



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LA GESTIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA MOVILIDAD EN LOS SISTEMAS UMTS Y DESARROLLO DE HERRAMIENTA DIDÁCTICA”

TESINA DE SEMINARIO

Previa obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR:

JULIO ADRIAN RUGEL CRUZ

ALFREDO DE JESÚS SOTOMAYOR ALVAREZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTO

Mi principal agradecimiento al Ing. Washington Medina, mi tutor en este proyecto, que brindó su apoyo a mejorar poco a poco el contenido y el desarrollo de herramienta didáctica.

Un agradecimiento a mi compañero Alfredo Sotomayor, persona que se ha dedicado en gran esfuerzo a concluir el informe junto conmigo.

JULIO ADRIAN RUGEL CRUZ

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por guiarme en todo en proceso de mi vida. A mis padres que han estado conmigo en todo momento dándome su amor y apoyo incondicional.

A mi compañero Alfredo Sotomayor por estar presente en todo el proceso de nuestro proyecto. A mi tutor Ing. Washington Medina por darnos la oportunidad de participar en su seminario de graduación y poder culminar nuestra carrera.

A mis compañeros y amigos que han estado presente en todo momento de mi carrera.

JULIO ADRIAN RUGEL CRUZ

AGRADECIMIENTO

Mi principal agradecimiento al Ing. Washington Medina, mi tutor en este proyecto, que nos brindó su apoyo a mejorar el contenido y el desarrollo de una herramienta didáctica.

Un agradecimiento a mi compañero Julio Rugel, persona que se ha dedicado en gran esfuerzo a concluir el informe junto conmigo.

Alfredo de Jesús Sotomayor Álvarez

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por darme paciencia y sabiduría en todo momento de mi vida, ya que sin el nada nos sería posible. También les dedico esta tesis a mis padres que han sido mi apoyo en el transcurso de toda mi vida, a mis compañeros que a lo largo de mi carrera universitaria he conocido, en cursos talleres que han sido fundamentales para culminar mi carrera de pregrado y de manera general a toda mi familia, porque me han brindado siempre su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos de mi vida.

Alfredo de Jesús Sotomayor Álvarez

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Magister Washington Medina M.

PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Magister Sara Ríos O.

PROFESORA DELEGADA POR LA UNIDAD ACADÉMICA

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina, nos corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual del mismo a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL)

JULIO ADRIAN RUGEL CRUZ

ALFREDO DE JESÚS SOTOMAYOR ALVAREZ

RESUMEN

El presente trabajo de investigación plantea el entendimiento de la movilidad que existe en los sistemas UMTS.

Al inicio se muestra una breve introducción sobre los conceptos que involucra el sistema de movilidad, funcionamiento el proceso para la administración, estructura y sus características principales.

Luego se detalla cómo se encuentra conformada una red UMTS, los elementos y características que involucra una red que es parte fundamental en el proceso de la movilidad en el sistema, también la evolución de las tecnologías anteriormente utilizadas. Luego se profundizara más sobre el estudio de la UTRAN sobre su arquitectura, componentes y los diferentes canales que se utilizan en la red. Mediante

los cuales podremos explicar de mejor manera como se realiza el cambio de celdas para el des congestionamiento de usuarios que existen en la red.

De manera específica se trata sobre parámetros de calidad y optimización del servicio así también brevemente, cómo funciona el control de potencia en los móviles así como el proceso de handover que se debe realizar en la red de comunicaciones.

Para posteriormente lo plasmamos todo lo detallado en una herramienta didáctica, donde se explique de una forma clara y sencilla como funciona la gestión de la movilidad en los sistemas UMTS, tomando en cuenta los distintos escenarios que se pueden presentar.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	viii
ÍNDICE GENERAL.....	x
ABREVIATURAS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xxii
INTRODUCCIÓN	xxiii
CAPÍTULO 1	27
1. SISTEMAS UMTS.....	27
1.1. Antecedentes históricos	27
1.2. Definición de sistema UMTS	31
1.3. Arquitectura de una red UMTS.....	32
1.3.1 Equipo de usuario (UE).....	33
1.3.2 Controlador de red de radio (UTRAN)	36
1.3.3 Red central (CN)	38
1.4. Modulación	41
1.5. Interfaces.....	42
1.5.1 Interfaz Lu	43
1.5.2. Interfaz Lub	44
1.5.3. Interfaz Lur.....	45

1.5.4. Interfaz Uu	45
1.5.5. Interfaz Lu	45
1.6. Evolución de la arquitectura GSM/GPRS a UMTS	46
CAPÍTULO 2	51
2. ESTUDIO DE LA UTRAN (Red de Acceso Radio Terrestre UMTS)	51
2.1 Definición de una UTRAN	51
2.2 Arquitectura y componentes de una UTRAN.....	53
2.2.1. RNS (Radio Network System).....	56
2.2.2. RNC (Radio Network Controller).....	56
2.2.3 Estación Base (BS, Nodo B)	57
2.3 CANALES UTRAN	60
2.3.1. Definición.	60
2.3.2. Canales lógicos.....	61
2.3.3. Canales de transporte.....	62
2.3.4. Canales físicos.....	64
CAPÍTULO 3	65
3.1. Planificación de la red	65
3.1.1. Modelado del entorno, bases de datos geográficos.....	68
3.1.2- Estructura Celular Jerárquica	70
3.2. Optimización de la Zona de Servicio	72

3.3. Asignación celular y control de potencia	73
3.3.1 Asignación Fija.....	74
3.3.2. Asignación Dinámica	74
3.3.3. Control de potencia.....	75
3.4. Handover en UTMS.....	79
3.4.1. Análisis de los diferentes tipos de escenarios.....	82
3.4.2. Clases de handover	83
3.4.3. Protocolos de handover	90
CAPÍTULO 4	92
ELAVORACION DE LA HERRAMIENTA DIDACTICA	92
4.1. Organización de las ideas	92
4.2. Guion técnico	93
4.3. Requerimiento para la elaboración del video	94
4.4. Proceso de creación del video.	95
4.4.1 Adobe After Effects	96
4.4.2 Final Cut Pro	96
4.4.3 Cinema4D	97
4.5. Edición de la película.....	97
4.5.1 Creación de personaje	98
4.5.2 Creación de ambiente.	99

4.5.3 Creación del vehículo.....	100
4.5.4 Montaje Final.....	101
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES.....	105
BIBLIOGRAFÍA	106

ABREVIATURAS

3GPP	3rd Generation Partnership Project
AICH	Acquisition Indicator Channel
AuC	Authentication Center
BCCH	Broadcast Control Channel
BCH	Broadcast Channel
BS	Base Station
BSC	Base Station Controller
CCCH	Common Control Channel
CD/CA-ICH	Collision Detection/Channel Assignment Indication Channel
CDMA	Code Division Multiple Access
CPCH	Common Packet Channel

CPICH	Common Pilot Channel
CSICH	CPCH Status Indicator Channel
CTCH	Common Traffic Channel
DCCH	Dedicated Control Channel
DCH	Dedicated Channel
D-GPS	Differential GPS
DPCCH	Dedicated Physical Communication Channel
DPDCH	Dedicated Physical Data Channel
DQPSK	Differential QPSK
DRNC	Drifting RNC
DSCH	Downlink Shared Channel
DTCH	Dedicated Traffic Channel
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EIR	Equipment Identity Register

FDD	Frequency Division Duplexing
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
IP	Internet Protocol
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Service Switching Centre
NPDB	Number Portability Data Base
OTD	Observed Time Difference
PCCH	Paging Control Channel
PCH	Paging Channel
PCPCH	Physical Communication Packet Channel
PDSCH	Physical Downlink Shared Channel

PDU	Packet Data Unit; Protocol Data Unit
PICH	Paging Indicator Channel
PLMN	Public Land Mobile Network
PN	Pseudo Noise
POI	Privacy Override Indicator
PRACH	Packet Random Access Channel
QoS	Quality of Service
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RACH	Random Access Channel
RIT	Radio Interface Timing
RLC	Radio Link Control
RMS	root mean square
RNBP	Reference Node Base Positioning
RNC	Radio Network Controller

RNS	Radio Network Subsystem
RRC	Radio Resource Control
SCH	Synchronisation Channel
SFN	System Frame Number
SGSN	Serving GPRS Support Node
SHCCH	Shared Channel Control Channel
SIM	Subscriber Identification Module
SMLC	Serving Mobile Location Centre
SRNC	Serving Radio Network Controller
S-SCH	Secondary Synchronisation Channel
TDD	Time Division Duplex
TDMA	Time Division Multiple Access
UE	User Equipment

UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network
VLR	Visitor Location Register
W-CDMA	Wideband-Code Division Multiple Access

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1. Crecimiento de las comunicaciones móviles.....	29
Fig. 1.2. Sistemas UMTS.....	31
Fig. 1.3. Interfaces UTRAN.....	34
Fig. 1.4. Modos de conexión UE.....	36
Fig. 1.5. Vista interna UMTS.....	37
Fig. 1.6. Técnica de conmutación de circuitos.....	40
Fig. 1.7. Conmutación de paquetes.....	41
Fig. 1.8. Interfaces.....	43
Fig. 1.9 Core Network.....	44
Fig. 2.1. Arquitectura UTRAN.....	54
Fig. 2.2. Modo TDD y FDD.....	55
Fig. 2.3. Nodo B y sus interfaces.....	58
Fig. 2.4. Canales de transporte.....	61

Fig. 3.1. Red y tecnología celular.....	68
Fig. 3.2. Entorno celular.....	70
Fig. 3.3. Optimización de servicio celular.....	73
Fig. 3.4. Control de Potencia.....	77
Fig. 3.5. Control de potencia a lazo abierto.....	78
Fig. 3.6. Control de potencia lazo cerrado.....	79
Fig. 3.7. Handover UMTS.....	82
Fig. 3.8. Hard handover.....	84
Fig. 3.9. Casos de Handover.....	86
Fig. 3.10. Soft Handover.....	87
Fig. 3.11. Softer Handover.....	89
Fig. 4.1. Intro.....	98
Fig. 4.2. Diseño persona Cinema 4D.....	99
Fig. 4.3. Ambiente UMTS Cinema 4D.....	100
Fig. 4.4. Diseño Vehículo Cinema 4D.....	101
Fig. 4.5. Montaje en Final Cut.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de la modulación.....	42
Tabla 2. Canales Lógicos.....	62
Tabla 3. Canales de Transporte.....	63
Tabla 4. Canales Físicos.....	64
Tabla 5. Requerimientos de Software.....	94

INTRODUCCIÓN

Existe una gran necesidad de conocer y entender el funcionamiento de la gestión de la administración de la movilidad de los sistemas UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), dado que este sistema también conocido como 3G (tercera generación) es uno de los más usados en la actualidad por los beneficios de esta tecnología.

La enseñanza de estos sistemas se torna demasiado complicada por lo abstracto del mismo, complicando el trabajo para los docentes, que carecen de herramienta didácticas, como para los alumnos en la comprensión de la movilidad de los sistemas UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

Al lograr entender a detalle el funcionamiento, arquitectura, diseño y finalmente la gestión de la administración de la movilidad de los sistemas UTMS (Universal Mobile Telecommunications System), podremos estar en la capacidad de crear una herramienta didáctica para lograr la enseñanza a cualquier nivel sobre el tema.

Entender completamente el funcionamiento, arquitectura, y procesos de la gestión de administración de la movilidad de un sistema UTMS (Universal Mobile Telecommunications System), y finalmente desarrollar una herramienta didáctica donde resuma y explique todo el proyecto de investigación.

Mediante un proceso sistemático, realizar una profunda investigación sobre el funcionamiento, arquitectura y diseño de los sistemas UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Entender de manera completa como se

realiza la gestión de la administración de la movilidad en los sistemas UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

Establecer todos los posibles escenarios donde se pueda gestionar la administración de la movilidad en un sistema UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Aprender un software que tenga la capacidad de desarrollar videos demostrativos, presentaciones, ediciones, animaciones, etc. Desarrollar una herramienta didáctica, de fácil comprensión para todo tipo de receptores.

Realizar el proceso de investigación a través de diversas fuentes bibliográficas, además de consultas a profesionales que tengan vasta experiencia sobre el manejo de sistemas UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Mediante el estudio y el análisis de los diferentes servicios que ofrecen los proveedores de sistemas con tecnología UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), tener una idea correcta de todos los posibles escenarios que puedan presentarse en la gestión de la administración de la movilidad de un sistema UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

Investigar las diferentes posibilidades sobre software y elegir uno que se apegue más a las necesidades requeridas para desarrollar nuestra herramienta didáctica. Utilizando todo el conocimiento y la experiencia ganada durante el proceso detallado anteriormente, lograr la realización de un video donde se explique detalladamente cada escenario de la gestión de la administración de la movilidad en los sistemas UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

Se concentrara el análisis en la movilidad de los sistemas UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), dado que estos sistemas poseen más características importantes como por ejemplo la gestión de potencia, la gestión de seguridad, etc. Nuestro desconocimiento en estas otras características podría ser una limitación en nuestra investigación. Se debe enfocar un esfuerzo importante en el aprendizaje de algún software sobre creación, animación y edición de videos o aplicaciones web para poder realizar unos de nuestros principales objetivos, la realización de una herramienta didáctica.

CAPÍTULO 1

1. SISTEMAS UMTS

Se presenta como una arquitectura con la cual se puede describir sus elementos principales que la conforman, las cuales son las siguientes, el UE o equipo de usuario, la UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) y la red central (Core Network). Con estas tres clasificaciones les permite a los equipos de usuarios acceder a la red UMTS.

1.1. Antecedentes históricos

En el año de 1985 se empezó el estudio del sistema llamado IMT-2000, donde IMT (International Mobile Telecommunication) y el número 2000 posee los siguientes significados: que las velocidades con la que se transmitía la información sea de 2000 Kbps, también que la ITU (International Telecommunication Union) esperaba que para el año 2000 ya el sistema esté disponible, y que las frecuencias trabajen en la banda 2000 MHz [1].- Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) pag 58.

Para el año de 1987 y en los principios de 1990 se realizaron reuniones en Europa, Japón y Estados Unidos para la investigación de UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Ya para enero de 1998 el ETSI (European Telecommunications Standards Institute) se reunieron en Paris para proponer una combinación entre W-CDMA (Wide band Code Division Multiple Access) y TD-CDMA (Time Division Synchronous Code Division Multiple Access) para declarar la interfaz que usaría UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). En marzo de 1999 la ITU (International Telecommunication Union) aprobó el uso de las interfaces de radio para la tercera generación en los sistemas móviles [2].- Documentos sobre la Tecnología UMTS <http://nubr.co/uzghK7> pág. 114.

El sistema UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), hoy en día es uno de los sistemas más conocidos y usados para los sistemas móviles de tercera generación, también llamado 3G o WCDMA (Wide band Code Division Multiple Access). Este sistema es el sucesor de GSM (Global System for Mobile), para este sistema tenemos la posibilidad de transmitir voz y datos como por ejemplo, realizar una llamada telefónica con video llamada, también la descarga de e-mail y mensajería instantánea [3].- Redes UMTS Tomas González <http://nubr.co/hjNawi>.

En el mercado actual el sistema móvil, llegó a más de 1000 millones de usuarios con telefonía móvil en el año 2004, los motivos para este crecimiento en las comunicaciones móviles, lo podemos apreciar en la (fig. 1.1), en base a la idea de poder estar comunicado en cualquier lugar y cualquier momento. De los cuales aproximadamente 400 millones de usuarios preferían utilizar el móvil como el medio preferido para el acceso del servicio de internet [4] .- Sistemas Móviles de 3era Generación <http://nubr.co/jQVJO1>).

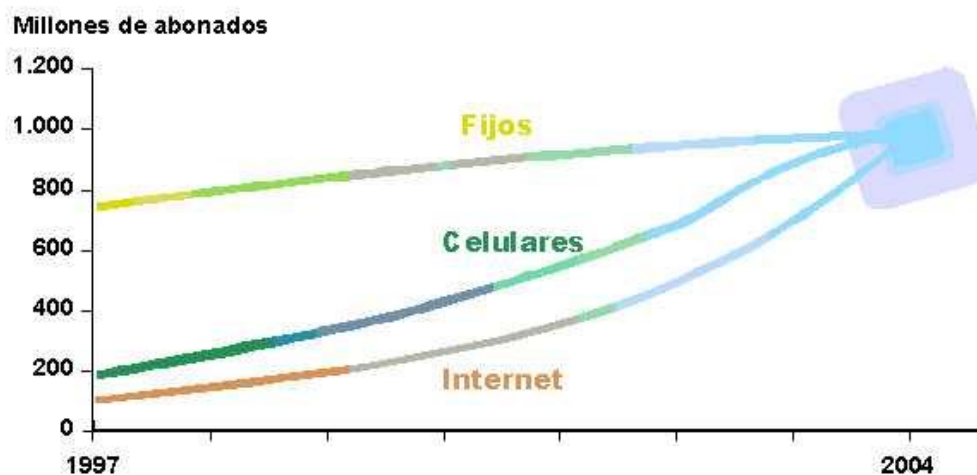


Figura 1.1 Crecimiento de las comunicaciones móviles [9]

La explicación para este crecimiento del mercado lo tenemos en el rápido avance de la tecnología y no solo las oportunidades comerciales, sino en la competencia en servicios adicionalmente como por ejemplo la baja de tarifas en servicios y la mayor afluencia de personas de todo estatus social.

Y en la mayoría de países ya están implantados las diferentes tecnologías analógicas y digitales como TDMA (Time Division Multiple Access), CDMA (Code Division Multiple Access), y estándares como AMPS (Advanced Mobile Phone System), NMT(Nordic Mobile Telephone), TACS(Total Access Communications System), GSM (Global System Mobile), DECT(Digital Enhanced Cordless telecommunication), etc. Muchas de ellas coexisten en el mismo país lo que resulta complicado y además costoso, dotar de la movilidad universal a los usuarios en sus desplazamientos.

La movilidad, está asociada a los servicios de voz y de datos, y esto genera muchos beneficios a los usuarios, y en contra partida también genera muchos problemas para la tecnología más avanzada, ya que en la interconexión entre todas las redes por las que el usuario se desplaza y unos sistemas de señalización muy robustos deben garantizar la rapidez en el establecimiento de la comunicación.

De esta manera surge UMTS(Universal mobile telecommunication system), que se diseñó en Europa, que en el futuro contempla que este en todo el mundo tanto en sistemas terrestres como por satélite.

1.2. Definición de sistema UMTS

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) muestra una arquitectura en la cual se mencionan tres elementos principales, como se muestra en la (Fig. 1.2), el UE (Equipo de usuario), UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) y la Red Central (Core Network).

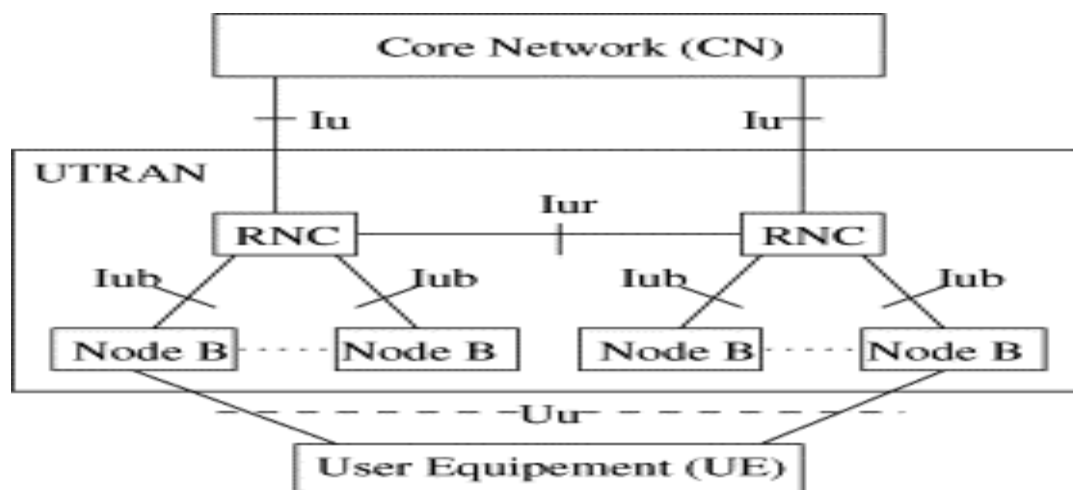


Figura:1.2 Sistema UMTS

Podemos mencionar que la interfaz entre el UE (Equipo de usuario) y la red Utran(UMTS Terrestrial Radio Access Network) es la tecnología WCDMA(Wide band Code Division Multiple Access), es decir que la conexión entre el UE(equipo de usuario) y la red de acceso de radio para UMTS es mediante tecnología WCDMA(Wide band Code Division Multiple Access).UMTS es la propuesta de la ETSI (European Telecommunication Standard Institute) para tercera generación de telefonía celular, siendo el sucesor de GSM (Global System Mobile).

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) ha sido seleccionado para funcionar en Europa y los países que deseen adoptarlo. Desde el principio de la discusión del sistema UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), el motivo principal es proveer un estándar para la telefonía móvil personal, ofreciendo una buena calidad de servicio, equivalente a los servicios inalámbricos y acceso diferentes servicios.

1.3. Arquitectura de una red UMTS

La arquitectura de la red UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) se divide en tres, el equipo de usuario, la UTRAN y el CORE NETWORK.

1.3.1 Equipo de usuario (UE)

El equipo de usuario o también denominado móvil, es un equipo que trae consigo lograr la comunicación con una estación base en cualquier momento que se desee y donde podamos tener cobertura, esto varía realmente en su tamaño y forma, por ejemplo si tenemos un móvil que trabaja bajo un sistema UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), debe ser capaz de acceder a la red UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) mediante tecnología WCDMA (Wide band Code Division Multiple Access) como se muestra en la (Fig:2.1) para poder lograr la comunicación con otro móvil, mediante un sistema diferente como GSM (Global System Mobile) de 2,5G y esto no solo es para servicios de voz, sino para servicios de datos también.

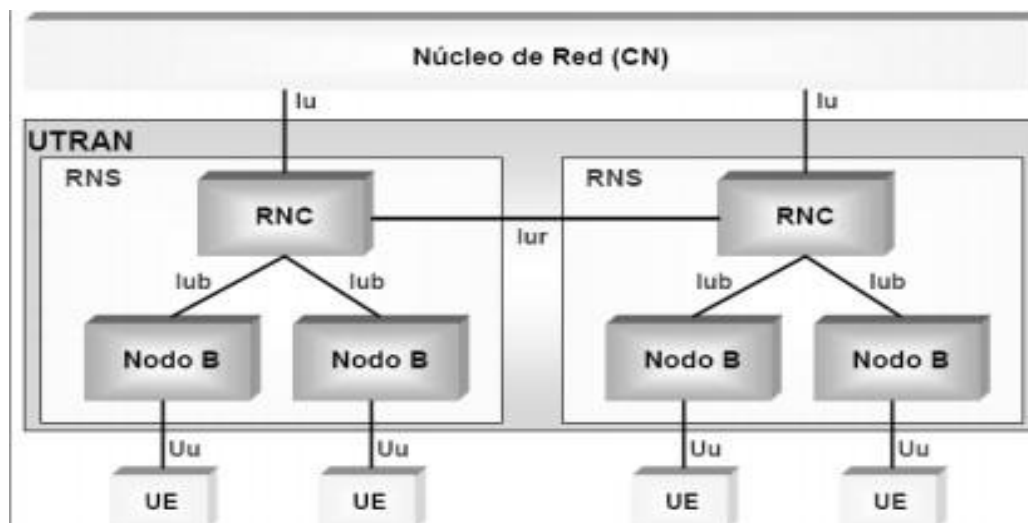


Figura 1.3. Interfaces de la UTRAN

1.3.1.1 Modos de operación del UE

En UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) se garantiza que el radio de acceso tenga la capacidad de soportar un monto significativo de parámetros, esto implica que un UE (Equipo de usuario) pueda trabajar en diferentes modos, es decir trabaja tanto con FDD (Frequency Division Duplex) como en TDD (Time Division Duplex), cabe señalar que también está diseñado para soportar tanto GSM (Global System Mobile) como UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). A continuación se detalla algunas de las propiedades que se esperan mejorar en los UE (Equipo de usuario):

- Aumento del tiempo de actividad
- Seguridad de las aplicaciones en el UE (Equipo de usuario).
- Fácil entendimiento de las interfaces
- Incremento de la vida de la batería

1.3.1.2 Modos de conexión del UE

Para un UE (Equipo de usuario) están definidos dos modos de conexión, modo desocupado y modo conectado. El dispositivo toma el modo conectado cuando se realiza la conexión RRC (Radio Resource Control) de forma satisfactoria, esta se realiza por medio del UE (Equipo de Usuario) y el RNC (Radio Network Controller) llamado SRNC (Serving Radio Network Controller).

Así como también la red UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) comprende entidades que nos proporcionan funcionalidades para poder soportar la gestión de la movilidad, interconexión con otras redes y operaciones que se realizan con bases de datos [5]. Antoni Barba Martí, Gestión de la Red pág. 150.

Luego para que el dispositivo cambie a modo desconectado, es necesario que la conexión RRC(Radio Resource Control) finalice o por una falla en la conexión como se lo muestra en la (Fig:1.4).

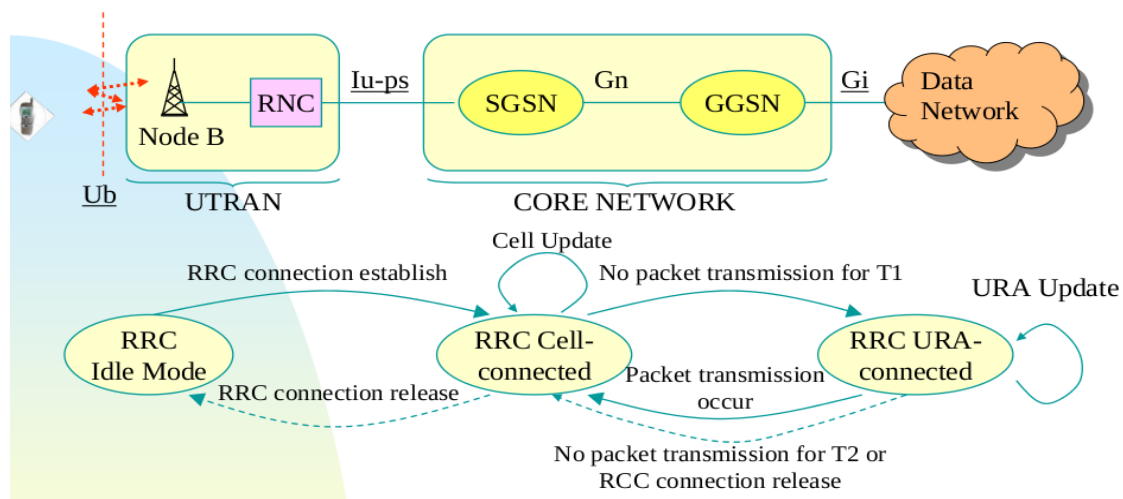


Figura 1.4. Modos de conexión UE [10]

1.3.2 Controlador de red de radio (UTRAN)

Es una tecnología de radio utilizada entre terminales móviles y las estaciones base de 3GPP (3rd Generation Partnership Project) genéricamente se conoce como “Universal Terrestrial Radio Access” (UTRA) y la red de acceso como “Red de Acceso Radio Terrestrial Universal” (UTRAN). La UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) abarca la arquitectura (3GPP TM TS 25.301). El modo de funcionamiento

contiene estaciones base, que se llaman nodos B y controladores de red radioeléctrica (RNC).

El RNC (Radio Network Controller) proporciona funcionalidades de control para uno o más nodos. Si tenemos un nodo B y un RNC (Radio Network Controller) realmente puede ser el mismo dispositivo móvil. El RNC (Radio Network Controller) y si respectivo nodo B se llaman (Subsistema de Red de Radio RNC), un dato que debe destacar es que no puede haber más de un RNS (Radio Network Controller) presente en una Utran como se muestra en la (Figura. 1.5).

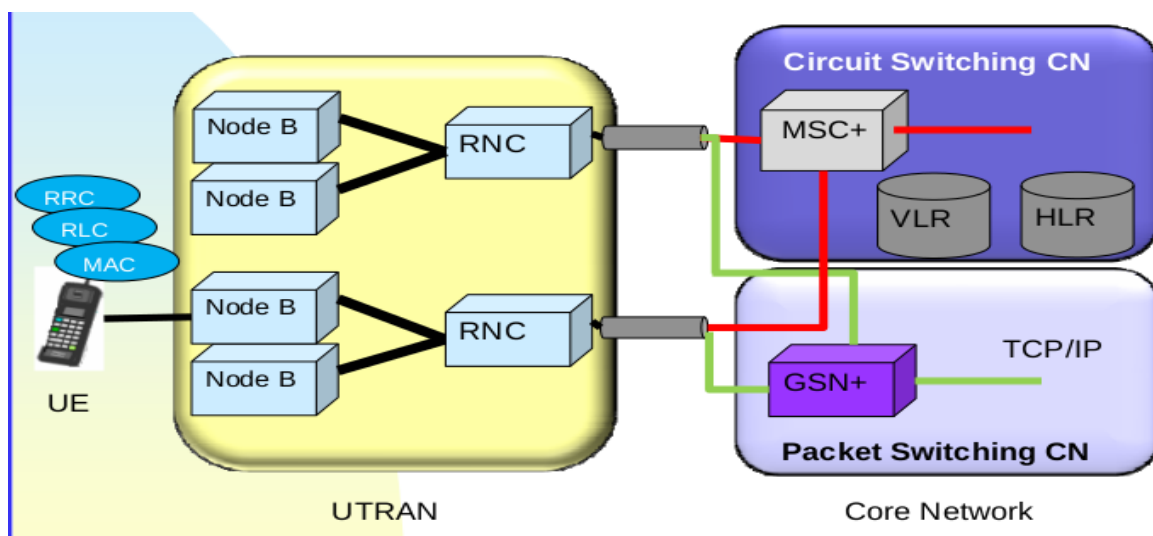


Figura 1.5 Vista interna UMTS

1.3.3 Red central (CN)

La red central se forma por varios elementos, los dos de mayor interés son el MSC, que es una pieza central en una red de conmutación de circuitos y el SGSN que es una pieza central en una red basada en conmutación de paquetes.

1.3.3.1. MSC

El significado de sus siglas MSC es Mobile Switching Center, la cual es la pieza clave en una red basada en conmutación por circuitos, este MSC (Mobile Services Switching Center) es utilizado a la vez tanto en UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) como en GSM (Global System Mobile) lo que me permite la concatenación de estas tecnologías.

A continuación enlistaremos las principales funciones que cumple el MSC (Mobile Services Switching Center):

- Responsable del voceo (Paging)
- Control de Handover.
- Coordinación de llamadas

- Convergencia con otros tipos de redes.
- Interacción de señales entre las diferentes interfaces
- Asignación de la frecuencia.

1.3.3.2. SGSN

SGSN por sus siglas Serving GPRS Support Node, dentro de toda la red es el elemento principal en la conmutación por paquetes, este se conecta con la UTRAN(UMTS Terrestrial Radio Access Network) por medio de la interfaz Lu-PS.

1.3.3.3. Conmutación de circuitos

En realidad es una conexión de distintos nodos de una red para poder escoger un camino apropiado para conectar dos usuarios en una red de telecomunicaciones tal como se lo muestra en la (Fig. 1.6).

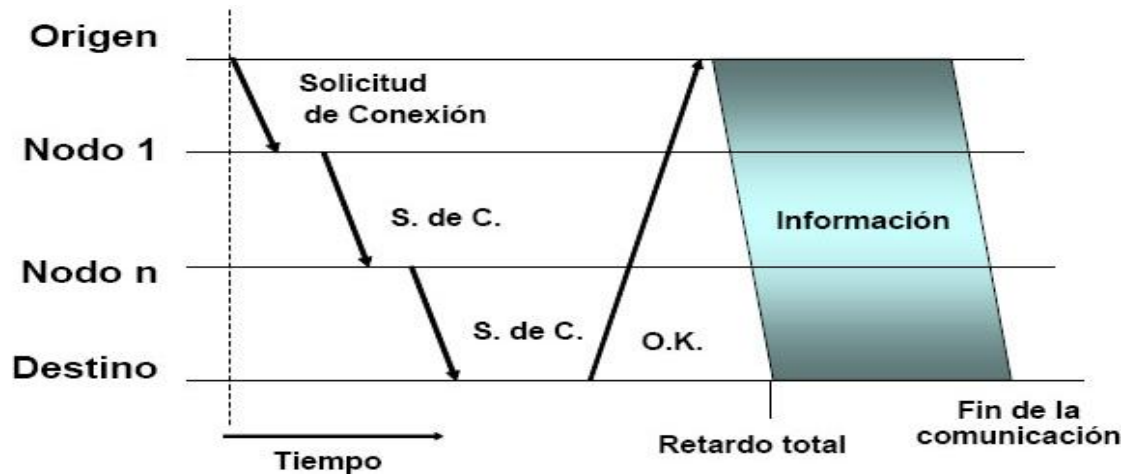


Figura 1.6. Técnica de Conmutación de circuitos [11]

1.3.3.4. Conmutación de paquetes.

Es un método de envío de datos en una red de computadoras en el que un paquete es un grupo de información que se divide en dos partes como se muestra en la (Figura 1.7), los datos y la información de control, en la cual nos indica la ruta a seguir a lo largo del camino dentro de la red pero existe un límite para el tamaño de los paquetes, que si se excede se procede a dividir el paquete en partes más pequeñas para poder enviarlo.



Figura 1.7. Conmutación de paquetes [12]

1.4. Modulación

Un tema muy importante es definir qué tipo de modulación utilizan los sistemas UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), dentro de muchas posibilidades de modulación, las más comunes son PSK (Phase Shift Keying), ASK (Amplitude Shift Keying) y FSK (Frequency Shift Keying).

EL UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) utiliza la modulación QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) en los enlaces de bajada, por su parte para el enlace de subida la UTRAN(UMTS Terrestrial Radio Access Network) utiliza un conjunto de modulaciones complejas que son generalmente conocidos como QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) de canal dual y 16 QAM(Quadrature Amplitude Modulation).

En la siguiente tabla 1 se detalla los parámetros básicos de modulación y adicionalmente mencionamos algunos datos sobre el spreading.

Tabla 1 Parámetros de Modulación

VELOCIDAD	Velocidad básica en FDD : 3.84 Mchip/s	Baja velocidad 1.28 Mchip/s
Modulación de Datos	QPSK, 16QAM	QPSK, 8PSK, 16QAM
Características de Spreading	Ortogonal Q chips/s $Q = 2^p \quad 0 \leq p$	Ortogonal Q chips/s $Q = 2^p \quad 0 \leq p$

1.5. Interfaces

En UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), las interfaces responden a la convención GSM/GPRS, en la UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) podemos encontrar nuevas interfaces. A continuación revisaremos de forma rápida las principales interfaces que encontramos en este sistema que se muestra en la (Fig.1.8).

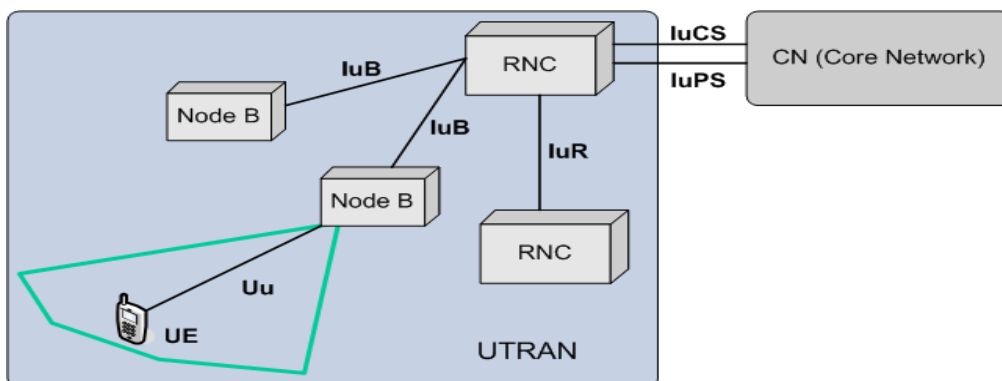


Figura: 1.8. Interfaces [13]

1.5.1 Interfaz Lu

Es la interfaz que une el CN (Core Network) con el UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) Radio Access Network (UTRAN). Esta es considerada como un punto de referencia UTRAN se pueden presentar varios tipos de implementaciones físicas. En primer lugar y una de las más estudiadas por nosotros en este tópico es la UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network). Otra implementación es el Broadband Radio Access Network (BRAN).

Y por último tenemos el UMTS Satélite Radio Access Network (USRAN) la cual tiene la función de conectar una red satelital al CN (Core Network).

En la interfaz Lu encontramos Lu-CS e Lu-PS. EL Lu-CS es la instancia física de Lu hacia el dominio de servicio de conmutación de circuitos del CN y Lu-PS es la instancia física de Lu hacia el dominio de servicio de conmutación de paquetes del CN (Core Network) como lo observamos en la (figura. 1.9).

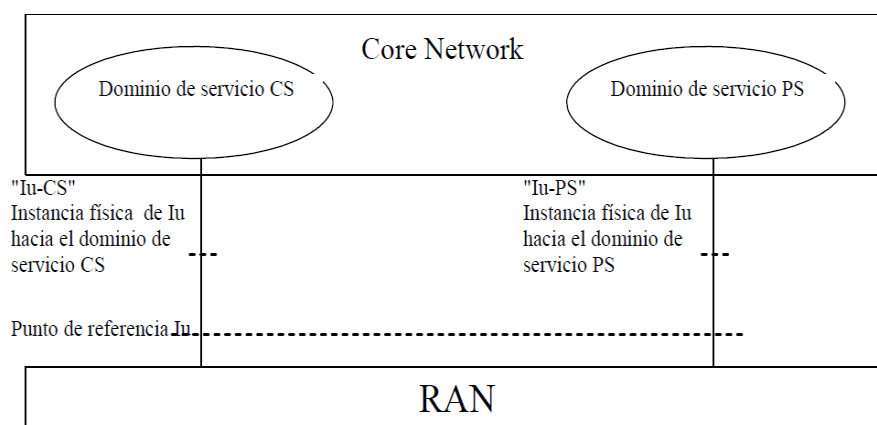


Figura: 1.9. Core Network

1.5.2. Interfaz Lub

Es la interfaz que se encuentra situada entre el RNC(Radio Network Controller) y el nodo B en el UTRAN(UMTS Terrestrial Radio Access Network).Si el RNS(Radio Network Subsystem)está conformado por un RNC y uno o más nodos B, esta interfaz es usada entre el RNC (Radio

Network Controller) y Nodo B para brindar y asegurar los servicios adquiridos por los usuarios UMTS(universal Mobile Telecommunications System). Esta también brinda el control del equipo de radio y asignación de frecuencias en el nodo B.

1.5.3. Interfaz Lur

Esta interfaz es la encargada de conectar dos RNC(Radio Network Controller). La interfaz Lur soporta el intercambio de datos e información de los usuarios.

1.5.4. Interfaz Uu

Esta es la interfaz que provee conexión entre el UE (Equipo de usuario) y la red UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network).

1.5.5. Interfaz Lu

La interfaz Lu es la que se encarga de la conexión entre la red central y la red de radio UTRAN.

1.6. Evolución de la arquitectura GSM/GPRS a UMTS

Puede ser complicado entender las diferencias entre las diversas opciones de conectividad móvil que figuran en las especificaciones de los teléfonos inteligentes brindados por las redes móviles, como la mejor manera de conectarse a Internet. En este capítulo vamos a intentar resumir estas tecnologías y hablar sobre las ventajas y desventajas de cada tecnología.

GSM (Global System for Mobile Communications) es el estándar por el cual la gran mayoría de teléfonos móviles en Europa ya lo utiliza y se está convirtiendo en dominante en otros países del mundo, más de 2 millones de personas utilizan actualmente el sistema. Cuando usted compra un teléfono móvil o Smartphone es importante tener conocimiento cuales son las frecuencias más utilizadas por cada una de las tecnologías y las redes, porque los fabricantes al momento de nombrar estas cifras suelen decir las sin mucha explicación de lo que realmente significan.

La mayoría de las redes GSM(Global System Mobile) utilizan 900MHz y 1800MHz en los EE.UU, pero la 850MHz y 1900Mhz ocupan un lugar importante. El móvil es un teléfono de triple banda y puede ser utilizado en Europa, los EE.UU. y muchos otros territorios (solo si la tarjeta SIM está activado). Si algún usuario necesita el acceso móvil en el Lejano Oriente y zonas como Escandinavia tendrá que verificar con su proveedor de servicios móviles debido que se necesita como mínimo un teléfono de cuádruple banda y se requiere en algunas zonas sólo un teléfono que haya sido comprado en el mismo país funcionara.

La mayoría de los teléfonos GSM (Global System Mobile) su principal función es para el servicio de voz, pero puede ser utilizado también para el acceso móvil a Internet mediante la red básica de GPRS (General Packet Radio Service).

GPRS (General Packet Radio Service) es un sistema utilizado para transmitir datos a velocidades de hasta 60 kbits por segundo para que puedan enviar y recibir mensajes de correo electrónico y para navegar por la Internet, pero en estos días de conectividad de banda ancha

será visto por algunos como un lento proceso. Para poder configurar las conexiones GPRS (General Packet Radio Service) en el teléfono inteligente tendrá que obtener la información específica de su proveedor de servicios móviles para colocarlo en su teléfono móvil. La gran mayoría de los fabricantes están encantados de proporcionar esta información al usuario y algunos fabricantes como Nokia ofrecen archivos pre-configurados que se pueden instalar en el teléfono para el uso de la red.

GPRS (General Packet Radio Service) es un sistema muy viable para el uso estándar de datos móviles y se ajusta a los usuarios con moderadas necesidades de datos. Una vez que haya realizado los ajustes en su teléfono móvil puede utilizar la red siempre que lo desee y ya no necesitara ningún otro ajuste, ya que funciona en el fondo de sus aplicaciones de Internet.

EDGE (Exchanged Data ratesfor GSM Evolution) es un reciente desarrollo basado en el sistema GPRS(General Packet Radio Service) y ha sido clasificado como un «3G» estándar debido a que puede funcionar en un máximo de 473,6 kbits por segundo. Si un teléfono

inteligente es compatible con EDGE(Exchanged Data ratesfor GSM Evolution) puede ser utilizado para la transmisión de datos móviles muy pesados, como la recepción de archivos adjuntos de correo electrónico y navegar por páginas web a gran velocidad. Para utilizar EDGE(Exchanged Data ratesfor GSM Evolution), las torres de dispositivo móvil deberán ser modificadas para poder aceptar las transmisiones de este tipo de cobertura y puede ser tan irregular en algunas zonas ya que es una tecnología que vale la pena haber construido en cualquier teléfono móvil.

3G fue comercializado en sus principios como una manera de hacer llamadas de vídeo en la red móvil, pero también es una manera altamente eficiente de navegar por la Internet y comunicación en el teléfono inteligente mediante voz sobre IP (Internet Protocol) y por correo electrónico y mensajería instantánea. La gran mayoría del Reino Unido y algunos países europeos ya poseen ahora redes de redes 3G y con velocidades similares a EDGE(Exchanged Data ratesfor GSM Evolution) ya que se está ya convirtiendo rápidamente en una forma muy común para conectar al mismo tiempo en la carretera o cualquier lugar.

En las zonas donde la cobertura 3G es pobre, el teléfono móvil constantemente trata de encontrar una señal de 3G, lo cual puede tener un grave efecto en la duración de la batería. En algunos teléfonos 3G habilitados, constantemente lo manejan bien, pero algunos pueden tener reducida su duración de la batería hasta en un 50% por lo que vale la pena comprobar antes de comprar. En este momento, 3G tiene buena cobertura y permite el acceso a Internet de alta velocidad desde el teléfono móvil y ya se está convirtiendo rápidamente en un estándar para la conectividad móvil.

HSDPA (High SpeedDownlinkPacket Access) es una tecnología basada en la red 3G que pueden soportar velocidades de hasta 7,2 Mbit por segundo. En realidad, lo más probable es que obtener una velocidad máxima de alrededor de 3 Mbit, pero esto es útil para la TV móvil y streaming de otras transmisiones de datos de gama alta. Para utilizar el teléfono HSDPA(High SpeedDownlinkPacket Access) debe ser capaz de soportar la tecnología y, por supuesto, tendrá que estar ubicado dentro de los límites de una celda que ha sido actualizada para ofrecer el servicio [6] Guía para GSM, GPRS, 3G,EDGE, HSDPA <http://nubr.co/7loKJz>.

CAPÍTULO 2

2. ESTUDIO DE LA UTRAN (Red de Acceso Radio Terrestre UMTS)

Para conocer que es la UTRAN debemos conocer que partes la conforma como una estructura para un sistema de comunicación la cual permite el libre acceso al equipo de usuario a la red UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

2.1 Definición de una UTRAN

Dicho de una forma sencilla y clara el UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) es el conjunto de Subsistemas de redes de radio RNS (Radio Network Subsystem) que son la forma de comunicación de la red UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

El UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) y la red central o principal (el Core Network) son básicamente las partes principales de la tecnología UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), dado a esta importancia dedicaremos este capítulo al estudio de este elemento de la arquitectura de las redes UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), porque se considera que estos conceptos serán luego la base y el fundamento para analizar la gestión de la administración de la movilidad en los sistemas UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Vale destacar que estos dos elementos están formados por todos los protocolos y modos físicos.

UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) que es una red de acceso de radio diseñada para ser utilizada en el sistema UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) posee dos interfaces que lo conectan con la red central y con el equipo de usuario por medio de la interfaz Lu y la interfaz Uu respectivamente, es necesario señalar que la conexión entre el equipo de usuario y la red de acceso de radio para UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) es mediante la tecnología WCDMA(Wide band Code Division Multiple Access) [7].- Estudio de la UTRAN <http://nubr.co/m5Xdls>.

2.2 Arquitectura y componentes de una UTRAN

UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN) está constituida por uno o más subsistemas de red de radio (Radio Network Sub-system RNS) como se muestra en la (Figura.2.1). Un RNS(Radio Network Sub-system) es una sub red dentro de UTRAN(UMTS Terrestrial Radio Access Network) y está a su vez está constituida por un RNC (Radio Network Controller) y uno o más Nodos B. Los RNC (Radio Network Controller) conectados entre ellos mediante la interfaz Lur, mientras que los RNC(Radio Network Controller) y Nodos B son conectados por la interfaz Iub.

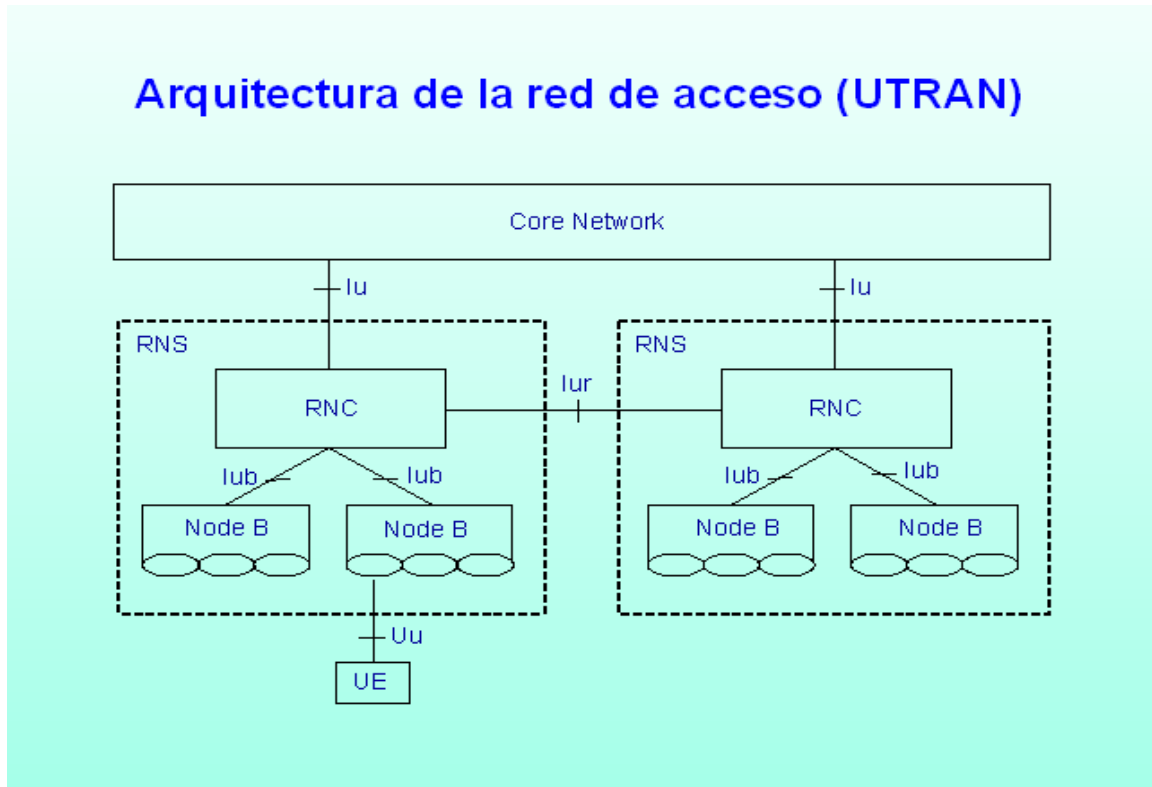


Figura: 2.1 Arquitectura UTRAN [14]

Esta UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN) está basada en la tecnología de acceso de radio CDMA (Code Division Multiple Access) con dos modos diferentes de funcionamiento los cuales son el FDD (Frequency Division Duplex) y el TDD (Time Division Duplex) como lo mostramos en la (Figura. 2.2).

EL modo UTRAN - FDD, permite que varios usuarios compartan una misma portadora al mismo tiempo. Este modo es utilizado para dar cobertura tipo macro celda soportando servicios de gran movilidad.

El modo UTRAN - TDD añade al código un recurso temporal timeslot para así permitir diferenciar a un usuario de otro dentro de un mismo canal. Este modo se utiliza para dar cobertura tipo micro-pico celda soportando servicios de baja movilidad e interiores.

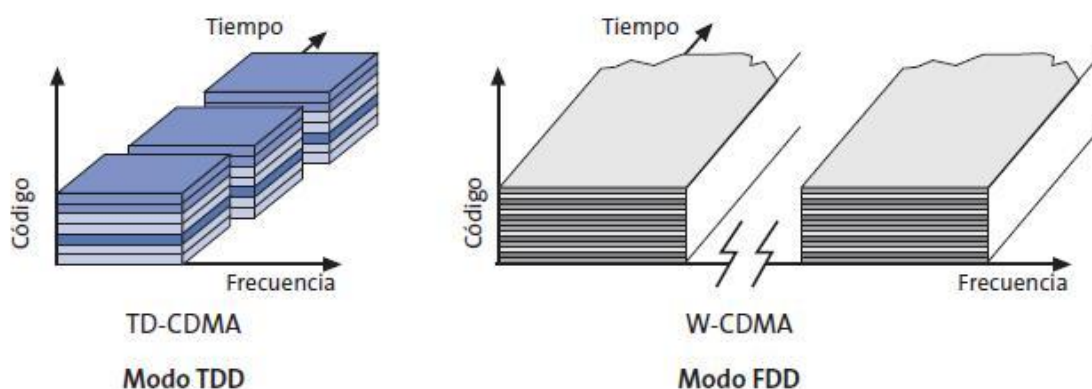


Figura:2.2. Modo TDD y FDD

A continuación analizaremos de manera detallada los principales elementos de la arquitectura de una red UTRAN para la mejor comprensión de la misma.

2.2.1. RNS (Radio Network System)

Una red UTRAN está compuesta de varios RNSS, los cuales se conectan a la red principal (Core Network) a través de la interfaz Lu y a su vez pueden conectarse entre sí a través de la interfaz Lur. Un RNS se compone de un RNC y uno o varios nodos B.

2.2.2. RNC (Radio Network Controller).

El RNC domina y controla los recursos de radio en su RNS (a los nodos B que se encuentren conectados a él). RNC es el punto de acceso a servicios para todas las prestaciones que UTRAN provee a la red principal (Core Network CN), por ejemplo, gestiona las conexiones al UE.

El RNC es el encargado de las funciones más importantes dentro de la UTRAN: el RRM (Gestión de Recursos de Radio) y la función de control. El RNC se divide en tres tipos:

CRNC Control: provee el control sobre el transporte común y determina el tráfico de la estación base (Nodo B).

SRNC Service: establece y mantiene conexiones con el fin de manejar el tráfico común y dedicado entre el UE, RNC y CN.

DRNC Drifting: es el RNC de transferencia, el cual es el encargado de realizar los handover.

La interfaz entre dos RNC's es lógica 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) el cual se muestran ambos sistemas.

2.2.3 Estación Base (BS, Nodo B)

La estación base o también conocida como Nodo B se convierte en el flujo de datos entre las interfaces Iub y Uu. También participa en la gestión de los recursos de radio. El nodo B es el equivalente en UMTS del BTS de GSM (Base Transceiver Station).

El nodo B desde el punto de vista del usuario es el que se encarga de proveer la cobertura de la red. Otra función principal que posee el Nodo B

es la generación de códigos de acceso a la red y el control de la potencia de la señal que recibe el UE (Equipo de usuario). Como se observó en el estudio de la arquitectura de una red UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), el nodo B posee dos interfaces, las cuales son: una interfaz Uu que conecta al UE (equipo de usuario) y una interfaz Iub para conectarse con el RNC (Radio Network Controller) como lo vemos en la (Figura. 2.3). El Nodo B implementa una interfaz Uu por medio de los canales físicos, transfiriendo la información desde los canales de transporte hasta los canales físicos basándose en la disposición predeterminada por el RNC (Radio Network Controller).

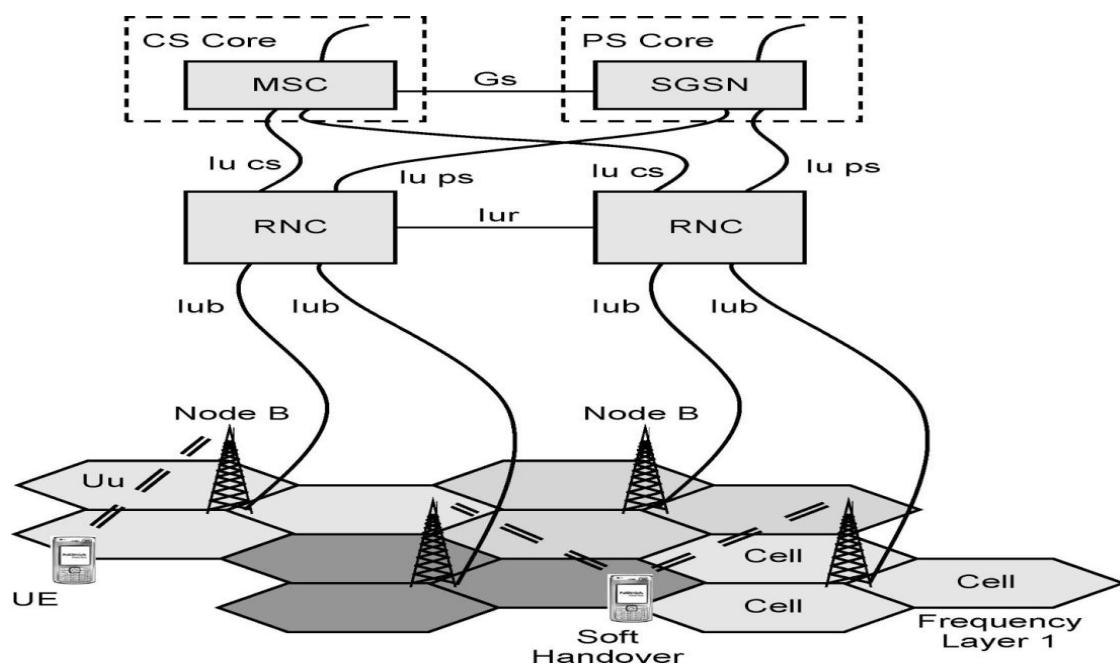


Figura: 2.3 Nodo b y sus interfaces

2.2.3.1. Estructura física del Nodo B.

Tomemos en consideración que el Nodo B es un elemento transceptor, esto quiere decir, que puede transmitir y recibir señales de radio del equipo de usuario. Para este fin, posee dos elementos que se muestran claramente en la Figura 3.3.

Estos son los bloques RX y TX, los cuales son los encargados de transmitir y recibir las señales radioeléctricas, y luego modulador se encarga de adaptar las señales binarias para así poder transmitir las ya que una señal binaria posee demasiada componente de corriente continua, también es un mecanismo para la optimización del ancho de banda disponible. Las modulaciones utilizadas son QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), Dual QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) y 16QAM (Quadrature Amplitude Modulation).

2.2.3.2. Estructura lógica del Nodo B.

La interfaz Iub y el Nodo B está compuesto por dos entidades lógicas: el transporte común y los Puntos de Terminación de Tráfico (TTP). El transporte común es realizado por medio de los canales de transporte

común los cuales utiliza el UE (equipo de usuario) para el acceso inicial a la red. El transporte común, también este posee un puerto destinado para actividades de O&M (Operation&Maintenance).

2.3 CANALES UTRAN

Estos canales nos permitirán, escoger cual sería el más indicado para poder lograr la comunicación entre el equipo de usuario a nuestra red UMTS, y también verificar su potencia para una mejor cobertura.

2.3.1. Definición.

La interfaz de radio UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) FDD (Frequency Division Duplex) tiene sus canales lógicos, que son mapeados para canales de transporte, que a su vez también son mapeados para canales físicos. La conversión de un canal lógico a transporte sucede en la capa MAC (Control de Acceso al Medio), que es la subcapa más baja en la Capa de Enlace de Datos (Capa 2) como lo podemos observar en la (Figura. 2.4)

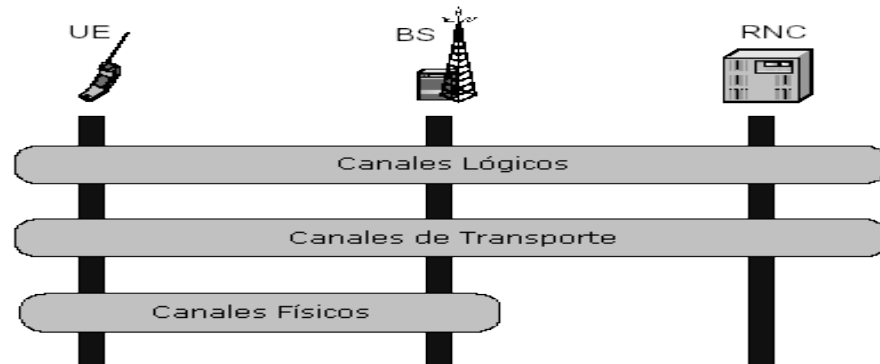


Figura:2.4 Canales de transporte [15]

2.3.2. Canales lógicos

Son los que definen de qué forma y con qué características los datos serán transmitidos por el canal físico, ya que poseen ciertas características dependiendo de algunos factores los cuales los enumeramos a continuación:

Tabla 2 Canales Lógicos.

• Broadcast Control Channel (BCCH)	• Downlink (DL).
• Paging Control Channel (PCCH)	• DL.
• Dedicated Control Channel (DCCH)	• UL/DL.
• Common Control Channel (CCCH)	• UL/DL.
• Dedicated Traffic Channel (DTCH)	• UL/DL.
• Common Traffic Channel (CTCH)	• Unidireccional (uno para muchos).

2.3.3. Canales de transporte

Define cómo los datos serán transmitidos por la capa física, y se muestran a continuación:

Tabla 3 Canales de transporte

<ul style="list-style-type: none">• Dedicated Transport Channel (DCH), UL/DL, planeado para DCCH y DTCH.
<ul style="list-style-type: none">• Broadcast Channel (BCH), DL, mapped to BCCH.
<ul style="list-style-type: none">• Forward Access Channel (FACH), DL, planeado para BCCH, CCCH, CTCH, CCH y DTCH.
<ul style="list-style-type: none">• Paging Channel (PCH), DL, planeado para PCCH.
<ul style="list-style-type: none">• Random Access Channel (RACH), UL, planeado para CCCH, DCCH y DTCH.
<ul style="list-style-type: none">• Uplink Common Packet Channel (CPCH), UL, planeado para DCCH y DTCH.
<ul style="list-style-type: none">• Downlink Shared Channel (DSCH), DL, planeado para DCCH y DTCH.

2.3.4. Canales físicos

Tabla 4 Canales Físicos.

<ul style="list-style-type: none"> • Primary Common Control Physical Channel (PCCPCH), planeado para BCH.
<ul style="list-style-type: none"> • Secondary Common Control Physical Channel (SCCPCH), planeado para FACH, CH.
<ul style="list-style-type: none"> • Physical Random Access Channel (PRACH), planeado para RACH.
<ul style="list-style-type: none"> • Dedicated Physical Data Channel (DPDCH), planeado para DCH.
<ul style="list-style-type: none"> • Dedicated Physical Control Channel (DPCCH), planeado para DCH.
<ul style="list-style-type: none"> • Physical Downlink Shared Channel (PDSCH), planeado para DSCH.
<ul style="list-style-type: none"> • Physical Common Packet Channel (PCPCH), planeado para CPCH.
<ul style="list-style-type: none"> • Synchronization Channel (SCH).
<ul style="list-style-type: none"> • Common Pilot Channel (CPICH).

CAPÍTULO 3

3.1. Planificación de la red

Para poder realizar una planificación debemos seguir los unos pasos importantes que a su vez son similares a una red GSM(Global System Mobile):

- Diseño y planificación, definiendo la cantidad de elementos que podamos tener en la red.
- Instalación de los elementos.
- Configuración del software en los diferentes equipos a poner en servicio.
- Integración de los elementos de las redes con los enlaces.
- Ajustar las características y parámetros de la red para poder tener un mínimo de interferencias en la interfaz radio.

- Planificar el futuro crecimiento de una red, en colocación de equipos, incrementar capacidad para mejorar la calidad de servicio.

Como objetivo principal a la hora de elaborar una red UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) en su planificación son los siguientes:

- Máxima capacidad
- Mínima interferencia
- Máxima cobertura
- Máxima calidad de servicio
- Mínimo coste

Para poder conseguir estos objetivos planteados debemos enfocarnos en lo siguiente:

- Planificación detallada
- Diseño previo y dimensionamiento de la red
- Optimización

Para iniciar debemos saber de forma aproximada la cantidad de radios base, el tipo de configuración de nodos B y las características de la

transmisión, conociendo los requerimientos del operador telefónico saber la cobertura, capacidad y la calidad de servicio, así como también saber en qué condiciones de propagación de radio del área que se desea cubrir.

Al hablar de capacidad y cobertura sabemos que las redes WCDMA(Wide band Code Division Multiple Access) van unidas y por ello al momento de las consideraciones deben ser analizadas simultáneamente dichas redes.

Luego con los datos obtenidos se puede establecer la configuración de los nodos B, y se lleva un análisis de la cobertura, capacidad y calidad de servicio en los cuales sabremos los parámetros para gestionar los recursos de radio de las celdas.

Una vez que tengamos nuestra red en operación debemos llevar un control de su comportamiento realizando mediciones y mediante estos resultados visualizar y optimizar su comportamiento, y mediante ajustes de sus parámetros obtener una mayor optimización de la red.

3.1.1. Modelado del entorno, bases de datos geográficos.

Para poder realizar una clasificación en las zonas de servicio de los sistemas de tercera generación, ahora nos pide la determinación más exacta de los valores de cobertura radioeléctrica para cada uno de los servicios de la red. Aunque tengamos la aplicación de técnicas de cálculo de coberturas es importante el empleo de las bases de los datos geográficos, MDT (Mapas Digitales del Terreno) con una buena calidad de resolución en las estructuras macrocelulares como lo vemos en la (Figura. 3.1). Por dar un ejemplo la resolución mínima en la banda UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) deberá ser aproximadamente un punto cada 1,5m, mientras para los MDT(Mapas Digitales del Terreno) disponibles tienen una resolución mucho menor.

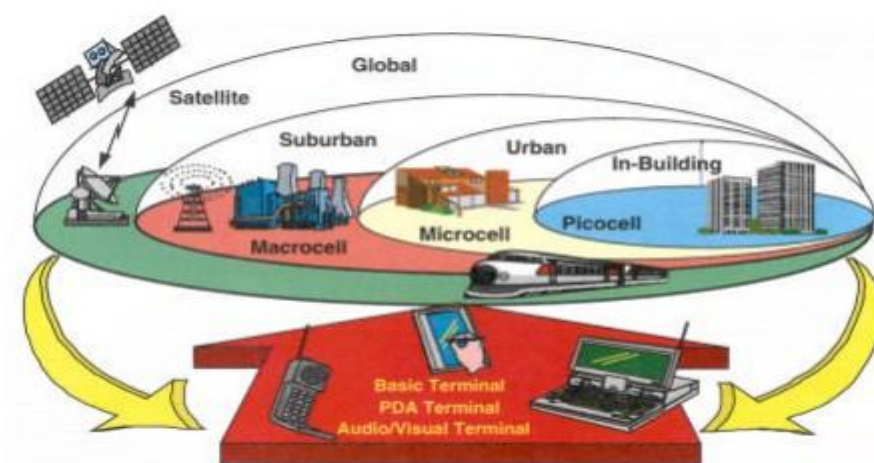


Figura: 3.1. Red y Tecnología celular [16]

A pesar de la información que tengamos de nuestra red en Planificación detallada Diseño previo y dimensionamiento de la red Optimización, es necesario disponer de información demográfica, es decir, sobre la población su distribución, cantidad, área total, etc. Uniendo todas estas partes se puede obtener una información esencial, sobre el tráfico solicitado por cada unidad de área y por servicio.

Un problema inherente al empleo de cartografía digital es la no consideración de la vegetación, obstáculos, mobiliario urbano etc.

Por este problema ocasionan un error en nuestros cálculos y que pueden ser tratados estadísticamente que mediante conceptos electromagnéticos equivalentes al “cluter” que es asociado a imágenes de radar. Mediante la cual podemos obtener como información bases del terreno con su respectiva información morfológica del mismo, es decir con información sobre el uso del mismo, su carácter urbano, rural, suburbano, su vegetación, como lo podemos observar en la siguiente (Figura.3.2).

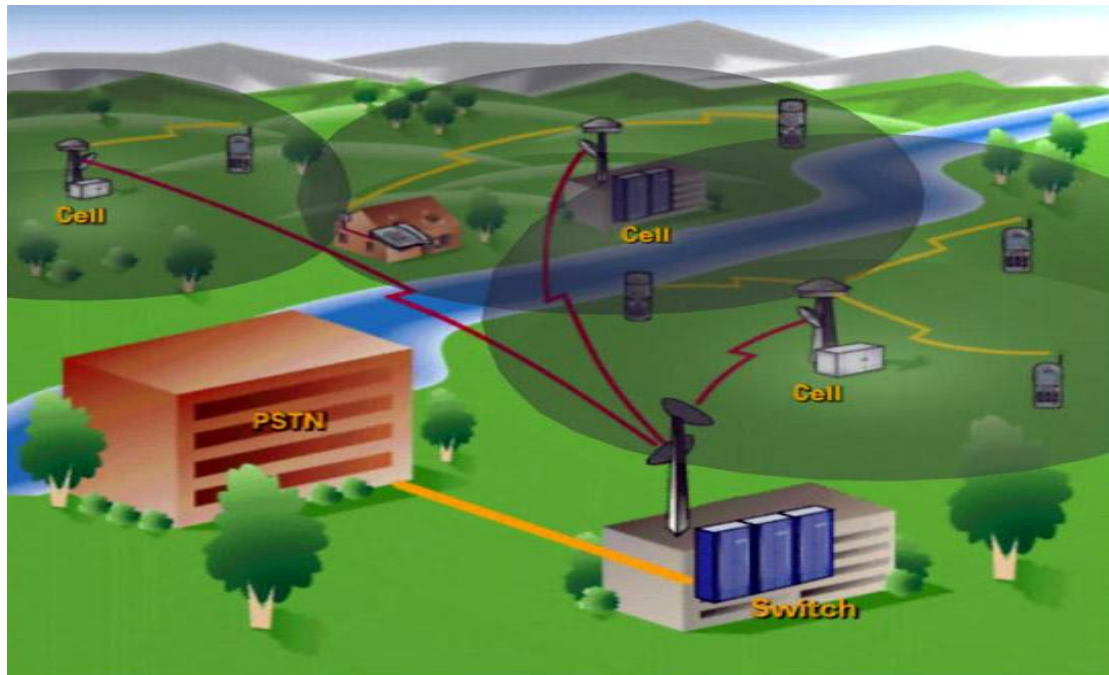


Figura 3.2. Entorno Celular [17]

3.1.2- Estructura Celular Jerárquica

Los operadores celulares en los sistemas de segunda generación han realizado con solo dos servicios portadores ambos con una tasa binaria baja, brindando un servicio mediante macroceldas urbanas o rurales (usualmente 30 Km frente a 3Km respectivamente). Con referente a la cobertura microcelular solo se ha podido introducir cuando queremos aumentar la capacidad bien para algún punto de los denominados "hot

spots” o solo para dar un servicio en zonas urbanas con una alta densidad poblacional.

En los sistemas de tercera generación se realizan transmisiones de voz y de datos por medio de los teléfonos móviles mediante UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) poseen portadores con una gran disparidad de tasa binaria (8,64, 144, 384 y 2048). Los primeros se utilizan para lugares peatonales de una extensión limitada. Esta gran disparidad fuerza a desplegar una estructura celular multicapa y jerarquizada de modo que en cada capa (macro, micro, y pico), se utilicen los requerimientos de calidad de servicio equivalentes para que pueda tener una planificación óptima.

Como obstante la información del tráfico demandado se proporciona un segregado por capas para llevar a cabo la planificación de cada una de ellas. La segregación del tráfico por servicios y por tanto por capas es condición necesaria para una planificación correcta que llegue a una solución óptima.

El subproducto de la segregación del tráfico es la estimación de la cantidad que va a ser asignada a cada capa celular. Valores en la capa microcelular están entre el 5% y el 30% de la banda total [8]. Red de Acceso Radio Terrestre.

3.2. Optimización de la Zona de Servicio

La optimización implica encontrar los mejores emplazamientos y la configuración radio de todas las estaciones en la red.

Teniendo la totalidad de nodos los cuales incluyan sus emplazamientos disponibles por los operadores, su tipo de antena y tipo de estación base, según esto podríamos ajustar la potencia hasta que cumpla el límite mínimo para la cobertura. Tras esto la cobertura ya se encuentra definida para cada unidad.

Para la optimización de los emplazamientos lo podemos realizar seleccionando un conjunto de estaciones que tengan la mejor cobertura, y un porcentaje de solapamiento, y para realizar un “soft handover” con éxito. Pero con ayuda de estas herramientas el ingeniero planificador debe escoger la mejor de ellas y poder mantener un control y el proceso de optimización para

tener una optimización del servicio celular como lo mostramos a continuación en la (Figura. 3.3).



Figura: 3.3. Optimización del servicio celular [18]

3.3. Asignación celular y control de potencia

La asignación para la telefónica celular puede ser fija o dinámica esto es dependiendo la circunstancia en el medio que nos encontremos ya que es diferente para cada circunstancia.

3.3.1 Asignación Fija

La mejor manera para obtener los canales con asignación fija en el sistema celular es en base en el cálculo de matrices de interferencia en cada una de las estaciones base. Con el resultado de esta matriz obtenemos la matriz de separación de canales, con la cual podemos obtener una función de costo muy estable para su aplicación para el procedimiento de optimización.

Con los sistemas de tercera generación que utilizan CDMA (Code Division Multiple Access), sus técnicas también son útiles, como por ejemplo la asignación de canales de diversas capas de su sistema jerárquico UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

3.3.2. Asignación Dinámica

En comparación con la asignación fija que se basa en que asigna cada celda un conjunto fijo de canales y si al realizar una llamada no se localiza ni un canal disponible este se bloquea. Pero con respecto a la asignación dinámica es un método que no asume la relación fija de celdas y canales. La cantidad de frecuencias que se proporciona la misma calidad como si

tuviéramos asignación fija es menor y no tan rígido siempre y cuando las probabilidades de bloqueo sean pequeñas.

Con la asignación dinámica en la cual se basa en la reasignación con la que se conmutan los canales seleccionados a algunas llamadas en proceso, para mantener una separación óptima entre las celdas cocanal y garantizar que la mayoría de las llamadas utilicen los canales fijos, con esta manera se mejora el funcionamiento de la asignación dinámica cuando tengamos tasas de tráfico elevadas.

3.3.3. Control de potencia

El control de potencia es uno de los aspectos más importantes en WCDMA (Wide band Code Division Multiple Access) siendo este la solución para ofrecer una calidad de servicio que es variable por las circunstancias del medio. Hay que especificar los diferentes QoS (Quality of Service) según el tráfico celular para de esta manera ajustar los recursos de radio del sistema celular.

El objetivo del control de potencia busca obtener las potencias mínimas en la etapa de recepción o transmisión, para según esto garantizar la

comunicación, en base a la señal ruido igual o superior a la mínima necesaria para cada servicio. Este control de potencia es importante porque aun en las mejores condiciones del medio el nivel de potencia recibido es inversamente proporcional a la distancia del transmisor, si no tuviéramos el control de potencia, los móviles que se encuentran cercanos saturarían la transmisión de móviles distantes de la radio base.

Si tenemos una radio base esta deberá prevenir que los móviles que se encuentran cercanos al transmisor, transmitan con un nivel de potencia que sature a los demás móviles en la célula. La potencia de la señal recibida debe ser aproximadamente igual a todos los demás móviles que se encuentren en la célula. La radio base puede siempre dirigir individualmente a los móviles a usar un distinto nivel de potencia como lo podemos observar en la (Figura. 3.4).

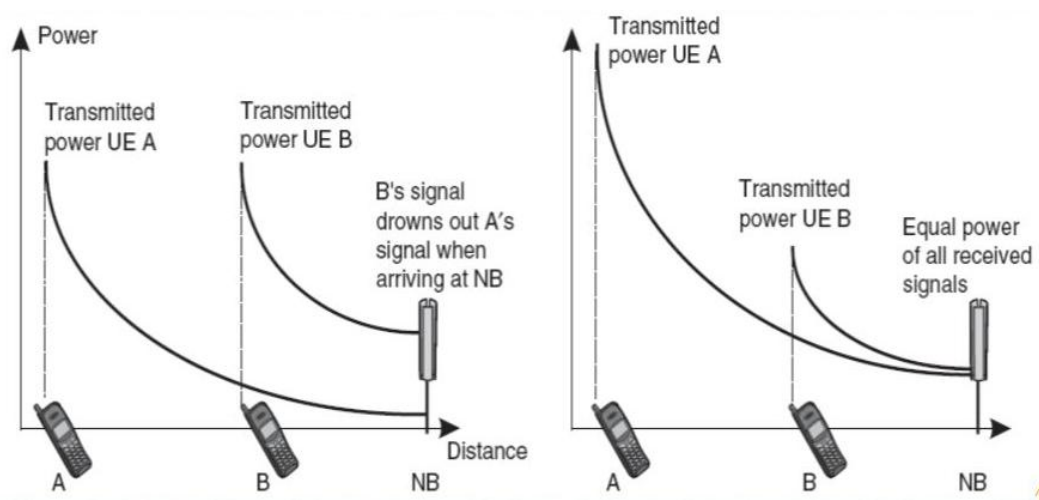


Figura: 3.4. Control de Potencia [19]

Básicamente tenemos dos tipos de algoritmos de control de potencia, que son control de potencia enlace abierto y control de potencia en lazo cerrado.

3.3.3.1 Control de potencia en lazo abierto

No necesita una realimentación como se ve en la (Figura. 3.5.), en el sentido que el receptor no necesita informar al transmisor sobre el nivel de calidad con que recibe la señal. Este proceso de control de potencia debe ser utilizado cuando tenemos que el tamaño de los mensajes a transmitir es muy pequeño y, no da tiempo que el receptor efectúe medidas de calidad.



Figura: 3.5. Control de Potencia Lazo Abierto

La estación base envía una señal piloto el móvil mide la potencia recibida y estima la atenuación del trayecto y decide la potencia a transmitir.

3.3.3.2. Control de potencia en lazo cerrado

El móvil transmite de manera continua por un canal de subida y la estación base mide la potencia recibida y por el canal de bajada envía códigos que hacen aumentar o disminuir la potencia a la que transmite el móvil, esto se lo muestra en la (Figura. 3.6).



Figura: 3.6 Control de Potencia Lazo Cerrado

Como una observación, la velocidad que se envían estos códigos debe ser mayor que la velocidad de variación de canal, con el fin de realizar el seguimiento del mismo.

3.4. Handover en UMTS

El proceso de handover en los sistemas UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) consiste el de transferir el servicio que proporciona una estación base a otra cuando la intensidad de señal es baja en una de las estaciones base como se lo muestra en la (Figura. 3.7). Este proceso se realiza para mantener un servicio óptimo para cada móvil que se traslada a lo largo de la celda o zona de cobertura.

En resumen podemos decir que el handover es el procedimiento que permite que la conexión de equipo de usuario se mantenga a pesar del que el movimiento del mismo haga que cambie de celda de cobertura.

Técnicamente podemos decir que un handover es considerado como el cambio de canales físicos envueltos en una llamada, durante la duración de la misma. Un handover depende del tráfico actual en una célula, requerimiento de mantenimiento, de la interferencia, entre otros.

El poder saber que el UE (Equipo de usuario) necesita poner en marcha un proceso de handover, el equipo constantemente se encuentra realizando mediciones de radio a células adyacentes y estas mediciones son enviadas a la célula donde se encuentra enganchado el servicio. El propósito de esto es que el móvil esté listo para realizar el handover y saber cuál es la célula más viable para el mismo.

Las decisiones sobre el handover se manejan generalmente por el RNC(Radio Network Controller). Se monitorea continuamente información sobre las señales recibidas tanto por la UE (Equipo de usuario) y el Nodo B y cuando un vínculo particular ha caído por debajo de un determinado nivel y

otro mejor canal de radio está disponible, se inicia un traspaso. Como parte de este proceso de seguimiento, la UE (Equipo de usuario) mide la señal recibida por RSCP (Received Signal Code Power) e RSSI (Received Signal Strength Indicator) y la información se devuelve al nodo B y por lo tanto al RNC (Radio Network Controller) en el canal de control de enlace ascendente.

Handover es más complejo cuando se realiza en modo FDD(Frequency Division Duplex), ya que para el modo TDD (Time Division Duplex) se facilita el proceso puesto que los mismos pueden utilizar los espacios de tiempo no utilizados.

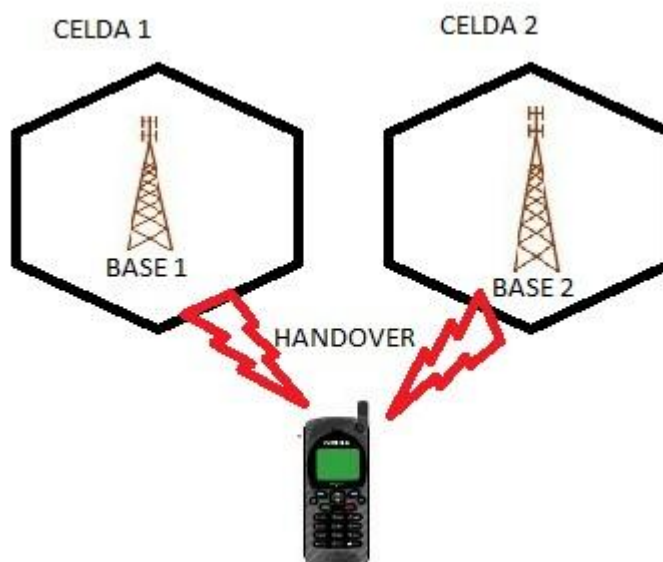


Figura: 3.7 Handover UMTS

3.4.1. Análisis de los diferentes tipos de escenarios.

El proceso de handover se realiza por distintas razones, cuando la capacidad de la conexión de llamadas nuevas en alguna determinada celda que ya se está utilizando y una nueva llamada de un teléfono entra, y este se localiza en una zona superpuesta con otra celda, se transfiera a la celda que continua para poder liberar cierta cantidad de la primera celda para que de esta manera otros usuarios puedan estar conectados a dicha celda.

Cuando tenemos un móvil que se desplaza de una celda y entra a otra celda, la llamada es transferida a la segunda celda con el fin de evitar que culmine la llamada cuando el teléfono salga de la primera celda.

3.4.2. Clases de handover

El handover se puede producir de diferentes maneras, por ello en términos generales se clasifica en cuatro tipos: Hard Handover, Soft Handover, Softer Handover y Handover entre sistemas.

3.4.2.1 Hard Handover

Hard Handover quiere decir que el antiguo radio enlace en el UE (Equipo de usuario) es desconectado antes que sea establecido en un nuevo radio enlace, en la practica un handover que necesita un cambio en su frecuencia de portadora (inter-frequency handover) siempre es realizado como un hard handover.

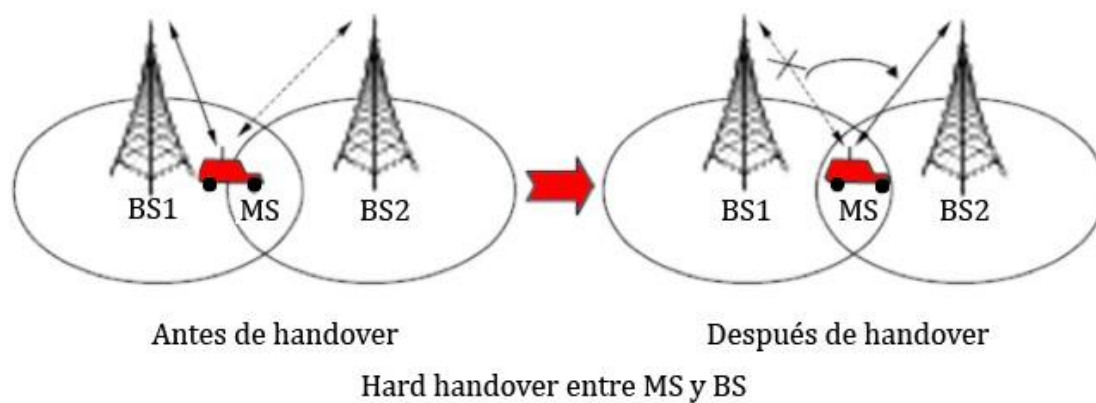


Figura: 3.8.HardHandover [20]

La forma en que se realiza el hard handover es relativamente un proceso sencillo. Podemos resumir estos procesos en los siguientes puntos:

1. La red decide que se necesita un handover debido a la referencia de la intensidad de señal que se está monitoreando por el móvil, y a los niveles de los canales de transmisión de las células adyacentes.
2. La conexión entre el UE (Equipo de usuario) y el nodo B actual se rompe.
3. Un nuevo vínculo se establece entre el nuevo Nodo B y el UE (Equipo de usuario).

Aunque se vea un proceso muy simplificado es básicamente lo que sucede. EL principal problema de este método es que al mínimo problema en establecer la nueva conexión hará que el handover falle y la llamada se desconecte.

A continuación se menciona los casos en los que se utiliza hard handover:

Cuando el móvil se desplaza de una célula a otra adyacente que trabaja a una frecuencia diferente.

Al implementar un cambio de modo, por ejemplo, de FDD (Frequency Division Duplex) al modo TDD (Time Division Duplex).

Cuando paso de una célula a otra que no tiene la capacidad de canal. Esto lo podemos ver en la (Figura. 3.9):

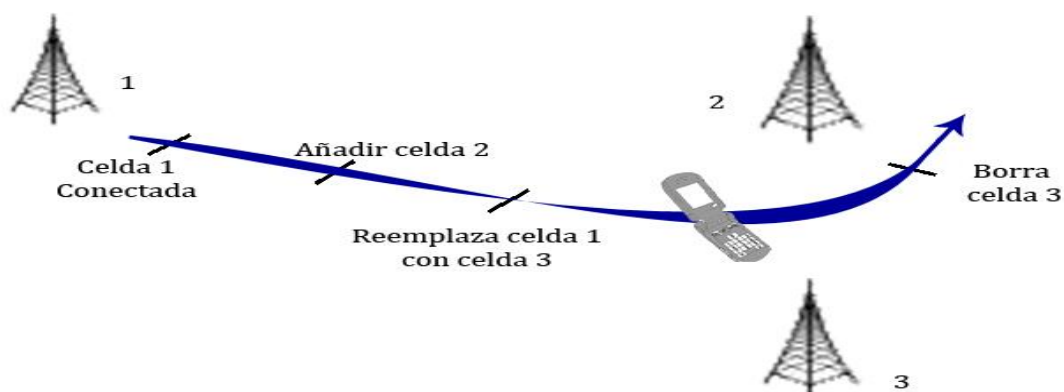


Figura: 3.9 Casos de Handover [21]

3.4.2.2 Soft Handover

Soft Handover es cuando el radio enlace es adicionado y removido de tal forma que el UE (Equipo de usuario) siempre posee al menos un radio enlace en la UTRAN(UMTS Terrestrial Radio Access Network). Esto es realizado mediante varios radio enlace que se encuentran activos simultáneamente, usualmente el softhandover puede ser utilizado cuando las celdas se encuentran trabajando bajo la misma frecuencia.

El softhandover se produce cuando un UE (Equipo de usuario) está en el área de cobertura de solapamiento de dos células. Esto implica que la conexión se puede dar para ambos nodos B simultáneamente. Al tener

más de un enlace activo durante el proceso de traspaso, esto proporciona una manera más fiable y transparente para realizar el handover.

Dado que el softhandover utiliza varias conexiones simultáneas, esto implica que las células adyacentes deben estar operando en la misma frecuencia o canal, dado a que los UE (Equipo de usuario) no tienen múltiples transmisores y receptores que serían necesarios si estuvieran en diferentes frecuencias.

Una vez que el softhandover se ha completado, los enlaces antiguos NodeB se caen y el UE (Equipo de usuario) continúa para comunicarse con el nuevo NodeB como se ve en la (Figura.3.10.).

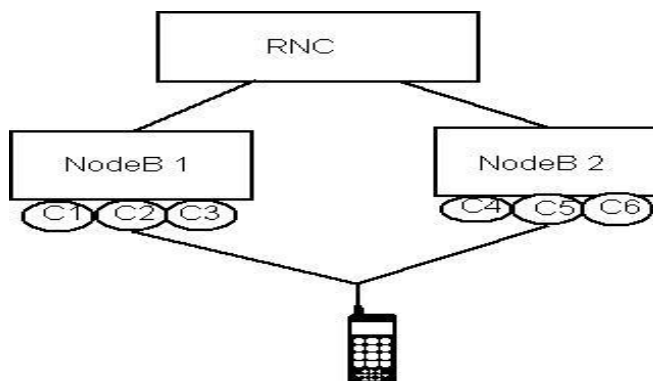


Figura: 3.10.Soft handover [22]

3.4.2.3 Softer Handover

Softer Handover es un caso especial del Soft Handover donde los radio enlace que se añaden y se eliminan se mantienen en el mismo NodoB en este caso, el NodoB recibe dos señales separadas a través del canal de propagación. Debido a las reflexiones sobre edificios o barreras naturales como se muestra en la (Figura. 3.11).

Simplemente se realiza una nueva llamada al salir del área de cobertura y esto es una gran ventaja ya que es un procedimiento más simple, pero por otro lado necesitara una mayor velocidad en el establecimiento de la llamada. Traspaso UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) más suave sólo es posible cuando un UE (Equipo de usuario) puede oír las señales de los dos sectores servidos por el mismo nodo B. Esto puede ocurrir como resultado de la superposición de los sectores, o más comúnmente como resultado de la propagación por trayectos múltiples resultante de las reflexiones de edificios, etc.

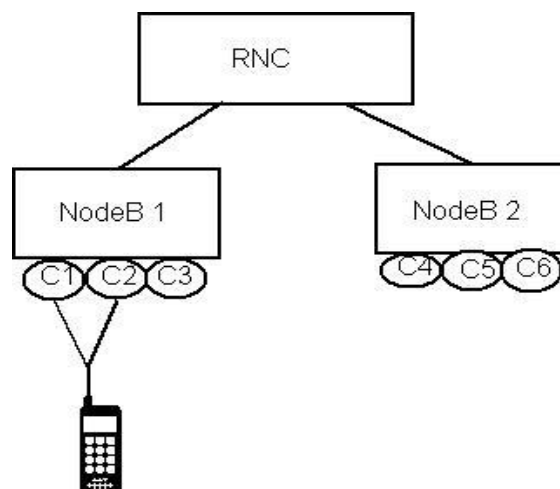


Figura:3.11.SoftterHandover [23]

3.4.2.4. Handover entre sistemas

Este tipo de handover consiste en el cambio de un sistema a otro completamente diferente, por ejemplo el handover de UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) a GSM (Global System Mobile). Cuando hablamos de handover este es el tipo más complicado, ya que debe cumplir con los siguientes requisitos, el equipo de usuario debe poder trabajar en modo dual , este toma un poco más de tiempo ya que tiene que llevar a cabo un proceso de sincronización con al sistema en cual desea ingresar y las tasas de trasmisión entre un sistema y el otro.

3.4.3. Protocolos de handover

Tenemos 4 protocolos de handover que son: Network-Controlled Handoff (NCHO), Mobile-Assisted Handoff (MAHO), Soft Handoff (SHO), y Mobile-Controlled Handoff (MCHO). Mayormente el uso de NCHO a MCHO busca esparcir el proceso de decisión de handover, consiguiendo con esto tiempos de retardo mucho más rápidos pero de esta manera perderemos información que nos permite realizar la toma de decisiones. Y para este problema tenemos los siguientes protocolos.

Network-Controlled Handoff. NCHO este protocolo centralizado donde la toma de decisión de traspaso de la red, con los datos proporcionados con el móvil, que nos entregaba en las diferentes celdas. Si en el caso que la señal en la celda actual sea peor que la señal de la celda siguiente, en este caso la red toma la decisión de traspaso. El retardo de este protocolo oscila entre los 5 y 10 segundos. En esta clase de handover no es tan eficiente cuando tenemos una gran cantidad de usuarios en una celda y con condiciones variables de la red.

Mobile-Assisted Handoff. MAHO es un protocolo que se encarga de equiparar el proceso al cambio de celda. Cuando el móvil hace medidas y

el Mobile Switching Centre (MSC) se encarga de tomar la decisión de traspaso. En comparación con NCHO (Network-Controlled Handoff) este protocolo tiene un sistema de distribución y reduce el retardo que oscila normalmente de 1 segundo.

Soft Handoff. SHO utiliza MAHO(Mobile-Assisted Handoff) durante el proceso de Handoff se establece una nueva conexión entre el móvil y la nueva estación base, manteniendo la conexión anterior activa, hasta que la señal recibida en la nueva estación base sea confiable. En ese momento libera la conexión anterior con este protocolo se mantiene la continuidad aunque se utiliza más recursos en el sistema.

Mobile-Controlled Handoff. En comparación a NCHO(Network-Controlled Handoff), es cuando el móvil tiene el control en la toma de decisión en MCHO(Mobile-Controlled Handoff). EL móvil constantemente mide la señal emitida en la estación base y el móvil decide el cambio de celda si supera el umbral dado. MCHO (Mobile-Controlled Handoff) es la máxima descentralización en la toma de decisiones.

CAPÍTULO 4

ELAVORACION DE LA HERRAMIENTA DIDACTICA

Para este capítulo mencionaremos todo lo que fue utilizado para la elaboración de la herramienta didáctica (Video). Aplicando lo conocido anteriormente para poder ilustrarlo de una manera sencilla.

4.1. Organización de las ideas

Antes de iniciar nuestro video, tuvimos que realizar un guion el cual nos ayudaría para colocar los puntos más relevantes sobre la explicación de la movilidad en los sistemas UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), y luego de esto realizar un guion para el audio, que complementaria nuestro video para su entendimiento. Se realizó la separación de los temas más importantes para realizar una animación para cada uno de ellos.

El objetivo fue resumir todo este trabajo de investigación en un video, para que quede plasmado de una forma concreta lo necesario para comprender la movilidad en los sistemas de tercera generación de telefonía celular.

4.2. Guion técnico

El guion fue separado en diferentes escenas que de forma sistemática explican en su totalidad los temas tratados en este trabajo de grado, a continuación se mencionan las diferentes escenas en las que se dividió este guion.

- Presentación.
- Significado de UMTS.
- Arquitectura de UMTS.
- Qué es la UTRAN?
- Canales involucrados.
- Control de potencia.
- Movilidad en los sistemas UMTS.

- Tipos de handover.
- Hard handover.
- Softhandover.
- Softer handover.
- Handover entre sistemas.

4.3. Requerimiento para la elaboración del video

Para poder realizar esta herramienta didáctica necesitamos de algunas cualidades para la PC donde realizaremos el video, ya que los programas que utilizaremos, tanto en la edición y creación, necesitan muchos recursos de procesador como de memoria, todo lo necesario se detallan a continuación en la tabla 5.

Tabla 5 Requerimientos de Software

Cantidad	Descripción	Funcionalidad
1 PC	Imac Procesador CORE I7	Proceso y creación del video
1 Grabadora de voz	Sony	Audio principal del video
1 Pen Drive	Kinstong 16 GB	Respaldo de la información
1 CD-DVD	4.7 GB	Video terminado

4.4. Proceso de creación del video.

Para iniciar el proceso de la creación del video, en primer lugar debemos asegurarnos de tener los equipos necesarios para culminar con éxito la elaboración de cada una de las etapas del mismo.

Lo principal era tener el audio para el video ya que esta sería nuestra escala real de tiempo para luego ajustar animaciones, presentaciones y demás.

En la parte que relaciona al audio, se realizó en un cuarto especial para evitar cualquier tipo de ruido, para ayudar a la calidad de nuestro video. Después se procedió al diseño de los personajes base en 3D que serían animados mediante el software CINEMA 4D.

Una vez teniendo el audio y las animaciones junto con las presentaciones procedimos a unirlos mediante el software Final Cut Pro

Para las presentaciones y efectos en ellos se lo realizaron en el software Adobe After Effects.

A continuación se detallara la información sobre cada uno de los software que se utilizaron para llevar a cabo esta herramienta didáctica.

4.4.1 Adobe After Effects

El un programa de Adobe, especializado para hacer efectos especiales de postproducción. Con After Effects podremos utilizar múltiples efectos en nuestras animaciones, a pesar de tener muchos modos y opciones, la interface del programa es muy sencilla y fácil de usar.

Este software es para diseñadores gráficos, productores de vídeo y a profesionales en multimedia, aunque con algún tipo de ayuda mediante tutoriales en YouTube cualquier persona puede llegar a manejar esta herramienta y plasmar toda su creatividad.

4.4.2 Final Cut Pro

Este es un software de edición de vídeo desarrollado por Macromedia y posteriormente por Apple. La versión más reciente es Final Cut Pro X, la cual funciona en ordenadores personales que posean el sistema operativo Mac OS X a partir de su versión 10.6.7 o posterior y también

procesadores Intel. El software nos permite a los usuarios registrar y transferir vídeo a un disco duro (interno o externo), donde puede ser editado, procesado y posteriormente publicado en grandes variedades de formatos.

4.4.3 Cinema4D

Cinema 4D es un software que nos sirve para la creación de gráficos y animación 3D desarrollado originariamente por Commodore Amiga siendo una compañía alemana Maxon, y portado posteriormente a plataformas Windows y Macintosh (OS 9 y OS X).

Este software permite el modelado, texturización y animación. Una de sus principales virtudes son una muy alta velocidad de renderización, posee una interfaz altamente personalizable y flexible.

4.5. Edición de la película

Para iniciar el intro del video en el cual modelamos las letras juntos con animaciones y sonido. Para ello utilizamos el software Adobe After Effects lo

cual lo podemos ver en la Fig. 4.1. Una vez teniendo el guion de la película, simplemente lo colocamos en la escala de tiempo y ajustamos con la voz.



Fig. 4.1. INTRO UMTS

4.5.1 Creación de personaje

Para esta parte que es la creación de un individuo requerimos usar el software de Cinema4D. Para no hacer tan complicado y muy largo la creación del personaje utilizamos un modelo prediseñado que nos facilita el programa.

Pero para que pueda realizarse la animación se creó el esqueleto, ya que de esta manera podremos mover y animar nuestro personaje lo cual lo podemos observar en la Figura. 4.2.

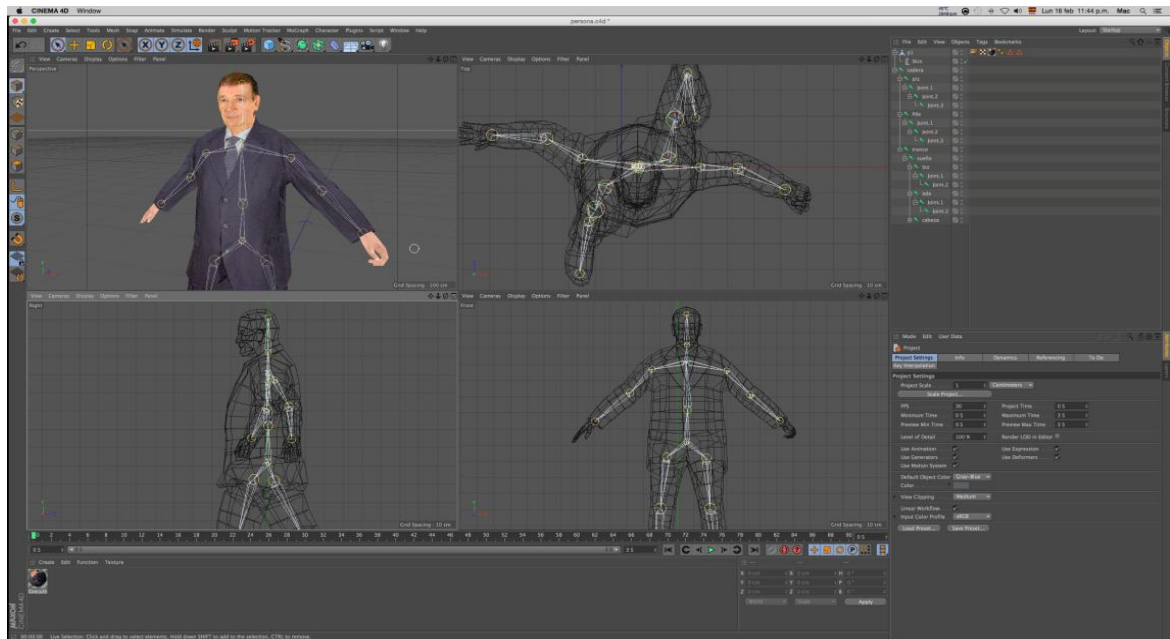


Fig. 4.2. Diseño de persona en Cinema 4D

4.5.2 Creación de ambiente.

Para esta parte decidimos el ambiente que sea lo más parecido a un campo abierto, para poder visualizar en acción a todos los componentes de la red UMTS en un entorno real.

Al momento de implementar nuestro ambiente se tuvo que diseñar ciertas partes que no estaban prediseñadas, como por ejemplo la antena de transmisión, cajas donde se procesan la información, ríos, etc.

Para luego ir ubicando los elementos en nuestro ambiente, para todo esto utilizamos el software CINEMA4D como lo podemos ver en la figura 4.3.

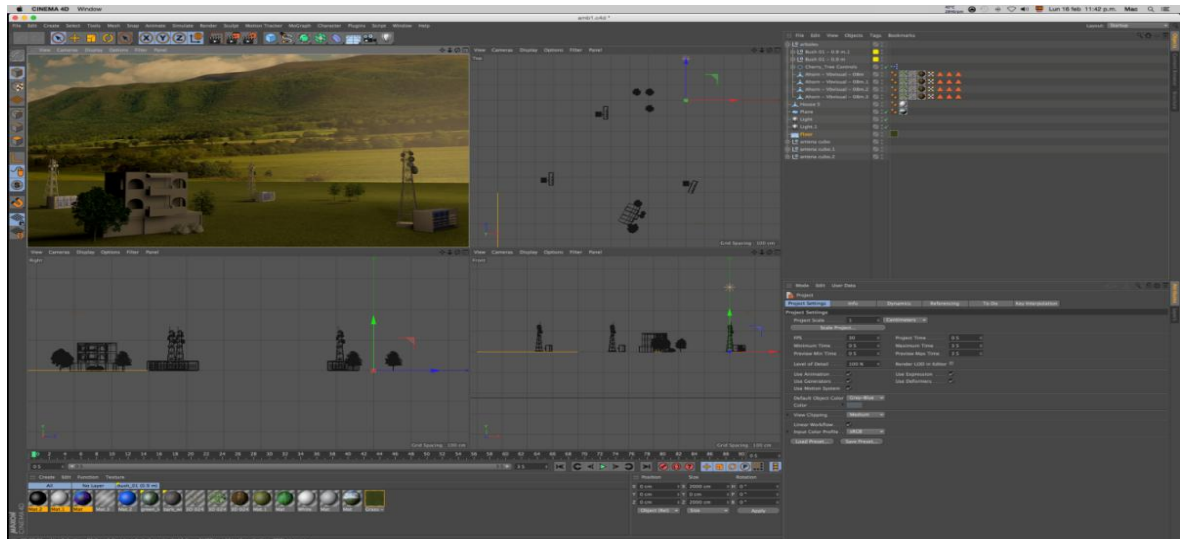


Figura. 4.3. Ambiente UMTS Cinema 4D

4.5.3 Creación del vehículo

Para esta creación se necesitó de figuras poligonales, las cuales fueron modificadas para tomar la forma que nosotros queramos, escogiendo lo más similar para poder dar forma a nuestro vehículo que mediante una foto

nos guiamos de cómo sería nuestro modelo final. Para luego una vez este el diseño procedamos a pintarlo y moldeando las texturas para que se vea bien en una imagen en 2D mediante el software CINEMA4D como lo podemos ver en la figura 4.4.

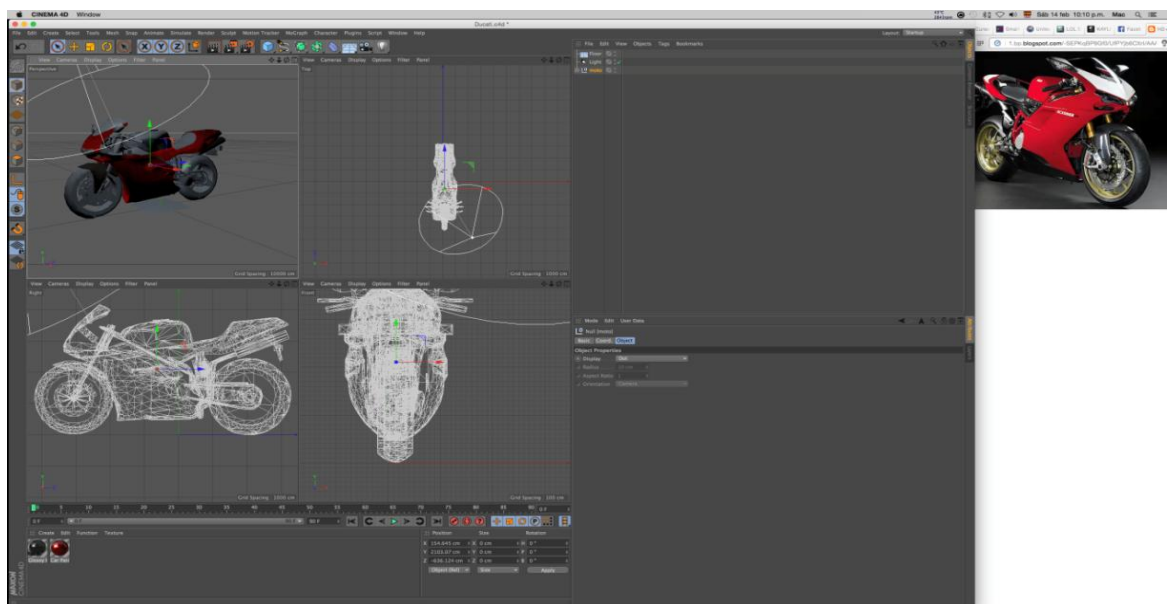


Figura. 4.4. Vehículo Cinema 4D

4.5.4 Montaje Final

Para realizar la colocación de todos los elementos que están involucrados en nuestra película utilizamos el software FINAL CUT-PRO. Aquí tuvimos que hacer coincidir el audio juntos con las imágenes y animaciones para tener el sonido acorde con lo que estamos viendo. Luego ajustamos la

calidad con la cual se guardaría la película para tener buena definición de la misma tal como la mostramos en la Figura. 4.5.

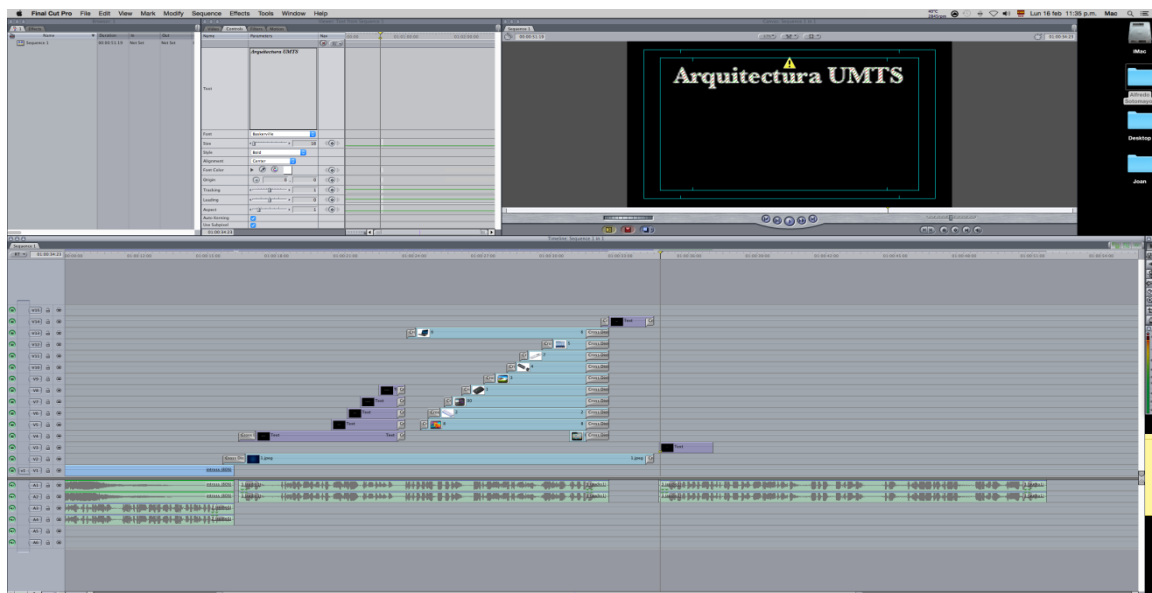


Figura. 4.5 Montaje en Final CUT

CONCLUSIONES

1. Durante el curso y la investigación para la cristalización de este trabajo de grado, se pudo comprender de manera completa el funcionamiento, arquitectura y entorno de los sistemas de telefonía celular de tercera generación UMTS.
2. Los procesos mediante los cuales se gestiona y administra la movilidad de los sistemas UMTS son en algo complejos, pero muy útiles y eficaces para los distintos escenarios que se pueden presentar en el entorno real.
3. El control permanente de la movilidad en los sistemas UMTS genera la tranquilidad tanto para el usuario, que garantiza la calidad del servicio durante el movimiento en una zona de cobertura, como de la operadora que previene que se eleve el número de llamadas fallidas o con errores.
4. Podemos concluir que la gestión de la movilidad de los sistemas UMTS está muy relacionado con la gestión del control de potencia, ya que son

valores que constantemente son monitoreados para saber con certeza que un equipo de usuario necesita en un momento determinado empezar un proceso de handover o traspaso.

5. A pesar de la poca experiencia en la elaboración de videos con animaciones, se pudo plasmar todas las ideas en la herramienta didáctica desarrollada en este trabajo de grado. Lo cual permite que el video contenga una explicación clara y completa sobre la movilidad en los sistemas UMTS.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda, para las personas que tengan acceso a la herramienta desarrollada en este trabajo de grado, a utilizarla para fines educativos, debido a que todo está explicado de una forma sencilla, lo cual facilitara a los interesados aprender sobre la gestión de la movilidad en los sistemas UMTS.
2. Después del éxito al realizar la herramienta didáctica, se recomiendan la utilización del software utilizados para la animación y efectos para la producción del mismo.
3. Para la realización de un video como el desarrollado en este trabajo, se recomienda como mínimo tener los requerimientos de hardware detallados anteriormente, dado que el software realmente consumen los recursos mencionados.

BIBLIOGRAFÍA

[1]. Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Release 1999 pag.58).

[2] Documentos sobre la Tecnología UMTS <http://nubr.co/uzghK7> pág. 114.

[3] Tomás González, Carlos Bonilla <http://nubr.co/hjNawi>. REDES UMTS.

[4] .- Sistemas Móviles de 3era Generación <http://nubr.co/jQVJO1>).

[5] Antoni Barba Martí, Gestión de la Red pág. 150.

[6] Guía para GSM, GPRS, 3G, EDGE, HSDPA. <http://nubr.co/7loKJz> .

[7] Estudio de la UTRAN <http://nubr.co/m5Xdls>.

[8]. Red de Acceso Radio Terrestre <http://nubr.co/n1Wz2c> pág. 25- 26.

[9] Crecimiento de las comunicaciones móviles [#<http://nubr.co/Nbgbm5o>

- [10] Modos de conexión UE <http://goo.gl/TeqMkG>
- [11] Técnica de Conmutación de circuitos <http://nubr.co/aREsn1>
- [12] Conmutación de paquetes <http://nubr.co/nymwNJ>
- [13] Interfaces <http://nubr.co/KXZ6iy>
- [14] Arquitectura UTRAN <http://nubr.co/qtu3Dv>
- [15] Canales de transporte <http://nubr.co/J5Ln20>
- [16] Red y Tecnología celular <http://nubr.co/7xRoyj>
- [17] Entorno Celular <http://nubr.co/ICvLC>
- [18] Optimización del servicio celular <http://nubr.co/KHROJM>
- [19] Control de Potencia <http://nubr.co/s7sRLH>
- [20] HardHandover <http://nubr.co/FtJEvt>

[21] Casos de Handover <http://nubr.co/o3wgkY>

[22] Soft handover <http://nubr.co/vJ6txv>

[23] SofterHandover <http://nubr.co/3G7E7p>