

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica



TRABAJO DE DIPLOMA

**Gestión de control del intercambio de celdas (handover) en
WCDMA**

Autor: Génard Cherfils

Tutor: MSc. Frank Zurbano Quintana

Cotutor: Ing. Hiram del Castillo Sabido

Santa Clara, Cuba

2013

"Año 55 de la Revolución"

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica



TRABAJO DE DIPLOMA

Gestión de control del intercambio de celdas (handover) en WCDMA

Autor: Génard Cherfils

E-mail: genard@uclv.edu.cu

Cotutor: Ing. Hiram del Castillo Sabido

Tutor: MSc. Frank Zurbano Quintana

Asistente Adjunto del Dpto. de Telecomunicaciones y Electrónica de la UCLV e Instructor Adjunto del Centro Nacional de Capacitación de ETECSA. Especialista de la filial de Servicios Móviles de ETECSA Gerencia Villa clara.

E-mail: frank.zurbano@cubacel.cu

Santa Clara, Cuba

2013

"Año 55 de la Revolución"

Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del Autor

Firma del Jefe de Departamento
donde se defiende el trabajo

Firma del Responsable de
Información Científico-Técnica

PENSAMIENTO

Es más fácil desintegrar un átomo que un prejuicio.

Albert Einstein

DEDICATORIA

A mis padres, Senatus Cherfils y Adela Pierre Cherfils, por haberme educado con tanto amor y cariño y por entregarme todo en la vida a cambio de un hombre de bien.

A mi hija, Emilie de la Caridad Cherfils Guerra, por darme más deseo de seguir viviendo.

A todos aquellos que de una forma u otra dieron su apoyo, ayuda y sacrificio que me permitió llegar a este momento tan importante en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, porque sin su apoyo incondicional todo hubiera sido más difícil.

A mi tutor, Frank Zurbano Quintana y Cotutor: Ing. Hiram del Castillo Sabido por su ayuda y asesoría en la realización de este trabajo.

Al gobierno de Cuba, por haberme ofrecido todo lo que pueda durante mi estancia en su país.

TAREA TÉCNICA

1. Caracterización de la tecnología de WCDMA
2. Realización de un estudio profundo de gestión del intercambio de celdas
3. Elaboración del proceso de gestión del intercambio de celdas
4. Descripción detallada del algoritmo para la gestión del intercambio de celdas.

Firma del Autor

Firma del Tutor

RESUMEN

En este trabajo de diploma se realiza un estudio del sistema de comunicaciones móviles de tercera generación basando en WCDMA, como interfaz aérea, la cual sustenta la técnica de acceso múltiple por división de código de UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), el sucesor de la segunda generación. Esta tecnología da a UMTS la capacidad de brindar una amplia gama de servicios, mayor capacidad de usuarios, privacidad y un mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico, características que aumentan la eficiencia del sistema y lo sitúan entre los sucesores de los sistemas de segunda generación como GSM.

El estudio se centra en la gestión de control de intercambio de celdas (handover) en WCDMA, donde se describen de forma detallada todos los factores que intervienen en el proceso, así como el método que se sigue para su realización.

TABLA DE CONTENIDOS

TAREA TÉCNICA	iv
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	1
Organización del informe	3
CAPÍTULO 1. CARACTERIZACION DE LA TECNOLOGIA WCDMA	4
1.1 UMTS	6
1.1.1 Arquitectura UMTS	6
1.2 WCDMA	7
1.2.1 WCDMA un auge de GSM y CDMA	8
1.2.2 Acceso múltiple por División de código (CDMA) y WCDMA.....	9
1.2.3 Interfaz de radio.....	9
1.2.4 Especificaciones de WCDMA.....	10
1.2.5 Técnicas de acceso al medio	12
1.3 Modo de FDD y TDD	12
1.3.1 Extendido (Spreading)	13
1.3.2 Técnicas de modulación de espectro extendido.	14
1.3.3 Códigos ortogonales	14
1.3.4 Códigos de canalización	15
1.3.5 Códigos aleatorios	16
1.3.6 Códigos de sincronización	17
1.4 Conceptos de Canales.....	19
1.4.1 Canales de Transporte.....	22

1.4.2	Canales físicos.....	24
1.4.2.1	Canales físicos del enlace de subida	24
1.4.2.2	Canales físicos del enlace de bajada	25
1.4.2.3	CPICH	26
1.5	Handover	30
1.5.1	Soft y softer handover	31
1.5.2	Hard handover	32
1.5.3	Inter-frecuencia handover	32
1.5.4	Handover inter-modo.....	33
1.5.5	Handover hacia GSM (inter-system handover).....	33
1.6	Control de potencia	36
1.6.1	Funciones básicas en el control de potencia.	37
1.7	Modo comprimido.....	38
1.7.1	Funcionamiento del modo comprimido.....	39
1.8	Control de admisión	39
1.9	Control de congestión.....	39
CAPÍTULO 2. CONSTITUCION DEL PROCEDIMIENTO DE HANDOVER EN WCDMA.....		41
2.1	Clasificación de las estaciones base	42
2.2	Áreas de cobertura.....	43
2.3	Control de handover	43
2.3.1	Soft handover intra-sistema intra-frecuencia.....	45
2.3.2	Hard Handover Intra-sistema–Intra-frecuencia	46
2.3.3	Handover intra-sistema-inter-frecuencia	46
2.3.4	Medidas de inter-frecuencia. Modo comprimido.....	47

2.3.5	Handover Inter-sistema	49
2.4	Medidas de evaluación de handover	50
2.4.1	Definiciones de la celda vecina	50
2.4.2	Búsqueda de celda vecina en la frecuencia portadora actual.....	51
2.5	Criterio de reporte de medición	52
2.6	Reporte de los Resultados de Mediciones.....	52
2.7	Medidas de Nodo B	53
2.8	Estación móvil (User Equipment UE)	54
2.9	Medida de handover	54
2.9.1	Características de soft handover	55
2.9.2	Control de potencia en soft handover.....	56
2.9.3	Exactitud y retardo en la medida de Handover	57
2.9.4	Particularidades de Handover intra-frecuencia.....	60
CAPÍTULO 3. MECANISMO DE GESTION DE CONTROL DEL INTERCAMBIO DE CELDA.....		63
3.1	Relación Eb/No	64
3.1.1	Cambio en el Ec/Io, de acuerdo con la carga de Tráfico del Sector	65
3.1.2	Cambio en el Ec/Io, de acuerdo con el Escenario de RF	66
3.2	Piloto-a-interferencia basado en algoritmo de Handover.....	68
3.2.1	Reporte periódico de evento-disparado.....	73
3.3	Mecanismo para prohibir que una Celda vecina afecte el Rango de Reporte.	73
3.4	Offset de la Celda individual	73
3.5	Medidas Interiores de UE	75
3.6	Algoritmos de decisión de handover adaptables.....	82
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		84

COCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS	95

INTRODUCCIÓN

Las últimas décadas han estado marcadas por un crecimiento acelerado de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, específicamente en la rama vinculada a los sistemas de comunicaciones móviles. Estos han evolucionado desde ofrecer únicamente el servicio de voz y de datos con tremendas restricciones, hasta el punto de proporcionar una amplia gama de aplicaciones multimedia, las que inicialmente estaban disponibles sólo para computadoras personales fijas.

Hoy en día ha sido una tarea fundamental para todos los países del mundo, el despliegue de la tecnología de banda ancha, una forma de poder enfrentar a las nuevas demandas actuales y de facilitar una comunicación en tiempo real. La única forma de solucionar el problema es extender los servicios soportados por los llamados sistemas de comunicaciones móviles de segunda generación. En los últimos años se han realizado intensos trabajos de investigación a nivel mundial, llegando a una tercera generación (3G) de comunicaciones móviles. Este sistema se desarrolla básicamente en Europa como miembro de la familia global IMT-2000 de la UIT que contempla la validez para todas las regiones del mundo. El estudio de este sistema se enfoca principalmente en la parte correspondiente a la planificación de la Red de Radio, la cual utiliza la tecnología WCDMA como técnica de acceso múltiple, siendo este el cambio más sensible entre GSM y UMTS.

En términos tecnológicos, los cambios más radicales que supone la 3G con respecto a la segunda generación (2G), están asociados a la planificación de la interfaz de radio, ya que en los sistemas de 3G se necesita un planeamiento más detallado del intercambio de celdas, de la interferencia como la potencia y un análisis de capacidad, en lugar de una simple optimización de cobertura.

El concepto relacionado a la tecnología WCDMA se considera muy importante y disperso, haciéndose cada día más necesario la concentración de conocimientos que trae consigo. Por lo tanto, se considera importante conocer el desarrollo de los siguientes puntos:

- La forma de implementación de los algoritmos
- La interpretación del proceso de control de gestión del intercambio de celdas
- La investigación de las distintas formas de implementaciones de los procesos de gestión del intercambio de celdas.

De los aspectos de la tecnología WCDMA, en este trabajo se desarrolla uno de los puntos que se considera más importantes de las diferencias que trae la tercera generación con respecto al sistema de segunda generación: la gestión del control de intercambio de celdas. Por lo tanto, en el presente trabajo de diploma, se define como problema científico el siguiente:

¿Cómo concentrar la información dispersa en la literatura sobre los nuevos logros de la tecnología WCDMA, enfatizando en la gestión del recurso de control del intercambio de celdas?

Se considera como objeto de estudio las redes de 3G (UMTS) y como campo de acción dentro del mismo, la gestión del recurso de control de intercambio de celdas de las redes de 3G.

El objetivo principal de este trabajo es: elaborar un material de estudio sobre la gestión del intercambio de celdas en la tecnología WCDMA que sirva de referencia para estudiantes de la carrera en Telecomunicaciones y Electrónica y como guía para los ingenieros que quieren profundizarse en esta temática.

Para dar cumplimiento a los objetivos trazados se realizaron las siguientes tareas:

- Caracterización de la tecnología de WCDMA.
- Conceptualización de los diferentes tipos de handovers.
- Descripción detallada del algoritmo para la gestión del intercambio de celdas.

Organización del informe

Este trabajo de diploma consta de las siguientes partes:

Pensamiento

Dedicatoria

Agradecimientos

Tarea técnica

Resumen

Introducción

Capítulo 1 Se realiza la caracterización de la tecnología WCDMA y su proceso del mecanismo de handover.

Capítulo 2 Se presentan los conceptos de handover de una forma más desarrollado de los distintos tipos existentes.

Capítulo 3. Se muestra a partir de gráficos el mecanismo de gestión del intercambio de celda.

Recomendaciones

Referencias bibliográficas

Bibliografía

Siglarío

CAPÍTULO 1. CARACTERIZACION DE LA TECNOLOGIA WCDMA

Los sistemas de telefonía móvil de 3G, surgen con el propósito de aumentar la versatilidad de los sistemas anteriores. Las tecnologías precedentes a 3G estaban orientadas principalmente a comunicaciones de voz e intercambio de mensajes de texto cortos, con la posibilidad limitada de transmitir y recibir datos desde y hacia las redes de datos existentes, debido a mejoras introducidas por el estándar GPRS.

El propósito del surgimiento de la 3G no era sólo mejorar la calidad de los servicios existentes hasta el momento, además incorporó gran cantidad de nuevos servicios, entre los que se encontraban el acceso móvil a Internet a velocidades elevadas y servicios multimedia. Para dar cabida a lo anterior, la tecnología 3G debía cumplir, entre otros, los siguientes requisitos:

- Posibilidad de incorporación gradual, manteniendo la compatibilidad con tecnologías 2G.
- Capacidad de soportar conmutación de paquetes y circuitos.
- Brindar altas velocidades binarias: 144 Kbps en alta movilidad, 384 Kbps en espacios abiertos y 2 Mbps en baja movilidad.
- Posibilidad de transmisión de manera simétrica o asimétrica, a gran velocidad.
- Soporte radioeléctrico flexible, con utilización más eficaz del espectro y bandas de frecuencias comunes en todo el mundo.

La familia de sistemas móviles de 3G se denomina IMT-2000 (*International Mobile Telecommunications-2000*), cuyas especificaciones son responsabilidad de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). IMT-2000 se presenta como una guía a seguir por los estándares de 3G para garantizar la compatibilidad mutua, además de sentar bases para desarrollos futuros.

Una vez definida la base IMT-2000, los organismos de estandarización regionales comenzaron a desarrollar el sistema a emplear en las distintas áreas geográficas, siendo definido UMTS por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI,

European Telecommunication Standard Institute) y está planteado para usar WCDMA como técnica de acceso múltiple.

1.1 UMTS

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) es el sucesor de la segunda generación 2G basado en las tecnologías GSM, incluyendo GPRS y EDGE. A pesar de que UMTS use una interfaz de aire totalmente diferente. Los elementos centrales de la red han estado emigrando hacia los requisitos de UMTS con la introducción de GPRS y el EDGE. De este modo, la transición de GSM a UMTS no precisa una inversión tan instantáneamente grande (Poole 2006).

1.1.1 Arquitectura UMTS

En la Figura 1.1 se representa la arquitectura básica de una red UMTS, compuesta por sus tres partes fundamentales: los equipos de usuario, la red de acceso y el núcleo de red (A. B. García).

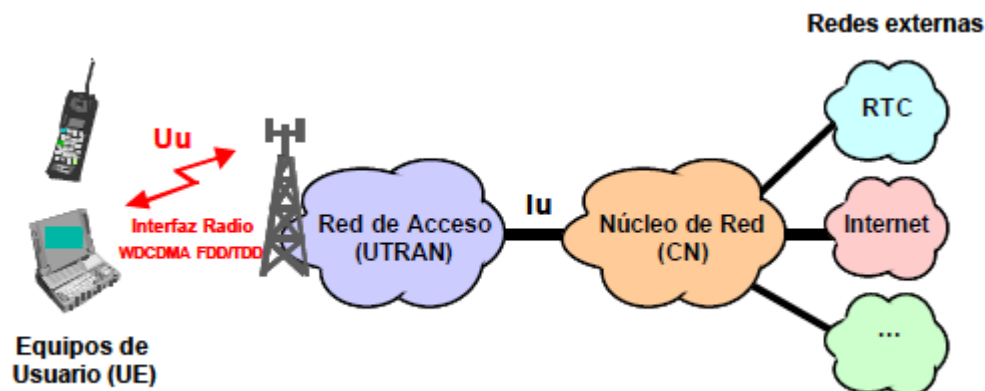


Figura 1.1 Arquitectura de UMTS

Los equipos de usuario acceden a la red a través del interfaz radio (Uu), basado en WCDMA. La red de acceso radio (UTRAN) se encarga de transportar el tráfico de usuario (voz, datos, señalización móvil-red) hasta el núcleo de red (CN, Core Network), con el que se comunica a través del interfaz Iu. Dentro del núcleo de red se encuentran los recursos de conmutación y transmisión necesarios para completar el trayecto de la comunicación hacia

el abonado remoto, que puede pertenecer a la red UMTS o a una red externa (RTC, Internet,...) (A. B. García).

Los tres tipos básicos de técnicas de acceso al medio son los siguientes y se puede apreciar a partir de los esquemas de las Figura 1.2:

- FDMA (Frequency Division Multiple Access)
- TDMA (Time Division Multiple Access)
- CDMA (Code Division Multiple Access)

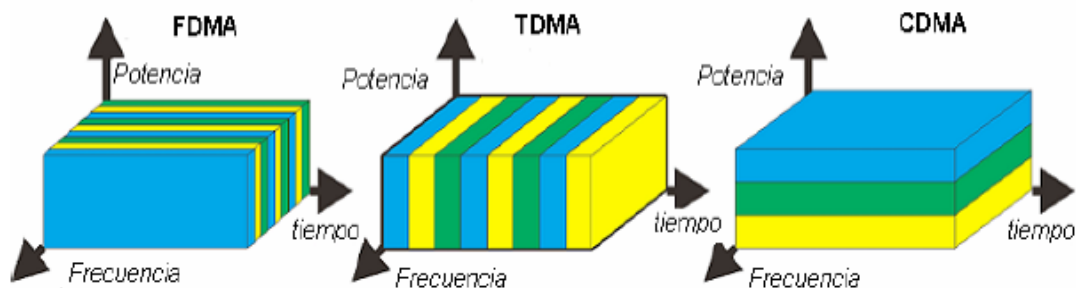


Figura 1.2 tipos basicos de tecnicos de acceso al medio (Galván 2004).

En sistemas celulares de 1G, tales como TACS y AMPS se usaron FDMA para permitir que algunos usuarios se comunicaran simultáneamente con la estación base de la red. Sin embargo en los sistemas de 2G, por ejemplo en GSM, los usuarios se separaron en el dominio del tiempo, correspondiendo a TDMA. En redes de 3G se utiliza CDMA debido a la mayor eficiencia espectral que aporta frente a otro tipo de técnicas de acceso.

1.2 WCDMA

La tecnología WCDMA a diferencia de la tecnología GSM adopta un sistema que cómodamente cambia entre canales comunes y canales dedicados dependiendo del tráfico de datos, basándose en las características de la tecnología CDMA. WCDMA fue desarrollada para crear un estándar global para servicios de multimedia en tiempo real que asegurara el roaming internacional. Con el soporte de ITU (la Unión Internacional de Telecomunicaciones), fue ubicado en un espectro de valor específico de 2GHz para los

sistemas de telecomunicación de la 3G. El trabajo más tarde asumió el control por el 3GPP (3rd Generation Partnership Project), el cual es ahora el cuerpo de especificación de WCDMA con delegados en todas partes del mundo. Ericsson lleva mucho tiempo jugando un papel muy activo para ITU y 3GPP convirtiéndose en un contribuyente principal para WCDMA y en el cumplimiento de la visión de un sistema móvil global de telecomunicación.

1.2.1 WCDMA un auge de GSM y CDMA

La Figura 1.3 muestra los diferentes aspectos de similitudes y diferencias existentes entre los sistemas de la tecnología de 3G WCDMA y la tecnología de segunda generación 2G GSM como son:

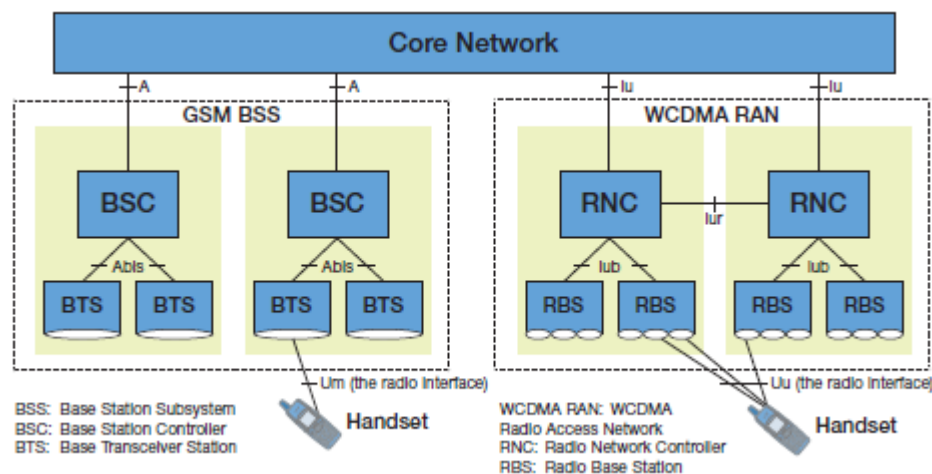


Figura 1.3 Arquitectura GSM/WCDMA

El GSM Subsistema de Estación Base (BSS) y el WCDMA Red de Acceso de Radio (RAN) son ambos conectados en la red central de GSM para proveer una conexión de radio al móvil.

Además, ambos sistemas GSM BSS y WCDMA RAN se basan en los principios de un sistema de radiodifusión celular. El control de Estación Base (BSC) de GSM corresponde a la Red de Control de Radio (RNC) en WCDMA. La Estación Base de Radio (RBS) de GSM corresponde a los RBS de WCDMA, y la interfaz A de GSM fue la base de desarrollo

del interfaz lu de WCDMA, lo cual principalmente difiere en la inclusión de los servicios nuevos ofrecidos por WCDMA(ERICSSON 2001).

Las diferencias significativas, aparte de la falta de interfaz entre el BSCs del GSM y la insuficiente interfaz Abis especificado en GSM para proveer a la operatividad de multi-vendedor son más de una materia sistémica. El sistema GSM usa tecnología TDMA (el Acceso Múltiple por División de Tiempo) con un montón de funcionalidad de radiodifusión basada en manejar las ranuras de tiempo. El sistema WCDMA, por otra parte, usa la tecnología CDMA, significa que ambos hardware y las funciones de control son diferentes. Los ejemplos de funciones específicas en WCDMA son control de potencia rápida y el soft handover.

1.2.2 Acceso múltiple por División de código (CDMA) y WCDMA

El acceso múltiple por División de código (CDMA) es una tecnología de múltiple acceso donde los usuarios son separados por códigos únicos, lo cual quiere decir que todos los usuarios pueden usar la misma frecuencia y pueden transmitir al mismo tiempo. Con el auge rápido en procesamiento de la señal, se ha vuelto factible usar la tecnología para la comunicación inalámbrica, también llamada WCDMA y CDMA2000.

WCDMA es un paso más en la tecnología CDMA. Usa una señal de radio 5 MHz de ancho y una tasa del chip de 3.84 Mcps, lo cual está cerca de tres veces más alto que la tasa del chip de CDMA2000 (1.22 Mcps).

Los beneficios principales de una portadora de banda ancha con una tasa superior del chip son:

- Soporte para razón de bit alta
- Alta eficiencia del espectro gracias al mejoramiento de la eficiencia del trunking
- Calidad de servicio muy alta.

1.2.3 Interfaz de radio

La pila de protocolo de la interfaz de radio entre la Red de Acceso de Radio WCDMA y el móvil consiste de un número de capas de protocolos, cada una proporciona un servicio

específico en la capa próxima hacia arriba. La principal propuesta con cada capa es como sigue, como se puede notar en la Figura. 1.4:

Capa 3: La señalización para controlar la conexión del móvil

Capa 2: Si hay tiempo destinado, para retransmitir paquetes que has sido recibido con errores.

Capas 1: Transmite y recibe los datos sobre el radio incluyendo protección básica contra errores de bits. (ERICSSON 2001)

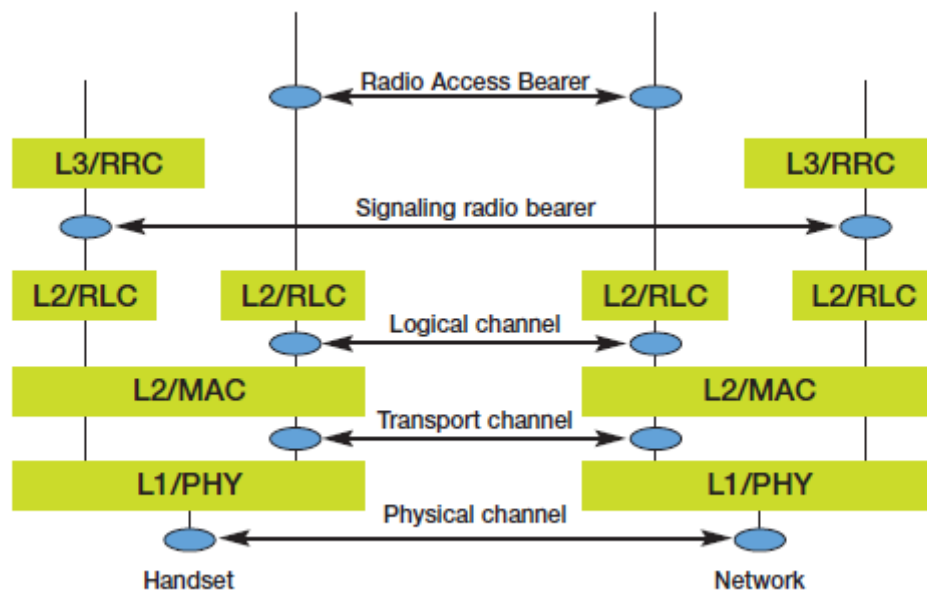


Figura 1.4 Estructura de Protocolo de la Interfaz de Radio

1.2.4 Especificaciones de WCDMA

La descripción de la interfaz de aire se basa en las especificaciones de banda ancha del 3GPP CDMA como es listado en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Parametros de WCDMA

Ancho de banda del Canal	5 MHz
Modo Dúplex	FDD y TDD

Estructura del canal de RF del enlace de bajada	Extensión directa
Longitud de la trama	10 ms
Razón de chip	3.84Mbps
Modulación de extendido	QPSK (downlink) Balanceado QPSK (uplink) Dual-canal Complejo circuito de extendido
Modulación de dato	QPSK (downlink) QPSK (uplink)
Código de canal	Códigos de Convolucion y turbo
Detección coherente	El multiplexado de tiempo de piloto dedicado al usuario (downlink and uplink), piloto común en el downlink
Multiplexado de canal en downlink	Dato y canal de control de tiempo multiplexado
Canal de Multiplex en enlace de subida (uplink)	Control y multiplexado de tiempo del canal de piloto I&Q de multiplexación para dato y control de canal
Tasa múltiple	Extendido variable y múltiple código
Factor de extendido	4-256 (downlink), 4-512 (uplink)
Extendido (downlink)	OVSF secuencias para separación de canal de secuencia de Gold $2^{18}-1$ para celda y usuario de separación (ciclo truncado de 10 ms)

Extendido (uplink)	Secuencias OVSF, secuencia de Gold 2 41 para la separación de usuario (cambios de tiempo diferente en el canal I y Q, de ciclo truncado 10 ms)
Handover	Soft handover Handover Inter-frecuencia

1.2.5 Técnicas de acceso al medio

El interfaz de área de UMTS es basado en los mismos principios que el cdmaOne, pero los detalles son muy diferentes. En particular, usa un ancho de banda de señal superior a 5 MHz, es conocido como el *wideband* CDMA (W-CDMA). Tiene dos modos de funcionamiento, conocido como el dúplex de división de frecuencia (FDD) y dúplex de división de tiempo (TDD). De éstos, FDD es actualmente mucho más popular, a tal grado que se apenas se discutirá el TDD (John 2007).

1.3 Modo de FDD y TDD

En el interfaz de aire, la capa física transmite y recibe señales de radio que usan dos modos distintos: el dúplex de división de frecuencia y dúplex de división de tiempo. Éstas son dos técnicas de distinguir las transmisiones de los móviles de aquéllos de las estaciones bases, para asegurar que ellos no interfieren entre sí. FDD usa una asignación espectral apareada en que las estaciones bases y móviles transmiten continuamente pero en dos frecuencias diferentes. Por el contrario, TDD usa un espectro no apareado en que las estaciones bases y móviles transmiten en la misma frecuencia pero en momentos diferentes.

Ambos modos tienen ventajas y desventajas. Hasta la fecha, FDD ha demostrado ser mucho más popular que TDD, a tal magnitud que hay muy pocas aplicaciones del release 99, especificaciones de TDD. Sin embargo, hay una excepción: el sistema de TD-SCDMA chino realmente es una opción dentro de UMTS modo de TDD que entró en las especificaciones como la parte de release 4.

En UMTS, las frecuencias del portador individuales son 5MHz aparte, pero ellos pueden quedar en varias bandas diferentes que están definidos en las especificaciones 3GPP. La Figura 1.5 muestra las bandas de frecuencias más importantes en el modo de FDD.

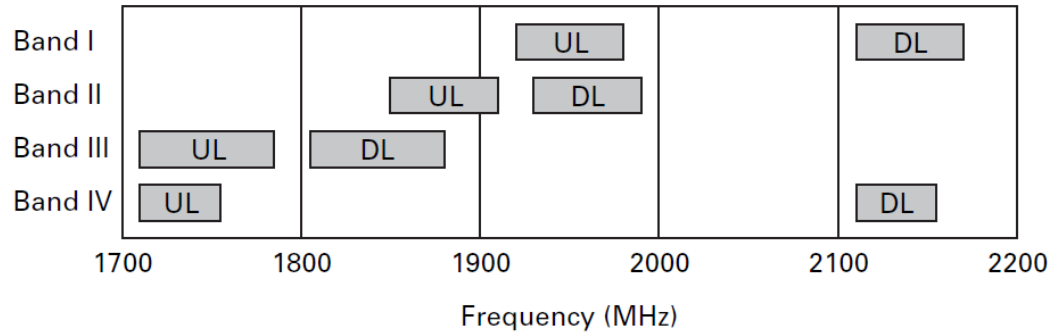


Figura 1.5 Ilustración de las bandas de frecuencia más importantes usada por UMTS (John 2007).

1.3.1 Extendido (Spreading)

El término spreading significa aumentar el ancho de banda más allá del ancho de banda requerido por una señal para acomodar la información. En la figura 1.6 muestra el proceso de esparcimiento para la transmisión de una señal en banda base, así como el proceso inverso. Se pueden apreciar además, algunos de las interferencias más comunes en un canal de comunicación de un sistema celular.

CDMA utiliza códigos de extendido únicos para lograr extender el ancho de banda de los datos en banda base antes de la transmisión. La señal es transmitida en un canal con un nivel bajo de ruido. En el receptor se utiliza el mismo código para recuperar la señal original la cual pasa por un filtro pasa banda. Las señales no deseadas no serán recuperadas y no pasarán el filtro pasa banda. Los códigos de extendido tienen la forma de una secuencia de unos y ceros diseñada cuidadosamente, de tal manera que la velocidad de estos códigos es mucho mayor (por lo menos el doble) que la velocidad de los datos en banda base. La velocidad de un código de extendido es llamada velocidad de chip en vez de velocidad de bit.

Las ventajas de una señal de espectro extendido sobre otra en banda base son la seguridad, la resistencia a la interceptación, resistencia al desvanecimiento multi-ruta y son capaces de

soportar las técnicas de acceso múltiple. El proceso de extendido consiste de dos operaciones para UTRAN, la canalización y la aleatorización. De la misma forma, en UTRAN se utilizan dos familias de códigos de extendido los cuales tienen diferentes propiedades: los códigos ortogonales y los códigos de pseudo-ruído

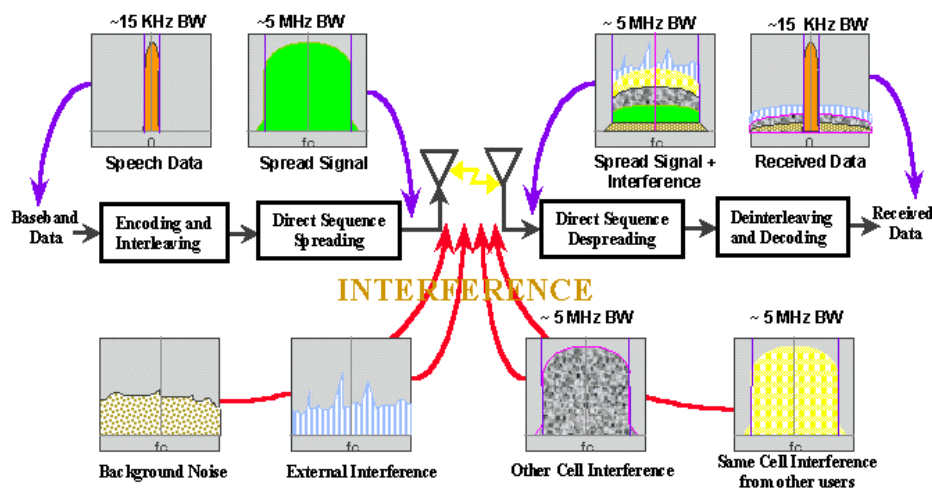


Figura 1.6 Proceso de extendido

1.3.2 Técnicas de modulación de espectro extendido.

La información puede ser modulada en una señal de espectro extendido por muchos métodos. Esta modulación puede ser de fase o de frecuencia, o una combinación de estos dos esquemas. Cuando el extendido del espectro se realiza por una modulación de fase, se le llama señal de espectro extendido de secuencia directa. Cuando el extendido del espectro se obtiene por un cambio rápido en la frecuencia de la portadora se le llama señal de espectro extendido por salto de frecuencia. Otra forma de obtener una señal de espectro extendido es mediante el salto en el tiempo, en este caso, el tiempo de transmisión es dividido en intervalos llamados “tramas”. Cada trama es dividida después en ranuras de tiempo.

1.3.3 Códigos ortogonales

Los códigos ortogonales son aquellos que en un ambiente ideal no interfieren unos con otros. Para lograr esto los códigos deben estar sincronizados en tiempo. Por lo tanto,

pueden ser utilizados en el enlace de bajada para separar diferentes usuarios de una misma célula, pero en el enlace de subida, sólo pueden separar servicios de un solo usuario. No se pueden utilizar para separar diferentes usuarios de la misma célula, debido a que los móviles no se encuentran sincronizados en tiempo unos con otros y por tanto sus códigos no pueden ser ortogonales (con la excepción de que el sistema esté utilizando el modo TDD con su enlace de subida sincronizado).

Además los códigos ortogonales no se pueden utilizar en el enlace de bajada entre estaciones base. La razón es que existe un número limitado de códigos ortogonales, los cuales deben ser reutilizados en cada célula, lo que puede ocasionar que un UE pueda recibir el mismo código de dos estaciones bases diferentes al mismo tiempo cuando éste se encuentre en los límites de la misma. Uno de estos códigos está dirigido al UE y el otro a otro usuario. Si se utilizara un solo código ortogonal, esta señal podría interferir con otra de manera severa. Sin embargo, en el enlace de subida las señales de un solo usuario están sincronizadas en tiempo, lo que permite que los códigos sean ortogonales y se puedan separar los canales del mismo usuario.

En el enlace de bajada, el mismo árbol de códigos ortogonales es utilizado por la estación base para todos los móviles en esa célula. Un manejo cuidadoso es necesario para que una estación base no utilice otros códigos de canalización. Esto es porque los códigos de canalización se utilizan en el enlace de bajada para separar conexiones de diferentes usuarios en la misma célula.

La transmisión en el enlace de bajada de estaciones base separadas no es ortogonal, así que el UE debe distinguir primero a la estación base correcta mediante el código de scrambling y enseguida de la señal correcta, extraer los datos utilizando los códigos de canalización. En conclusión, en el mundo real el enlace de bajada nunca será completamente ortogonal ni libre de ruido.

1.3.4 Códigos de canalización

Los códigos de canalización son tanto para el enlace de subida como para el enlace de bajada, códigos ortogonales con factor de extendido variable (OVSF). Estos códigos conservan las propiedades de ortogonalidad entre los canales físicos de diferentes usuarios.

La creación de dichos códigos se basa en un algoritmo el cual produce árboles de códigos en donde cada nivel define un código de canalización con longitud SF. En UTRAN se utiliza el SF de 4 a 512 en donde del 4 al 256 se utilizan en el enlace de subida, y el 512 es añadido en el catálogo de SF para el enlace de bajada. Un SF de 4 (que es un SF muy bajo, el más bajo que puede utilizar UTRAN) por ejemplo, significa que por cada dato de la señal existen cuatro chips en el código de extendido, y que el ancho de banda de la señal resultante es cuatro veces mayor que el original. Todos los códigos dentro del árbol de códigos no pueden ser utilizados al mismo tiempo dentro de una célula, esto debido a que se puede utilizar un código en una célula si y solo si este no pertenece a la misma ruta hacia la raíz de árbol de otro código previamente en uso. Es decir, dos códigos que pertenecen a la misma ruta no se pueden utilizar simultáneamente, lo que se traduce en un número limitado de códigos de canalización dependientes de la velocidad y el SF de cada canal físico, en la Figura 1.7 se presenta el grafo árbol de código de canalización.

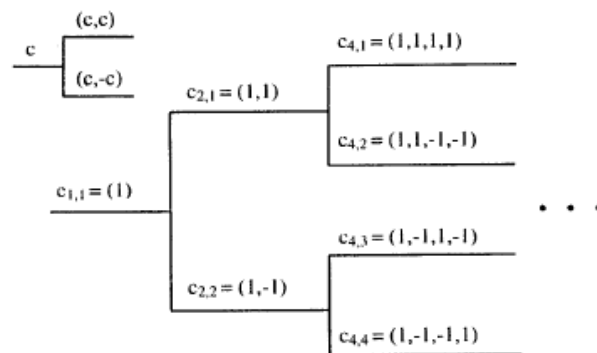


Figura1. 7 Árbol de códigos de canalización (Pérez. 2010).

La señal original se obtiene cuando se realiza el proceso de recuperación con el código correcto, así como el ancho de banda inicial. Un código erróneo da como resultado ruido en el proceso de recuperación aunque se espera que en un sistema completamente ortogonal, dicho ruido no exista, ya que la salida del integrador es cero en cada instante. De la misma forma el control de potencia no sería necesario si se cumpliera esta condición.

1.3.5 Códigos aleatorios

Existen 2^{24} códigos de aleatorización (traducción del término en inglés scrambling) en el enlace de subida. Tanto los códigos cortos (la familia extendida de los códigos S como los

códigos largos (códigos dorados de 10 ms) pueden ser usados en este enlace que se representan en la Figura 1.8. El código de aleatorización utilizado es seleccionado por la red. El móvil es informado por un mensaje en el enlace de bajada acerca de cuál código utilizar. Dicho código, en raros casos puede cambiar durante una conexión, pero si se da este caso, el código es negociado sobre el canal de control dedicado.

Para los códigos en el enlace de bajada, un total de $2^{18}-1 = 262,143$ pueden ser generados. Sin embargo, no todos los códigos son utilizados. Los códigos son divididos en 512 juegos, cada uno consiste de un código primario y 15 secundarios.

A cada célula se le asigna uno y sólo un código aleatorio primario. El canal de control común primario se transmite usando el código de aleatorio primario. Los demás canales en el enlace de bajada son transmitidos con el conjunto de códigos que pertenecen al código primario asignado a la célula en cuestión.

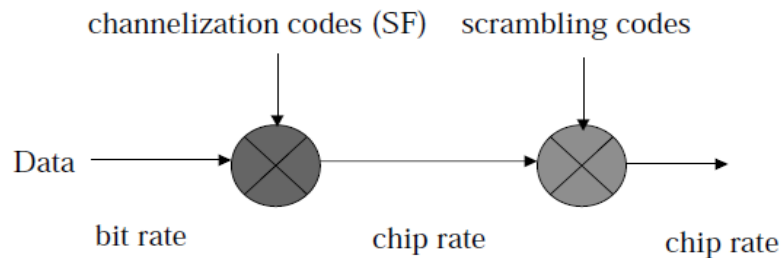


Figura 1.8 código de canalización y aleatorización (scrambling) (Chong 2002)

1.3.6 Códigos de sincronización

Los canales de sincronía no son multiplicados por los códigos ortogonales, ni por los códigos de aleatorización, éstos son multiplicados por los códigos de sincronía (primarios y secundarios).

Los códigos de sincronía primarios son utilizados en los canales de sincronía primarios (P-SCH). Estos códigos son similares en todas las células. Esta propiedad es muy útil, ya se puede utilizar para sincronizar la ranura de tiempo en la fase de búsqueda de célula por parte del UE. Esta ráfaga de bits es enviada los primeros 256 chips de cada ranura de tiempo.

Existen 16 diferentes códigos de sincronía secundarios, los cuales son enviados vía los canales de sincronía secundarios, pero sólo durante los primeros 256 chips de cada ranura de tiempo. Estos códigos son conocidos por todos los UEs. La estación base puede cambiar los códigos transmitidos en cada ranura de tiempo. Existen 64 diferentes secuencias de códigos de sincronía. Una secuencia en particular le dice al UE acerca del grupo de códigos de scrambling en la célula, como se puede apreciar el siguiente resumen de los códigos de UMTS en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Resumen de los códigos de UMTS

	Códigos de sincronía	Códigos de canalización	Códigos de Scrambling en el enlace de subida	Códigos de Scrambling en el enlace de bajada
Tipo	Códigos de Oro Códigos de sincronización primarios y secundarios	Códigos OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor) llamados también códigos Walsh	Códigos de oro (largos) y códigos S(2) (cortos) Códigos de Pseudo ruido	Códigos de oro Códigos de Psuedo ruido
Longitud	256 chips	4-512 chips	38400 chips / 256 chips	38400 chips
Duración	66.67 μ s	1.04 μ s - 133.34 μ s	10 ms / 66.67 μ s	10 ms

Numero de códigos	1 primarios / 16 secundarios	= SF 4 ... 256 UL, 4 ... 512 DL	16,777,216	512 primarios/ 15 secundarios por cada primario
Esparcimiento	No	Si	No	No
Uso	Permitir a las terminales sincronizarse con los canales de control principales de la célula	UL: Para separar el DPDCH y el DPCCH del mismo UE DL: Para separar las conexiones en el enlace de bajada de diferentes usuarios de la misma célula.	Separación de terminales	Separación de sectores

1.4 Conceptos de Canales

La capa MAC proporciona los servicios de transferencia de datos en los canales lógicos. Un conjunto de tipos de canales lógicos está definido para los diferentes tipos de servicios de transferencia de datos como ofrece la capa MAC. Cada tipo de canal lógico está definido por el tipo de información que se transfiere. Se presentan los tipos de canales lógicos en la Figura 1.9 Los cuales son clasificados en dos grupos:

- canales de control para la transferencia de información del plano de control (Tabla 1.3)
- Canales de trafico para la transferencia de información del plano de usuario (Tabla 1.4)

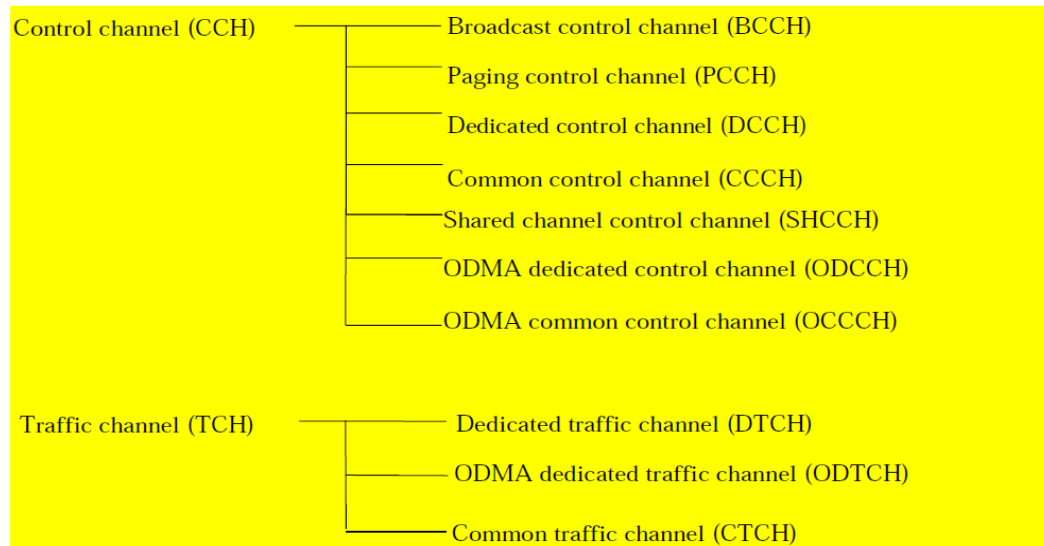


Figura.1.9 Estructura del canal lógico

Tabla 1.3 Canales de control lógico

Canal de control de transmisión (BCCH)	Canal de enlace de bajada para el control de información de sistema de difusión
Canal de control de pagina (PCCH)	Canal de enlace de bajada que transfiere la información de paginación y se usa cuando: • La red no conoce la locación de la estación móvil; • La estación móvil está en estado conectado (que utiliza proceso de modo dormido)
Canal de control común (CCCH)	Canal bidireccional que transfiere el control de información entre red y estación móvil. Este canal es usado: • Por las estaciones móviles que no tienen conexión de RRC con la red; • Por las estaciones móviles que usan

	canales de transporte común para acceder un nueva celda después de la celda de reeleccion
Canal de control dedicado (DCCH)	Canal bidireccional punto a punto que transmite información de control dedicado entre una estación móvil y la red. Este canal se estable a partir del proceso de conexión de RRC
ODMA canal de control común(OCCCH)	Canal bidireccional para transmitir información de control entre estaciones móviles
ODMA control de canal dedicado (ODCCH)	Canal bidireccional punto a punto que transmite información de control dedicado entre estaciones móviles. Este canal se estable a partir del proceso de conexión de RRC

Tabla 1.4 Canales de control lógico

Canal de trafico dedicado (DTCH)	Canal punto a punto dedicado a una estación móvil, para la transferencia de información de usuario. Un DTCH puede existir en ambos enlace de subida y enlace de bajada
ODMA canal de enlace dedicado (ODTCH)	Canal punto a punto dedicado a una estación

	móvil, para la transferencia de información de usuario entre estaciones móviles. Un ODTCH existe en enlace de retransmisión. Un canal unidireccional punto a multipunto para transferir información de usuario dedicado para todo o un grupo de estaciones móviles específicos.
--	---

1.4.1 Canales de Transporte

Un canal de transporte está definido por cómo y con qué datos de las características se transfiere sobre la interfaz del área. Allí existen dos tipos de canal de transporte:

- Canales dedicados;
- Canales de transporte, listado en la tabla 1.5.

Hay un canal de transporte dedicado, el canal dedicado (DCH), lo cual es un canal de enlace de bajada o de subida. El DCH se transmite sobre la celda entera o sobre sola una parte de la celda que usa las antenas beam-forming. El DCH se caracteriza por la posibilidad de tasa de cambio rápida (cada 10 ms), control de potencia rápido, y dirigiéndose inherente de estaciones móviles.

Tabla1.5 listado de Canales de transporte

Canal de transmisión (BCH)	Canal de transporte de enlace de bajada es usado para transmitir información del sistema y de celda en específico. El BCH se transmite siempre sobre la celda entera con una baja razón de bit fijada.
----------------------------	--

Canal de acceso (FACH)	Canal de transporte de enlace de bajada. El FACH se transmite sobre la celda entera o sobre sola una parte de la celda que usa las antenas beam-forming. El FACH usa control de potencia lenta.
Canal de pagina (PCH)	Canal de transporte de enlaces de bajada. El PCH se transmite siempre sobre la celda entera. La transmisión de PCH es asociado con la transmisión de señal de la capa física, el indicador de pagina, para soportar modo de procesos de dormido eficiente.
Canal de acceso aleatorio (RACH)	Canal de transporte de enlaces de bajada. El RACH se recibe siempre de la celda entera. El RACH es caracterizado por el campo de tamaño de dato limitado.
Canal de paquete común	Canal de transporte de enlace de subida. El CPCH es una contención basado en canal de acceso aleatorio usado para transmitir de tráfico de dato informal. CPCH está asociado con un canal dedicado en el enlace de bajada, que proporciona control de potencia para el CPCH de enlace de subida
Canal compartida de enlace de bajada	Canal de transporte compartida de enlace de bajada por varias estaciones móviles. El DSCH está asociado con un DCH.

1.4.2 Canales físicos

Los canales de transporte son canales codificados y acoplados a la razón de datos ofrecida por los canales físicos. Después de esto, los canales de transporte se mapean en los canales físicos. Los canales físicos consisten en tramas de radio y en ranura de tiempo. La longitud de una trama de la radio es 10 ms y una trama consiste en 15 ranura de tiempos. Una ranura de tiempo es una unidad que consiste en campos que contienen los bits. El número de bits por ranura de tiempo depende del canal físico. Dependiendo de la razón de símbolo del canal físico, la configuración de tramas de radio o ranuras de tiempo varía. El recurso físico básico es el plano de código/frecuencia. Además, en el enlace de subida, el flujo de informaciones diferentes puede ser transmitido en la rama I y Q. Por consiguiente, un canal físico corresponde a una frecuencia de portador específica, código, y, en el enlace de subida, la fase relativa (0 o $\pi/2$).

1.4.2.1 Canales físicos del enlace de subida

Hay dos enlaces físicos de subidas dedicadas y dos canales físicos comunes:

- El canal físico de dato dedicado del enlace de subida (uplink DPDCH) y el canal físico de control dedicado del enlace de subida (uplink DPCCH);
- El canal físico de acceso aleatorio (PRACH) y el canal físico común de paquete (PCPCH).

El enlace de subida DPDCH se usa para llevar datos dedicados generados en la capa 2 y arriba (es decir, el canal de transporte dedicado (DCH)). Puede ser cero, uno, o varios enlaces de subida DPDCHs en cada conexión de la capa1. La información de control consta de bits pilotos conocidos para dar soporte a la estimación del canal para la detección coherente, transmitir comandos de control de potencia (TPC) de información de retroalimentación (el FBI), y un señalizador optativo de la combinación del formato de transporte (TFCI). El señalizador de la combinación del formato de transporte informa al aparato receptor acerca de los parámetros instantáneos del multiplexado de canales de transporte diferente en el enlace de subida DPDCH, y corresponde a los datos transmitidos en la misma trama. Para cada conexión de la capa1 hay sólo un enlace de subida DPCCH.

La Figura 1.10 muestra la estructura de la trama al principio de los canales físicos dedicados del enlace de subida. Cada trama de largo 10 ms es separada en 15 ranuras, cada uno de largo $T_{slot} = 2560$ chips, correspondiente a un período de control de potencia.

El parámetro k de la Figura 1.10 determina el número de bits por ranura del DPDCH/DPCCH por el enlace de subida. Está relacionado con el factor propagador (SF) del canal físico como $SF = 256/2k$. Un enlace de subida DPDCH y enlace de subida DPCCH en la misma conexión de la capa1 generalmente son de tasas diferentes y así tienen factores diferentes de propagación.

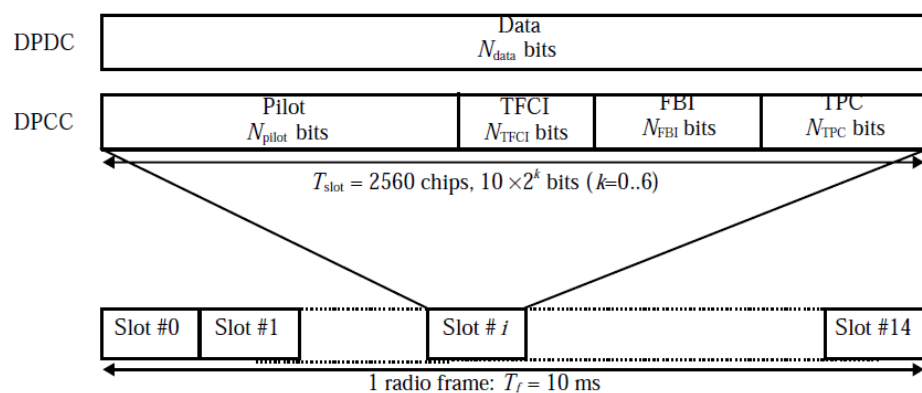


Figura 1.10 Estructura de Trama para enlace de subida de DPDCH/DPCCH

1.4.2.2 Canales físicos del enlace de bajada

Hay un canal físico dedicado de enlace bajada, un canal compartido y cinco canales de control común:

- Canal físico dedicado de enlace de bajada (DPCH);
- Canal físico compartido de enlace de bajada (DSCH);
- Canales de piloto común primario y secundario (CPICH);
- Canales físicos de control común primario y secundario (CCPCH);
- Canal de sincronización (SCH).

La figura 1.11 muestra la estructura de la trama del DPCH. En el DPCH, el canal de transporte dedicado es el multiplexado de tiempo transmitido con información de control generado por la capa1 (los bits pilotos conocidos, los comandos de control de potencia y un

señalizador de la combinación del formato de transporte optativo). DPCCH puede contener varios servicios simultáneos cuando TFCI es transmitido o un servicio de tasa fija cuando TFCI no es transmitido. La red determina si un TFCI debería ser transmitido.

Cuando la velocidad de tráfico binario total a ser transmitida excede la velocidad de tráfico binario máxima para un canal físico de enlace bajada, la transmisión del multi-código es empleado (es decir, varios de bajada paralelo se transmiten DPCCHs usando el mismo factor de extendido). En este caso, la información de control de la capa1 se pone sólo en los primeros enlace descendiente DPCCH:

- Un árbol del código bajo un código de scrambling es compartido por varios usuarios.
- DCH SF no varía en una base de trama-por-trama; así, la razón de datos es variada por la razón de operación correspondiente, la repetición de los bits, o con DTX dónde la transmisión para durante parte de la ranura
- El SF es el mismo para todos los códigos con la transmisión de multi- código.

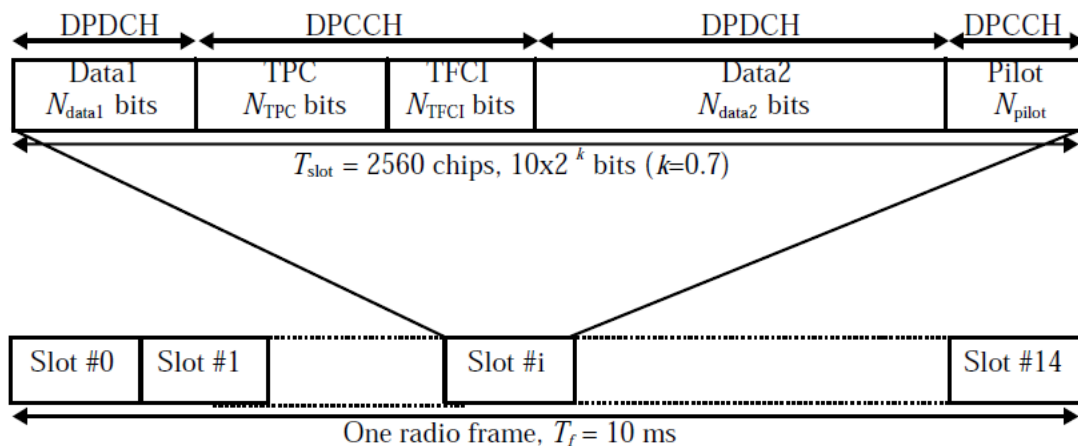


Figura 1.11 Estructura de trama para el enlace descendiente DPCCH.

1.4.2.3 CPICH

El canal de piloto común (CPICH) es de una razón fija (30 Kbps, SF=256), el canal físico de enlace de bajada lleva una sucesión de bit/symbol predefinido. Hay dos tipos de

canales de piloto comunes, el CPICH primario y secundario, como se muestra en tabla 1.6 y se aprecia también la trama de CPICH en la figura 1.12.

Tabla1.6 CPICH Primaria y secundaria

CPICH primaria	• Usa siempre el mismo código de canalización; • Aleatorización por el código aleatorización primaria; • Uno por celda; • Difusión sobre la celda entera; • El CPICH primario es la fase de referencia por el SCH, CCPCH primario, AICH, PICH. Es también la fase de referencia por todos otros canales físicos de enlace de bajada.
CPICH secundario	• Cero, uno, o varios por celdas; • Puede ser transmitido sobre solo una parte de la celda; • Un CPICH secundario puede ser la referencia para el CCPCH secundario y el DPCH de enlace descendente. Si tal es el caso la estación móvil se informa sobre esto por la señalización de la capa más alta.

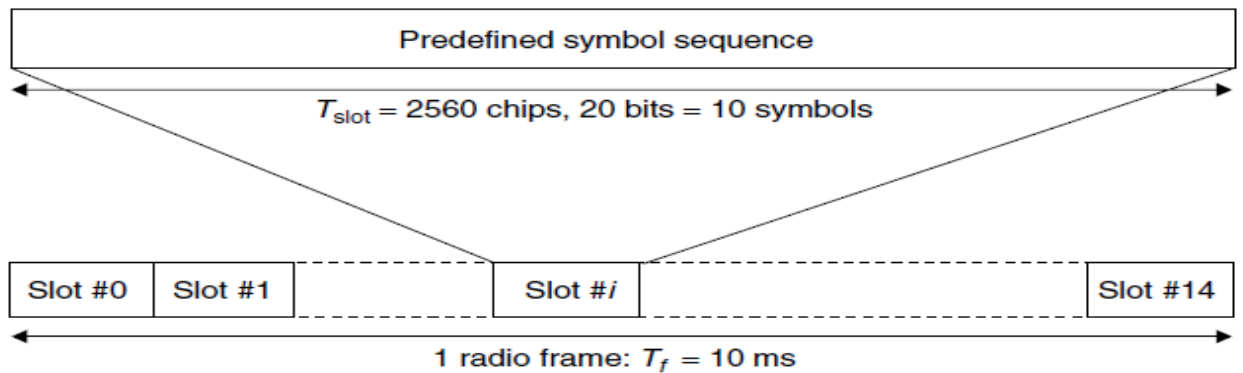
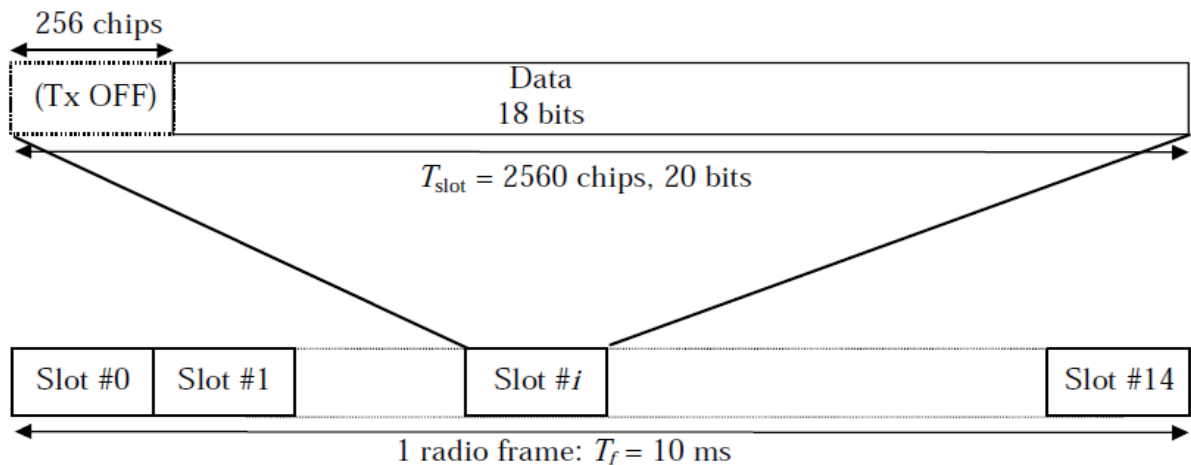


Figura 1.12 trama PCICH (Sons 2002)

El CCPCH primario es una razón fija (30 Kbps, SF=256), los canales físicos de enlace de bajada usado para llevar el BCH. Los canales físicos de control común no son potencia controlada por lazo interno. Figure 1.13 muestra la estructura de la trama del CCPCH primario. El CCPCH primario no se transmite durante las primeras 256 chips de cada ranura. En cambio, SCHs primario y secundarios se transmiten durante este período.



.Figura 1.13 Estructura de trama para PCPICH

La estructura de la trama del CCPCH secundario se muestra en Figura 1.14 El CCPCH secundario se usa para llevar el FACH y PCH. La diferencia principal entre el CCPCH primario y secundario es que el CCPCH primario tiene una tasa fija predefinida mientras el CCPCH secundario puede soportar razón variable. Además, un CCPCH primario se

transmite continuamente sobre la celda entera mientras un CCPCH secundario sólo se transmite cuando hay datos disponibles y puede ser transmitido en un lóbulo estrecho de la misma manera como un canal físico dedicado (sólo válido para un CCPCH secundario que lleva el FACH).

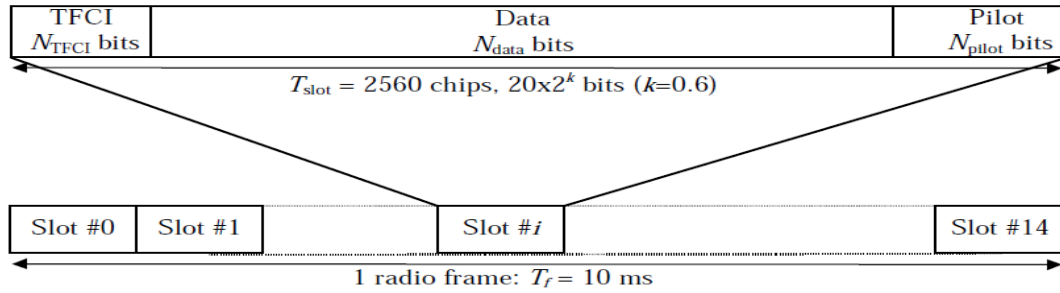


Figura 1.14 Estructura de trama para CCPCH secundario

La Figura 1.15 muestra la estructura del canal de sincronización (SCH) usada para la búsqueda celular. El SCH consiste en dos sub-canales, el SCH primario y secundario. El SCH primario consiste en un código modulado de longitud 256 chips, el código de sincronización primario (PSC) denotado ac_p en la Figura, transmitido cada ranura una vez. El PSC es el mismo para cada célula en el sistema.

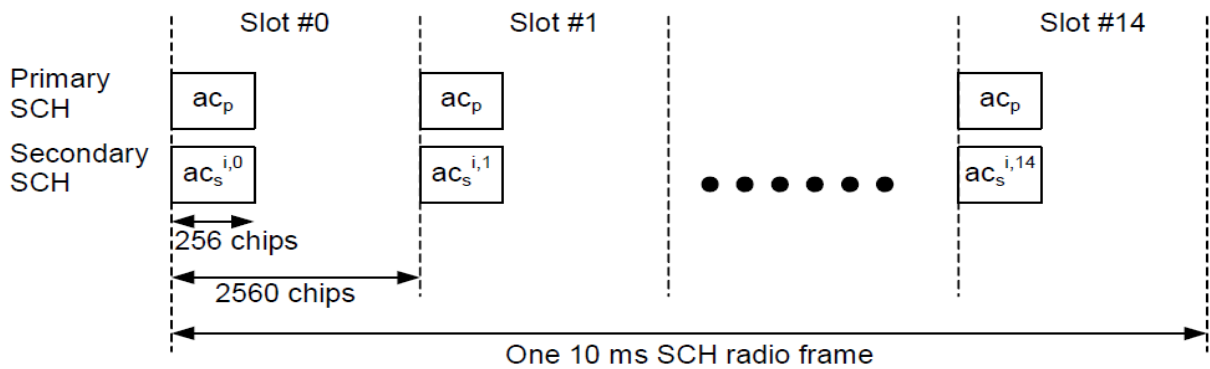


Figura 1.15 Estructura de canal sincronizado

El SCH secundario consiste en transmitir una longitud repetidamente 15 sucesión de códigos modulados de longitud 256 chips, la sincronización secundaria codificada (SSC), transmitido en paralelo con el SCH primario. El SSC es denotado $cs_{i,k}$, donde $i = 1, 2, 64$ es el número de código de grupo de scrambling, y $k = 0, 1, \dots, 14$ es el número de ranuras.

Cada SSC es escogido de un conjunto de 16 códigos de diferentes longitud de 256. Esta sucesión en el SCH secundario indica a cuál de los grupos de código de enlace de bajada pertenece la celda.

Los canales físicos de enlace de bajada compartidos se usan para llevar el canal compartido de enlace de bajada. Es compartido por usuarios basados en el multiplex de código. La estructura del PDSCH se muestra en Figura 1.16. Como el DSCH siempre es asociado con un DCH, el PDSCH siempre es asociado con un DPCH de enlace de bajada. Si el factor extendido y otros parámetros de la capa físicas pueden variar en una base de trama-a-trama, el TFCI se usará para informar las estaciones móviles de los parámetros instantáneos de PDSCH.

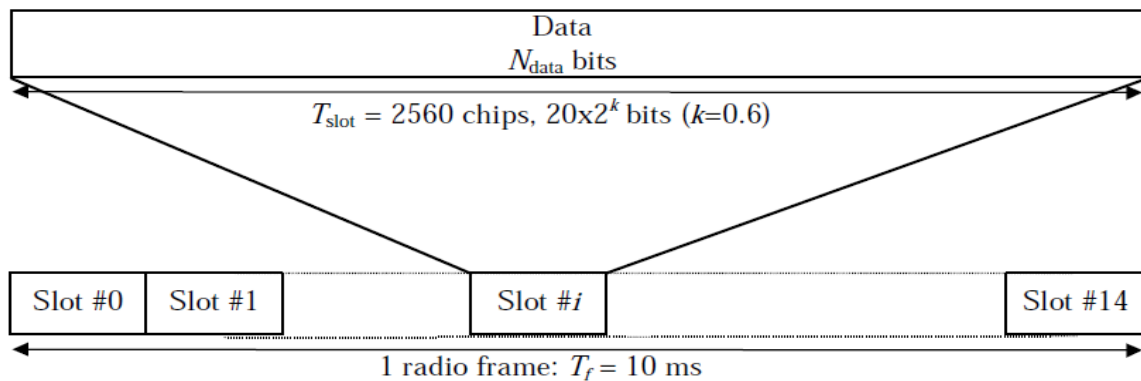


Figura 1.16 Estructura de trama de PDSCH

1.5 Handover

WCDMA tiene varios tipos de handovers:

- handover intra-modo
 - Incluyen soft handover, softer handover y hard handover.
 - Depende de la medida de E_c/N_0 realizada por el CPICH.
- handover inter-modo
 - Handover al modo de UTRA TDD.
- handover inter-sistema

- handover a otros sistema, tal como GSM
 - Hacer medida en la frecuencia durante el modo comprimido
- (Chong 2002)

1.5.1 Soft y softer handover

Con el funcionamiento de soft handover, un equipo terminal puede comunicarse simultáneamente con dos o más células en dos o más estaciones bases diferentes. La flexibilidad en mantener la conexión en más de una estación base resulta menos perdida de llamadas, lo cual es muy importante para el operador, como se aprecia en la figura 1.17.

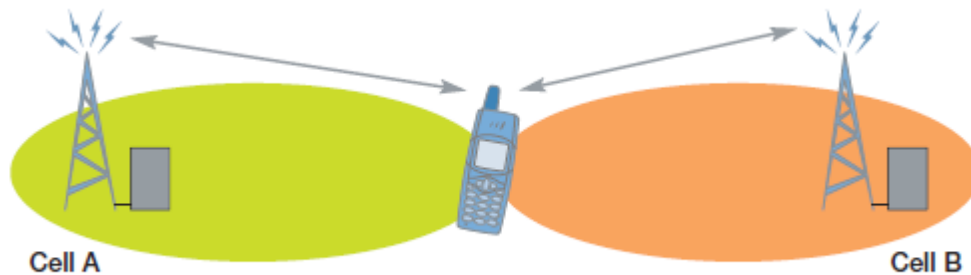


Figura 1.17 Soft Handover en WCDMA

Para realizar el buen funcionamiento del sistema con un re-uso de frecuencia 1 y el control de potencia, es necesario soft y softer handover. Soft y softer handover posibilitan al equipo mantener la continuidad y la calidad de la conexión mientras cambia de una celda a otra. Durante el soft y softer handover, la potencia del móvil será momentáneamente ajustada a la estación que requiere una suma de potencia menor de transmisión y la celda preferida puede cambiar muy rápidamente.

La diferencia entre soft y softer handover es que durante el soft handover, el móvil está conectado a múltiple celdas a diferentes estaciones bases, mientras que durante el softer handover, el móvil es conectado a múltiples celdas a la misma estación base. Un inconveniente con el soft handover es que requiere recurso de hardware adicional en el lado de la red, como un móvil de conexiones múltiples. En una buena red de emisoras diseñadas, el 30–40 % de los usuarios estará en el soft o el softer handover como se puede apreciar en la figura 1.19

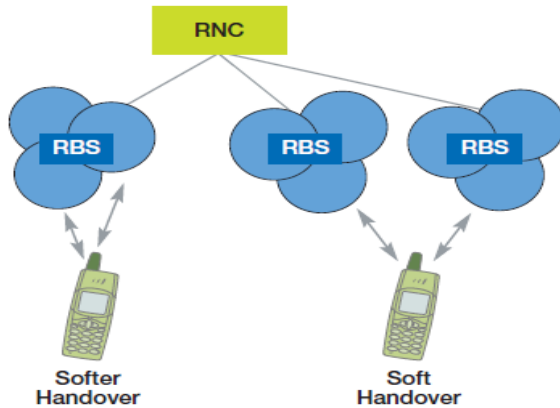


Figura 1.19 Soft and softer Handover en WCDMA (ERICSSON 2001)

1.5.2 Hard handover

Hard handover puede tener lugar como en intra- o inter-frecuencia handover. El hard handover se usa para las generaciones de sistemas anteriores. Aquí, cuando los UE se muevan fuera de rango de un nodo B la llamada tiene que ser entregada a otro canal de frecuencia. En este caso, la recepción simultánea de ambos canales no es posible.

Si el hard handover se requiere, entonces el RNC le dirá al UE que adopte el modo comprimido, permitiendo la habilitación de intervalos de tiempo cortos en lo cual el UE pueda medir la calidad del canal de otros canales de la radio (John 2007).

1.5.3 Inter-frecuencia handover

Se necesitan los handovers de inter-frecuencia para la utilización de estructuras jerárquicas de la celda: el macro, el micro y las células interiores. Varios portadores y handovers inter-frecuencia pueden también ser utilizados para mantener la alta capacidad. También se necesitarán los handovers de Inter-frecuencia para el handovers a los sistemas de la segunda generación como GSM o IS-95. Para completar el handovers de inter-frecuencia, un método eficaz se necesita para hacer las medidas en otras frecuencias mientras todavía existe la conexión que corre en la frecuencia actual. Dos métodos son considerados para las medidas del inter-frecuencia en WCDMA (ERICSSON 2001):

- Receptor dual

- Modo comprimido

1.5.4 Handover inter-modo

En la solicitud de la UTRAN, el modo dual de terminales de FDD-TDD que operan en FDD mide el nivel de potencia de las células de TDD disponible en el área. Las ráfagas de TDD CCPCCH envían dos veces durante los 10 ms la trama de TDD que puede ser usado para la medida, siempre que se garantice que exista el enlace de bajada (John 2007).

1.5.5 Handover hacia GSM (inter-system handover)

Cuando WCDMA fue estandarizada un aspecto crucial fue asegurar que las inversiones existentes podrían ser reusadas lo más posible. Un ejemplo es handover entre la red nueva (WCDMA) y la red existente (GSM), lo cual puede desencadenarse por la cobertura, capacidad o requisitos de servicio.

Handover de WCDMA hacia GSM, por razón de cobertura, se esperaba inicialmente ser muy importante desde que los operadores esperaban desplegar gradualmente el WCDMA a partir de la red GSM existente. Cuando un suscriptor mueva fuera del área de cobertura de WCDMA hacia GSM, la conexión tiene que seguir existiendo. El handover entre GSM y WCDMA también puede tener un efecto positivo en la capacidad a través de la posibilidad de carga de uso compartido, como se aprecia en la Figura 1.19.

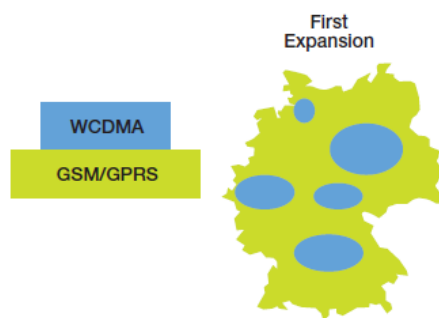


Figura 1.19 inter-sistema handover

Otra función relacionada con el handover entre sistemas es el modo comprimido. Cuando actúa el handover hacia GSM, las medidas tienen que estar hechas para identificar la celda GSM para la cual el handover estará hecho. El modo comprimido se usa para crear los

períodos de medida para el móvil en que se hacen las medidas requeridas. Esto es típicamente logrado por la transmisión de toda la información en los 5 primeros milisegundos haciendo uso de medidas sobre otros sistemas. La Tabla 1.7 muestra los parámetros de handover.

Tabla 1.7 Medidas de Handover

Potencia de código de la señal recibida	La potencia recibida en un código medido en los bits de piloto del CPICH primario. El punto de referencia para el RSCP es la antena conectora a la estación móvil.
Potencia de código de la señal de TDD recibido	La potencia recibida en un código medido en el PCCPCH de una celda de TDD. El punto de referencia para el RSCP es la antena conectora a la estación móvil.
Potencia de código de la señal recibida después de la combinación del enlace de radio	La potencia recibida en un código medido en los bits de piloto del DPCH después de la combinación del enlace de radio. El punto de referencia para el RSCP es la antena conectora a la estación móvil.
SIR	La proporción de señal-a-interferencia, definido como: $(RSCP/ISCP) \times (SF/2)$, donde ISCP= potencia de código de la señal interferente, la interferencia en la señal recibida medida en los bits de piloto. Sola la parte monortogonal de la interferencia está incluido en la medida. SF= el factor de extendido usado. El SIR será medido en el DPCH después de la combinación de RL. El punto de

	referencia para el SIR es la antena conectora de la estación móvil.
RSSI	El indicador de la intensidad de la señal, la potencia recibida de banda ancha dentro de la anchura de banda de canal correspondiente. La medición se realizará en portadora de enlace descendente. El punto de referencia para el RSSI es el conector de la antena en la estación móvil
GSM portador de RSSI	El indicador de la señal fuerte recibida, la potencia recibida de banda ancha dentro del ancho de banda de canal correspondiente. La medición se realiza en un BCCH GSM portador. El punto de referencia para el RSSI es el conector de la antena en la estación móvil.
CPICH Ec/No	La energía recibida por chip dividido por la densidad de potencia en la banda. El Ec/No es idéntico a la RSCP/RSSI. . El punto de referencia para el Ec/No es la antena conectora a la estación móvil
Canal de transporte BLER	La estimación del canal de transporte de la proporción del bloque de error. La estimación del BLER será basado en la evaluación de CRC en cada bloque de transporte después de la combinación del enlace de radio. Usado en la

	configuración del SIR designado para el control de potencia rápido en el exterior del lazo de control de potencia.
Canal físico VER	La tasa de bit de error del canal físico (BER) es una estimación promedio de la razón de bit antes de la decodificación del dato DPDCH después de la combinación del enlace de radio.
Potencia transmitido por la estación móvil	La potencia total de la estación móvil transmitida en una portadora. El punto de referencia de la potencia transmitida será la antena conectora de la estación móvil.

1.6 Control de potencia

El control de potencia regula el poder de transmitir de la estación base y el terminal, con menor interferencia y permita más usuarios en una misma portadora. Con un re-uso de frecuencia de 1, es de suma importancia tener el control eficiente de la potencia para conservar la interferencia en un mínimo.

Para cada servicio del suscriptor la meta está en que la estación base recibirá el mismo nivel de potencia de todos los terminales en la celda a pesar de distancia que se encuentre la estación base. Si la potencia de un teléfono móvil es superior a lo necesitado, la calidad será excesiva, así provoca desproporcionalidad de los recursos y genera interferencia innecesaria con los otros suscriptores de la red. Por otra parte, si los niveles de potencia son demasiados bajos, entonces esto resultará la mala calidad. Para conservar la potencia recibida en un nivel adecuado, WCDMA hace el control de potencia rápido que actualiza los niveles de potencia 1500 veces cada segundo. Haciendo que el cambio rápido en el canal de frecuencia pueda ser manipulado. Para asegurar buena actuación, el control de

potencia es implementado en ambos, el enlace de subida y el enlace de bajada, lo cual quiere decir que las potencias de salida del móvil y la de la estación base están frecuentemente actualizadas. El control de potencia también da lugar a un fenómeno designado “cell breathing” como se puede notar en el Anexo 2. Éste es el intercambio entre la cobertura y la capacidad, lo cual quiere decir que el tamaño de la celda varía dependiendo de la carga de tráfico. Cuando el número de suscriptores en la celda es bajo (baja carga), se puede lograr buena calidad aun a distancia larga de la estación base. Por otra parte, cuando el número de usuarios en la celda es alto, el gran número de suscriptores genera un nivel de interferencia alta y los suscriptores tienen que acercarse a la estación base para lograr buena calidad, la Figura 1.20 muestra el caso de control de potencia en uplink y downlink.

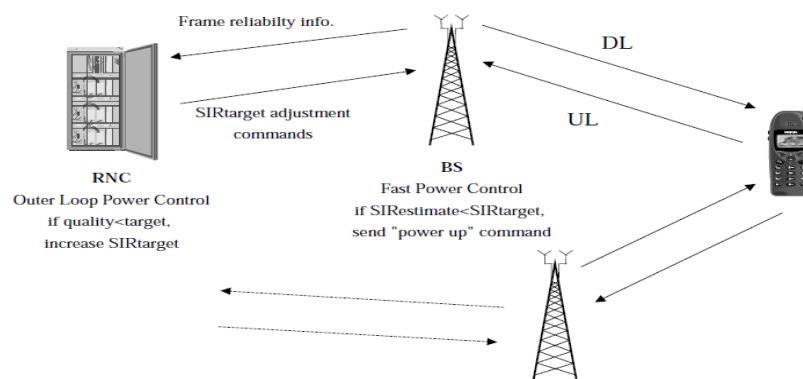


Figura 1.21 Control de potencia en uplink y downlink(Chong 2002).

1.6.1 Funciones básicas en el control de potencia.

Las funciones principales de control de potencia a lazo cerrado rápido y control de potencia de lazo interno rápido son las siguientes:

- Información de retroalimentación (Feedback).
- Control de potencia (PC) en enlace de subida se usa para problema cerca-lejos. PC en enlace subida es para asegurar que hay bastante potencia por los móviles al borde celular.
- Un comando de PC por la ranura 1500 Hz
- Dar paso a 1 dB o 0.5 dB

- El SIR designado para el control de potencia del lazo cerrado rápido es fijado por CP de lazo externo.
- Dos casos especiales para el control de potencia de lazo cerrado rápido:
 - El modo comprimido: El paso grande que se usa después de una trama comprimida para permitir el nivel de potencia de converger más rápidamente al valor correcto después de la interrupción.
 - El soft handover: cómo reaccionar a los múltiples comandos de control de potencia de varias fuentes. Al móvil, una "baja potencia" el comando tiene la más alta prioridad sobre el comando "alta potencia".
- Control de potencia de lazo cerrado- Control de potencia de lazo externo.
 - Conjunto de SIR designado para mantener un cierta razón de trama (FER). Operado al controlador de red de radio (RNC).
- Control de potencia a lazo abierto
 - No hay información de feedback
 - Haga una estimación aproximativa de la pérdida de camino por medio de una señal de faro de enlace de bajada.
 - Proporciona una potencia inicial tosca que pone del móvil al principio de una conexión.
 - Aplique sólo previo para comenzar la transmisión en RACH o CPCH.

1.7 Modo comprimido

Cuando en CELL_FACH empieza, el móvil puede necesitar medir la fuerza de la señal recibida de las células en otra frecuencia: sea las células de UMTS, o células que usan otra tecnología de acceso de radio como GSM. En el estado CELL_DCH, desgraciadamente, el móvil está transmitiendo y está recibiendo continuamente. Esto causa un problema. La solución al problema es el CELL_DCH análogo para las mediciones ocasionadas por el FACH, conocido como el modo comprimido .

En el modo comprimido, la red introduce los intervalos de transmisión en unas largas ranuras en el downlink y/o uplink. Éstos sea pueden quedar en el medio de una trama,

como mostrado, o monta el límite entre dos tramas. Durante los intervalos de la transmisión, el móvil puede mover a la otra frecuencia y puede medir las señales recibidas de las células que están allí. Note que los intervalos de transmisión de downlink son fijos para los móviles individuales. (Cox 2008).

1.7.1 Funcionamiento del modo comprimido

- El modo comprimido se necesita al hacer la medida de otra frecuencia
- La transmisión y recepción se detienen durante un tiempo corto para realizar las medidas en las otras frecuencias
- Tres métodos para el modo comprimido:
 - Bajar la tasa de datos de las capas superiores.
 - Aumentando la tasa de datos cambiando el factor extendido
 - Reduciendo la tasa de símbolo punzando a la cadena de multiplexado de capa física.
- Más potencia se necesita durante el modo comprimido.
- Ningún control de potencia durante el modo comprimido. Los tamaños de pasos grandes se usan después de una trama comprimida para permitir que el nivel de potencia converja más rápidamente al valor correcto después de la interrupción.

1.8 Control de admisión

Como hay intercambio muy claro entre la cobertura y la capacidad en sistemas WCDMA, la funcionalidad de control de admisión se usa para evitar sobrecarga en el sistema y proveer la cobertura planificada. Cuando un suscriptor nuevo busca acceder a la red, el control de admisión estima la carga de la red y basado en la nueva carga esperada, el suscriptor es ya admitido o bloqueado. Por este el operador puede aumentar al máximo el uso de la red dentro de un conjunto de niveles de calidad de la red, es decir niveles dependiendo de qué tipo de servicio/información el usuario quiere usar.

1.9 Control de congestión

Aunque se hace un control de admisión eficaz, todavía puede ocurrir la carga excesiva que es principalmente causada por subscriptores que se mueven de un área a otra. Si la carga

excesiva ocurre, pueden tomarse cuatro decisiones diferentes. Primero, el control de congestión es activado y reduce la velocidad de tráfico binario de las aplicaciones de tiempo non-real, para resolver la carga excesiva. Segundo, si la actividad de velocidad de la razón de bit reducida no es suficiente, el control de congestión dispara el handover de intra-frecuencia o intra-frecuencia que mueve a algunos usuarios a las frecuencias menos cargadas. Tercero, el handover de algunos usuarios a GSM y la cuarta medida es discontinuar las conexiones, y así protege la calidad de las conexiones restantes.

CAPÍTULO 2. COSTITUCION DEL PROCEDIMIENTO DE HANDOVER EN WCDMA

En este presente capítulo se brinda de manera desarrollada la metodología a seguir para estimar el proceso de los distintos tipos de traspaso (handover). Inicialmente se hará una descripción de los distintos estaciones bases sometidas a la aplicación de los diferentes tipos de handover necesarios en dependencia de la configuración de despliegue de las celdas en la red, áreas de servicio y vecindades, clases de QoS, tipos de usuarios y parámetros tanto del Nodo B como del UE. Se hacen distinciones en cuanto al dimensionamiento según la cobertura y la capacidad.

2.1 Clasificación de las estaciones base

Existen tres tipos de estaciones base

Macro: Proporcionan cobertura en áreas amplias. Sus antenas se ubican típicamente por encima del nivel de los techos o en torres. El alcance de éstas varía desde cientos de metros en áreas urbanas densas hasta pares de kilómetros en áreas abiertas; en áreas rurales remotas, desiertos o celdas sobre el agua se podría alcanzar los 10. Las macro estaciones base están orientadas a proveer servicio a móviles en rápido movimiento.

Micro: El objetivo principal de las micro estaciones base es proveer capacidad en áreas densamente pobladas o mejorar cobertura y capacidad, si esto no se logró con las macro. Sus antenas se ubican típicamente por debajo del nivel de los techos, en las paredes de los edificios. Su alcance es significativamente menor que el de las macro estaciones base, alcanzando hasta algunos cientos de metros, dado que la altura de las antenas y la potencia de transmisión son menores. Las micro estaciones base están orientadas a proveer servicio a usuarios estacionarios, en bajo o en medio movimiento.

Pico: Las pico estaciones base se ubican en interiores y se emplean para servir el tráfico generado en oficinas, centros comerciales y áreas deportivas, entre otros ejemplos. Son dedicadas a proveer cobertura y capacidad a usuarios estacionarios o en lento movimiento, liberando a las macro y micro de cargas excesivas

ocasionales y permanentes. Las pico celdas también pueden proveer cobertura en interiores, en áreas donde la calidad de la señal no puede ser controlada por las macro o las micro celdas, por ejemplo, las plantas más altas de edificios de gran altura en áreas urbanas o en estaciones del metro profundas y túneles. Su cobertura puede alcanzar solo docenas de metros en el mejor de los casos, estando limitada por la baja potencia de transmisión y las características de los entornos interiores.

2.2 Áreas de cobertura

Determinar el área de cobertura es un paso fundamental en el dimensionamiento de redes UMTS, ya que la cobertura puede ser el factor limitante en la selección del tipo de handover necesarios. Asociado al área de cobertura está la asignación y los parámetros de las diferentes celdas como son: Área de localización, Identificadores de la Red de Acceso de Radio UMTS (UTRAN), RNC y celdas, frecuencias de trabajo y códigos, entre otras.

2.3 Control de handover

El HC de la UTRAN soporta diferentes tipos de HOs y procedimientos. Las siguientes secciones dan una introducción a los tipos más comunes y procedimientos soportados por el UTRAN. El HC puede ser dividido en lo siguiente tipos de HO (Sons 2006):

HO intra-sistema: Son aquellos que ocurren dentro de un mismo sistema WCDMA. A su vez estos se subdividen en:

- HO Intra-frecuencia: Cuando se realiza entre celdas que tienen la misma frecuencia.
- HO Inter-frecuencia: Cuando se realiza entre celdas que operan a diferentes frecuencias dentro del sistema WCDMA.

HO inter-sistema: tiene lugar entre celdas que pertenecen a dos Tecnologías de Acceso de Radio diferente (RAT) o Modos de Acceso de Radio diferente (RAM). El caso más frecuente para el primer tipo se hace entre WCDMA y los sistemas GSM/EDGE (Global System for Mobile communications/Enhanced Data rates for GSM Evolution). Sin embargo, IS-HO a otros sistemas CDMA (por ejemplo, cdmaOne) también se puede imaginar. Un ejemplo de HO inter-RAM está entre los modos UTRA FDD (Frequency Division Duplex) y UTRA TDD (Time Division Duplex).

En relación con el mecanismo del HO la clasificación se realiza de la manera siguiente:

HO rigido (Hard Handover HHO). Que se realiza suspendiendo el enlace actual por un nuevo enlace, lo que sugiere una breve desconexión para HHO Intra-frecuencia provoca la desconexión temporal de la RT RAB, pero es sin pérdidas para los portadores NRT.

HO suave (Soft Handover y Softer Handover SHO): donde el soft se realiza entre celdas controladas simultáneamente que pertenecen a diferentes estaciones o en el caso de softer cuando se realiza entre celdas de una misma estación.

El mecanismo de HO se basa en mediciones sobre las celdas y en dependencia de las características de estas se toma la decisión de adicionar, eliminar o asociar celdas. Las mediciones se pueden realizar de dos formas:

- Handover evaluado por el móvil (MEHO). En donde el UE mide en forma continua las celdas de servicio y las vecindades que son indicadas por el RNC en una portadora dada y estas mediciones son comparadas con los umbrales proporcionados por el RNC y el resultado es enviado al RNC para la toma de decisiones.
- Handover Evaluado por la red (NEHO). Cuando el algoritmo de evaluación está localizado en el RNC.

Para comprender los distintos casos de HO es necesario definir los siguientes términos;

- Conjunto Activo (Active Set): compuesto por todas las celdas que actualmente están participando en la conexión SHO del UE.
- Conjunto de Vecindades/Conjunto Monitorizado (Neighbour Set/Monitored Set): Compuesto por las celdas que están siendo monitorizadas o medidas por el UE y que no están incluidas en el Conjunto Activo.
- Conjunto Detectado (Detected Set): compuesto por las celdas que el UE ha detectado y que no están monitorizadas ni activas.

2.3.1 Soft handover intra-sistema intra-frecuencia

SHO es un rasgo general en los sistemas, tal como WCDMA en que se operan las celdas vecinas en la misma frecuencia. En el Modo Conectado, el UE mide continuamente las celdas en servicio y las celdas vecinas (celdas indicadas por el RNC) en el portador de la frecuencia actual. El UE compara los resultados de la medida con umbrales de HO proporcionados por el RNC, y envía una información de la medida atrás al RNC cuando el criterio reporte se cumple. SHO es por supuesto un Handover Evaluado por Móvil (MEHO). El algoritmo de decisión de SHO, sin embargo, se localiza en el RNC. Basado en las informaciones de la medida recibidas del UE (sea periódico o activado por ciertos eventos), el RNC le pone en orden al UE agregar o quitar las células de su conjunto en activo (Active Set Update, ASU). UTRAN HC soporta todos los tipos de SHO descritos, para RT y NRT RABs

En el sistema de WCDMA la inmensa mayoría de HOs es la intra-frecuencia HOs. Los tipos diferentes de HOs intra-frecuencia pueden tomar lugar simultáneamente. Por ejemplo, la RAN puede realizar SHOs (intra-RNC también inter-RNC) y softer HOs al mismo tiempo. Los objetivos principales de soft/softer que HO son los siguientes

- El control de potencia de lazo cerrado óptimamente rápido, para el UE se enlaza siempre con la celda la más fuerte
- HO sin fallo y sin cualquier desconexión del RAB.
- Para habilitar un nivel de recepción suficiente para mantener las comunicaciones combinando las señales recibidas (la macro-diversidad) al nivel de símbolo de las múltiples celdas en los casos cuando el UE mueve a las áreas límites de celdas, y no puede obtener un nivel de recepción suficiente de una sola célula.
- Además, la ganancia de macro-diversidad lograda combinando la señal recibida en el Nodo B (softer HO) o en el RNC (SHO) mejora la transmisión en la señal uplink y así disminuye la potencia de transmisión del UE requerido.

2.3.2 Hard Handover Intra-sistema–Intra-frecuencia

HHO intra-frecuencia se necesita cuando las celdas que participan en el HO son controladas por diferentes RNC en situaciones cuando el HO inter-RNC no se puede ejecutar como un SHO o si SHO no se permite. El HHO Intra-frecuencia causa desconexión temporal del RT (real time) RAB pero no se pierde en bearers de NRT (no real time). Sus decisiones son tomadas por el RNC basado en los resultados de medida de intra-frecuencia que el UE envía periódicamente después de que se ha reportado un evento de disparar intra-frecuencia y el conjunto en activo no puede ser actualizado, y tampoco los parámetros de control pertinentes. Los reportes son generalmente aplicados al procedimiento de SHO, por que el HHO intra-frecuencia es un MEHO. Un simple algoritmo para HHO podría ser basado en los valores P-CPICH Ec/I0 promediado de la celda en servicio y las celdas vecinas, y un margen de HO se usa como un umbral para prevenir HHO repetitivo entre las celdas. Ante HHO intra-frecuencia los resultados de medición de la celda vecina deba satisfacer la Ecuación (2.1)

$$\bullet \quad AveEcIoDownlink + EcIoMargin(n) < AveEcIoNcell(n) \quad (2.1)$$

Donde

- *AveEcIoDownlink* es el P-CPICH Ec/I0 promediado de la mejor celda en servicio;
- *EcIoMargin(n)* es el P-CPICH Ec/I0 promediado de la celda vecina *n*; y
- *AveEcIoNcell(n)* es el margen por el cual Ec/I0 que la celda vecina *n* puede exceder el Ec/I0 de la celda con mejor servicio antes que sea posible el handover.

2.3.3 Handover intra-sistema-inter-frecuencia

IF-HO es un HHO entre diferentes portadores de WCDMA requeridos para asegurar un trayecto HO de una celda a otra en situaciones cuando se han asignado los portadores diferentes a las celdas en cuestión. También, HHO aquí significa que IF-HO causa desconexión temporal del RT RAB y es sin pérdida para portadores de NRT. IF-HO también habilita HO entre las capas separadas de una multi-capas de la red celular - por ejemplo, una red que consiste en macro - y micro-celda donde las capas celulares están usando a los portadores diferentes. El RAN HC debe soportar los tipos lo siguientes de IF-HO:

- intra-BS HHO (para controlar carga entre portadores);
- intra-RNC HHO;
- inter-RNC HHO

IF-HO es el NEHO (Network Evaluated Handover) desde que su algoritmo de evaluación sea puesto en el RNC. El RNC reconoce la posibilidad de de una IF basada en la configuración de la red de radio (asignación de frecuencia/portadores, definición de celdas vecinas, capas celulares etc.). Cuando un UE se localiza donde un IF-HO es posible y necesitado, el RNC le ordena al UE de empezar las medidas de inter-frecuencia y reportar los resultados periódicamente. Las decisiones de HO son entonces hecho por el RNC basado en aquéllos resultados de medida (inter - e intra-frecuencia) y los parámetros del control pertinentes.

La mayoría de los operadores de UMTS tiene dos o tres portadores de FDD disponible. Las diferentes frecuencias pueden ser desplegado de dos maneras diferentes como es mostrado en la figura 2.1: varias frecuencias en el mismo sitio del macro, o capas celulares jerárquicas que usan las frecuencias diferentes. Se necesitan handovers de inter-frecuencia entre los portadores de WCDMA para apoyar ambos escenarios.

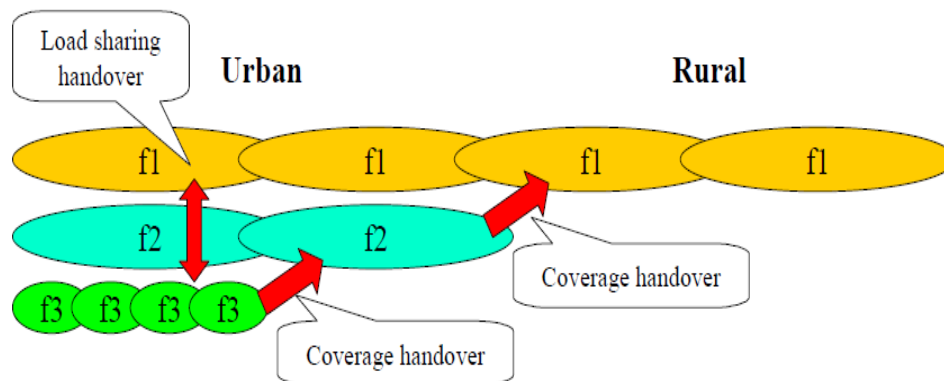


Figura2.1 handover inter-frecuencia en WCDMA

2.3.4 Medidas de inter-frecuencia. Modo comprimido

WCDMA usa la transmisión continua y recepción y no puede realizar las medidas de inter-frecuencia con solo el receptor si no hay “espacios” generados para las señales WCDMA.

Por consiguiente, un método llamado modo comprimido se necesita para las mediciones tanto de inter-frecuencia como de inter-sistema. El modo comprimido significa que la transmisión y la recepción se detienen durante un tiempo corto para realizar las medidas en las otras frecuencias, vea Figura 2.2 La intención es no perder ningún dato pero comprimir la transmisión de datos en el dominio de tiempo. Los estándares proponen tres posibilidades para la reducción del tiempo de transmisión:

Función de Perforación (Punkturing). Varios bits de los datos codificados son simplemente descartados, lo que resulta un comportamiento pobre de la codificación. En la práctica, este método se limita a espacios de transmisión bastantes cortos, ya que el proceso de perforación tiene algunos límites prácticos. El beneficio es que el factor de extendido existente se conserva y por lo tanto ningún nuevo requisito afecta para el uso del código de canalización.

- Aumento la razón de datos reduciendo el factor de extendido por 2. Este método también es conveniente para las Longitudes de abertura de Transmisión más largas.
- Planificación de capa superior. Las capas superiores ponen restricciones para que solo un subconjunto de las Combinaciones de Formato de Transporte permitidas se use en una trama comprimida. El número máximo de bits que se entregarán a la capa física durante la trama de la radio comprimido es de esta forma conocido y un espacio o abertura de transmisión puede ser generado.

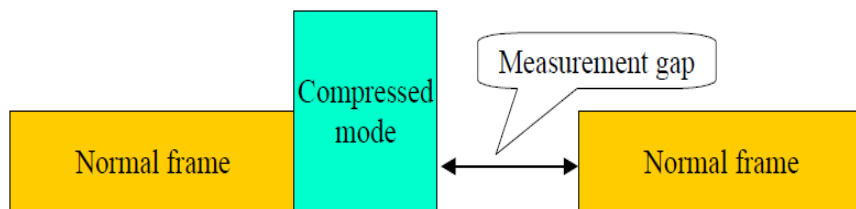


Figura2.2 Modo comprimido

Ya que se necesita más potencia durante el modo comprimido, el uso de modo comprimido afectará la cobertura de WCDMA. Además, desde que el lazo de control de potencia rápido no está activo durante el período silencio, y el efecto de entrelazado disminuye, una alta referencia de E_b/N_0 se requiere, lo cual afecta la capacidad de WCDMA.

Debido al impacto en la capacidad y cobertura de WCDMA, el modo comprimido debe activarse por el RNC sólo cuando hay una necesidad real de ejecutar un handover intra-sistema o handover de inter-frecuencia. Esto puede hacerse por ejemplo monitorizando las potencias de transmisión del enlace descendiente para cada usuario, o con la ayuda de medidas del móvil.

2.3.5 Handover Inter-sistema

Como el nombre indica, IS-HO es un HO entre UTRA FDD y un sistema de vecindad que usan una RAT diferente, o - dentro de WCDMA - si el otro sistema usa una RAM diferente - es decir, UTRA TDD. IS-HO se requiere, por ejemplo, para complementar las áreas de cobertura de WCDMA y un sistema de vecindad con cada otro cuando el área de cobertura de WCDMA es limitada sola a ciertas áreas. Cuando las áreas de cobertura de WCDMA y el sistema de vecindad se solapan uno con otro, un IS-HO puede ser usado para controlar la carga también entre los sistemas. Por ejemplo, las conexiones de voz pueden ser entregado a una segunda-generación del sistema vecindad (2G) y conexiones del datos manejado dentro del sistema de WCDMA. IS-HO es un HHO - es decir, causa desconexión temporal del RT RAB. Cuando un RT RAB se entrega de un sistema a otro, la Red Central (CN) es responsable para adaptar los parámetros de QoS incluidos en los atributos de RAB según el nuevo sistema.

Cuando el UE se localiza donde un IS-HO es posible y necesitado, el RNC le ordena al UE para empezar las medidas del inter-sistema y reportar los resultados periódicamente. Las decisiones de HO hechas por el RNC son basadas en los resultados de estas medidas (inter e intra-sistema) y los parámetros de control pertinentes.

El RNC reconoce la posibilidad de IS-HO basado en la configuración de la red de la radio (definición de celdas vecinas y los parámetros de control pertinentes). En caso de que el segundo sistema es un sistema de GSM, el algoritmo de decisión de IS-HO de GSM a WCDMA se localiza en la Estación de Control de Base (BSC). Desde el punto de vista del RNC un IS-HO de GSM a WCDMA no difiera de inter-RNC HHO. Correspondientemente, un IS-HO de WCDMA a GSM no difiera del inter - BSC HO desde el punto de vista del GSM BSS (Sons 2006).

2.4 Medidas de evaluación de handover

Pueden estar divididas en las siguientes etapas:

1. Las definiciones de las celdas vecinas.
2. Criterios de reporte de medición
3. Reporte de los resultados de medición

2.4.1 Definiciones de la celda vecina

Para cada celda en la UTRAN un conjunto propio de celdas vecinas debe estar definido en la base de datos de configuración de la red de radio, típicamente localizados en el RNC. Una celda vecina puede estar ubicada en la misma red en la misma frecuencia, en una frecuencia diferente o en cualquier Red Móvil Publica Terrestre vecina (PLMN). La lista de las vecindades necesita estar definida para cada celda en particular. La figura 2.3 muestra un ejemplo de la estructura de celdas.

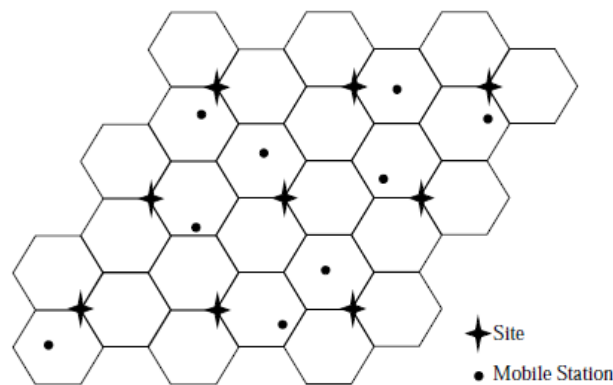


Figura 2.3 Estructura de las celdas de una red configurada (John 2007)

En la lista de las vecindades para el caso de Intra-Frecuencia, el UE debe poder monitorizar al menos 32 celdas en la misma portadora frecuencia del WCDMA como la celda que se está haciendo uso.

En la lista de las vecindades para el caso de Inter-Frecuencia, el UE debe poder monitorizar al menos 32 celdas en un máximo de dos portadoras de frecuencias del WCDMA, además de la frecuencia de la celda que se está haciendo uso.

En la lista de celdas vecinas para el caso de inter-sistema, para cada PLMN se requiere una propia. Un total máximo de 32 inter-frecuencia debe ser soportado por el UE.

El RAN difunde la lista inicial de las vecindades de una celda en los mensajes de información del sistema en el BCCH (Broadcast CCH). En el caso en que se ha llevado a cabo una actualización del conjunto activo (Active Set Update ASU) una lista de nuevas vecindades se combina en el RNC basado en lista de celdas vecinas en el nuevo conjunto en ejecución y luego es enviado al UE en el DCCH.

Para identificar una celda vecina en WCDMA, esta lista incluye la siguiente información:

- El Identificador de celda UTRAN:
 - Identificador global del RNC (PLMN identificar MCC y MNC);
 - Identificador de celdas (CI).
- Código del área de localización (LAC).
- Código de área de enrutamiento (RAC).
- Número del canal de radio frecuencia absoluto en UTRA (UARFCN).
- Código de aleatorización del P-CPICH.

Para una celda de GSM vecina, la siguiente información se toma en cuenta:

- Identificación global de celdas, $CGI=MCC+MNC+LAC+CI$;
- Frecuencia del BCCH;
- Código de identidad de la estación base; $BSIC=BCC+NCC$

2.4.2 Búsqueda de celda vecina en la frecuencia portadora actual

Ya sea en modo inactivo como en modo conectado, el UE busca las nuevas celdas continuamente en las frecuencias de portadora actual. Si el UE detecta una celda candidata que no ha sido definida como una celda vecina, este tiene que decodificar el BCCH de esta celda para identificar la celda antes de reportar el E_c/I_0 medido de la celda detectada al RNC. En este caso los siguientes Elementos de Información (IEs) son utilizados para identificar las células vecinas indefinidas: el código de aleatorización del enlace descendente, el LAC y el CI. Cuando se informan los resultados de las medidas, el UE puede o no incluir esta información en el informe

2.5 Criterio de reporte de medición

Dependiendo del tipo medición y tipo de HO, (MEHO o NEHO), pueden utilizarse diferentes criterios de reporte de medida. El RNC le puede pedir al UE que ejecute y reporte los siguientes tipos diferentes de medidas básicas de handover:

- Mediciones de Intra-frecuencia (MEHO);
- Mediciones de inter-frecuencia (NEHO);
- Mediciones intra-sistema(NEHO)
- Mediciones internas del UE

Todos los tipos de medida HO están controlados independientemente el uno del otro y están definidos en una base a celda, con excepción de las medidas internas de UE, los cuales se controlan en parte por parámetros comunes para todas las celdas bajo el mismo RNC. Dos o más tipos de medida de handover pueden estar activas simultáneamente, como por ejemplo, mediciones intra e inter frecuencia. En este trabajo el principal enfoque será centrado en el handover intra-frecuencia

2.6 Reporte de los Resultados de Mediciones

Cuando el UE reporta hacia la UTRAN los resultados de las mediciones de intra o inter frecuencia de las celdas vecinas de las medidas de intra o inter-frecuencia de las celdas vecinas a la UTRAN, los siguientes Elementos de Información (IEs) son incluidos para identificar a las vecindades:

- La información de P-CPICH (código de aleatorización en el enlace descendente) el que identifica celdas activas y monitorizadas cuando el UE reporta intra-frecuencia o resultados internos del UE al RNC.
- La información del P-CPICH y el UTRA RF (Numero del canal de Radiofrecuencia), los que identifican celdas vecinas cuando el UE reporta resultados inter-frecuencia al RNC.
- La frecuencia en el BCCH; que identifica celdas GSM vecinas cuando el UE reporta resultados de mediciones intra-sistema (GSM) al RNC. El BSIC puede ser

usado adicionalmente para verificar identificación si dos o más celdas vecinas GSM tienen la misma frecuencia de BCCH. El RNC siempre aplica la verificación del BSIC para la celda designada antes de la ejecución del HO inter-sistema (IS-HO) a fin de que el UE pueda sincronizar con la celda GSM antes de la ejecución del handover. El UE reporta la información BSIC sólo si es pedida por el RNC

El UE genera al menos los siguientes reportes de mediciones periódicas y de eventos acontecidos:

- Reporte de medición de eventos acontecidos en intra-frecuencia;
- Reporte de medición periódica de intra-frecuencia;
- Reporte de medición de inter-frecuencia.
- Reporte de medición inter-sistema.
- Reportes de mediciones sobre canales comunes;
- Reporte de medida del volumen de tráfico;
- Reporte de medición de interna del UE
- Reporte de calidad de deterioración

2.7 Medidas de Nodo B

El reporte de medida del Nodo B puede usarse para desencadenar medidas de inter-frecuencia o de inter-sistema (GSM), y balancear el Control de Potencia (en los enlaces de bajada y subida) de las ramas de diversidad durante SOH (soft handover). El Nodo B envía la medida de reporte al RNC en un enlace de radio por la base del enlace de radio a intervalos regulares (por ejemplo, 500-1000 ms). El reporte de medida proveniente del Nodo B incluye los siguientes resultados de medida del enlace de radio:

- Promedio de potencia de transmisión de enlace descendente del DPCH;
- Promedio medido en el enlace ascendente de la relación señal -interferencia (SIR) en el DPCH;
- SIR del enlace de subida designado se usa en el DPCH

2.8 Estación móvil (User Equipment UE)

Una visión general simple del modelo UE es presentada en la Figura 2.4. Todas las mediciones de intra-frecuencia son realizadas sobre el Canal Piloto Común Primario (P-CPICH) en el enlace descendente. Inicialmente, las muestras de la medición son filtradas con un filtro de capa 1 con la finalidad de promediar sin el efecto del desvanecimiento multi-trayecto. Además, para dar al operador la posibilidad de tener un mejor control sobre la exactitud de las mediciones, se especifica el siguiente modelo de filtro especial de capa 3 de la ecuación 2.1: (Hiltunen 2001-2002).

$$F_n = (1-a) F_{n-1} + a.X_n \quad (2.1)$$

$$a = 2^{-k/2}$$

Donde:

X_n es el último resultado de medida recibido de la capa física,

F_n es la salida filtrada del filtro de la capa 3

K es el parámetro del filtro de la capa 3, L3 provisto por el operador

Los resultados de las mediciones de la capa física son muestreados una vez cada período de medida. Con la ayuda del filtro de la capa 3 el operador puede fácilmente aumentar la exactitud de las medidas al precio de un aumento del retardo.

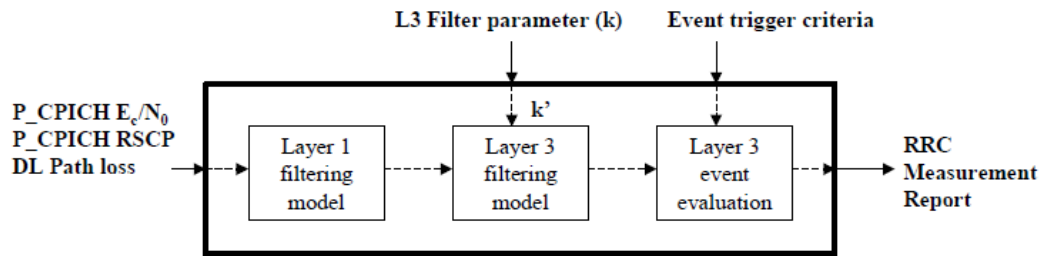


Figura 2.4. Modelo del UE

2.9 Medida de handover

El RAN difunde la medida de criterios de reporte (los parámetros de medida) para las medidas de intra-frecuencia en el BCCH. Cuando los criterios se cumplen, el UE reporta los resultados de sus medidas para el RNC. El RNC a su vez toma la decisión de handover. Si el ASU (Active Set Update) no podría ser ejecutado, entonces el UE continúa midiendo las celdas vecinas pero se convierte en información periódica de los resultados. Para este

tipo de medidas el UE usa medidas separadas reportando criterios transmitidos para el UE (Sons 2006).

2.9.1 Características de soft handover

La topología de UTRAN contiene varios componentes que se involucran en la ejecución de SHO. La Figura 2.5 ilustra el inter-funcionamiento entre el UE en el lado del usuario las estaciones base o Nodo B (BS), los controlador de Red de Radio (*Radio Network Controller*, RNC) y el Centro de conmutación de Servicios Móviles (*Mobile Services Switching Center*, MSC).

El móvil asistido por Soft Handover (SHO) difiere significativamente del Hard Handover (HHO), conocido a partir de los sistemas de segunda generación. La diferencia principal es la transmisión de datos idénticos en más de un enlace de radio. En *soft handover*, el UE tiene enlaces de radio con más de un sitio (situación A y B in la figura.2.5). Mientras que A es manejada por un RNC como un caso SHO intra-RNC, B simboliza un caso donde existe un SHO inter-RNC mediante una comunicación sobre la interfaz Iu dentro del UTRAN. El último caso, asigna roles diferentes a los RNC involucrados. Uno actúa como un RNC de Servicio (SRNC) y proporciona la interfaz Iu referente al núcleo de la red y la combinación del flujo de datos y la subdivisión. El otro actuará como Drift RNC (DRNC) que gestiona el enlace adicional y simplemente envía datos hacia o desde el SRNC. Con este mecanismo, la ejecución de todas SHO es transparente al núcleo de red y el MSC no toma parte activa en ella.

El handover de tipo softer (situación C) significa tener enlaces de radio entre sectores de una misma BS. El UE puede estar en soft y softer handover al mismo tiempo, pero no puede tener más de un número total de enlaces restringido simultáneamente. Todos los enlaces activos se almacenan en el conjunto activo. La probabilidad de softer handover se dice que es 5-15% y 20-40% para soft handover. Las ventajas que deberían derivarse de esta técnica se consiguen en diferentes formas para el enlace ascendente y el enlace de bajada (25.881 2001-12).

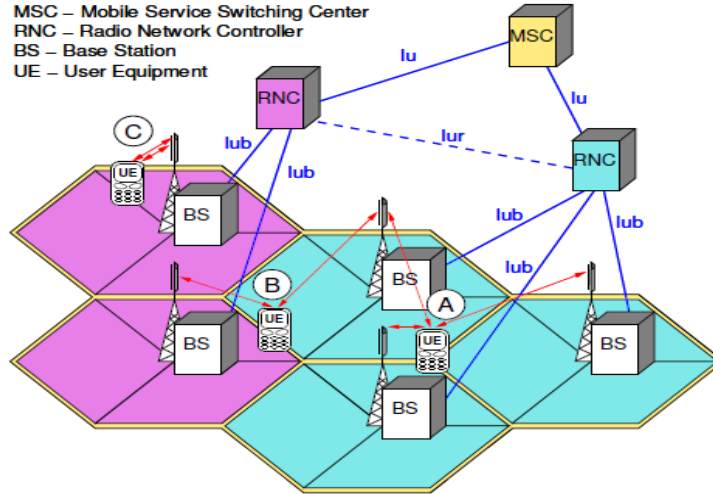


Figura2.5: Topología y elementos de la UTRAN (Marc Schinnenburg1 2003)

2.9.2 Control de potencia en soft handover

En caso de SHO, múltiples enlaces de radio están activos en el DL y, por tanto, la potencia tiene que ser controlada para cada enlace de radio individual. Sólo una orden para Control de Potencia de Transmisión (TPC) es enviada desde el UE a la UTRAN (orden de TPC DL). Las órdenes de TPC se estiman como $TPC_{est} = 1$ (aumentar la potencia) o $TPC_{est} = 0$ (disminución de potencia). A continuación, la corriente descendente de potencia $P(k-1)$ se ajusta a la nueva potencia de enlace descendente, como se puede apreciar en las siguientes ecuaciones.

$$P(k) = P(k-1) + PTPC(k) + P_{bal}(k), \quad (2.2)$$

Donde

$$PTPC(k) = \begin{cases} +\Delta TPC & \text{si } TPC_{est}(k) = 1 \\ -\Delta TPC & \text{si } TPC_{est}(k) = 0 \end{cases} \quad (2.3)$$

Y

$$P_{bal}(k) = (1-r)(P_{ref} + P_{P-CPICH} - P(k-1)) \quad (2.4)$$

Con una potencia de referencia del enlace descendente prefijada por ejemplo, en el centro de la gama de control de potencia, la potencia $P_{P-CPICH}$ en el canal piloto común primario (CPICH), y la relación de ajuste r fijada en la UTRAN en el intervalo $[0... 0,1]$ (un valor posible para empezar es de alrededor de 0.9).

Mediante este algoritmo se deriva la potencia que se produce en caso de una detección incorrecta de un comando el TPC DL. Cada BS en el conjunto activo tiene un solo bucle de control de potencia con el UE. Por lo tanto, el control de BS de la potencia de transmisión del UE se hace de forma independiente el uno del otro, lo que resulta en diferentes comandos TPC UL para el UE. El UE reacciona sobre estos comandos mediante la reducción de la potencia de transmisión, siempre y cuando al menos uno pedidos de la BS al UE para disminuir la potencia. Los comandos de control de potencia no fiables pueden ser descartados por el UE.

2.9.3 Exactitud y retardo en la medida de Handover

La exactitud y el retardo de las medidas de handover, por ejemplo P-CPICH E_c/I_0 , es importante para la actuación de handover. Pues, aunque la implementación exacta del modelo de filtro de la capa1 no está especificada. Estos requisitos incluyen la realización mínima para la exactitud de medida y del retardo, y además, la habilidad para las mediciones paralelas.

Para la medida P-CPICH E_c/I_0 , la especificación técnica define que el período de medida es 200 ms. Eso quiere decir que el resultado de medida reportada después del filtrado de la capa1 será una estimación del valor medio de la cantidad de medida sobre el último período 200 ms. Típicamente, la elección del período de medida es un intercambio; si el período que se promedia es más largo, entonces el desvanecimiento rápido es promediado más efectivamente, pero al mismo tiempo el retardo de medida aumenta, lo cual no es una cosa buena, en particular para redes del celular del micro (Hiltunen 2001-2002).

El impacto de velocidad del móvil en la exactitud de medida puede ser estudiado considerando la salida de un filtro de la capa1 de longitud fija (200 ms). Desde que el impacto único de desvanecimiento rápido es estudiado, la pérdida del camino y la sombra no se considera. Además, el P-CPICH E_c/I_0 es normalizado para que sin desvanecimiento rápido la proporción sería igual a 1 (0 dB), (la ecuación 2.5).

Entonces:

$$\frac{E_c}{I_0} = \frac{g \cdot f \cdot f}{a \cdot g \cdot f \cdot f + (1-a)} \quad (2.5)$$

Donde el desvanecimiento de la interferencia inter-celdas es ignorado.

Como se ha mencionado, el objetivo de la medida de handover es para obtener un resultado de medida donde el efecto de desvanecimiento rápido sea promediado. Se asume que el móvil lleva una prueba libre de error de medida cada 20 ms, y la salida del filtro de la capa1 es simplemente el valor lineal de expectación de las últimas 10 muestras. El valor correcto de medida sería 0 dB y la diferencia de ese valor es causada sólo por el desvanecimiento rápido que no es completamente promediado. El perfil de multi-trayecto asumido es un canal de desvanecimiento de Rayleigh de un rayo, lo cual es caso de suposición peor. Si la diversidad del multi-trayecto está disponible y los móviles pueden medir mediante los receptores RAKE, entonces el desvanecimiento rápido causa menos inexactitudes que en caso de un simple canal del rayo.

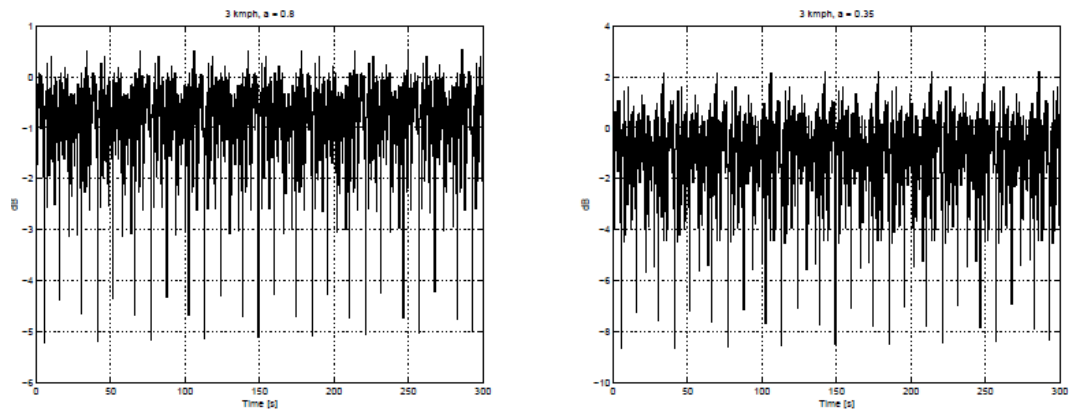


Figure 2.6 Resultados para 3 km/h. Mobile es asumido a viajar a distancia de 250 m.

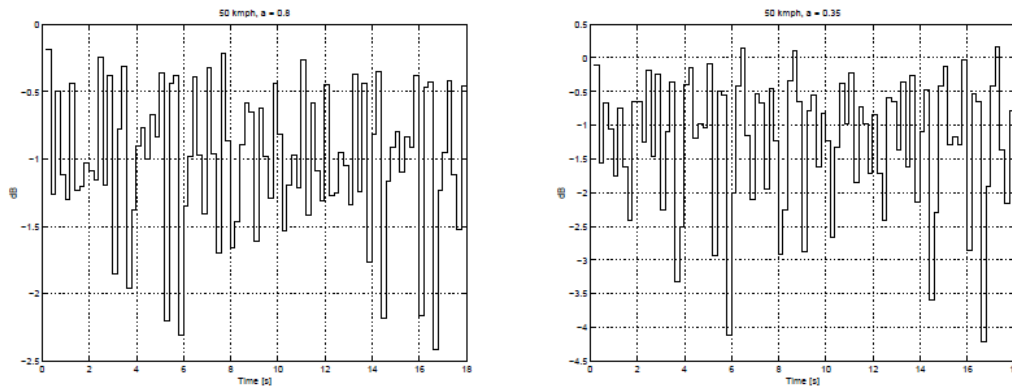


Figura 2.7 Resultados para 50 km/h. Mobile es asumido a viajar a distancia de 250 m.

De los resultados mostrados en la Figura 2.6 y la Figura 2.7 se puede notar claramente que para 3 km/h los errores de medida son mucho más grandes que para 50 km/h. Además, los errores son mayores, cuando el móvil está más cercano al borde de la célula, o sea cuando el parámetro α tiene un valor más pequeño. Los errores mayores de medida para la velocidad de usuario 3 km/h son debido al hecho que el período filtrado 200 ms no es suficientemente largo para promediar el impacto de desvanecimiento rápido. Así, es requerido el filtrado adicional de los resultados de medida para evitar cualquier handover innecesarios, obviamente con el precio de un retardo aumentado. Sin embargo, debido a la velocidad lenta del usuario, el retardo adicional no causa probablemente problemas principales algunos para el despliegue de la red.

Referente al retardo, la especificación define que los móviles podrán detectar y reportar un evento dentro del período de medida, dado que la célula es ya conocida, o sea que los móviles ya han podido realizar medidas en el CPICH primario en cuestión. Este requisito es válido para el caso donde ningún filtrado de la capa3 es aplicado.

Para la exactitud de las medidas P-CPICH E_c/I_0 , los requisitos mínimos se listan en la Tabla 2.1 y Tabla 2.2 están especificados, asumiendo condiciones de propagación de la radio AWGN y sin ningún filtro de capa superior.

Tabla 2.1. CPICH E_c/I_0 Intra-frecuencia de exactitud absoluta

Parameter	Unit	Accuracy [dB]		Conditions I_0 [dBm]
		Normal condition	Extreme condition	
CPICH_ E_c/I_0	dB	± 1.5 for $-14 \leq \text{CPICH } E_c/I_0$ ± 2 for $-16 \leq \text{CPICH } E_c/I_0 < -14$ ± 3 for $-20 \leq \text{CPICH } E_c/I_0 < -16$	± 3	-94...-50

Tabla 2.2 CPICH E_c/I_0 Intra-frecuencia de exactitud absoluta

Parameter	Unit	Accuracy [dB]		Conditions I_0 [dBm]
		Normal condition	Extreme condition	
CPICH_ E_c/I_0	dB	± 1.5 for $-14 \leq \text{CPICH } E_c/I_0$ ± 2 for $-16 \leq \text{CPICH } E_c/I_0 < -14$ ± 3 for $-20 \leq \text{CPICH } E_c/I_0 < -16$	± 3	-94...-50

Para las medidas paralelas hace falta que los móviles puedan realizar medidas PCPICH E_c/I_0 para al menos 8 celdas de intra-frecuencias detectadas, en el conjunto monitorizado, y en la capa física los UE serán capaces de reportar medidas para capas superiores con el período de medida de 200 ms.

2.9.4 Particularidades de Handover intra-frecuencia

El soft handover tiene una importancia especial en sistemas basadas en CDMA, debido a su estrecha relación al control de potencia. Los sistemas CDMA son limitados en interferencia, quiere decir que sus capacidades están estrechamente relacionadas con la cantidad de interferencia que los sistemas pueden tolerar. Debido a que su factor efectivo de re-uso de frecuencia es uno, una celda de sistema CDMA es afectada, no sólo por la interferencia dentro de su propia celda, sino que también por la interferencia de sus celdas vecinas. Para aliviar el nivel de interferencia, y así aumentar la capacidad y la calidad, los sistemas CDMA emplean el control de potencia. El control de potencia trata de solucionar el problema cerca y lejano ajustando la potencia de transmisión para que la relación C/I designada sea uniformemente satisfecha. La idea fundamental detrás del control de potencia es refrenarse de transmitir más potencia que lo necesario para limitar la interferencia. Con el control de potencia, cada estación móvil y estación base es disciplinada para transmitir una cantidad suficiente de potencia para encontrar el nivel de C/I . Pero para que el control de potencia trabaje eficazmente, el sistema debe asegurar que cada estación móvil esté conectada a la estación base con la señal más fuerte en todo el tiempo, de otra manera un problema de retroalimentación positiva de potencia puede desestabilizar el sistema entero.

Otro hecho a favor del soft handover es que propone ganancia tanto en la capacidad de sistema como la cobertura. Ante todo, el handover, ya sea soft o hard, reduce el margen de desvanecimiento por sombra. Esto es porque este desvanecimiento está en parte no correlacionado entre los sectores, y haciendo un handover el móvil puede seleccionar una mejor estación base. El soft handover da una ganancia adicional de macro-diversidad en contra del desvanecimiento rápido reduciendo el E_b/N_0 relativo requerido a un solo radio enlace, debido al efecto de combinación de macro-diversidad

En la dirección de enlace de bajada, se separa típicamente el panorama donde el móvil se comunica con sitios diferentes (soft handover) del panorama donde el móvil está comunicando con sectores formando parte del mismo sitio (hard handover). En caso de softer handover (traspaso más suave) la combinación de los enlaces es realizado internamente dentro del sitio. Básicamente la pregunta se trata de un RAKE similar en procesión (la proporción máxima de combinación) como en caso de la diversidad de multi-trayecto/antena. En caso de la combinación de la selección de soft handover es realizado dentro del RNC. Esto está hecho seleccionando la mejor trama recibida de todas las RBS en el Conjunto Activo en una base de trama por trama.

En la dirección de enlace de bajada misma señal es transmitida por todas las RBS dentro del Conjunto activo actual. Los enlaces son proporción de máxima combinación dentro del receptor RAKE de la estación móvil. Sin embargo, para el enlace de subida, en el enlace descendente el soft handover crea más interferencia al sistema, desde que la nueva estación base transmite una señal adicional a la estación móvil. Por lo tanto, es posible que la estación móvil no puede coleccionar toda la energía que la estación base transmite debido a un número limitado de receptores RAKE. Así, la ganancia de soft handover en el enlace descendente depende de la ganancia de macro-diversidad y la pérdida de actuación debido a la interferencia aumentada.

CAPÍTULO 3. MECANISMO DE GESTION DE CONTROL DEL INTERCAMBIO DE CELDA

Con el objetivo de optimizar el funcionamiento del handover y cumplir con los requerimientos de QoS establecidos por el operador, se presenta un método para estimar eficientemente el estado de la red, basado en el denominado canal P-CPICH E_c/I_o , que se entiende como señal piloto. El canal piloto se considera como un aspecto clave para la ejecución del mecanismo de handover ya que a partir de este canal se calcula la relación E_c/I_o que indica la relación entre la señal recibida en el receptor y la interferencia, medida sobre el piloto. Algunas implementaciones utilizan la información de la potencia transmitida por la celda como referencia para las decisiones. Esta referencia es tomada también del P-CPICH y se denomina RSCP (Received Signal Code Power). La medición se realiza en el UE y es enviada al RNC para su evaluación y toma de decisiones.

3.1 Relación E_b/N_o

- **E_b :** Bit de Energía.
 - Representa la cantidad de energía por bit.
- **N_o :** El ruido de densidad espectral.
 - Unidad: Watts/Hz (o mWatts/Hz)

Lo que nos lleva a la definición clásica de E_b/N_o :

- **E_b/N_o :** densidad de energía de ruido espectral.
 - Unidad: dB

$E_b/N_o - E_c/I_o$

Cuando se habla de códigos, resulta más fácil entender los conceptos mediante la observación del diagrama de la Figura 3.1 simplificado de modulación de espectro ensanchado.

En rojo, el transmisor une la señal de banda estrecha con los datos o voz modulada. Esta señal se transmite y se propaga por el medio (aire). En el receptor, la señal es de-expandida utilizando la misma secuencia que se difundió y por lo tanto la recuperación de la señal de banda base estrecha.

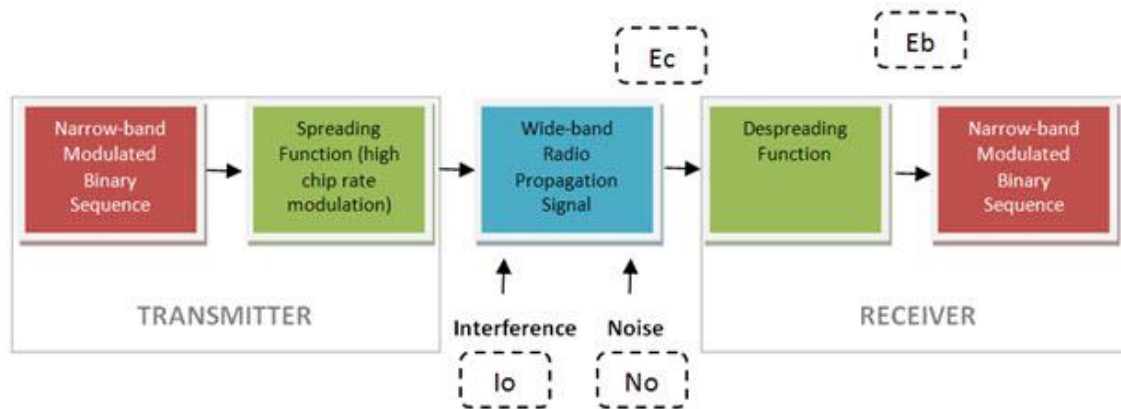


Figura 3.1 modulación de espectro ensanchado

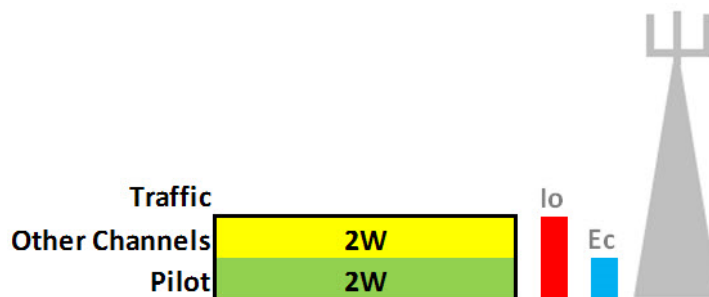
E_c/I_o es uno de los sistemas más importantes en la tecnología CDMA y UMTS. En estos sistemas UMTS y CDMA, hay el canal piloto, algunos canales de control tales como la paginación, y canales de tráfico. La E_c/I_o varía en función de varios factores, tales como la carga de tráfico y de RF y el escenario.

Por supuesto, el E_c/I_o es la composición final de todos estos factores al mismo tiempo (compuesto E_c/I_o), pero es más fácil de entender hablar cada uno por separado.

3.1.1 Cambio en el E_c/I_o , de acuerdo con la carga de Tráfico del Sector

Cada sector transmite una cierta potencia. Se supone que en este ejemplo hay una potencia del canal piloto de creación de 2 W, y una potencia de otros canales de control también se fija en 2 W.

Para que sea más fácil de entenderlo, se calcula el E_c/I_o (potencia del canal piloto de potencia total) de este sector en una situación en la que no tienen canal de tráfico intenso (0 W).



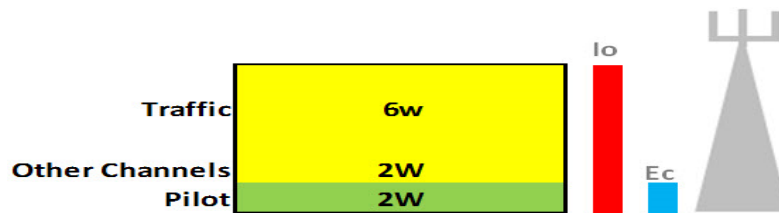
Así se tiene:

$$E_c = 2 \text{ W}$$

$$I_o = 0 + 2 + 2 = 4 \text{ W}$$

$$E_c/I_o = (2/4) = 0,5 = -3 \text{ dB}$$

Ahora se supone que varios canales de tráfico están ocupados (por ejemplo, uso de 6 W para los canales de tráfico). Esta es una situación de carga de tráfico.



$$E_c = 2 \text{ W}$$

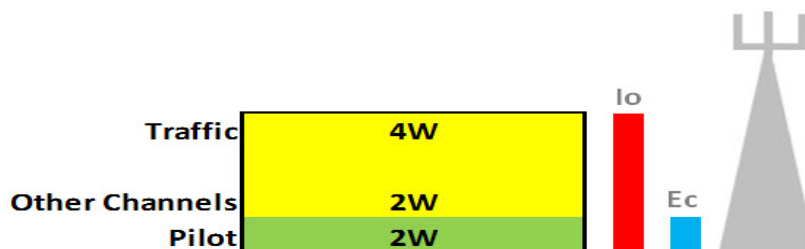
$$I_o = 2 + 2 + 6 = 10 \text{ W}$$

$$E_c/I_o = (2/10) = 0,2 = -7 \text{ dB}$$

Conclusión: A medida que la carga de tráfico en los aumentos del sector, el E_c/I_o empeora

3.1.2 Cambio en el E_c/I_o , de acuerdo con el Escenario de RF

De acuerdo con el escenario de RF, un sector de un único servidor, o algunos sectores de muchos servidores puede adoptar también diversas medidas para E_c/I_o . Comenzando con una situación sin interferencias externas, con el sector de servidor único (dominante), la relación E_c/I_o es casi el mismo principio de transmisión.



$$E_c/I_o = (2/8) = 0,25 = -6 \text{ dB}$$

Considerando que la señal proveniente de este sector en el móvil a nivel de -90 dBm

$$(I_o = -90 \text{ dBm}), E_c = -90 \text{ dBm} + (-6 \text{ dB}) = -96 \text{ dBm}.$$

3.2 Piloto-a-interferencia basado en algoritmo de Handover

Los sistemas móviles basados en CDMA usan las señales de piloto de diferentes estaciones para comenzar y completar los handovers. Cada señal de piloto se mide en términos de E_c/I_o (la energía por chip /interferencia), (la ecuación 3.1).

$$\frac{E_c}{I_o} = \frac{E_b.R}{N_o.W.(1 - \eta)}$$

- Soft handover se usa, donde el móvil puede conectarse a varias estaciones bases simultáneamente (en la práctica ≤ 3).
- Parámetros a estimar in soft handover
 - añadir ventana (Window-add)
 - desechar ventana (Window-drop)
 - reemplazar ventana (Window-replace)
 - tiempo para establecimiento (Time-to-trigger)
 - medida Del conjunto em activo (active set size, AS)
 - offsets individuales (Individual offsets)

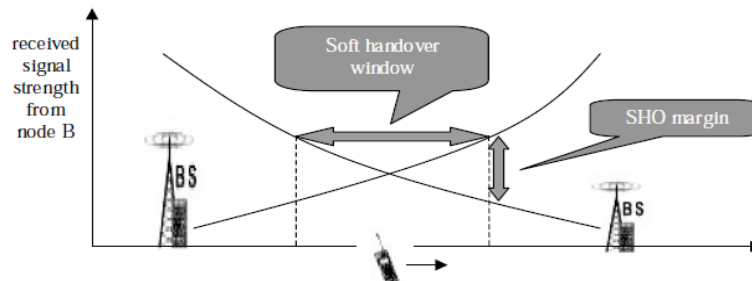


Figura 3. Estimación de parámetros para soft handover en WCDMA

El reporte de la medición en Intra-Frecuencia puede ser del tipo de evento-acontecido (event-triggered) o periódico. Durante el modo conectado, el UE constantemente monitoriza el E_c/I_o del P-CPICH de las celdas definidas por la lista de la celda vecinas de intra-frecuencia y evalúa el criterio de reportes. Si uno de los eventos de reporte se cumple, entonces el UE envía un reporte de medida de evento-acontecido. Antes de que el E_c/I_o del

P-CPICH de una celda sea usado por el algoritmo de handover en el UE, una media aritmética de un cierto número de los últimos valores medidos es tomada. El número de los valores tenidos en cuenta es un parámetro de especificación de desempeño del UE. El promedio es tomado sobre valores lineales de E_c/I_0 , y no en valores en dB.

Para los criterios de medida de intra-frecuencia, los siguientes eventos de reportes son definidos:

Evento 1A:

Un P-CPICH introduce el rango de reportes. Un informe se desencadena cuando la Ecuación (3.2) es satisfecha:

$$10 \cdot \log_{10} M_{New} + C_{IONew} \geq W \cdot 10 \cdot \log_{10} \left(\sum_{i=1}^{N_A} M_i \right) + (1-W) \cdot \log_{10} M_{best} - (R_{1a} - H_{1b}/2) \quad (3.2)$$

Donde:

- M_{New} : es el resultado la medida de la celda que introduce el rango reporte;
- C_{IONew} : es el offset individual de la celda que introduce el rango de reporte;
- M_i : es un resultado de medida de una celda en el conjunto activo que no se le prohíbe afectar el rango de reporte;
- N_A : es el número de celdas en el conjunto activo actual que no se le prohíbe afectar el rango de reporte.
- M_{Best} : es el resultado de medida de la celda más fuerte en el conjunto activo en ejecución;
- W es un parámetro de ponderación enviado desde el RNC al UE;
- R_{1a} es la constante del rango de reporte para el evento 1A enviado desde el RNC al UE;
- H_{1a} es el parámetro de histéresis para los eventos 1A.

El parámetro de histéresis conjuntamente con la constante del rango de reporte es usualmente designado como ventana de adición (addition windows).

Evento 1B:

Un P-CPICH sale del rango de reporte. El reporte se establece cuando Ecuación (3.3) es satisfecha:

$$10.\log_{10} Mold + CIOold \leq W.10.\log_{10} (\sum_{i=1}^{NA} Mi) + (1-W). \log_{10} Mbest - (R1b + H1b/2) \quad (3.3)$$

Donde:

- R1b: es la constante del rango de reporte para el evento 1B enviado por el RNC.
- Mold: es el resultado de medida de la celda que deja el rango de reporte;
- El CIOld: es el offset individual de la celda de la celda que deja el rango de reporte;
- H1b: es el parámetro de histéresis para evento 1B.

El parámetro de histéresis conjuntamente con la constante del rango de reporte es usualmente designado como ventana abandonada (drop windows).

Evento 1C:

Un P-CPICH no-activo se hace mejor que uno activo. Un reporte se establece cuando la ecuación (3.4) es satisfecha, o sea, cuándo un P-CPICH que no está en el conjunto activo consigue ser mejor que el peor P-CPICH del conjunto activo cuando este conjunto está lleno. Usado para reemplazar la celda con el peor P-CPICH.

$$10.\log_{10} MNew + CIONew \geq W.10.\log_{10} MInAS + CIOInAS + H1c/2 \quad (3.4)$$

Donde:

- MInAS: es resultado de la medida de la celda en el conjunto en ejecución con el mínimo resultado de medida;
- CIOInAS: es el offset individual de la celda en el conjunto activo que se ha declarado peor que la nueva celda.
- H1c: es el parámetro de histéresis para evento 1C.

El parámetro de histéresis es usualmente designado como ventana del reemplazo (replacement windows).

Evento 1D:

Cambio a la mejor celda (Change of best cell). Un informe se establece cuando cualquier P-CPICH en el rango de reporte se pone mejor que el actual sumado a un valor de histéresis opcional.

Evento 1E:

Un P-CPICH se pone mejor que un umbral absoluto. Se establece un reporte cuando la celda nueva conjuntamente con su offset individual pasa a ser mejor que un umbral absoluto conjuntamente con valor de histéresis optativo.

Evento 1F:

Un P-CPICH empeora la relación a un umbral absoluto. Se establece un reporte cuando la nueva celda conjuntamente con su offset individual es peor que un umbral absoluto menos un valor de histéresis optativo

La figura 3.1 muestra un ejemplo del algoritmo general de handover en WCDMA implicando todos los eventos desde 1A hasta 1F. En el ejemplo, las informaciones son enviadas tan pronto como el evento acontece, es decir, que el método time-to-trigger no se usa. Además, no hay valores de histéresis implicados y los coeficientes de ponderación, W, se asumen como cero.

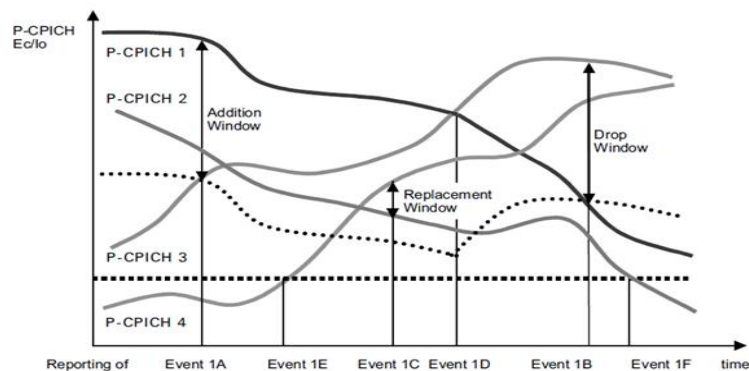


Figura 3.1 Algoritmo de Handover de Reporte de eventos de 1A -1 F

Mecanismo de time-to-trigger

La abundancia de posibles celdas vecinas conjuntamente con la variedad de eventos que se desencadenan podría resultar en reportes muy frecuentes. Para proteger la red de una

excesiva carga de señalización, cada uno de los eventos de reportes puede estar vinculado a un temporizador. Sólo si los criterios de medida han sido cumplidos durante todo el período hasta que el temporizador expire, entonces el evento es reportado a la red. La figura 3.2 muestra un ejemplo del mecanismo de time-to-trigger en caso de un evento 1A. En las primeras dos ocasiones cuando el evento ocurre, ningún reporte acontece, desde que P-CPICH 3 no se está dentro del rango de reporte para un tiempo suficientemente largo. Sólo la tercera ocurrencia establece el reporte del evento 1A.

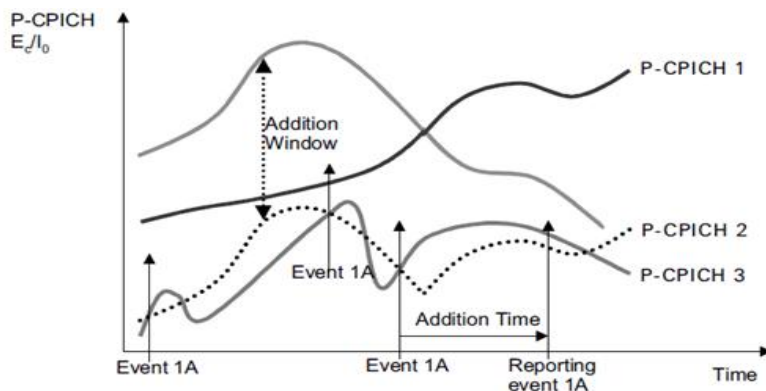


Figura 3.2 ejemplo para time to trigger (Tiempo de Adición) en caso de evento 1 A

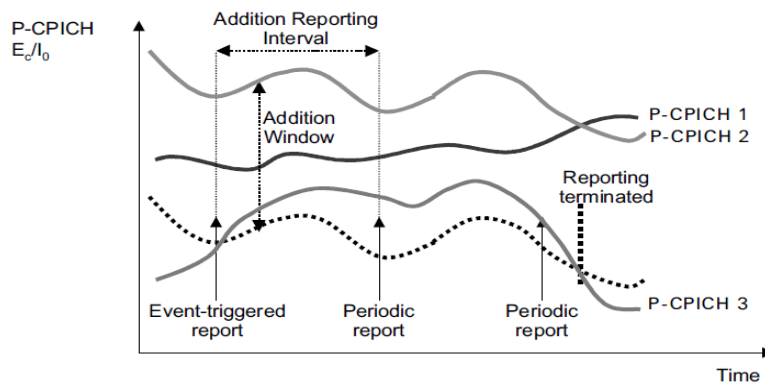


Figura 3.3 Reporte periódico después de evento 1A ha sido establecido y una actualización del conjunto activo ha fallado (valor de histéresis puesto a cero)

3.2.1 Reporte periódico de evento-disparado

Reportar uno de los eventos anteriormente mencionados típicamente resulta en una actualización del conjunto activo. Sin embargo, si la actualización del conjunto activo no se lleva a cabo, puede ser por causa de la falta de capacidad o de recursos de hardware, por ejemplo, si el UE cambia a reporte periódico. En este caso este envía un reporte de medida a cada intervalo que reporta hasta que se lleve a cabo la actualización del conjunto activo, si el criterio de medición ya no pueda ser satisfecho o el número máximo de reportes de medida sean enviados. La Figura 3.3 muestra un activo que no pudo ser actualizado, así que el UE comienza a reportar periódicamente. En este caso el reporte periódico termina cuando el P-CPICH 3 ya no está dentro del rango reporte.

3.3 Mecanismo para prohibir que una Celda vecina afecte el Rango de Reporte.

En caso de eventos de 1A y de 1B cuando el coeficiente de ponderación, W , es diferente de cero, todas las celdas en el conjunto activo se usan para evaluar cuando los criterios de medida se cumplen. En la RAN, sin embargo, podría ser beneficioso excluir una celda vecina específica, es decir, su P-CPICH, de este conjunto activo, ponderando por ejemplo cuando el P-CPICH de esta celda es muy inestable dentro del rango de reporte. Para este caso, un parámetro de la celda vecina puede ser especificado para cada celda, indicando cuando está activo.

3.4 Offset de la Celda individual

Para tener una manera eficiente de reportar una celda monitorizada individualmente, un offset del P-CPICH puede ser asignado a cada celda vecina. El offset puede ser ya sea positivo o negativo. El UE luego añade este offset a la cantidad de medida (E_c/I_0 , pérdida de trayecto o RSCP) antes de que se evalúe si un evento de reporte ha ocurrido.

En definitiva, un valor individual de Offset de celda puede utilizarse para hacer una celda vecina más atractiva que otra. Esto se puede demostrar en la figura 3.4. Para hacer el handover hacia la celda con el P-CPICH 3 ocurra antes, se aplica un Offset para manipular la decisión del terminal. Este Offset levanta la curva de P-CPICH3.

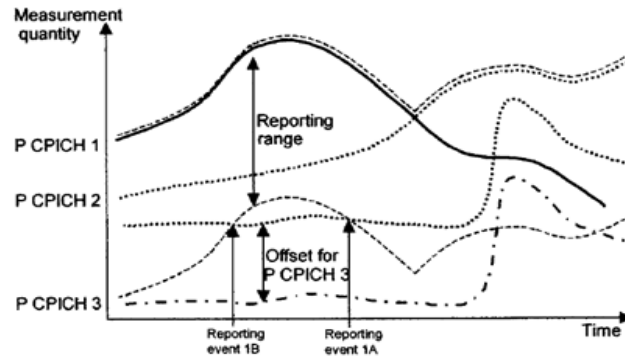


Figura 3.4 Offset de celda individual. Un offset positivo es aplicado a P-CPICH 3 antes de la evaluación de evento en el terminal

El terminal mide los niveles E_c/I_0 de las señales piloto de celdas vecinas. El terminal inicia el cambio del conjunto activo enviando un reporte de medida y una petición ASU de al RNC. Las condiciones de reportes tienen la siguiente forma del general:

$$CPICH(\text{monitoreado}) + AdjEcNoOffset(\text{best monitoreado}) > ReportingCriterion_{CPICH}(\text{best})$$

Donde el $CPICH(\text{monitoreado})$ y el $CPICH(\text{mejor})$ son los resultados de medidas (E_c/I_0) de la celda monitorizada y la mejor celda del conjunto activo, respectivamente, y $AdjEcNoOffset(\text{best, monitoreado})$ es el offset individual añadido a la E_c/I_0 medida de la celda monitorizada. Esto es específico para la celda primaria en el conjunto activo, es decir, que hay un offset para cada vecindad de la celda.

El conjunto de vecindades para una combinación específica de celdas en el conjunto activo es una unión o intersección de conjuntos de vecindades de las celdas individuales del conjunto activo formadas utilizando un método particular. El tamaño máximo de un conjunto de celdas vecino combinado es 32 celdas. Cuando un ASU está hecho, los conjuntos de terminales señalados de un nuevo conjunto vecino y CIO de información relacionada.

La idea del alivio de congestión es utilizar estos CIOs para forzar el tráfico de una celda altamente congestionada para celdas vecinas que son menos cargadas (vea a Figura 3.5). Tal situación tiene aplicación, por ejemplo, en las áreas comerciales de centros de la ciudad. Unas cuantas celdas altamente cargadas podrían prestar servicio ciertos edificios de

oficinas, y las células rodeadas andan de capa caída cargadas durante las horas de trabajo. Así estas celdas circundantes pueden estar ocupadas para prestar servicio el complejo comercial con el método propuesto.

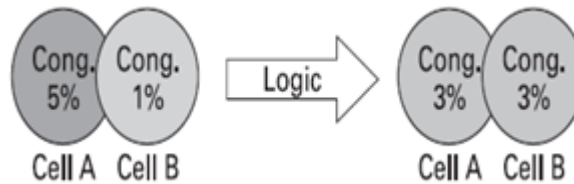


Figura 3.5 Presentación conceptual de la lógica de alivio de congestión. Después de la optimización del comportamiento promedio es el mismo pero la actuación de bloqueo es mejorado por la celda tensa congestionada.

Los offsets entre dos celdas A y B $AdjsEcIOOffset(A,B)$ y $AdjsEcIOOffset(B,A)$ están ajustados si las proporciones de las llamadas bloqueadas difieren significativamente entre las celdas. El bloqueo puede ser medido y evaluado en varias formas por ejemplo, como:

- El bloqueo suave debido a insuficientes recursos de potencia (la potencia de transmisión de total de enlace descendente excediendo su nivel designado)
- El bloqueo duro debido a hardware insuficiente o recursos lógicos (los códigos); o,
- El bloqueo duro y suave combinados, la información relacionada a la sobre carga de soft handover, si no en normal, el bloqueo aumentado puede ser debido a un pobremente conjunto *AdditionWindow* lo cual se indica al usuario. El usuario luego puede desear de realizar primero optimización *AdditionWindow*.

3.5 Medidas Interiores de UE

Las medidas internas de UE pueden estar divididas en dos grupos. El primer grupo se usa para indicar a la red el estado la potencia de transmisión del UE. Los reportes pueden ser usados por el RNC para desencadenar medidas inter-frecuencia o de inter-sistema. El segundo grupo es la medida de diferencia de tiempo de Rx-Tx (Receiver-Transmitter) del UE. Se usa para ajustar el tiempo en la interfaz de aire del DPCH en el enlace descendente

cuando la diferencia con el tiempo entre la trayecto significativo de la trama del enlace descendente DPCH de un conjunto de celda determinada en ejecución medida (UE Rx.Tx time difference) se pone demasiado grande.

Los eventos son los siguientes:

- Evento 6A: potencia de transmisión del UE se pone más grande que un umbral absoluto.
- Evento 6B: potencia de transmisión del UE se hace menos que un umbral absoluto.
- Evento 6C: potencia de transmisión del UE alcanza su valor mínimo.
- Evento 6D: potencia de transmisión del UE alcanza su valor máximo.
- Evento 6E: UE RSSI (Received Signal Strength Indicator) alcanza el rango dinámico del receptor del UE
- Evento 6F: diferencia de tiempo de Rx-Tx del UE para un enlace de radio incluido en el conjunto activo se pone más grande que el umbral absoluto.
- Evento 6G: diferencia de tiempo de Rx-Tx del UE para un enlace de radio incluido en el conjunto activo se pone peor que el umbral absoluto

Un ejemplo de cómo una lista de células candidatas para el handover que se proporciona al móvil se muestra en la Figura 3.6.

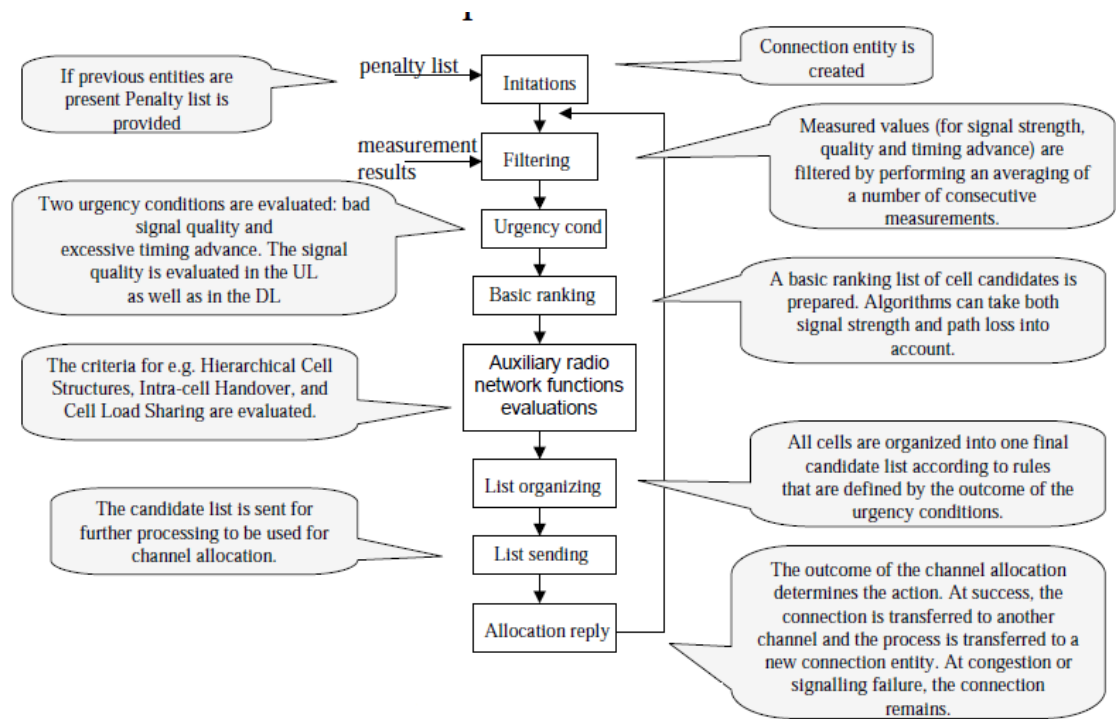


Figura 3.6. Lista de células candidatas para el handover (Sung Kyung Kim* 2004)

Las siguientes diagramas de la Figura 3.7, 3.8, 3.9 muestran el proceso antes explicado, según el estado del umbral que se está ocurriendo:

- añadir ventana (Window-add)
- desechar ventana (Window-drop)
- reemplazar ventana (Window-replace)

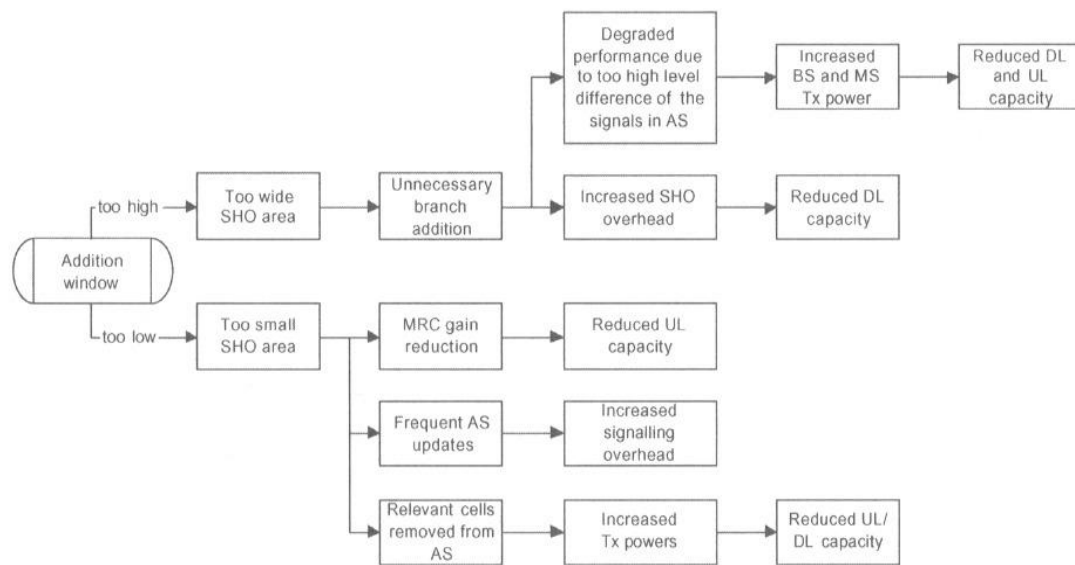


Figura 3.7 El parámetro efectúa para adicionar Windows soft handover en WCDMA

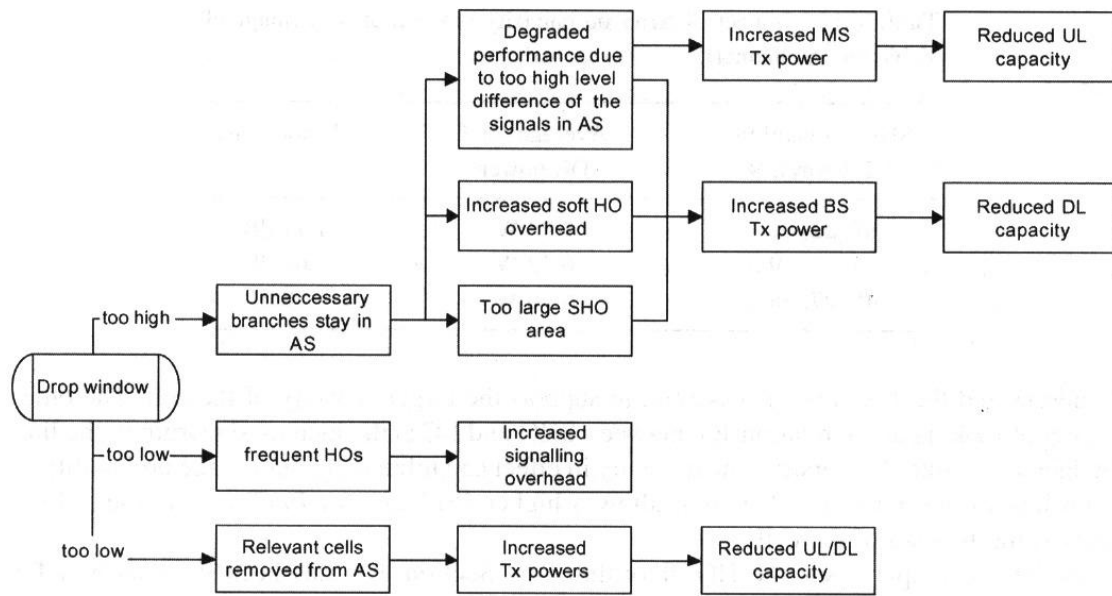


Figura 3.8 Efectos de parámetro para Windows agotado en el proceso de soft handover en WCDMA

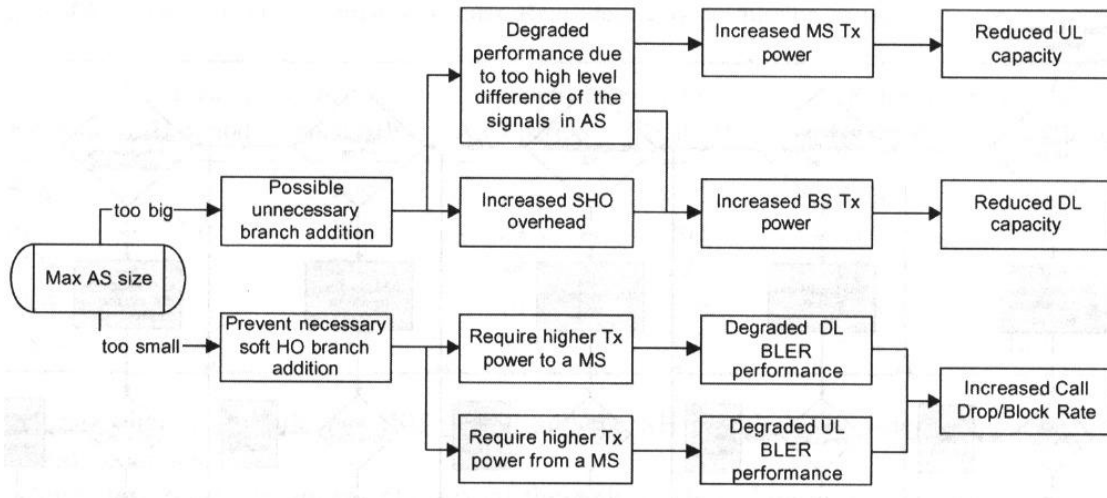


Figura 3.9 El parámetro efectúa para un conjunto de medida de celdas activas en WCDMA Windows soft handover en WCDMA

3.6 Factor de movilidad de handover

Como se ha mencionado en la introducción los algoritmos de decisión de handover convencionales propuestos hasta ahora se basan en la potencia de la señal instantánea y reglas de umbral rígidos en lugar de aprovechar la información implícita de la posición o de la velocidad que se obtiene por las mediciones de intensidad de señal. La entrega precisa, es decir, idealmente handover en el borde de la celda, en términos de posición, no es fácil de lograr. Aunque la UE tiene movilidad al azar y muchos parámetros, como las mediciones de precisión y errores, y también errores durante la transmisión de esta información están involucradas, su movimiento puede ser estimado a un cierto grado sin la complejidad adicional.

Sea $S_i(t)$ la fuerza de la señal recibida de la celda i al tiempo t y $S_i^e(t+\Delta t)$ es el valor estimado el próximo Δt a tiempo t .

En particular, se define el factor de movilidad de handover θ_{i-j} , que se expresa como:

$$\theta_{i-j} = E_k \left(\frac{S_i(t)}{dt} - \frac{S_j(t)}{dt} \right)$$

Donde, la celda activa de un MS es celda i y célula candidata de un MS es celda j .

$E_k = (.)$ Se nota promediando con el valor de la muestra k .

La figura 3.10 presenta los factores de movilidad del handover mientras un UE se acerca rectamente a la celda i de la celda j con la velocidad fija. Los aumentos de factor de movilidad como una velocidad o una distancia entre el EU y celda de servicio j se incrementan.

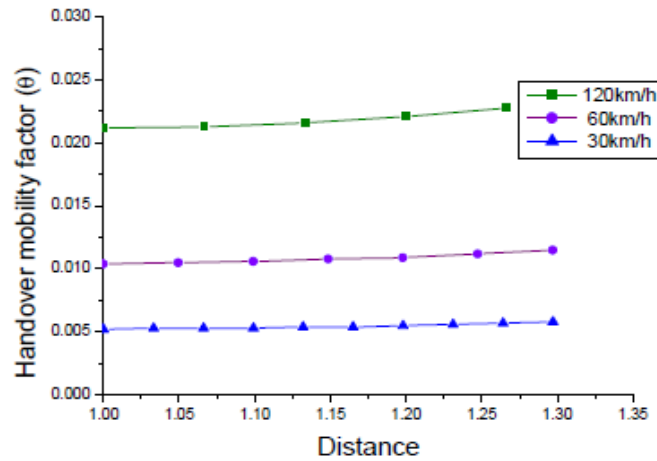


Figura 3.10. Factor de movilidad de handover contra la distancia

Como se ve en figura 3.11, el factor de movilidad de handover puede usarse como la información sobre las direcciones así como la velocidad de un UE al borde de la celda especialmente.

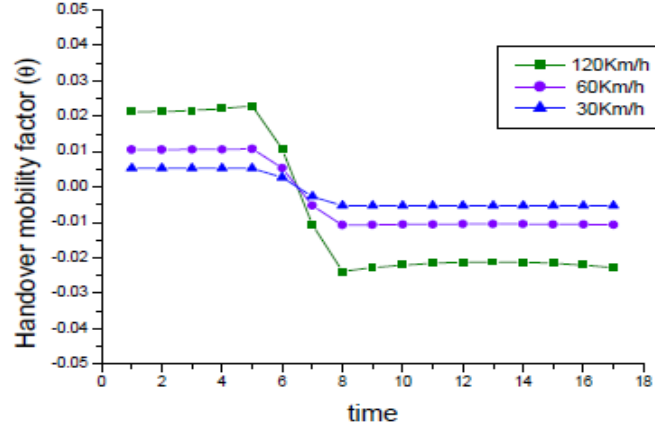


Figura 3.11. Los modelos de factor de movilidad de handover contra tiempo

3.6 Algoritmos de decisión de handover adaptables

Como una regla general, se tiene que sostener H_{margin} bastante grande para evitar el handovers de ping-pong. Sin embargo, como aumentos de H_{margin} sobre un cierto valor, la actuación del handover disminuirá porque el umbral fijo basado en el algoritmo del handover no es suficientemente rápido para reaccionar las variaciones de condición del canal y los MS no puede conectar a BS óptimo a causa de bloqueo debido a la capacidad celular limitada.

De la misma manera, el tiempo de retardo para activar una ejecución de handover, que es el retardo programado de tiempo puede controlar ocurrencia de situaciones de ping-pong. Porque los cambios de movimiento de MS tienen un efecto en un valor apropiado de τ_p , el tiempo activando adaptable de ejecución del handover se formula por los factores de movilidad de handover instantáneos.

Por tanto, el algoritmo del handover propuesto consiste en las reglas siguientes:

- La adición de decisión rápida:

Si cumple la ecuación 3.5

$$S_i^e(t+\Delta t) = S_i(t) + Ek(dS_i(t)/dt) * \Delta t > T_{add} \quad (3.5)$$

La celda i se agrega a los CS (conjunto de Candidato).

- La decisión de agotamiento rápida:

Si cumple la ecuación 3.6

$$S_i^e(t+\Delta t) = S_i(t) + Ek(dS_i(t)/dt) * \Delta t < T_{drop} \quad (3.6)$$

La celda está alejada de los CS a NS (conjunto de Vecino).

- El retardo de tiempo adaptable para activar una ejecución de handover:

Cuando $S_i(t) - S_j(t) > H_{margin}$, τ_p es dado por:

$\frac{\tau_0}{\min(\theta_i - j, \theta_{min})}$, donde τ_0 y θ_{min} son constante. τ_p se demuestra en tramas. Y puede ser actualizado por periodo de medida T_m).

Se puede ver que cuando un UE está subiendo el borde de la célula con la velocidad alta, el tiempo de decisión a agregar o quitar el conjunto de candidato disminuirá. La decisión de la adición rápida permite ejecutar el handover rápido, mientras la decisión de dejar caer rápida aumentará la capacidad. Ésta puede ser realmente misma cosa que el control dinámico el nivel de umbral individual según la movilidad de usuario.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

COCLUSIONES

Con la realización de este trabajo se ha podido efectuar un estudio bastante completo de los principales tipos de handover existente. Se explicó los el mecanismo de funcionamiento y la gran utilidad de cada cual en la actuación de handover intra- frecuencia, inter-frecuencia en WCDMA e inter-sistema 2G y 3G. Por todo esto se arriban a las siguientes conclusiones:

1. Se realizó la caracterización de la tecnología de WCDMA atendiendo a la gestión del intercambio de celda enfatizando a los mejores logro alcanzado con respetos a los sistemas anteriores por su nuevas ventajas y facilidades de operación, capacidad de soportar más usuarios posible y las nuevas formas de actuación contra la interferencia presente en todos los sistemas de comunicaciones inalámbricas
2. Se definieron los conceptos fundamentales de los diferentes tipos de handovers y las bondades de cada uno, tales como: las ventajas del uso del soft/softer handover, así como la obligación de hacer uso de en los casos de inter-frecuencia en lugares donde es imposible el mecanismo de intra-frecuencia. Mantener el handover entre sistema de segunda generación (2G) y tercera generación (3G), es de capital importancia en países como Cuba donde no existe un sistema de 3G que cubre el territorio completo. También, por cuestión económica es mejor conectar a los

usuarios abonados solos a servicios de voz en una red de segunda generación, siendo un sistema de plena capacidad para el servicio de conmutación de circuito.

3. Se describió el algoritmo para la gestión del intercambio de celdas mediante graficas una forma de brindar un mejor entendimiento para poder ampliarse con más facilidades los conocimientos acerca del funcionamiento de la tecnología.

Por tanto, la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica dispone de un material de estudio sobre la gestión del intercambio de celdas en la tecnología WCDMA que puede servir de referencia tanto para estudiantes como para los ingenieros que quieren profundizarse en esta temática.

RECOMENDACIONES

1. Teniendo en cuenta la amplia bibliografía que existe relacionada con el sistema celular UMTS y que en la actualidad la telefonía celular constituye uno de los temas más importantes en el ámbito de las telecomunicaciones. Se le recomienda al departamento de Telecomunicaciones y Electrónica de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, promover y orientar trabajos investigativos relacionados con el tema de la telefonía celular, que sirvan para estimular y aumentar el conocimiento de los estudiantes en esta materia.
2. Debido al estilo de handover de la tecnología WCDMA es de capital importancia desarrollarla en lugares de alta demanda creciente por su capacidad de acceder a varios usuarios con más fiabilidad con respecto a los sistemas anteriores.
3. De acuerdo al estudio hecho de la gestión de intercambio de celdas (handover) en la tecnología de WCDMA, cuando conviven GSM y UMTS por sus lazos en este procedimiento. La estrategia o política de tráfico a seguir por los operadores, podría ser operar el servicio de voz preferentemente por GSM, y los servicios de banda ancha por UMTS, logrando así un balance óptimo de la carga en la red.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

25.881, G. T. (2001-12). 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Improvement of RRM across RNS and RNS/BSS (Release 5). V5.0.0.

A. B. García, M. Á.-C., E. Vázquez, J. Berrocal "Diseño de redes de acceso en sistemas móviles UMTS con soporte de calidad de servicio."

Cox, C. (2008). Essentials of UMTS. W. WEBB. Cambridge University

Chong, P. (2002) "WCDMA Physical Layer." Nokia Research Center, Helsinki, Finland.

ERICSSON (2001). Basic Concepts of WCDMA Radio Access Network. W. Paper, White Paper.

Galván, F. (2004). Planificación de la red de radio del sistema UMTS basado en la tecnología WCDMA [Trabajo de Diploma], La Habana: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.

Hiltunen, K. (2001-2002) "Handover in WCDMA Uplink and Downlink. Performance of Handover Algorithms." S-72.333 Postgraduate Course in Radio Communications.

John, W. S. L. (2007). Cellular Communications Explained From Basics to 3G. H. a. A. T. Harri.

John, W. S. L. (2007). WCDMA FOR UMTS – HSPA EVOLUTION AND LTE, Harri Holma and Antti Toskala.

Marc Schinnenburg¹, I. F., Bert Haverkamp² (2003) "Realization and Optimization of Soft and Softer Handover in UMTS Networks."

Pérez., R. H. (2010). Propuesta para implementar redes UMTS, utilizando enlaces de microonda, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Poole, I. (2006). Cellular Communications Explained From Basics to 3G, Linacre House, Jordan Hill,.

Sons, J. W. (2002). W-CDMA MOBILE COMMUNICATIONS SYSTEM. K. Tachikawa.

Sons, J. W. (2006). Radio Network Planning and Optimisation for UMTS. T. s. N. Jaana Laiho and Achim Wacker.

Sung Kyung Kim*, C. G. K., and Kyung Soo Kim* (2004) "A adaptive handover decision algorithm based on the estimating mobility from signal strength measurements." *Mobile

Telecommunication Research Lab., ETRI Daejeon, KOREA **School of Electrical Engineering, Korea University Seoul, KOREA.

BIBLIOGRAFÍA

ERICSSON (2011). WCDMA RAN W11 Functionality. Ericsson AB 2011.

ERICSSON (2003). Ericsson WCDMA System Overview. E. AB. LZT 123 6208, R3A supports course number LZU 1085418

Türke, U. (2007). Efficient Methods for WCDMA Radio Network Planning and Optimization. D. U. G. Prof. Dr. Otthein Herzog Prof. Dr. Carmelita Görg Prof. Dr.-Ing. Bernd Scholz-Reiter. Dissertation Universität Bremen.

Comes, O. S. R. J. L. V. G. R. A. (2003). Principios de comunicaciones móviles. Universitat Politècnica de Catalunya, SL Jordi Girona Salgado 31, 08034 Barcelona.

Florido, J. A. P. (2005). POWER CONTROL FOR WCDMA, Escuela Politecnico Superior de Castelldefels.

ERICSSON (2006). GSM WCDMA Intersystem Handover. E. 2006. LZT 123 8324 R1A.

Collado, H. A. (2006). Gestión de redes celulares en Cuba, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría".

KGAILE, O. (2009). La evolución de las comunicaciones móviles hacia la tecnología 3G (UMTS), Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría".

25.881, G. T. (2001-12). 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Improvement of RRM across RNS and RNS/BSS (Release 5). V5.0.0.

A. B. García, M. Á.-C., E. Vázquez, J. Berrocal "Diseño de redes de acceso en sistemas móviles UMTS con soporte de calidad de servicio."

Andreas Mitschele-Thiel, J. M. (2011) "UTRAN Radio Resource Management."

Cox, C. (2008). Essentials of UMTS. W. WEBB. Cambridge University

Chong, P. (2002) "WCDMA Physical Layer." Nokia Research Center, Helsinki, Finland.

ERICSSON (2001). Basic Concepts of WCDMA Radio Access Network. W. Paper, White Paper.

Galván, F. (2004). Planificación de la red de radio del sistema UMTS basado en la tecnología WCDMA [Trabajo de Diploma], La Habana: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.

Hiltunen, K. (2001-2002) "Handover in WCDMA Uplink and Downlink. Performance of Handover Algorithms." S-72.333 Postgraduate Course in Radio Communications.

- John, W. S. L. (2007). Cellular Communications Explained From Basics to 3G. H. a. A. T. Harri.
- John, W. S. L. (2007). WCDMA FOR UMTS – HSPA EVOLUTION AND LTE, Harri Holma and Antti Toskala.
- Marc Schinnenburg¹, I. F., Bert Haverkamp² (2003) "Realization and Optimization of Soft and Softer Handover in UMTS Networks."
- Pérez., R. H. (2010). Propuesta para implementar redes UMTS, utilizando enlaces de microonda, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Poole, I. (2006). Cellular Communications Explained From Basics to 3G, Linacre House, Jordan Hill,.
- Sons, J. W. (2002). W-CDMA MOBILE COMMUNICATIONS SYSTEM. K. Tachikawa.
- Sons, J. W. (2006). Radio Network Planning and Optimisation for UMTS. T. s. N. Jaana Laiho and Achim Wacker.
- Sung Kyung Kim*, C. G. K., and Kyung Soo Kim* (2004) "A adaptive handover decision algorithm based on the estimating mobility from signal strength measurements." *Mobile Telecommunication Research Lab., ETRI Daejeon, KOREA **School of Electrical Engineering, Korea University Seoul, KOREA.

SIGLARIO

1G: Primera Generación

2.5G: Segunda Generación avanzada

2G: Segunda Generación

3G: Tercera Generación

3G-MSC: Centro de Conmutación de Móviles adaptado para UMTS

3GPP: 3rd Generation Partnership Project

AAL2: ATM Adaption Layer 2

AAL5: ATM Adaption Layer 5

AICH: Access Indicator Channel

AMPS: Advanced Mobile Phone Service

ATM: Asynchronous Transfer Mode

AuC: Centro de Autenticación

BCCH Broadcast control channel

BCH: Broadcast CHannel

BER: Bit Error Rate

BLER: Block Error Rate

BTS: Base Transceiver Station

CCCH: Common control channel

CDMA: Code Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Código)

CN: Core Network (Núcleo de Red)

CPCH: Common Packet Channel

CPICH: Common pilot channel

D-AMPS: Digital AMPS

DCCH: Dedicated control channel

DL: Downlink (Enlace Descendente)

DHO: Diversity HandOver

DPCCH: Dedicated Physical Control Channel

DPDCH: Dedicated Physical Data Channel

DS-CDMA: Direct Sequence-CDMA

DTCH: Dedicated traffic channel

EDGE: Enhanced Data Rates for Global Evolution

ETSI: European Telecommunication Standard Institute (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones)

FACH: Forward Access CHannel
FDD: Frequency Division Duplex
FDMA: Frequency Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Frecuencia)
FH-CDMA: Frequency Hopping-CDMA
GGSN: Gateway GPRS Support Node
GPRS: General Packet Radio Services
GSM: Global Standard for Mobiles
HLR: Registro de Localización Principal
HHO: Hard HO
HO: HandOver
IMT-2000: International Mobile Telecommunications-2000
IN: Intelligent Network (Red Inteligente)
IF-HO: Inter-Frequency HO
IS-HO: Inter-system HO
ME: Mobile Equipment (Equipo móvil)
MEHO: Mobile-Evaluated HO
MGW: Media Gateway
MHA: Masthead Amplifier (Amplificador Montado en Torre)
MMS: Multimedia Message Service (Servicio de Mensajes Multimedia)
NEHO: Network Evaluated HO
NMT: Nordic Mobile Telephone
OCCCH: ODMA common control channel
ODCCH: ODMA dedicated control channel
OVSF: Orthogonal Variable Spreading Factor
PCCH: Paging control channel
PCPCH: Physical Common Packet Channel
PDC: Personal Digital Cellular
PDCP: Packet data convergence protocol
PRACH: Physical Random Access Channel
PTP: Point-To-Point
QoS: Calidad de Servicio

- RCT:** Remote Controlled Tilt
- RF:** Radio Frecuencia
- RNC:** Radio Network Controller
- RNS:** Radio Network Subsystem
- RRC:** Radio Resource Control (Control de Recursos de Radio)
- SGSN:** Serving GPRS Support Node
- SIR:** Signal to Interference Ratio (Relación Señal a Interferencia)
- SNR:** Signal to Noise Ratio (Relación Señal a Ruido)
- TACS:** Total Access Communications Systems
- TDD:** Time Division Duplex
- TDMA:** Time Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Tiempo)
- TH-CDMA:** Time Hopping-CDMA
- UE:** User Equipment (Equipo de usuario)
- UIT:** Unión Internacional de Telecomunicaciones
- UL:** Uplink (Enlace Ascendente)
- UMTS:** Universal Mobile Telecommunications System (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles)
- USIM:** Módulo de identidad de usuario UMTS
- UTRAN:** UMTS Terrestrial Radio Access Network (Red de Acceso de Radio Terrestre de UMTS)
- VLR:** Registro de Localización de Visitantes
- WAP:** Wireless Access Protocol
- WARC-2000:** Conferencia Mundial Administrativa de Radio de 2000
- WARC-92:** Conferencia Mundial Administrativa de Radio de 1992
- WCDMA:** Wideband Code Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Código de Banda ancha)

ANEXOS

Anexo 1

Cell Breathing (contd.)

Coverage depending on load: load causes interference, which reduces the area where a SIR sufficient for communication can be provided

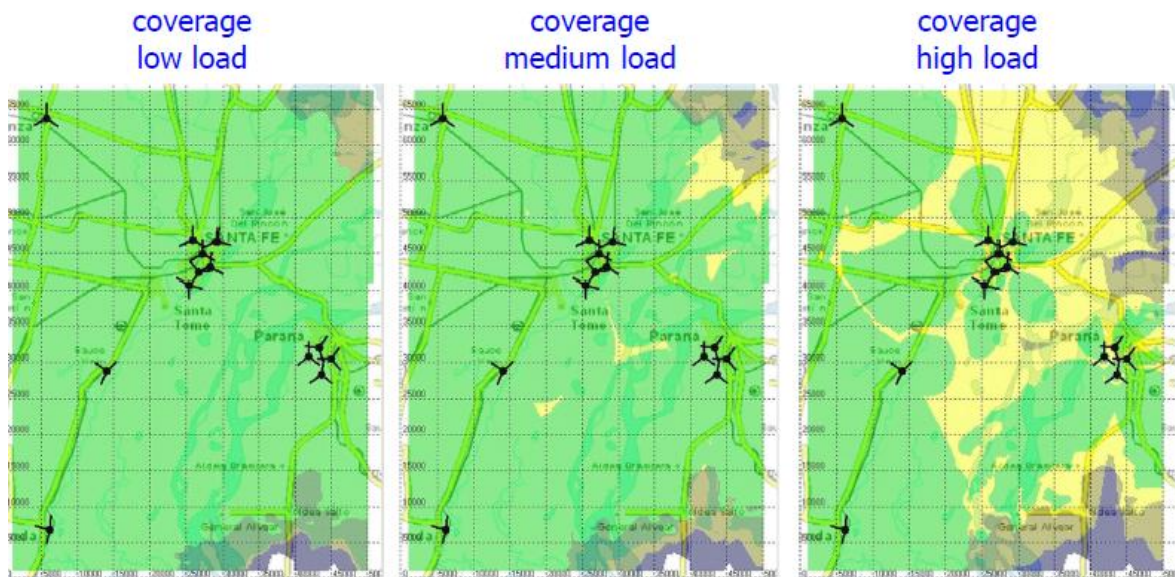


Figura 1 Representación del mecanismo de Cell Breathing(Andreas Mitschele-Thiel 2011)

Área Amarilla: conexión puede agotar o bloqueado

Dependiendo de la cobertura de la carga: la carga causa interferencia, lo que reduce la zona donde un SIR suficiente para la comunicación se puede proporcionar

Anexo 2

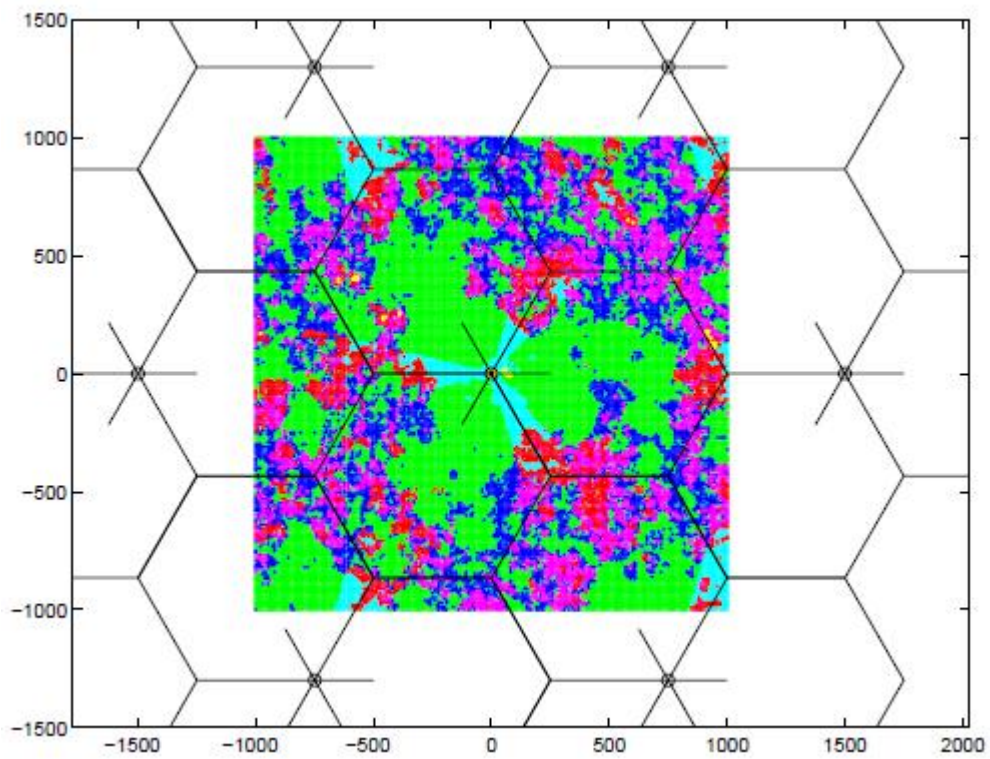


Figura 2 Representación gráfica de diferentes situaciones de soft handover

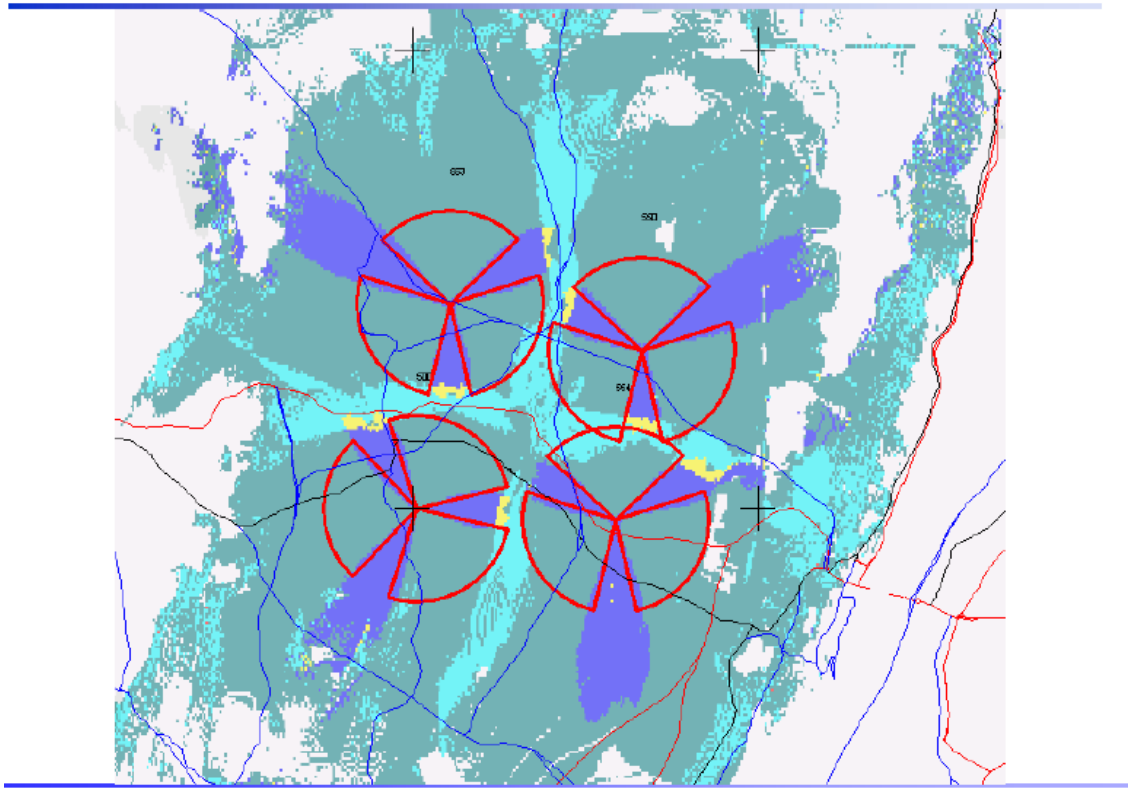


Figura 3. Soft y softer handover en la práctica

Example of Coverage and Best Server Map

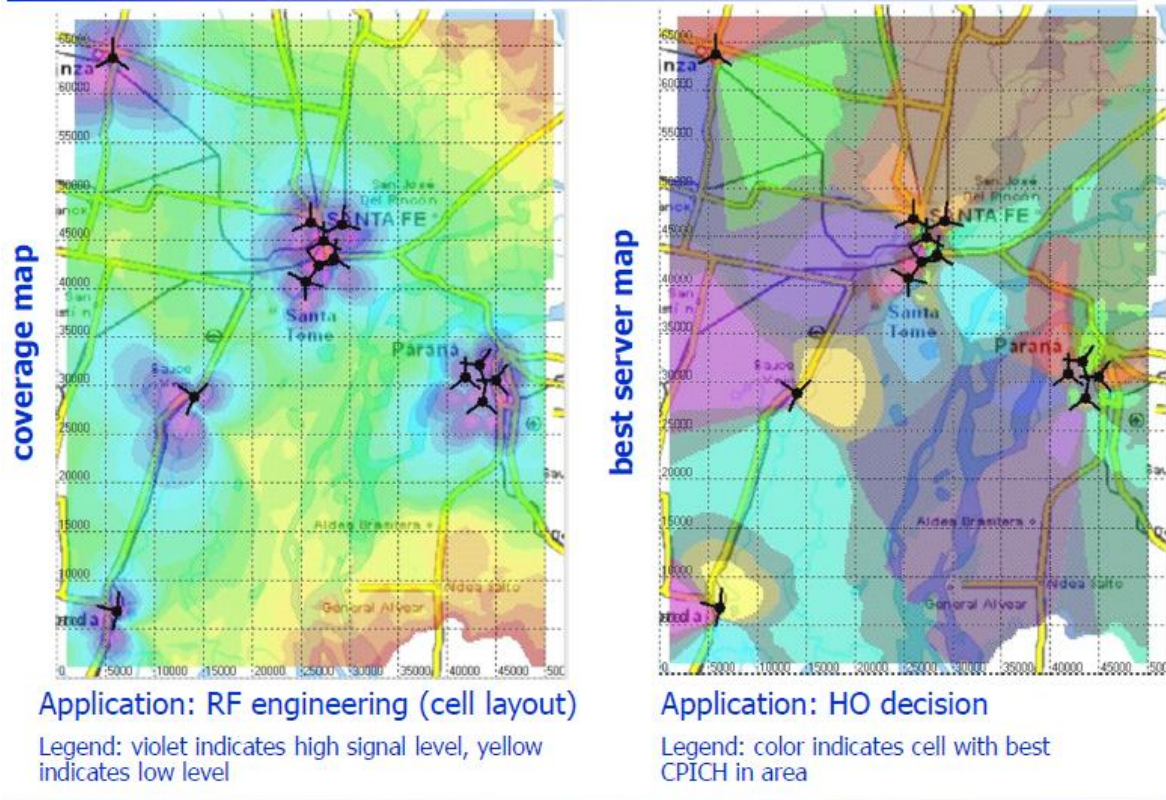


Figura 4. Ejemplo de mejor calidad de CPICH en la decisión de HO