

ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN MÓVIL UMTS EN EL INTERIOR DEL CENTRO COMERCIAL IÑAQUITO

Mónica Patricia Taipe Ortiz
Facultad de Eléctrica y Electrónica
Escuela Politécnica del Ejército
Sangolquí, Ecuador
moniq1987@yahoo.es

Resumen— El presente documento describe el diseño de un sistema de comunicación móvil UMTS para el Centro Comercial Iñaquito, basado en la calidad y cobertura de la señal actual del sistema UMTS de la operadora con mayor número de usuarios; además de la infraestructura del lugar. Para la monitorización de la interfaz de aire se utiliza la herramienta TEMS *Pocket* en un teléfono celular Nokia C5-00 y el software TEMS *Investigation*. El sistema diseñado es un sistema distribuido de antenas pasivo mediante una estación base, el cual permite distribuir la potencia de manera homogénea hacia los sitios de interés.

Palabras Clave — UMTS, Ec/No, RSCP, Sistema Distribuido de Antenas, TEMS, CPICH.

I. INTRODUCCIÓN

El servicio de telefonía móvil ha evolucionado significativamente, en sus inicios el bajo ancho de banda espectral asignado para las comunicaciones móviles y el alto costo retardó su crecimiento. Hoy en día los avances tecnológicos han influido definitivamente en la reducción de costos de uso de telefonía celular, acompañando a esto el soporte de mayor cantidad de servicios de telecomunicaciones, con lo que han generado el surgimiento de una tendencia mundial conocida como tercera generación (3G), la cual complementa el proceso de globalización de las comunicaciones móviles a través de la integración de los estándares regionales y permite la entrega de información a los usuarios independientemente del momento y del lugar.

El ámbito de los sistemas de comunicaciones móviles en muchas ocasiones se ve degradado en entornos interiores, teniendo un nivel de cobertura deficiente. Por ello las soluciones de cobertura *indoor* permiten extender los sistemas de comunicaciones de

radio frecuencia a las áreas restringidas, de manera que la gente pueda usar sus teléfonos celulares o dispositivos inalámbricos en las zonas que normalmente no existe cobertura o que simplemente la cobertura es baja.

La calidad de servicio (QoS) ha sido desde siempre uno de los aspectos más importantes a la hora de diseñar las redes de telefonía móvil celular, así como de los servicios que se prestan en ellas. Con todo, su importancia cada vez es mayor, no sólo porque los clientes exigen mayor calidad, tanto en el uso privado de los servicios móviles, como en el uso profesional, sino también porque los servicios que se brindan con las nuevas tecnologías como HSPA y HSPA+ así lo requieren.

II. ANTECEDENTES

Actualmente en el Ecuador existen tres empresas que prestan el servicio móvil avanzado (SMA), de las cuales dos disponen de infraestructura UMTS propia en sus redes, a través de las cuales ofrecen a la población en general los servicios asociados al sistema UMTS y estas operadoras son: CONECEL S.A. y OTECEL S.A..

El potencial de crecimiento del SMA tanto en el área urbana como en la rural es enorme e imprevisible. Los datos obtenidos hasta el mes de Junio del 2012 indican el crecimiento a nivel nacional del número de líneas activas para SMA sobre redes UMTS de las operadoras, CONECEL S.A. y OTECEL S.A como se muestra en la figura. 1.

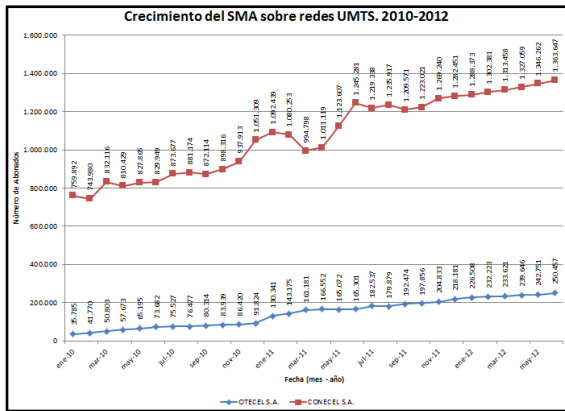


Figura 1. Crecimiento de abonados UMTS, 2010-2012. [1]

En el mercado de la telefonía móvil celular UMTS la empresa CONECEL S.A lidera este grupo, ya que cuenta con el mayor número de abonados de telefonía celular sobre dicha plataforma a nivel nacional.

III. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE ANTENAS DISTRIBUIDAS (DAS)

Un DAS es una red de antenas separadas especialmente y conectadas por cable coaxial y/o fibra óptica que brinda servicios inalámbricos dentro de un edificio. Un DAS puede manejarse directamente a través de un Nodo B o estación base.

EL DAS puede consistir en componentes activos o pasivos. Cuando ambos componentes activos y pasivos se utilizan en una DAS se denomina una solución híbrida.

La ventaja principal de los sistemas pasivos es su menor costo al no incluir elementos activos y su mayor fiabilidad, además que requieren de un mínimo de mantenimiento después de que se haya instalado y comenzado su funcionamiento. Sin embargo la aplicación de estos sistemas se limita exclusivamente a edificios pequeños en los que la atenuación del coaxial con la distancia no sea un problema. En la tabla 1 se presenta la comparación entre el sistema pasivo y el activo.

Tabla 1. Comparación entre el DAS pasivo y activo [3]

	DAS Pasivo	DAS Activo
Distancia Cubierta	Hasta 400 m	Hasta 6 km
Costo de equipos	Bajo	Alto
Instalación	Difícil	Muy Fácil
Input (estación base/repetidor)	Alta potencia	Baja potencia

Los sistemas pasivos constan de cables coaxiales, divisores de potencia (*splitters*), acopladores (*tappers*) y conectores, que distribuye las señales hasta

los elementos radiantes. A continuación se describe brevemente cada uno de estos:

1) *Cable Coaxial*.- se utilizan para distribuir la señal y formar el enlace entre los diferentes elementos del DAS. Su principal desventaja es la alta pérdida de señal de acuerdo a la distancia.

2) *Divisores (Splitters)*.- Este componente divide la señal de entrada en varias señales de salida balanceadas para permitir su distribución. Se utiliza como una interconexión para dividir la señal entre las diferentes antenas.

3) *Acopladores (Tappers)*.- Los acopladores son similares a los divisores, pero son capaces de dividir la señal de entrada en dos señales de salida con diferentes potencias. Se utilizan para ajustar la potencia y de esa manera poder distribuir a diferentes pisos.

En la figura 2 se muestra un ejemplo de ubicación de los elementos descritos.

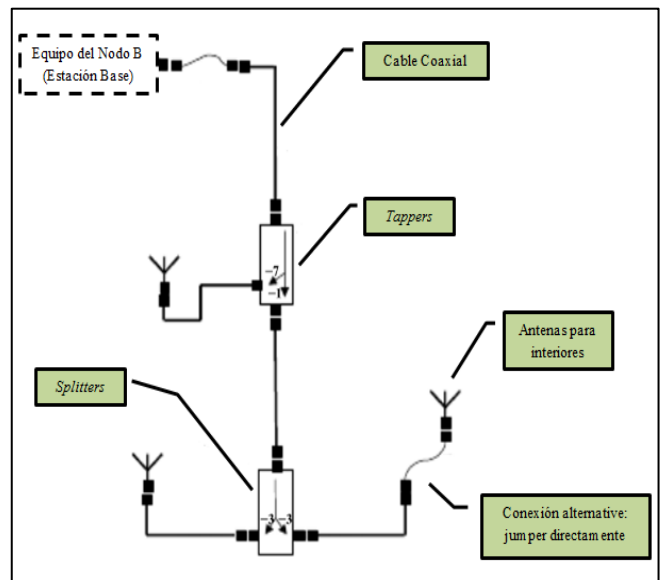


Figura 2. Elementos de un DAS pasivo. [2]

Se debe considera que la potencia de la estación base o Nodo B es compartido por varias antenas en la red de antenas distribuidas, por lo tanto la potencia de salida para cada antena es considerablemente menor que cuando se usa una antena

IV. METODOLOGÍA DE LAS PRUEBAS

Las mediciones de cobertura sobre la tecnología UMTS, se realizaron con dos teléfonos móviles: uno en modo inactivo (Idle) y otro en modo activo (llamadas cortas) en los pasillos del C.C.I entre las 11 am y 2 pm en un día atípico y un día normal.

El objetivo de utilizar un teléfono en modo inactivo fue para obtener los niveles de cobertura y calidad. Además de verificar si el UE queda por fuera de servicio en algún instante. Mientras que el objetivo del teléfono en modo activo (llamadas cortas) fue para validar que se cursen correctamente las llamadas y que no existan problemas que incidan en el servicio celular.

En la tabla 2, se presenta un resumen del protocolo de pruebas efectuadas:

Tabla 2. Protocolo de pruebas

Servicio	Características
1 UE modo inactivo	N/A
1 UE modo conectado (llamadas cortas)	Duración: 45seg. Tiempo entre llamadas: 30seg.

Los parámetros de QoS y sus valores objetivos de los servicios sobre las redes UMTS se ha efectuado en base a las recomendaciones internacionales y estos son: el RSCP que es el nivel de potencia recibida del CPICH (*Common Pilot Channel*) por el UE (*User Equipment*) y Ec/No que es la relación entre la energía recibida por chip y el nivel de interferencia.[4] Adicionalmente se evaluaron aspectos relacionados con el servicio de voz como el porcentaje de llamadas caídas y llamadas establecidas.

Tabla 3. Eventos del UE en modo activo (llamada corta).

Día del <i>walk test</i>	Número de piso	Intentos de llamadas	Llamadas establecidas exitosamente	Llamadas fallidos	Llamadas caídas
Normal - Martes (11 am – 14 pm)	Planta Baja	7	7	0	0
	Piso 2	8	8	0	0
	Piso 3	4	4	0	0
	Total	19	19	0	0
Atípico - Sábado (11 am – 14 pm)	Planta Baja	8	7	0	1
	Piso 2	9	9	0	0
	Piso 3	6	6	0	0
	Total	23	22	0	1

De los datos obtenidos, conforme se indica en la tabla anterior se puede observar que el día normal todos los intentos de llamadas fueron establecidos exitosamente. Mientras que en el día atípico se presentó una llamada caída de los ocho intentos de llamadas, el lugar del evento se suscitó en la planta baja, debido a los bajos niveles de RSCP y Ec/No que

El valor de RSCP se encuentra en el rango comprendido desde -115 a -25 dBm y el de Ec/No ésta en un rango desde -24 a 0 dB. Los niveles por encima de -85dBm y -10dB son considerados como buenos.

Las mediciones de los parámetros de QoS se realizaron por medio del *walk test* en el interior del C.C.I., para lo cual se utilizó el software TEMS *Pocket Profesional* 9.1, que es una herramienta para verificación, mantenimiento y resolución de problemas en redes de telefonía móvil celular; este software está implementado en dos teléfonos móviles Nokia C5-00 y el software TEMS *Investigation*.

V. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

De acuerdo a los parámetros previamente establecidos, se presentan los resultados obtenidos, luego del post-procesamiento a través del TEMS *Investigation*.

En la tabla 3 se indica la cantidad de llamadas de prueba realizadas en los tres pisos, así como la información de los eventos asociados a dichas llamadas.

existía en la zona, los cuales fueron de -105Bm y -15dB respectivamente.

En cuanto a la calidad y cobertura de la señal se pudo constatar que existen niveles de RSCP entre -85dBm y -105dBm, es decir, por debajo del valor establecido como bueno, de igual manera en los niveles de Ec/No, ya que estos se encuentran entre -10

y -18dB en las zonas consideradas de interés, por el número de usuarios que existe y que hacen uso de los servicios de telefonía móvil.

VI. DISEÑO DEL DAS

Todo sistema distribuido de antenas celulares se compone de tres elementos básicos que son: la fuente de RF, el sistema de distribución y las antenas de cobertura. En la figura 3 se tiene el esquema general del diseño propuesto.

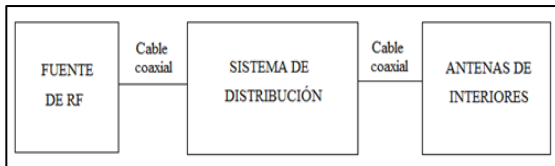


Figura 3. Esquema general del sistema.

A. Ubicación de la Estación Base

El espacio considerado para la ubicación de los equipos de la estación base está en la parte superior del local Mundo Light, localizado en el patio de comidas, como se indica en la siguiente figura y desde aquí será el punto desde el cual se distribuirá la señal radio hacia todas las antenas. Así mismo en esta área existe un ducto que comparten los tres pisos y hay el espacio necesario para pasar el cable.



Figura 4. Ubicación de los equipo de la estación base.

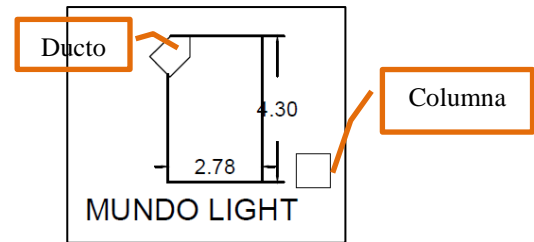


Figura 5. Localización del ducto para la distribución del cable.

B. Posicionamiento de los elementos pasivos y antenas

Acorde a las especificaciones técnicas de la RBS 3308 propuesta para el diseño, la potencia de salida es de 43dBm (20W), de la cual el 10% es asignado para el CPICH y el resto para los canales de tráfico [5]. En nuestro caso la potencia es de 33 dBm (2W).

El área objetivo consta de tres pisos, por lo que lo primero que se debe conseguir es dividir la potencia por plantas, de manera que en el piso uno y en la planta baja haya más potencia para repartir que en la P2, ya que la RBS se encuentra en el piso superior, con lo cual existirá menos pérdidas hacia las antenas.

En la figura 6 se presenta el esquema principal del diseño a desarrollarse.

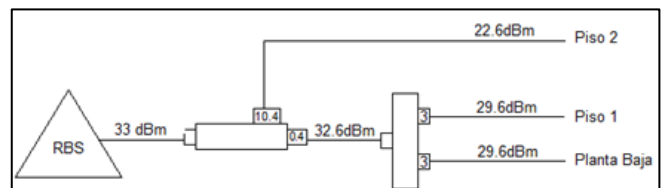


Figura 6. Esquema principal.

Como podemos comprobar, sin tener en cuenta la longitud de los cables, las potencias de salida para cada planta serán las que se indican en la figura anterior.

1) Diseño para el piso 2

Debido a que el lugar de ubicación de la RBS3308 está sobre este piso se comenzará el diseño en el mismo. Se plantea la ubicación de ocho antenas direccionales, logrando con esto un esquema como el que se muestra en la figura 7.

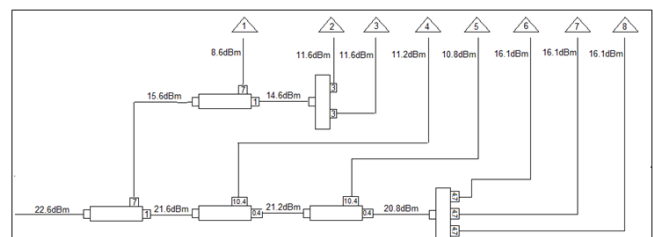


Figura 7. Resultado de potencias del P2 sin atenuación del cable.

En este caso se podrían haber puesto divisores, pero con los acopladores lo que se consigue es que las antenas más alejadas del nodo tengan más potencia, ya que aún no se ha calculado las pérdidas por cables.

2) Diseño para el piso 1

A diferencia del piso dos, el piso uno tiene una infraestructura que permite colocar antenas omnidireccionales, debido que el techo no tiene ventanales. En la figura 8 se muestra el resultado de potencia de salida hacia cada antena sin considerar la atenuación del cable.

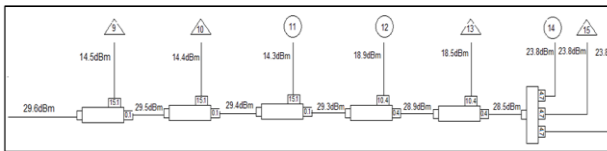


Figura 8. Resultado de potencias del P1 sin atenuación del cable.

3) Diseño para la planta baja

En este piso se tomó en cuenta que existe el ingreso principal a la sala de cines y venta de entradas a las mismas, por lo que la ubicación de antenas en esta zona es de suma importancia. En la figura 9 se indica el resultado de potencias que tiene cada antena sin la atenuación del cable.

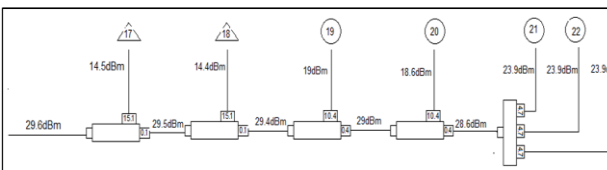


Figura 9. Resultado de potencias del PB sin atenuación del cable.

VII. CONCLUSIONES

Las soluciones en ambientes *indoor* amplían el área de cobertura, facilitando la propagación de la señal, por eso es primordial comprender que las estaciones base de sitio *indoor* transmiten a una potencia menor que las de sitios *outdoor*, ya que ahora para alcanzar los lugares más inaccesibles es mucho más fácil llegar, debido a que la antena se encuentra prácticamente donde uno lo desea. También de esta manera se produce un ahorro energético al operador y se reducen los niveles de interferencia.

El cálculo de potencias permite realizar un equilibrio en las potencias de todas las antenas del

sistema, para que la solución sea homogénea en todos los niveles del lugar. Además se puede verificar la factibilidad de la futura realización del proyecto, tomando en cuenta que la potencia de la antena debe estar dentro del rango recomendado, es decir, entre 0dBm y 20dBm.

El despliegue de soluciones dedicadas en espacios interiores donde se producen altas densidades de tráfico de servicios móviles ofrece beneficios y oportunidades a los operadores móviles así como a los propietarios o gestores de estos espacios. Para los operadores móviles, estas soluciones permiten incrementar la capacidad de sus redes a la vez que mejoran la calidad de la cobertura interior en aquellos lugares en los que se produce una elevada demanda de servicios. Además, les permite profundizar en el proceso de sustitución fijo-móvil así como asegurar la propagación de su servicio de banda ancha móvil. Para los gestores de estos lugares, el despliegue de estas soluciones les ofrece la posibilidad de participar en los mismos con el objetivo de capturar el máximo valor posible o bien solicitar a los operadores contraprestaciones económicas por la ocupación del dominio físico de su propiedad.

VIII. RECOMENDACIONES

Al momento de diseñar la distribución de las antenas, es muy importante tener en cuenta la idea de cómo se va a propagar la señal en el sitio en donde se desplegará el sistema, con esto se busca brindar buenos niveles de señal en el interior de la edificación.

El uso de una estación base es la forma más sencilla y recomendada para el sistema de antenas distribuidas en ambientes interiores. Sin embargo, en grandes edificios donde el objetivo fundamental es brindar cobertura en extensas áreas y por ende los valores de pérdidas a considerar serán mayores el uso de una BTS no será suficiente, por lo que en muchas ocasiones el uso de más de una BTS será necesario.

IX. REFERENCIAS

- [1] CONATEL, **Estadísticas de servicios de telefonía móvil**, Actualizado Junio 2012. http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=671&Itemid=556
- [2] Morten Tolstrup, **Indoor Radio Planning: A practical guide for GSM, DCS, UMTS and**

HSPA, Primera Edición, Editorial John Wiley & Sons Ltd, 2008.

- [3] Guillaume de la Roche, Jie Zhang, *Indoor Coverage Techniques*.
<http://es.scribd.com/doc/67205072/Indoor-Coverage-Techniques>

- [4] 3GPP TS 25.133 R99, *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Requirements for support of radio resource management (FDD)*, V13.22.0, Septiembre 2005.
http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/125100_125199/125133/03.22.00_60/ts_125133v032200p.pdf

- [5] HOLMA Harri, TOSKALA Antti, *WCDMA for UMTS: Radio Access for Third Generation Mobile Communications*, Tercera Edición, Editorial John Wiley & Sons Ltd, 2004.



Mónica Patricia Taipe Ortiz, nació en Quito-Ecuador, el 14 de Agosto de 1987. Sus estudios primarios y secundarios los realizó en la Unidad Educativa Santa María Eufrasia, alcanzando el título de Bachiller en Ciencias. Obtuvo su título de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones en la Escuela Politécnica del Ejército. Entre sus campos de interés están los sistemas de tecnologías celulares como UMTS y LTE en el área de radio frecuencia.