubicación, red o terminal utilizados.

Más específicamente, los principales objetivos de UMTS son:

- Proveer un sistema integrado único en donde los usuarios pueden tener acceso a servicios en cualquier entorno y en una forma fácil y uniforme.
- Poder diferenciar entre distintos servicios ofrecidos por distintos proveedores.

²⁰Universal Mobile Telecommunications Service.

- Proveer una amplia gama de servicios de telecomunicaciones incluyendo aquellos provistos por redes fijas, que pueden requerir velocidades de hasta 2Mbps.
- Proveer roaming, es decir, permitir que un usuario que se encuentra lejos de su ambiente habitual pueda acceder a los servicios que usualmente utiliza en dicho ambiente.
- Brindar servicios de audio, video y particularmente multimedia.
- Permitir que en ambiente residencial un transeúnte tenga acceso a todos los servicios normalmente provistos por redes fijas.
- Proveer un sustituto de las redes fijas en lugares de alta densidad de población, bajo condiciones aprobadas por las autoridades reguladoras locales.
- Proveer soporte para interfaces que permiten el uso de terminales normalmente conectadas a redes fijas.
- Implementar UMTS-CTS (Cordless Telephony System), que consiste en tener un teléfono celular en el hogar, en vez de un teléfono fijo, con precios similares y ventajas técnicas.

UMTS permite entonces introducir muchas nuevas aplicaciones al conjunto mundial de usuarios y provee un vínculo vital entre los múltiples sistemas GSM actuales e IMT-2000. De esta forma se aumenta la velocidad de transmisión por usuario a 2Mbps y se establece un estándar para roaming global.

En la figura 5 se muestra la arquitectura general de la red 3G.

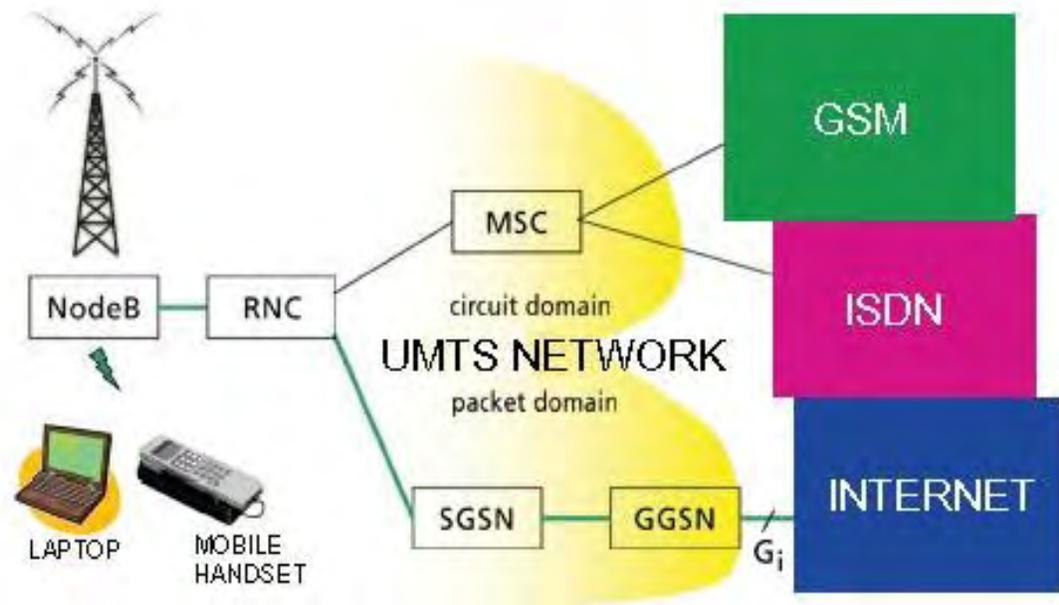


Figura 5: Arquitectura UMTS, Tercera generación²¹.

1.1.3.1. Estructura de la red UMTS²²:

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) presenta una arquitectura en la cual se describen tres elementos principalmente, el UE o equipo de usuario, UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) y la red central, dicho esquema se muestra en la figura 6. La interfaz Uu se encuentra entre el UE y la red UTRAN, y entre ésta y la red central o Core Network se encuentra la interfaz Iu. Cabe destacar que la interfaz entre el UE y la red UTRAN es la tecnología WCDMA, es decir, la conexión entre el equipo de usuario y la red de acceso de radio para UMTS es mediante la tecnología WCDMA.

²¹Página web: <http://www.mobilecomms-technology.com/projects/emtel/emtel1.html>

²²Archivo PDF: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/.../lem/.../capitulo1.pdf

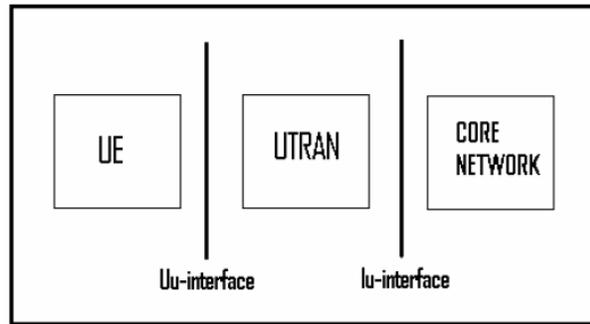


Figura 6: Arquitectura de UMTS en un nivel general.

Si consideramos una arquitectura más detallada de la red de UMTS, podemos encontrar diferentes elementos como lo son el BSS, BTS, RNS, Nodo B, RNC, MSC, VLR, HLR entre otros, y diferentes interfaces como lo son: la interfaz lu, Uu, lub y l entre otras, las cuales interconectan dichos elementos. Más adelante se explicarán más adelante dichos elementos e interfaces con el objetivo de entender mejor las tramas de comunicación de WCDMA [22]. Ver figura 7.

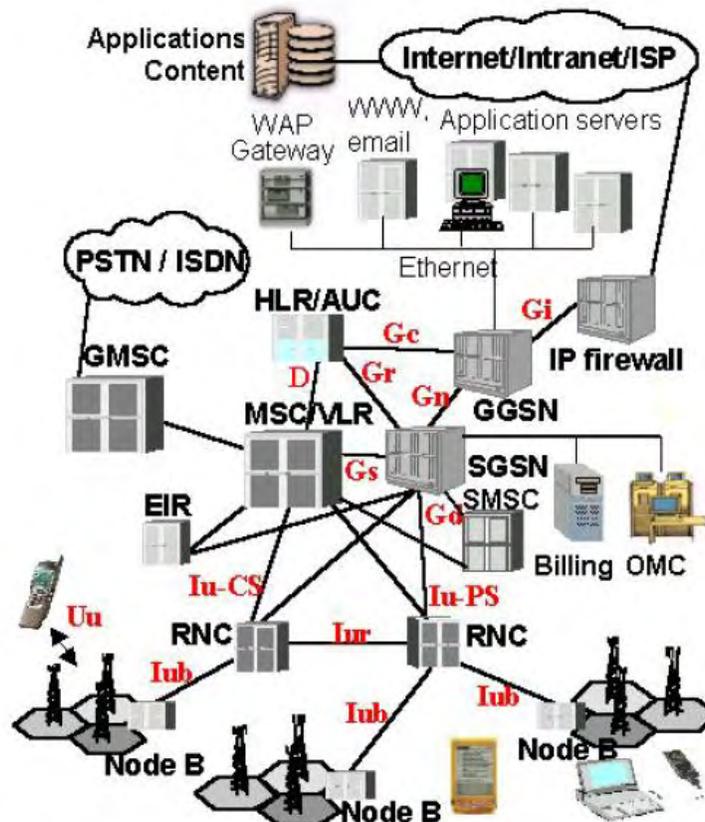


Figura 7: Arquitectura detallada del sistema UMTS[22].

1.1.3.2. Elementos que conforman la red UMTS [22]:

1.1.3.2.1. Equipo de usuario (UE):

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

Algunas de las propuestas para no perder la inversión en la infraestructura de GSM, es crear equipos con sistemas duales, es decir, que puedan acceder a ambas redes, esto mientras que consolida el cambio a 3G. El único inconveniente es que el costo de dichos equipos aumentaría de manera considerable, y una de las propuestas desde la 2G es hacer los equipos más económicos y pequeños.

1.1.3.2.2. Interfaz Uu:

La interfaz Uu se encuentra entre el equipo de usuario y la red UTRAN. La tecnología que utiliza para acceder al medio es WCDMA.

1.1.3.2.3. Red de Acceso de Radio UMTS:

UTRAN es el nombre de la nueva red de acceso de radio diseñada para el sistema UMTS. Tiene dos interfaces que lo conectan con la red central y con el equipo de usuario. La interfaz Iu y la interfaz Uu respectivamente.

La red UTRAN consiste de varios elementos, entre los que se encuentran los RNC (Radio Network Controller) y los Nodo B. Ambos elementos juntos forman el RNS (Radio Network Subsystem).

Las interfaces internas de UTRAN incluyen la interfaz Iub la cual se encuentra entre el Nodo B y el RNC y la interfaz Iur que conecta a los RNC entre sí.

1.1.3.2.4.RCN (Radio Network Controller):

El RNC controla a uno o varios Nodos B. El RNC se conecta con el MSC mediante la interfaz IuCS o con un SGSN mediante la interfaz IuPs. La interfaz entre dos RNC's es lógicamente y es la interfaz Iur por lo tanto una conexión directa entre ellos no es necesario que exista. Si comparamos al RNC con la red de GSM, éste es comparable con el BTS (Base Station Controller).

Dentro de las funciones ejecutadas por el RNC están:

- Manejo de los recursos de transporte de la interfaz Iu.
- Control de los recursos lógicos O&M del Nodo B.
- Manejo de la información del sistema y de los horarios de la información del sistema.
- Manejo de tráfico en los canales comunes.
- Combinación en la Macro diversidad y división de las tramas de datos transferidas sobre muchos Nodos B.
- Modificación del grupo activo de células lo que se traduce en un Soft Handover.
- Asignación de códigos de canalización en el enlace de bajada.
- Control de potencia de lazo abierto para el enlace de subida.
- Control de potencia para el enlace de bajada.
- Control de admisión.
- Manejo de los reportes.
- Manejo del tráfico en los canales compartidos.

1.1.3.2.5. Nodo B:

El nodo B es el equivalente en UMTS, el BTS de GSM (Base Transceiver Station). El Nodo B puede dar servicio a una o más células, sin embargo las especificaciones hablan de una sola célula por Nodo B.

Dentro de las funciones ejecutadas por el Nodo B están:

- Implementación lógica del O&M.

- Mapeo de los recursos lógicos del Nodo B en los recursos de hardware.
- Transmisión de los mensajes de información del sistema de acuerdo con el horario determinado por el RNC.
- Combinación para la Macro diversidad y división de las tramas de datos internas al Nodo B.
- En el modo FDD, el control de potencia de lazo cerrado en el enlace de subida.
- Reportar las mediciones de la interferencia en el enlace de subida y la información de la potencia en el enlace de bajada.

En el Nodo B se encuentra la capa física de la interfaz aérea, es por ella que además de las funciones que debe ejecutar por su naturaleza, debe realizar las funciones propias de la capa 1.

1.1.3.2.6. Interfaz Lu:

Esta interfaz conecta a la red central con la red de acceso de radio de UMTS (UTRAN). Cabe mencionar que UTRAN es un concepto genérico y puede tener muchas implementaciones físicas. La primera a ser implementada es la UTRAN, la cual utiliza la tecnología de WCDMA como interfaz aérea.

Es la interfaz central y la más importante para el concepto de 3GPP. La interfaz lu 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 interfaz lu-CS la que sirve de enlace entre UTRAN y el MSC, y es la interfaz lu-PS la encargada de conectar a la red de acceso de radio con el SGSN de la red central.

Dentro de las funciones de esta interfaz, también se encuentra el servir como enlace en BRAN²³ (Broadband Radio Access Network). BRAN es otra implementación física al concepto genérico de UTRAN el cual conecta a la red central con la red de acceso de radio HIPERLAN2 [23].

²³BRAN puede aceptar velocidades de datos de hasta 30 Mbps. Utiliza el espectro de radio no licenciado de 5 GHz y puede dar servicio a un área de 30 a 50 m en un ambiente de espacios cerrados, y de 150 a 200 m en un ambiente de espacios abiertos. Las aplicaciones típicas de HIPERLAN2 son computadoras portátiles con módems inalámbricos.

1.1.3.2.7. Red Central (Core):

La red central se encuentra formada por varios elementos los principales son MSC (pieza central en una red basada en conmutación en circuitos) y el SGSN (pieza central en una red basada en conmutación de paquetes).

1.1.3.2.8. MSC (Mobile Switching Center):

Como ya se mencionó, el MSC es la pieza central de una red basada en la conmutación de circuitos. El mismo MSC es usado tanto por el sistema GSM como por UMTS, es decir, la BSS 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 MSC's.

Las funciones principales del MSC se listan a continuación:

- Voceo.
- 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 (especialmente del complejo proceso de Handover entre sistemas).
- Colectar los datos para el centro de facturación.
- Manejo de los parámetros para la encriptación.
- Intercambio de señalización entre diferentes interfaces.
- Manejo de la asignación de frecuencias en el área del MSC.
- Control y operación de la cancelación del eco.

En el MSC se realiza la última etapa del MM (Mobility Management) y del CM (Connection Management) en el protocolo de la interfaz 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.

En UTRAN, el desarrollo de todo el trabajo se centra en conservar las capas de administración en la movilidad (MM) y administración de la conectividad (CM) independientes de la tecnología de radio utilizada en la interfaz aérea. Esta idea se lleva a cabo en los conceptos AS y NAS. El AS (Access Stratum) es una entidad funcional de UTRAN que incluye los protocolos de acceso de radio entre el UE y UTRAN, mientras que el NAS (Non Access Stratum) incluye los protocolos entre el UE y la CN. El AS termina en UTRAN mientras que el NAS UTRAN es transparente ya que termina en la CN.

1.1.3.2.9. SGSN (Service GPRS Support Node):

El SGSN es la pieza central en una red basada en la conmutación de paquetes. El SGSN se conecta con UTRAN mediante la interfaz Iu-PS y con el GSM-BSS mediante la interfaz Gb.

El SGSN contiene la siguiente información:

- Información de suscripción.
- IMSI (International Mobile Subscriber Identity).
- Identificaciones temporales.
- Dirección PDP.
- Información de ubicación.
- La célula o el área en la que el móvil está registrado.
- Número VLR.

Una vez se estudió la arquitectura de estándar de tercera generación UMTS, podremos comenzar la descripción de las funciones desempeñadas en la pasantía dentro de la empresa INTELCOM SOLUCIONES S.A.S.

2. PASANTIA EN INTELCOM SOLUCIONES S.A.S

INTELCOM SOLUCIONES S.A.S, es una entidad prestadora de servicios de telecomunicaciones de alta complejidad que tiene como eslogan la “excelencia en calidad, eficiencia y eficacia al servicio de las telecomunicaciones”, lo cual significa que todos sus procesos internos deben estar guiados a hacer esto realidad.

Debido a la demanda exponencial de usuarios móviles durante los últimos años, Nokia Siemens Network (NSN), está constantemente realizando proyectos que pretenden expandir y mejorar la cobertura móvil dentro de todo el territorio nacional, y es así como INTELCOM SOLUCIONES S.A.S, desarrolla y ejecuta los proyectos de dicha índole con NSN, de esta manera realice la pasantía dentro de esta empresa.

La pasantía institucional, tuvo como objetivo principal la implementación y puesta en marcha de Nodos Ben UMTS.

Para la implementación de los Nodos B se realizó un estudio acerca de la topología de red de acceso por radio a la red terrestre UMTS (UTRAN), además de las interfaces necesarias para las interconexiones con todos los nodos, el sincronismo, la señalización, integración y definición de los parámetros específicos de radio para la puesta en marcha de la Nodo B UMTS, nodo B.

2.1. Objetivos:

2.1.1. Objetivo general:

Participar en el análisis, diseño e implementación de Nodos B en redes de comunicaciones móviles UMTS/HSDPA, para la compañía Intelcom Soluciones SAS.

2.1.1.1. Objetivos específicos:

- Estudiar el protocolo para la instalación de Nodos B, incluyendo componentes Hardware y Software.
- Realizar una evaluación del proceso de implementación para la puesta en marcha de una red de acceso UMTS/HSDPA, y diseñar mejoras a inconvenientes que se presenten.

- Documentar todos los procesos, análisis, diseño e implementación y proponer mejoras en cuanto a la organización y estandarización de la misma.

2.1.2. Alcances principales y resultados:

La pasantía, como requisito para obtener el título de Ingeniero Electrónico, la inicié en INTELCOM SOLUCIONES S.A.S, el día 2 de Abril del presente año, hasta el pasado 2 de Octubre.

Durante el periodo de pasantía institucional, se cumplió con todos y cada uno de los objetivos planteados en el anteproyecto y que se describirán en este documento.

El objetivo principal fue participar en el análisis, diseño e implementación de Nodos B en redes de comunicaciones móviles UMTS/HSDPA, para la compañía Intelcom Soluciones SAS. Para llevar a cabo este objetivo, a continuación se mencionaran las tareas que se realizaron, sus alcances y el aprendizaje obtenido.

Como valor agregado puedo concluir que la empresa INTELCOM SOLUCIONES S.A.S se benefició de mis aportes durante este tiempo, ya que además de que esta se mantiene vigente en el mercado como una valiosa empresa de soluciones a las telecomunicaciones en Colombia, aumento el número de proyectos con diferentes empresas multinacionales de telecomunicaciones. Además mejore y rediseñe el portafolio de servicios que ofrece la empresa, todo esto enfocado en la búsqueda de fortalecer y crear nuevas alianzas siendo así una empresa competitiva en el mercado de las telecomunicaciones.

También cabe resaltar que con mi esfuerzo realizado dentro de la empresa, se abre la posibilidad de vinculación a estudiantes de la Universidad de Nariño dentro de esta empresa.

- Estudiar la guía de proyecto CLARO 3G_NSN, iniciando con la identificación y apropiación de los formatos básicos usados en lenguaje de redes de telecomunicaciones. Como son: TSS, SMR, Datafill.
- Aprender a usar la plataforma para la solicitud de permisos a Nodos B CLARO y la plataforma para subir la documentación de cada Nodo B.
- Estudiar la normativa para la instalación de equipos Nokia de tecnología Flexi/UMTS.

- Aprender el funcionamiento del hardware de la arquitectura de un Nodo B.
- Aprender el manejo del software para el funcionamiento de un Nodo B, entre los cuales están: BTS Manager, Field Test, Remote profesional, Nokia PC Suite.
- Aprender a diligenciar los formatos para la entrega adecuada de la documentación solicitada. Teniendo en cuenta, parámetros y componentes según cada Nodo B. Apoyados en registros fotográficos y software.

2.1.2.1. Alcances secundarios:

- Rediseño del portafolio de servicios:
 - Se desarrolló propuestas como el cambio de imagen de la presentación del portafolio de servicio de INTELCOM SOLUCIONES S.A.S, además del cambio de gráficos actuales acordes con la última tendencia en la tecnología se agregó la oferta de servicios como la instalación y alimentación de equipos multi-radio, comisionamiento e integración de radio bases de cuarta Generación.
- Se diseñaron nuevos formatos para mejorar el trabajo técnico en de las estaciones base y así agilizar y facilitar su individualización para su posterior trabajo de campo:
 - Diseño de formatos para abordar Nodos B, un portafolio de servicios actualizado, página web actualizada.
 - Diseño del formato para la evaluación del proceso de implementación y puesta en marcha de la red de acceso UMTS. El formato que se desarrolló fue de acuerdo a la socialización con el equipo de trabajo que se compone de técnicos instaladores, documentador y coordinador de proyectos.
- Se implementaron mejoras definitivas en la forma de abordar los nodos B y se encontraron las falencias claves que hacían de este procedimiento algo muy lento y tedioso, las falencias se identificaron en el trabajo de campo y en la medida en que los técnicos de la cuadrilla desarrollaban su trabajo, a continuación se las muestra en el listado:

- Fotografías faltantes o que no aplican.
 - Cambios en el diligenciamiento de formato de documentación.
 - Pruebas Site Master mal tomadas.
 - El no reportar inconsistencias.
 - Inconsistencia con el material sobrante.
 - Printscreen mal tomado y sin adjuntar el mismo que demuestre la falla.
 - Inconsistencia con el permiso y ventana aprobada.
 - Organización adecuada del registro fotográfico.
- Se aprendió cómo se crean los parámetros para que una Nodo B UMTS funcione correctamente de acuerdo a las necesidades geográficas y comerciales. Todo esto lo acoge el formato llamado Datafill, este documento contiene los parámetros de un Nodo B como son: frecuencia de control, frecuencia de hopping, MAL, RNC, cid, nemónico, adyacencias, azimut, tilt mecánico, tilt eléctrico, altura de la torre, etc.

2.1.3. Metodología:

El proyecto que INTELCOM SOLUCIONES S.A.S tiene con Nokia, y el cual fue mi responsabilidad llevar a cabo, se desarrolló alcanzando los siguientes pasos:

2.1.3.1. Listado de Nodos B y orden de trabajo:

Nokia envía un listado de Nodos B, los cuales van a ser el sitio de trabajo designado para cada semana, cada Nodo B tiene su propia identificación; Nokia asigna una orden de trabajo "PO" a cada una de las estaciones; esta orden está compuesta por una serie de números que identifican completamente a dicho Nodo B.

Posteriormente Nokia envía una serie de documentos para empezar con la ampliación de un sector nuevo en nodo B designados así:

- TSS (TechnicalSiteSurvey- Estudio Técnico Del Sitio) que describe que sector o sectores nuevos en nodos B se debe implementar e

integrar según el requerimiento del cliente. Estas implementaciones deben cumplir con los estándares de calidad establecidos por NSN.

- SMR (Solicitud Entrega De Equipos), este es un documento en donde se listan los equipos que se van a recibir para la instalación del sector nuevo en nodo B.
- PYD (data fill) contiene parámetros necesarios para la integración del sitio en nodo B.

2.1.3.2. Permisos y Site Access Claro:

A continuación, se recibe la programación de Nokia y se procede con la solicitud de permisos en el Site Access de CLARO: http://166.210.32.45/site_access/ (Figura 8).

Todos los permisos deben ser solicitados de forma individual y con afectación de servicio leve. Este permiso de acceso, es el primer paso para ingresar a una Nodo B y debe estar aprobado por CLARO.



Figura 8: Site Access CLARO.

Cuando el permiso se encuentre aprobado en el Site Access (Figura 8), se envía la solicitud de ventana de mantenimiento al Field Manager de NSN,

teniendo en cuenta que las ventanas se solicitan con un mínimo de tiempo de 48 horas antes de la actividad, esta solicitud de ventana se requiere con el fin de notificar que habrá afectación de servicio en un día y horas específicas. (Figura 9)

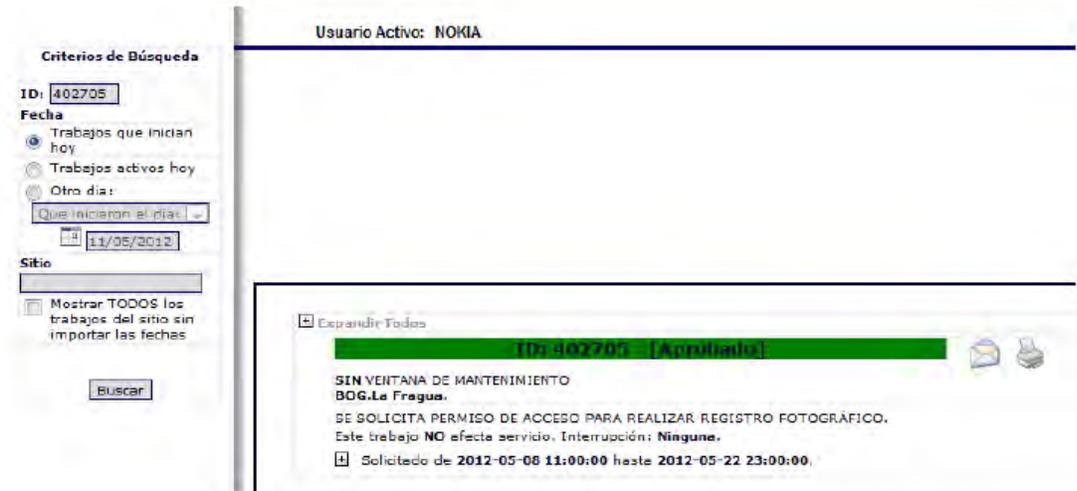


Figura 9: Site Access CLARO.

A continuación se hace un seguimiento al Site Access para confirmar que la ventana solicitada fue aprobada o no.(Figura10). Y notificarlo al Field manager de NSN.

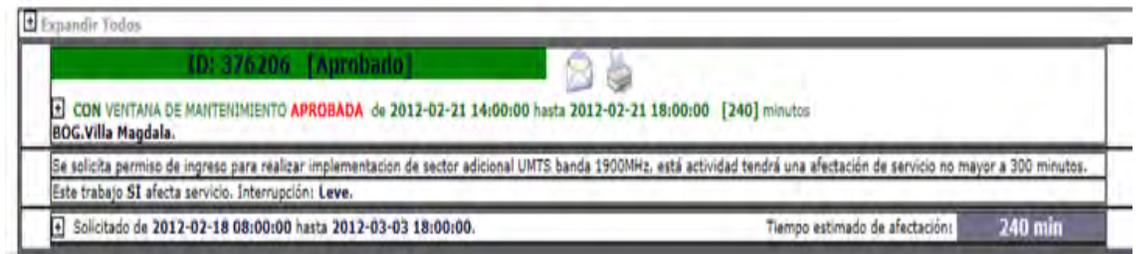


Figura 10: Site Access CLARO.

2.1.3.3. Instalación equipos UMTS 1900:

Para la instalación de los equipos UMTS 1900 Nokia realiza los siguientes pasos:

- Nokia envía un correo comunicando cuando se van a entregar los equipos necesarios para la ampliación requerida de cada Nodo B. La empresa que distribuye los equipos de Nokia se llama Panalpina y esta empresa designa una fecha y hora de entrega de equipos en elNodo B correspondiente.
- Para la recepción de los equipos, la persona encargada de coordinar el proyecto en INTELCOM SOLUCIONES S.A.S asigna a un personal capacitado de la cuadrilla para recibir los equipos en elNodo B, a la hora y fecha designa anteriormente, esto con el fin de verificar que hardware se encuentre en buen estado.
- Panalpina entrega un documento que hace constar que el hardware entregado está en condiciones óptimas.
- Se revisa que el sitio cuenta con los requerimientos hechos en el TSS (obra civil terminada y acorde a lo solicitado en el TSS), (Figura 11). De lo contrario se reporta de inmediato cualquier novedad.



Figura 11: Nodo BBogotá.Aranda.

- A continuación los técnicos que conforman la cuadrilla, pueden empezar con la instalación del hardware para el sector que se solicita la ampliación en TSS (Figura 12).



Figura 12: TSS Bogotá. Aranda.

2.1.3.4. Comisionamiento e integración del Nodo B:

Una vez lista la instalación de hardware, se comienza con el comisionamiento e integración del NodoB, es decir, establecer todos los parámetros en el NodoB. Los pasos a seguir son:

- Se solicita al Centro de Operaciones de Red (NOC), abrir ventana, dentro de los horarios establecidos en el permiso. De igual forma debe ser reportado al integrador de NSN.
- Aprobado el paso anterior, se realizar el comisionamiento, para esto se utiliza un programa de gestión, propietario de Nokia llamado “Nokia BTS Manager”, (Figura 13). Se conectar el System Module al computador por medio de cable RJ45, con el fin de obtener datos por medio del programa BTS Manager. Con esta aplicación se puede acceder directamente a la herramienta que permiten configurar diferentes elementos y obtener la siguiente información:
 - Número de sectores o antenas con las cuales trabajará la Nodo B.
 - Identificación del Nodo B (nombre, sitio, código).
 - Número de alarmas de dispositivos externos a activar.
 - Archivos de respaldo que solicita Nokia.



Figura 13: BTS Manager.

El programa BTS Manager, indica si el sitio se encuentra alarmado, si la instalación del hardware es la correcta, si el sector a ampliar es el solicitado por NSN, si los parámetros son los indicados en el PYD, los cuales son suministrados por NSN. En caso contrario solucionarlo inmediatamente dentro de las posibilidades del comisionamiento.

El comisionamiento e integración de un NodoB, consiste en entregar evidencia que garantice el trabajo realizado en sitio, por lo tanto Nokia solicita dos archivos de respaldo, los cuales se envían desde el sitio de trabajo, estos archivos se obtienen del BTS Manager:

- Antes de la implementación, debe enviar un reporte Pre – Upgrade, en este reporte debe contener la siguiente información: CheckList, Snapshot, pruebas de llamadas voz y datos (se realiza con BTS Manager, Nokia PC SUITE y FIELD TEST). Es decir, cuando se ingresa a la estación se obtiene los archivos que indican cómo se encuentra la Nodo B.
- Después de la implementación, se realizan pruebas del nuevo sector y de los sectores que se puedan ver involucrados en la ampliación. Y se envía un reporte Pos – Upgrade, que contiene los siguientes archivos: Snapshot, Pruebas De Llamadas Voz Y Datos (se realiza

con BTS Manager, Nokia PC SUITE y FIELD TEST). Base Line, Reporte Radiante. Los mismos indican si el comisionamiento se efectuó correctamente.

Nokia en el TSS solicita para estaciones base con arquitectura Stock otro tipo de prueba de guías, las cuales se realizan por medio del equipo Site Master, y así se verifica la funcionalidad del sistema y se obtienen los siguientes resultados:

- VSWR (Voltage Standing Wave Ratio), medida de desadaptación entre la impedancia del transmisor y de la antena. A mayor VSWR, es peor la adaptación. $VSWR=1$ = Adaptación perfecta. Este valor es medido en cada uno de los cables Feeder de las antenas y para que cumpla con las normas de instalación este debe ser menor a 1.35 definida por el fabricante.(Figura 14.)

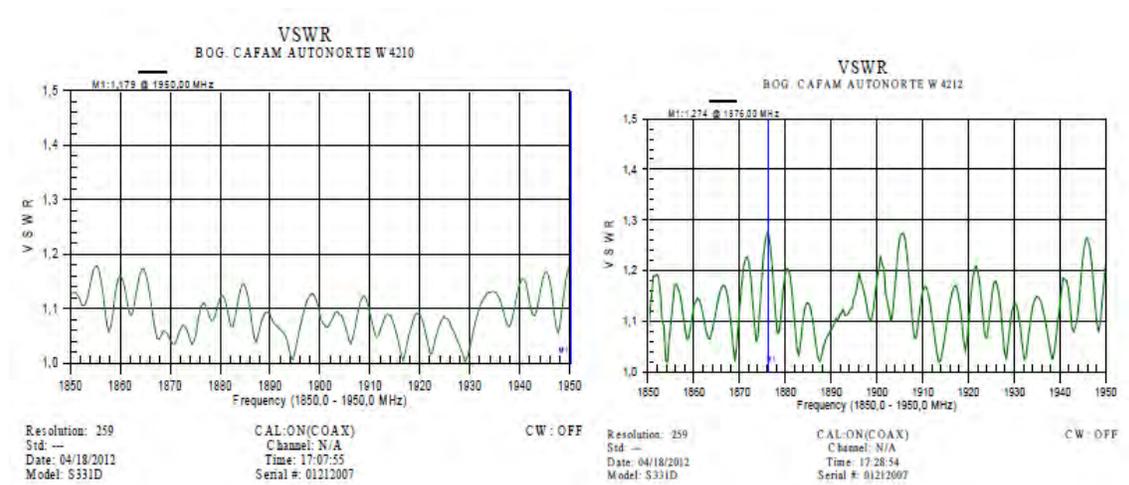


Figura 14: Prueba VSWR.

- DTF (distancia a la falla) Para realizar esta medición el generador envía una señal, la cual al momento de encontrar un obstáculo en la línea, ya sea una antena, carga o inclusive un conector, retorna al generador, de esta manera indica a qué distancia retornó la señal, con lo que permite saber cuál es el largo del Feeder que se está midiendo. Esta medición es fiable siempre que el Feeder que se está midiendo no se encuentra dañado, y se haya tratado de manera correcta respetando la curvatura que se le debe dar al Feeder para no aumentar la atenuación. Las mediciones que se realizaron a cada Feeder fueron con sus respectivas antenas y en el caso de que se

tenga que medir algún cable que se encuentra entre dos splitter o dos elementos divisores de señal, esta medición se debe realizar con carga. Esta prueba debe ser menor a 1.12 en conectores. (Figura 15).

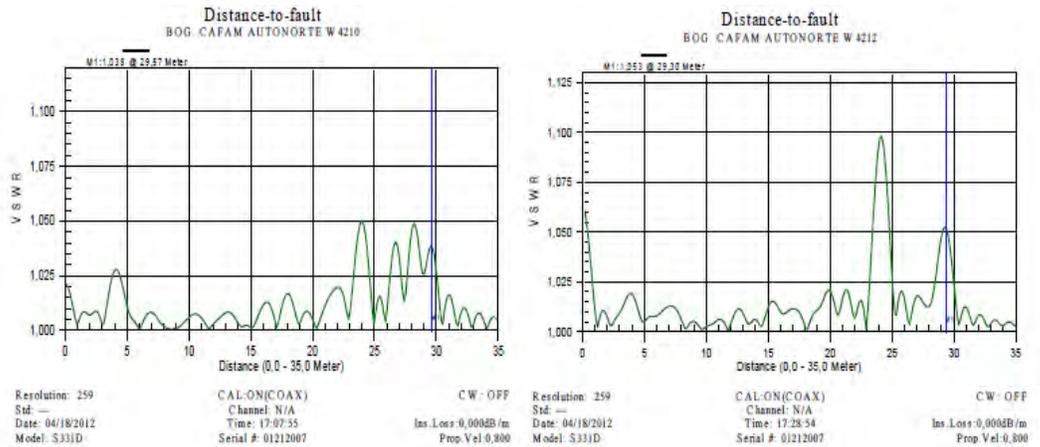


Figura 15: Prueba DTF.

- RTL (perdida de retorno) Esta medida de adaptación de un sistema de antenas proporciona información de la condición básica del sistema. Si ya durante esta prueba se detectan problemas, se puede asumir con un alto grado de certeza que el sistema contiene fallas que afectarán al cliente. Este valor solicitado por el fabricante no debe estar por debajo de -14 dB, (Figura 16).

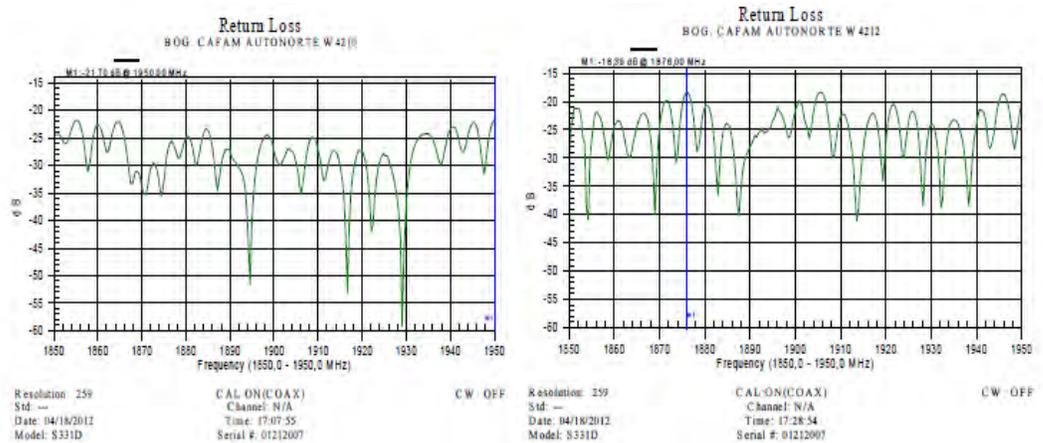


Figura 16: Prueba RL.

Las gráficas anteriormente mostradas, se las obtiene directamente del equipo Site Máster.

Al concluir la instalación, el comisionamiento y la integración; se notifica al Centro de Operaciones de Red(NOC) que la Nodo B está en funcionamiento, de manera que se oficializa su operación y se empieza a trabajar comercialmente, ya que el sector nuevo se encuentra radiando.

Al finalizar Nokia solicita un Site folder que contiene los siguientes archivos:

- Base Line.
- Acta de Material Sobrante.
- CheckList.
- Formato Feeder si aplica.
- Pruebas de llamadas voz y datos.
- Reporte radiante.
- SiteAcceptance.
- Mail de solicitud de integración.
- Archivos de comisionamiento.
- Registro fotográfico de la estación.

De esta manera, la puesta en marcha de Nodos B, es aceptada si los Ítem correspondientes se encuentran acorde a las especificaciones plasmadas en el explicativo facilitado por NOKIA. Y el personal auditor de CLARO acepta el Site folder de acuerdo a lo encontrado en sitio. Por estarazón la documentación es de vital importancia, ya que indica que una Nodo B se completó de acuerdo a lo solicitado.

2.2. Desarrollo de la pasantía de acuerdo a los cronogramas:

A continuación se evidencian los cronogramas dispuestos a lo largo de la pasantía institucional en INTELCOM SOLUCIONES S.A.S, estos cronogramas fueron diseñados bimensualmente, y gracias a un estricto orden y distribución del tiempo, pude concluir con todas las tareas y objetivos anteriormente expuestos en este documento. La tabla 1 describe el presupuesto de todo el proyecto.

Tabla 1: PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

Recurso	Costo
Financiado por la estudiante	
Papelería	50.000
Total	50.000
Financiado por la Empresa Intelcom Soluciones S.A.S*	
Salario Mínimo Legal Vigente Mensual	3.400.200
Auxilio de Transporte	406.800
Total	3.807.000
Total del proyecto	3.857.000

*Intelcom Soluciones S.A.S. propone usar un celular Nokia de alta gama para la instalación de software propio de la compañía, útil para el desarrollo de labores de documentación de ingeniería, pero no es obligación comprarlo.

2.2.1.Primer cronograma:

Las actividades a realizar durante el tiempo como pasante dentro de la compañía Intelcom Soluciones S.A.S. se describen en la (Tabla2), (Abril-Junio del 2012.)

Tabla 2:RESUMEN DEL ESTADO DE AVANCE DEL PROYECTO.

Ítem	% terminado
Objetivos	
Estudiar el protocolo para la instalación de Nodos B, incluyendo componentes Hardware y Software.	Alcanzado
Realizar una evaluación del proceso de implementación para la puesta en marcha de una red de acceso UMTS/HSDPA, y diseñar mejoras a inconvenientes que se presenten.	No Alcanzado
Documentar todos los procesos, análisis, diseño e implementación y proponer mejoras en cuanto a la organización y estandarización de la misma.	Alcanzado
Actividades	
Investigación de las normativas que NSN solicita.	90
Uso y supervisión de las normativas de NSN.	70
Estudio y apropiación del hardware básico de un NodoB.	50
Puesta en marcha de un NodoB.	70
Verificar y controlar permanentemente la existencia de inconsistencias.	20
Proponer mejoras para la empresa en cuanto a calidad.	5
Realizar la Documentación Flexi/UMTS, proyecto NOKIA 3G.	90
Desarrollar nuevas propuestas en el portafolio de servicios.	2
Desarrollar metodologías a seguir a la hora de abordar una estación base.	5
Avance general del proyecto	Satisfactorio

2.2.2. Segundo cronograma:

Las actividades a realizar durante el tiempo como pasante dentro de la compañía Intelcom Soluciones S.A.S. se describen en la (Tabla3), (Junio-Agosto del 2012.)

Tabla 3: RESUMEN DEL ESTADO DE AVANCE DEL PROYECTO.

Ítem	% terminado
Objetivos	
Estudiar el protocolo para la instalación de Nodos B, incluyendo componentes Hardware y Software.	Alcanzado
Realizar una evaluación del proceso de implementación para la puesta en marcha de una red de acceso UMTS/HSDPA, y diseñar mejoras a inconvenientes que se presenten.	No Alcanzado
Documentar todos los procesos, análisis, diseño e implementación y proponer mejoras en cuanto a la organización y estandarización de la misma.	Alcanzado
Actividades	
Investigación de las normativas que NSN solicita.	90
Uso y supervisión de las normativas de NSN.	70
Estudio y apropiación del hardware básico de un Nodo B.	50
Puesta en marcha de un Nodo B.	70
Verificar y controlar permanentemente la existencia de inconsistencias.	20
Proponer mejoras para la empresa en cuanto a calidad.	5
Realizar la Documentación Flexi/UMTS, proyecto NOKIA 3G.	90
Desarrollar nuevas propuestas en el portafolio de servicios.	2
Desarrollar metodologías a seguir a la hora de abordar una estación base.	5
Avance general del proyecto	Satisfactorio

2.2.3. Tercer cronograma:

Las actividades a realizar durante el tiempo como pasante dentro de la compañía Intelcom Soluciones S.A.S. se describen en la (Tabla5), (Agosto-Octubre del 2012.)

Tabla 4:RESUMEN DEL ESTADO DE AVANCE DEL PROYECTO

Ítem	% terminado
Objetivos	
Estudiar el protocolo para la instalación de Nodos B, incluyendo componentes Hardware y Software.	Alcanzado
Realizar una evaluación del proceso de implementación para la puesta en marcha de una red de acceso UMTS/HSDPA, y diseñar mejoras a inconvenientes que se presenten.	Alcanzado
Documentar todos los procesos, análisis, diseño e implementación y proponer mejoras en cuanto a la organización y estandarización de la misma.	Alcanzado
Actividades	
Investigación de las normativas que NSN solicita.	100
Uso y supervisión de las normativas de NSN.	90
Estudio y apropiación del hardware básico de un Nodo B.	55
Puesta en marcha de un Nodo B.	81
Verificar y controlar permanentemente la existencia de inconsistencias.	90
Proponer mejoras para la empresa en cuanto a calidad.	70
Realizar la Documentación Flexi/UMTS, proyecto NOKIA 3G.	95
Desarrollar nuevas propuestas en el portafolio de servicios.	70
Desarrollar metodologías a seguir a la hora de abordar una estación base.	90
Avance general del proyecto	Satisfactorio

3. Conclusiones y recomendaciones:

3.1. Conclusiones:

- La primera conclusión que se obtiene de la realización de este Trabajo de Grado es que la Universidad de Nariño puede y debe colaborar con los estudios requeridos para que las empresas de telecomunicaciones de la ciudad de Pasto mejoren la prestación de los servicios o la fabricación de productos. Este hecho hace que la academia se integre al desarrollo local y a la vez la experiencia permite que haya una formación integral de los estudiantes, por cuanto se produce una interacción que es muy necesaria para el futuro profesional de los egresados.

Con respecto al Trabajo de Grado en modalidad de pasantía, elaborado en la Empresa INTELCOM SOLUCIONES S.A.S, las conclusiones que se tienen son las siguientes:

- Actualmente se vive una intensa y significativa evolución en el sector de las telecomunicaciones, impulsada principalmente por los siempre cambiantes y cada vez más exigentes requerimientos de los clientes. Esta evolución implica que los operadores deben innovar continuamente su oferta de servicios y redes con el fin de satisfacer estas necesidades de sus clientes. La convergencia de servicios, aplicaciones y dispositivos impulsa esta tendencia, donde el cliente espera cada vez más y mejores servicios, a un costo competitivo. Las Redes de Próxima Generación NGN (NextGeneration Networks) constituyen un concepto que permite avanzar hacia la consecución de este objetivo.
- La propuesta técnica de migración de las estaciones base a estaciones base nodo B de la infraestructura de INTELCOM SOLUCIONES S.A.S y NOKIA es un gran avance en la expansión de las nuevas tecnologías de las telecomunicaciones y en la prestación de servicios de calidad superior frente a otros operadores.

- La implementación de los nodos B será un proceso gradual, de varios meses o de años, durante los cuales estos desafíos irán siendo asimilados por la industria a medida que se avanza en dicho proceso.
- Para la implementación de los nodos B, se investigó las diferentes tecnologías que componen las generaciones de las telecomunicaciones, haciendo énfasis en la tercera generación y en su tecnología UMTS, además de un estudio acerca de todos los componentes que conforman una red 3G.
- Para la implementación de los nodos B, se estudió los equipos y herramientas del partner NOKIA (NSN), además de una investigación estricta en los parámetros que ligan su correcto funcionamiento, instalación y mantenimiento.
- Finalmente se concluye que el presente proyecto se perfila como una solución la cual se ajusta perfectamente a la realidad de nuestro medio, satisfaciendo las necesidades actuales de los usuarios de los sistemas móviles, además de ir a la par de los desafíos que representan los nuevos y sofisticados servicios de telecomunicaciones.

3.2. Recomendaciones:

- Aprovechar al máximo los conceptos teóricos que se ofrecen en la universidad, ya que este es el segundo mercado más importante en Colombia, por lo tanto tener claro conceptos para entrar en el mundo de las comunicaciones es la clave.
- Tener una visión futurista y estar al tanto de las renovaciones que día a día suceden, esto para que no estemos aislados del mundo en que vivimos y saber cómo funciona realmente lo que estamos pagando y utilizando como algo vital en nuestro diario vivir.
- UMTS por ser en este momento la última generación implementada en Colombia, no significa que las tecnología 2G o GSM sea obsoleta, hay que tener en cuenta que es de esta que partió la red UMTS, por lo tanto mi recomendación es tener bien claro todos los conceptos de esta generación y consultar de la cuarta generación que es a lo que muy pronto entraremos a utilizar.
- A partir de la pasantía mi recomendación es estar al tanto de lo que solicitan, en este caso NSN y poner mucho empeño en el desarrollo de las actividades, ya que es la manera como nos damos a conocer como buenos empleados y la oportunidad de crecer laboralmente.
- Mi recomendación como pasante respecto a la pasantía es generalmente en la organización de uno mismo para cumplir con cada una de las actividades planteadas, ya que es un trabajo serio y de mucha responsabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- [1] Propuesta de Trabajo de Grado en modalidad Pasantía Institucional para optar por el título de Ingeniero Electrónico, presentada ante el Comité Curricular y de Investigación el 11 de Mayo de 2012.
- [2] Carlos A. Viteri, Profesor, Departamento de Electrónica, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, e-mail: caviteri@udenar.edu.co
- [3] TEMC, Telefonía Movistar, 2012, documento en línea disponible en: <http://bandaancha.eu/articulo/7234/telefonica-ya-movistar-internet-fijo-movil-television>.
- [4] Millicom, 2012, documento en línea disponible en: http://www.bnamericas.com/company-profile/es/Millicom_International_Cellular_S,A,-MIC
- [5] Wireless Internet Network Communications Architecture [IEC2007]
- [6] DIAZ, Ernesto A. Sistema Móviles de Tercera Generación Hispanoamericana – México – Marzo 2000, 1ra edición.
- [7] Nordic Mobile Telephone.
- [8] 3G Wireless Networks [Col2001]
- [9] DIAZ, Ernesto A. Sistema Móviles de Tercera Generación Hispanoamericana – México – Marzo 2000, 1ra edición.
- [10] Short Message Service.
- [11] Code División Multiple Access.
- [12] Time División Multiple Access.
- [13] 3G Wireless Networks [Col2001]
- [14] HALONEN, Timo GSM, GPRS and EDGE Performance: Evolution Towards 3G/UMTS Editorial Hardcover Noviembre 2003
- [15] High-Speed Circuit-Switch Data.
- [16] General Packet Radio Services.

[17]International Mobile Telecommunications 2000.

[18] World Administrative Radio Conference.

[19]Standard developing organizations.

[20] Universal Mobile Telecommunications Service.

[21] Página web: <http://www.mobilecomms-technology.com/projects/emtel/emtel1.html>

[22] Archivo PDF: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/.../lem/.../capitulo1.pdf

[23] BRAN puede aceptar velocidades de datos de hasta 30 Mbps. Utiliza el espectro de radio no lícitado de 5GHz y puede dar servicio a un área de 30 a 50 m en un ambiente de espacios cerrados, y de 150 a 200 m en un ambiente de espacios abiertos. Las aplicaciones típicas de HIPERLAN2 son computadoras portátiles con módems inalámbricos.

[24]Página web:

<http://www.mobilecomms-technology.com/projects/emtel/emtel1.html>

[25]Intelcom Soluciones S.A.S, Quienes Somos, 2012, documento en línea disponible en: <http://intelcomsoluciones.com/pg.php>

[26]UMTS, 2012, documento en línea disponible en: <http://www.gsmSpain.com/glosario/?palabra=UMTS>

[27]NSN, 2012, documento en línea disponible en:

http://www.bnamericas.com/company-profile/es/Nokia_Siemens_Networks_B.V.-Nokia_Siemens_Networks