



OPTIMIZACIÓN DE PORTADORAS CDMA TOMANDO EN CUENTA LA CARGA DE DATOS EN F1 SOBRE 1XRTT

Leonardo Barboza*
Universidad Doctor Rafael Belloso Chacín.

RESUMEN

El propósito de este trabajo es optimizar las diferentes portadoras CDMA tomando en cuenta el tráfico de datos generado desde la aplicación de tercera generación en la primera portadora. Algunos operadores de IS-95 en la actualidad han comenzado a migrar algunas de sus portadoras hacia cdma2000 1XRTT. La compatibilidad entre ambos sistemas permite la coexistencia de usuarios sobre la misma porción del espectro. El problema de la coexistencia se refleja en el desbalance de las asignaciones de recursos físicos y de interfaz de aire entre las portadoras IS-95 y la portadora cdma2000 1XRTT. Mediante una prueba realizada en una muestra de estaciones radio base, colocando canales de tercera generación en todas las portadoras, se estudiaron las posibles soluciones al caso, analizando los factores de potencia de la estación radio base, niveles de tráfico efectivo total, tráfico efectivo 3G y parámetros de configuración de la celda en la central digital. Finalmente, tomando en cuenta los resultados obtenidos de las pruebas, se plantearon las diferentes opciones para optimizar las portadoras y equilibrar el tráfico manejado por cada una de ellas, la mejor opción esta representada en la implementación de una portadora adicional para 3G, sin embargo, resulta muy costoso. La opción de adición de canales 3G en todas las portadoras, puede aplicarse para solucionar el problema a corto plazo.

Palabras clave: Portadora CDMA, 1XRTT, cdma2000, tercera generación.

ABSTRACT

The purpose of this research is to optimize different CDMA carriers in relation of voice traffic and data generated from the application of third generation in the first carrier. Some operators of IS-95 actually have begun to migrate some of their carriers towards cdma2000 1XRTT. The compatibility between both systems allows the coexistence of users on the same portion of the spectrum. The problem of the coexistence is reflected in an unbalance of the allocations of physicals resources and air interface between both systems: IS-95 and cdma2000 1XRTT. In a test made in some of radio stations, placing channels of third generation in all the carriers, the possible solution for this research, considering the factors of power of radio base station, traffic level total



strength, 3G traffic level strength and configuration parameters of the cell in the digital switch. Finally, taking into account the obtained results from the tests, the different options considered to optimize the carriers and to traffic balance handled by each one of them, the best choice represents a new 3G carrier installation, but, is too expensive. The channel adding option in all carriers, represents a faster solution to the problem.

Key words: CDMA carrier, 1XRTT, cdma2000, third generation.

Introducción

El desarrollo de las telecomunicaciones en los últimos años ha sido enfocado sin duda a los sistemas de telefonía móvil celular, no es difícil explicar él porque de esta tendencia, ya que estos sistemas se han convertido en una de las actividades con mas capacidad de explotación si tomamos en cuenta todos los puntos de vista que involucran este crecimiento, como lo son: investigadores, desarrolladores de tecnologías, operadoras y los usuarios finales del servicio, los cuales en los últimos años han crecido tan vertiginosamente que ha hecho un poco difícil la adecuación de un sistema que permita brindarles a todos un servicio de calidad.

En un principio, con los sistemas de primera generación, la adecuación de los sistemas de telefonía móvil celular se enfocaba solamente en abarcar la mayor cantidad de usuarios posibles en un territorio determinado, y su transferencia en la medida en que este se traslada por el área de cobertura. La capacidad de estos sistemas se hizo insuficiente con el pasar de los días, mermado por el principal problema al momento de incrementar la capacidad del sistema, el espectro radioeléctrico, el cual sirve de interfase entre el usuario móvil y la estación radio base.

El rápido crecimiento del mercado, aunado a la reñida competencia comercial obliga a las empresas prestadoras de servicio a diferenciarse de sus competidores ofreciendo un servicio de alta calidad y con precios competitivos. Desde el punto de vista de la ingeniería, el objetivo a cumplir es el de optimizar el sistema de manera de poder dar servicio al máximo número de usuarios posible y con una calidad de servicio similar o superior a la de las líneas telefónicas tradicionales. En este sentido, resulta primordial hacer uso de los recursos disponibles de la forma más óptima posible.

Formulación del problema

¿Existe la necesidad de optimizar portadoras CDMA si se toma en cuenta la carga de datos en F1 sobre 1XRTT?



Objetivo General

Optimizar portadoras CDMA de una estación radio base tomando en cuenta la carga de datos en la primera portadora sobre 1XRTT.

Objetivos Específicos

- Estudiar la operatividad existente en el sistema cdma2000 1XRTT.
- Describir las causas que ocasionan la problemática de portadoras en el sistema cdma2000.
- Analizar las posibles soluciones al problema planteado de optimización de portadoras.
- Evaluar las diferentes propuestas existentes para lograr una optimización de portadoras CDMA.

Al momento de describir las bases teóricas que sustentan nuestro estudio, es necesario estudiar el objeto primordial de nuestro análisis, la portadora CDMA. CDMA es un sistema de espectro expandido de secuencia directa en el cual uno o más usuarios se comunican simultáneamente sobre el mismo ancho de banda de frecuencia (ancho de banda de frecuencia hace referencia a una **portadora CDMA**). Para realizar una diferencia entre usuarios, el sistema le asigna a cada uno su propio código binario.

El sistema expande la potencia transmitida sobre un ancho de banda de frecuencia de modo que la potencia por unidad de ancho de banda (Watts por Hertz) se hace muy pequeña. Luego en el receptor la señal es comprimida dentro de la banda angosta original mientras deja la energía de otras señales sobre el mismo ancho de banda de transmisión.

Con CDMA, la anchura de banda de los datos del usuario es extendida por todo el ancho de banda (1,23 MHz) multiplicándolo por un código binario.

El mismo código es utilizado por el receptor para deshacer, separarse y recuperar los datos originales. Logrados multiplicando la señal recibida por el código conocido y filtrándose a través de un filtro low-pass. Los datos de los otros usuarios que no concuerden, no son expandidos en el ancho de banda.



Acceso Múltiple por División de Código.

En CDMA todos los usuarios dentro de una celda transmiten al mismo tiempo y sobre los mismos recursos de frecuencia, es decir, todos coexisten conjuntamente dentro de la misma banda y al mismo tiempo, generando interferencia entre sí. Sin embargo, debido a que están ensanchados por el uso de diferentes códigos de canalización en el transmisor, al reproducir simplemente estos códigos, el receptor es capaz de separarlos y reducir significativamente la auto-interferencia. Esto se debe al hecho de que las señales de los diferentes usuarios tienen muy poca correlación estadística. Las tecnologías CDMA se aplicaron por primera vez en sistemas celulares comerciales con el estándar IS-95, que apareció en 1993. El hecho de que hay un uso compartido de los recursos hace posible mejorar la eficiencia espectral y por lo tanto, la capacidad de estos sistemas con respecto a TDMA.

TDMA y FDMA con frecuencia se refieren a las técnicas de banda estrecha, en oposición a CDMA, que es la técnica de ancho de banda por excelencia.

Las ventajas de CDMA en cuanto seguridad ha atraído aplicaciones militares desde los 70. No obstante, una serie de mitos que involucran la factibilidad de los sistemas CDMA mantuvo a la industria inalámbrica lejos de la idea hasta finales de la década de los 80. Cuando la Cellular Telecommunications Industry Association (CTIA) salió al mercado con su User's Performance Requirements (UPR) para los sistemas 2G, IS-54 fue el primer estándar adoptado por la industria, aun cuando no cumplía inmediatamente con el UPR. Dichos requerimientos incluían un aumento por diez en capacidad, privacidad, calidad mejorada, compatibilidad con AMPS y costo razonable. IS-54 ofreció solo un aumento de 3X en capacidad sobre AMPS.

Mientras tanto en 1988, los ingenieros de Qualcomm comenzaron a investigar una tecnología alternativa basada en técnicas de espectro expandido. Con amplio apoyo de la industria celular, Qualcomm desarrollo un sistema de demostración de CDMA que satisface las UPR. Las pruebas de campo del sistema fueron conducidas públicamente con el apoyo de Nortel, Motorola, Nokia, entre otras, así como los operadores GTE, Ameritech y Bell Atlantic, entre otros. Los resultados de las pruebas de campo fueron presentados formalmente ante la CTIA el 5 de Diciembre de 1991. A continuación, el 6 de Enero de 1992, la CTIA adopto una resolución solicitándole a la TIA a prepararse estructuralmente para aceptar contribuciones relacionadas con sistemas celulares de banda ancha. Dichas



actividades fueron iniciadas en marzo, momento en que fue creado el sub comité de ingenier  TIA TR45.5.

Luego de extensas discusiones, TR45.5 aprobó y libero el primer estándar celular CDMA el 16 de Julio de 1993. A continuación mejoras menores resultaron en la publicación del protocolo de revisión 2, en mayo de 1995, también conocido como IS-95-A. Unos meses mas tarde, el American National Standard Institute (ANSI) libero el J-STD-008 una especificación que define la compatibilidad para la banda PCS, con básicamente las mismas consideraciones de diseño del IS-95-A y los sistemas que implementan tanto el IS-95^a y J-STD-007.

En 1998, TR45.5 lanzo al mercado el paso final de lo que comenzó a conocerse como la familia de estándares cdmaOne. IS-95-B, TSB-74 y J-STD-008 en un único documento, eliminando mucha de la redundancia y la mayor parte de la información análoga de los sistemas AMPS.

Una de las propuestas que ahora se consideran viables para los sistemas 3G, emplean CDMA como su tecnología de interfaz de aire. El estándar CDMA2000, evolución directa del cdmaOne, fue lanzado a la luz pública en 1999. ETSI WCDMA, la propuesta Europea-Japonesa, termino la mayor parte del trabajo de estandarización en Enero del 2000.

CDMA 1XRTT

La característica más atractiva de CDMA 1XRTT para operadores cdmaOne es la compatibilidad 100 % con los sistemas IS-95 existentes. Esto significa que acciones como reuso de los sitios de las celdas y capacidad de compartir el espectro con posibilidad de migración suave son posibles en este escenario evolutivo cdmaOne – 1XRTT. Además, los servicios de voz se benefician de una mejor capacidad, calidad ligeramente mejor utilizando estándares existentes, y muy superior cuando el nuevo codificador selectable Mode Vocoder (SMV) se haga disponible. El soporte de datos es a velocidades mayores que en cdmaOne, con acceso paquetizado sobre la interfaz de radio, lo cual mejora la eficiencia en el uso de este recurso.

Características de CDMA 1XRTT.

La especificación CDMA 1XRTT también permite multimedia, otras prestaciones de este estándar incluyen:

- Antenas direccionales inteligentes.



- Accesos más confiables.
- Relevo suave mejorado.
- Control de potencia mejorado en ambos enlaces.
- Menor consumo de energía en la unidad móvil.
- Mismas secuencias PN que IS-95.
- Señal continúa en el enlace de subida.
- Mensajes cortos MAC de 5ms para establecimiento de conexiones.
- Nuevo estado de alerta del móvil para datos paquetizados.
- Canal de acceso versátil y mejorado.
- Algoritmo hashing para asignación de portadora.

Sistema de Variables

La principal variable de estudio de este trabajo de investigación es portadoras CDMA. A través de la primera portadora son establecidos los enlaces de datos de los usuarios hacia el sistema.

Definición Conceptual

Una portadora CDMA es un bloque de 1.23 MHz. del espectro que utiliza CDMA, en el que dos o más usuarios pueden comunicarse simultáneamente.

Definición Operacional

Desde el punto de vista operacional, portadora CDMA se entiende como el ancho de banda total asignado para la transmisión de las estaciones radio base en la interfase de aire, el cual ocupa cada una 1.23 MHz del espectro total de la banda celular asignada a la operadora.

Para medir esta variable deben tomarse en cuenta varios factores que inciden en la comunicación entre el teléfono móvil y la estación base:



- Nivel de potencia: describe la potencia irradiada por la portadora, expresada en Watts.
- Tráfico efectivo total: expresa el tráfico efectivo total de la celda en erlangs, tomando en cuenta solo el tráfico primario de la celda/portadora. Se simboliza como *TEFECTIVO_GEN*.
- Tráfico efectivo 3G: se refiere al tráfico 3G generado en la celda en erlangs, solo especifica trafico generado en la celda/portadora. Se simboliza como *TEFECTIVO3G*.
- BCR attenuation: expresa el valor de atenuación colocado a una portadora de un sector en especifico. Se denota en dB.
- Max power: indica la potencia máxima que debe tener un sector/portadora colocado en la base de datos de la celda. Se indica con la unidad dBm.

Operacionalización de las variables.

Con la finalidad de medir y estudiar las variables de la investigación, según los objetivos planteados anteriormente.

Variable, Dimensión e Indicadores.

Variable	Dimensión	Indicadores
Portadoras CDMA.	Nivel de potencia.	Watts.
	Tráfico efectivo total.	Erlangs.
	Tráfico efectivo 3G.	Erlangs.
	BCR attenuation.	dB.
	Max power.	dBm.



Método propuesto de optimización.

La metodología que se propone en este trabajo de investigación consiste en la implementación de canales adicionales 1XRTT en la segunda portadora en una estación radio base y en la segunda y tercera portadora en otra estación diferente. El propósito de esta propuesta es el de realizar mediciones de tráfico efectivo 3G, tráfico efectivo total y tráfico de soft hand off a cada una de las portadoras de la estación, comparando los resultados de estas podremos estimar la operabilidad de alguna de ellas y realizar las así las recomendaciones pertinentes al caso.

Situación actual del sistema cdma200 1XRTT.

La característica más atractiva de cdma2000 1XRTT para operadores cdmaOne es la compatibilidad 100% con los sistemas IS-95 existentes. Esto significa que acciones como reuso de los sitios de las celdas y capacidad de compartir el espectro con posibilidad de migración suave son posibles en este escenario evolutivo cdmaOne – 1XRTT. Además, los servicios de voz se benefician de una mejor capacidad, calidad ligeramente mejor utilizando estándares existentes, y muy superior cuando el nuevo codificador selectable Mode Vocoder (SMV) se haga disponible. El soporte de datos es a velocidades mayores que en cdmaOne, con acceso paquetizado sobre la interfaz de radio, lo cual mejora la eficiencia en el uso de este recurso.

Actualmente en el sistema instalado cdma2000 1XRTT, existe un creciente aumento del tráfico total generado, en cada una de las estaciones radio base involucrada en nuestra investigación, en principal medida se debe a la demanda de datos en la primera portadora del sistema.

Resultados de la aplicación de la propuesta.

Para lograr una relativa igualdad entre la cantidad de tráfico total 2G+3G entre las portadoras existentes en el sistema, es posible realizar ciertos cambios en el sistema cdma2000 1XRTT, en esta etapa se analizarán los resultados de las pruebas realizadas con el método de implementación mencionado anteriormente.

La posibilidad de colocar en otra de las portadoras existentes canales adicionales 3G, puede realizarse progresivamente. Primero en la segunda, y si se desea luego en las otras portadoras existentes.

Previa colocación de los recursos en las estaciones radio base, fue necesario realizar la activación en los diferentes formularios pertenecientes a

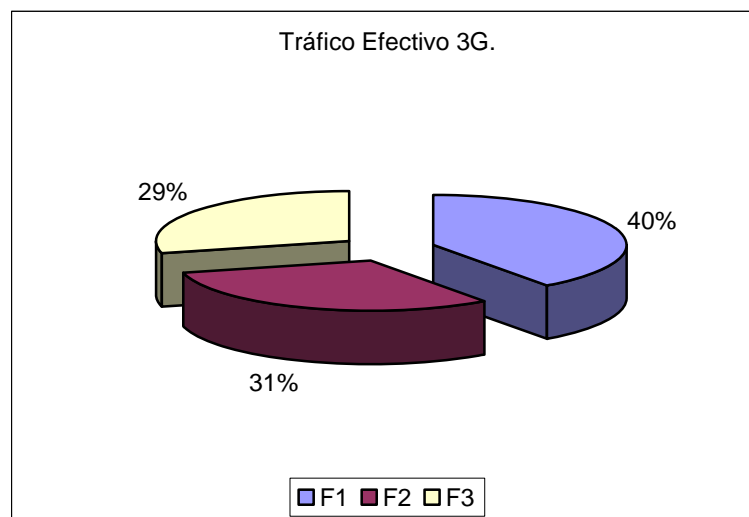
la base de datos del ECP, para la utilización posterior de estos canales. Estos formularios se mencionan a continuación:

- cdmeqp: equipamiento de CDM.
- cmodeqp: equipamiento de Modcell.
- cmodpptom: Packet Pipe trunk member information.
- cell3g: configuración de celda para 3G.
- ceqface3g: configuración de sector para 3G.

Al finalizar los cambios necesarios en la central digital, para las celdas modelo, se insertaron en estas físicamente las tarjetas CCU-32 correspondientes a las portadoras 2 y 3, una para cada una.

Adición de recursos 1XRTT en F2 y F3.

La aplicación de esta fase de la propuesta fue realizada, en las celdas modelo. Estas dos celdas fueron escogidas con relación a su tipo (Modcell), ya que no se poseían recursos para los otros tipos de celdas. Aunque no se observa un balance 100%, también se realiza el hashing entre en cada una para balancear los usuarios según la portadora a la cual pertenece el móvil. En la siguiente gráfica podemos observar la distribución porcentual del tráfico efectivo 3G de la celda modelo.





Para la primera y segunda portadora la distribución del tráfico efectivo 3G se encuentra muy cercana una de la otra, mientras que la tercera portadora maneja casi un 10% más que las dos anteriores. 3G se comporta de igual manera que CDMA asignando al usuario su portadora correspondiente. Por esto en teoría el tráfico debería ser relativamente igual para las tres, aunque ciertos agentes externos pueden haber influido en la desigualdad, el porcentaje no es aceptable como solución al problema planteado.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la aplicación de la prueba se puede observar que el tráfico efectivo de cada una de las portadoras de una estación radio base se ve enormemente afectado, por la carga de datos de tercera generación. 3G se comporta de igual manera que CDMA, esto es asignando a cada usuario su portadora correspondiente, pero como en nuestro caso solo disponemos de recursos en la primera portadora, este usuario establece la conexión por la única tarjeta disponible. Si no existen recursos 3G, el usuario establece conexión de voz en la portadora que le compete por hashing, pero de ser necesaria una conexión de datos, esta no podría completarse. De igual forma, si los recursos 3G, están totalmente ocupados, el usuario 3G puede establecer conexión de voz, pero no de datos.

Otro factor de incidencia en el desbalance del tráfico total de la estación es el generado por el hand off de enlaces 3G con las celdas vecinas, que al poseer recursos de tercera generación solo en la primera portadora obliga a realizarlas solo en esta portadora para lograr mantener las conexiones. La forma en que operarían sería realizar un inter-frecuency Hand off internamente en la celda hacia F1, para luego pasar a esa misma portadora en la celda vecina. Por esta razón se hace indispensable que al momento de optimización de portadoras CDMA para el tráfico 3G, se realice en todo el cluster en el que reside la estación radio base.

Las pruebas realizadas adicionando recursos 3G a las portadoras restantes, puede resultar una solución al problema planteado a corto plazo, pero la opción de utilizar una portadora exclusivamente para tercera generación, evitaría los inconvenientes de utilización de recursos 3G en todas las celdas del cluster.

Recomendaciones

La optimización de portadoras CDMA para las operadoras celulares, no debe basarse solamente en la asignación de recursos físicos para la estación



radio base, sino que debe incluirse una consideración de la capacidad de la interfaz de aire en esa asignación, no sirve de nada disponer de excesivos canales asignados en 3G, si estos no van a poder ser utilizados cuando se necesiten, si el tráfico de voz es excesivo, limitaría la capacidad de manejo de datos.

Algunos operadores de IS-95 en la actualidad han comenzado a migrar algunas de sus portadoras hacia cdma2000 1XRTT. La compatibilidad entre ambos sistemas permite la coexistencia de usuarios sobre la misma porción del espectro.

La manera más idónea, a nuestro parecer, representaría la utilización de una portadora adicional solo para 3G, en la que se garantizarían todos los recursos físicos y de interfaz de aire para una cantidad de usuarios considerablemente grande. Además de esto incluye un camino evolutivo ya estandarizado (1XEV) y compatibilidad hacia atrás con sistemas cdmaOne. Aunque cdma2000 1XEVD0 debe ser operado en un a portadora aparte, posee la ventaja de que tiene su señal y balance de enlace con las mismas características que IS-95 y cdma2000.

Esta opción implica una inversión suficientemente costosa, por lo que se hace conveniente un estudio de factibilidad previo.

Para el caso de adición de canales 3G en portadoras, cabe destacar que al seleccionar esta posibilidad, se hace necesario la implementación por cluster completos, es decir, todas las estaciones pertenecientes a una misma área, y no a estaciones individuales, esto evitaría desbalance provocado por trafico de hand off entre celdas vecinas.

Referencias

Autoplex  System Introduction. Student Guide. Apr. 1.998.

Flexent /Autoplex  Application Processor Cluster Integration & Testing. Student Guide. Oct. 1.999.

Flexent CDMA Microcell Installation Engineering Handbook 227 for Lucent Technologies Installation. Feb. 25, 2.000.

Flexent /Autoplex  Application Processor Cluster Integration & Testing. Student Guide. Oct. 1.999.



Flexent™ CDMA Microcell stand-alone and integration test. Student Guide. May. 2.000.

FLEXENT™ CDMA Modular Cell Hardware Architecture. Lucent Technologies Document.

FLEXENT™ CDMA Modular Cell Software Architecture. Lucent Technologies Document.

Motorola Inc. Cellular Infrastructure Group. (1.996). CDMA RF Planning Guide. Version 1.7.

Prasad, Ramjee. (1.998). An Overview of CDMA Evolution Toward Wideband CDMA. IEEE Communications Surveys. Vol. 1. No. 1.

Zeger, Linda M y Newbury, Mark E. (1.999). CDMA Capacity with Added Carriers in a Cellular Networks. Bell Labs Technical Journal. July-September 1.999.