

Planificación de redes UMTS (W-CDMA): Migración GSM a UMTS.

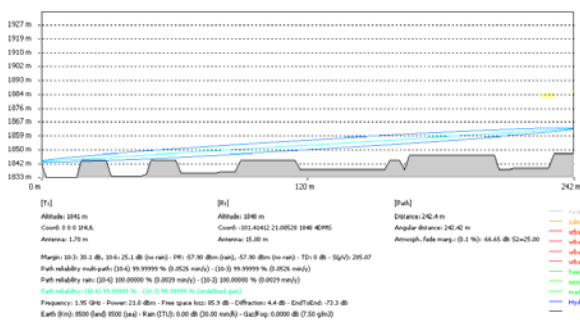
Planificar una red UMTS (Wideband-CDMA) es una tarea difícil.

W-CDMA es técnicamente complejo.

Esto es debido a la compartición de portadoras del sistema de modulación. Se crea una interdependencia entre los usuarios y entre las estaciones base en un grado que no existe en los sistemas FDMA o TDMA que se traduce en una variación en tiempo real de la cobertura de la red celular. Establecer un umbral según la sensibilidad del receptor y analizar la propagación de las señales ya no es suficiente.

La señal de cada usuario queda diferenciada tras el proceso de desmodulación a partir de un código suficientemente ortogonal al del resto de usuarios. Sin embargo los usuarios no dejan de interferirse mutuamente y de su número depende el nivel de C/I de la comunicación. Según aumente este número de usuarios la relación C/I se verá degradada hasta que la estación base no tolere un usuario más y el alcance de su cobertura se vea reducido al mínimo.

La degradación de la protección C/I que producen los usuarios en la célula se minimiza mediante control de ganancia de potencia, sin embargo existe incertidumbre acerca de cuál será el rendimiento de una célula puesto que la señal con que cada usuario se comunice con la estación base dependerá de las circunstancias de su emplazamiento.



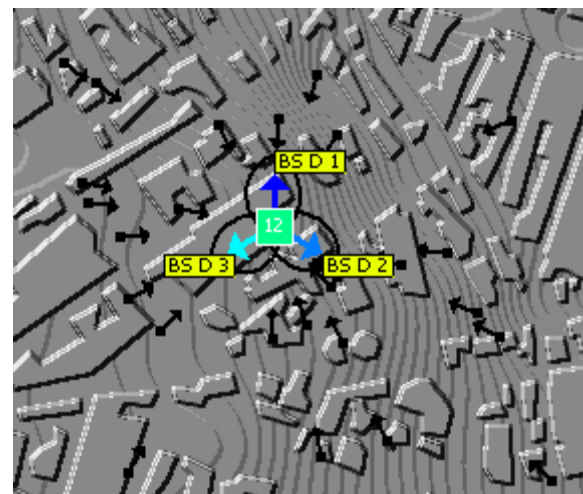
Teorizar la capacidad absoluta de usuarios de una estación base requiere de un gran número de suposiciones y simplificaciones: todos los usuarios emiten la misma señal, todos tienen cobertura, todos demanda el mismo tráfico... pero la realidad no deja de

ser compleja y la red puede encontrar factores sobre el terreno que reduzcan la eficiencia prevista para cada estación: la visibilidad global sobre el área de usuarios no es uniforme, usuarios de otras célula interfieren en exceso o significativamente menos.

Con ello nos encontraremos con zonas mal cubiertas o por el contrario con células más eficientes de lo previsto y por lo tanto sobredimensionamiento de la red.

La demanda de servicios de tercera generación es incierta.

La capacidad de planificación de una entidad operadora de red deberá enfrentarse a una demanda incierta de servicios 3G que puede en algunos casos rebasar la capacidad de una red pobre o por el contrario sobreestimarse por la irrupción de tecnologías sustitutivas como Wi-Fi ó GPRS + EDGE.



La planificación de redes UMTS requiere de herramientas de simulación y análisis debido a la particularidad de cada caso (condiciones de propagación no uniformes, visibilidad de estaciones base irregular, densidad de usuarios no uniforme...) y la complejidad del sistema (interdependencia de usuarios y estaciones base en CDMA).

Este texto pretende abordar todos estos aspectos involucrados en la planificación de nuevas redes UMTS para su integración en ICS Telecom como herramienta de planificación, y especialmente en el escenario de la actual red GSM - GPRS.

ICS Telecom y UMTS

A la hora de diseñar una red UMTS nos encontramos con dos diferencias cruciales respecto al diseño GSM/GPRS: primero la reutilización y asignación de frecuencias no es un elemento imprescindible en la planificación puesto que UMTS parte de una teórica total reutilidad de las frecuencias en tanto en cuanto las comunicaciones serán discriminadas según CDMA; en segundo lugar la capacidad de comunicación entre un usuario y su estación base dependerá en gran medida de los demás usuarios y del uso que estos hagan de sus comunicaciones con las estaciones base.

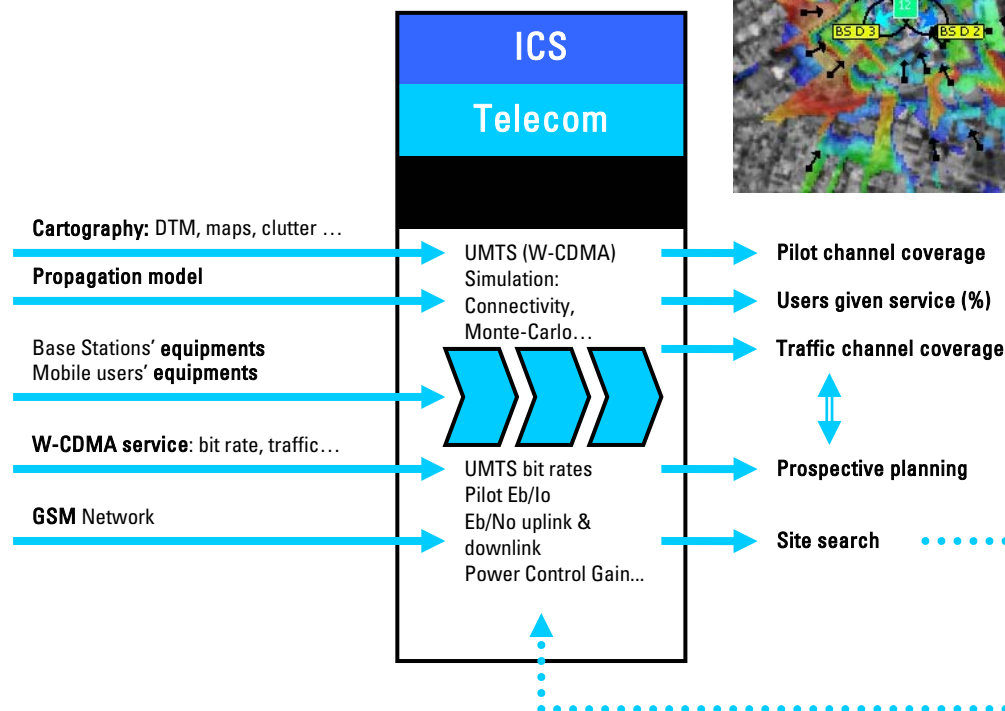
Es por esto por lo que podremos estimar mapas de cobertura pero deberán basarse en simulaciones de tráfico con usuarios dispuestos aleatoriamente en el área en que preveamos la demanda de tráfico. El

resultado se podrá resumir en una degradación de umbral de recepción generada por estos usuarios con la cual podremos estimar las dimensiones de la cobertura celular.

El objetivo de la planificación -Simulación y Análisis- es valorar la necesidad de disponer de más o menos estaciones, considerar la viabilidad de los posibles emplazamientos y por último estimar el éxito de la solución propuesta.

El proceso resultará por ser iterativo en torno a estos puntos. La situación inicial para esta planificación será la existencia de red GSM con lo que se podrá empezar por validar estos emplazamientos para la nueva red UMTS.

1 – Developing the UMTS Network in ICS Telecom

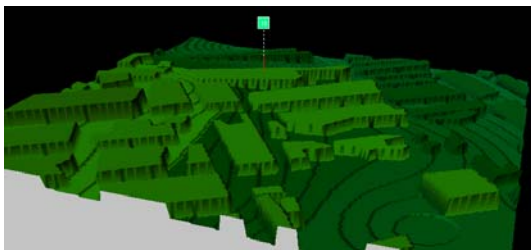


ICS Telecom joins both basis cellular network planning information (digital terrain model, propagation model, ground use classification layer...) and specific technology parameters (CDMA, bit rate, power control gain...) to run 3G network simulations (W-CDMA link budget, CDMA noise growth...) which allow testing and planning prospective sites to comprise a new UMTS network, well from scratch or from an available cellular network's site set.

El modelo del entorno.

Debido a la frecuencia de trabajo, aproximadamente 2100 MHz; y los efectos a considerar en la propagación de señales: fading, difracción en edificios, obstrucción de la zona de Fresnel; es recomendable acudir a un modelo de terreno de alta resolución: 1 a 10 metros por píxel. Cada uno de estos pixels informa de la cota altimétrica en su posición, elevación del suelo o de los edificios, y su longitud y latitud.

Este tipo de modelos de entorno permite realizar cálculos de propagación radioeléctrica rápidos y eficaces, y además es cada vez más accesible a los usuarios en términos de coste y disponibilidad.



Como complemento a este modelo de terreno existirán capas de información que se podrá superponer al terreno. Dichas capas vendrán codificadas píxel por píxel informando de las características del terreno: uso del suelo, condiciones de atenuación, reflexión, difracción, etc.; densidad de usuarios estimada,...

A estas capas las conocemos como clutter y podemos trabajar con una o varias de ellas para diferentes fines:

- **Propagación:** complementan el cálculo de condiciones de propagación añadiendo refracción reflexión y coeficientes estadísticos (modelos Okumura, ITU-R P.370, etc.). Incluso un modelo de terreno sin edificios podría complementarse con una capa clutter que defina estos edificios, su altura y sus características de propagación.
- **Emplazamiento de usuarios y estaciones base:** descripción de carreteras, terrazas de edificios, zonas prohibidas para el emplazamiento de estaciones (hospitales, colegios...).
- **Distribución de población/usuarios por áreas.**



Por último debemos mencionar que un proyecto suficientemente descriptivo se completará con una imagen igualmente rasterizada y georreferenciada correspondiente al área de estudio (mapa callejero, mapa 1/25 000 a 1/10 000, imagen aérea...). Esta nos permitirá analizar referencias visuales.

El modelo de demanda.

Los usuarios son uno de los elementos más inciertos en la planificación de servicios. De ella dependerá que nuestra red pueda resultar sobredimensionada, con el consecuente coste adicional; o por el contrario carente de recursos, resultando en una deuda de servicio.

Consideramos los siguientes factores:

- Los servicios UMTS aún no han sido definidos.
- La cantidad de tráfico y su distribución es muy difícil de describir.
- La proporción de los diferentes tipos de servicio que se demandarán aún no se conoce.
- La capacidad final de los receptores móviles es variable y dependerá de la oferta de sus fabricantes.

En base a estimaciones de mercado podemos plantear la siguiente propuesta de demanda:

- Previsión de usuarios de telefonía móvil en Europa occidental en el año 2007: 83%
- Previsión de usuarios de servicios UMTS entre los usuarios de telefonía móvil: 48%
- Previsión de usuarios simultáneos durante una hora punta de tráfico móvil: 10%
- Previsión total: 4% de la población.

A partir de datos de densidad de población obtenemos directamente datos de densidad de usuarios simultáneos previstos:

$$0.04 * \text{densidad de pob. (hab/km}^2\text{)} = \text{usuarios móviles/km}^2$$

Empleando ICS Telecom y nuestro modelo clutter de zonas diferenciadas por densidad de población/usuarios, podemos generar de forma uniformemente distribuida para cada área usuarios móviles que nos permitirán establecer criterios de estudio para el emplazamiento de las estaciones base de la futura red UMTS.

El modelo de servicio UMTS.

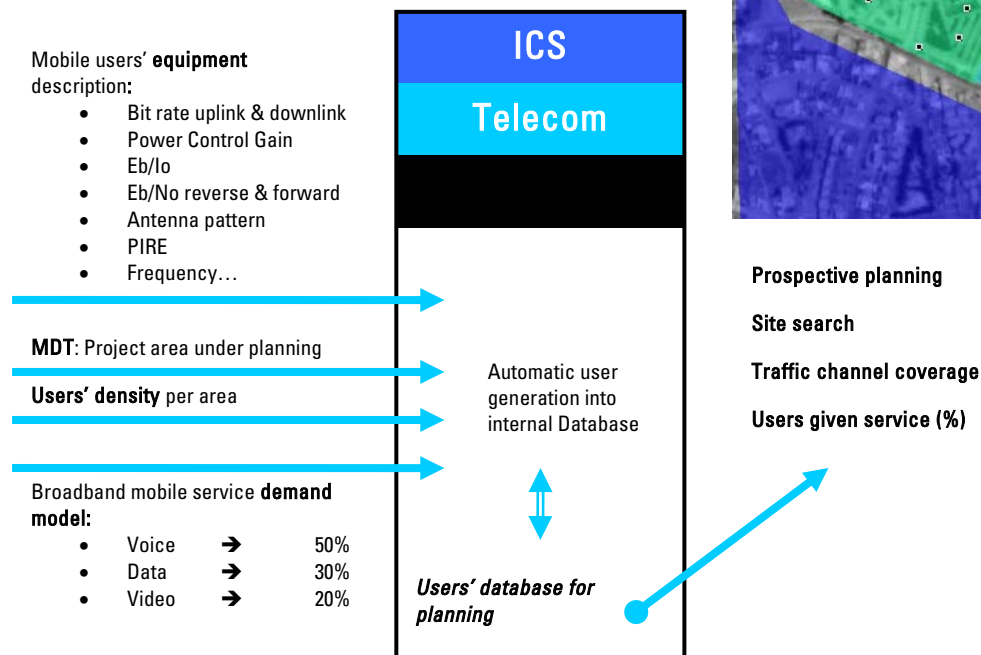
Pretende ser la evolución de las actuales redes móviles: GSM, GPRS; y la alternativa móvil a las redes fijas de banda ancha: ADSL, cable.

UMTS ofrecerá voz de alta calidad con QoS. Los servicios multimedia GPRS+EDGE permiten tasas binarias equivalentes a las UMTS, pero utilizan más espectro: 7 canales EDGE por cada 2 canales UMTS.

Podemos resumir las funcionalidades de UMTS en voz, datos (imágenes, archivos...) y vídeo en tiempo real (mpeg4). Cada uno de estos servicios puede hacerse corresponder a velocidades de 64 Kbps, 144 kbps y 384 kbps.

Una estimación de cómo se distribuye este tipo de uso del UMTS entre la población sería: 50% de usuarios de voz, 30% de usuarios de datos y 20% de usuarios de vídeo simultáneamente.

2 – Modelling users to be given UMTS service



ICS Telecom will create a users' database regarding users' equipment parameters, population distribution and service demand statistics. Then a whole range of simulations, prediction and planning process will be run from this database: coverage prediction, service quality, prospective site search...

La migración de 2G a 3G.

La red GSM de segunda generación proporciona una cobertura mayor del 90% de un país. Debemos analizar su eficiencia para el servicio UMTS. Para ello establecemos parámetros UMTS y analizamos la cobertura de su señal piloto, quedará activa aquella configuración de estaciones que ofrezca la cobertura más extensa.

Análisis de usuarios cubiertos con servicios UMTS.

Las comunicaciones de tráfico de datos se realizan en modo CDMA, existirá una cierta diferencia entre el alcance de la cobertura de señal piloto y las dimensiones finales de la cobertura celular de cada estación para los canales de tráfico.

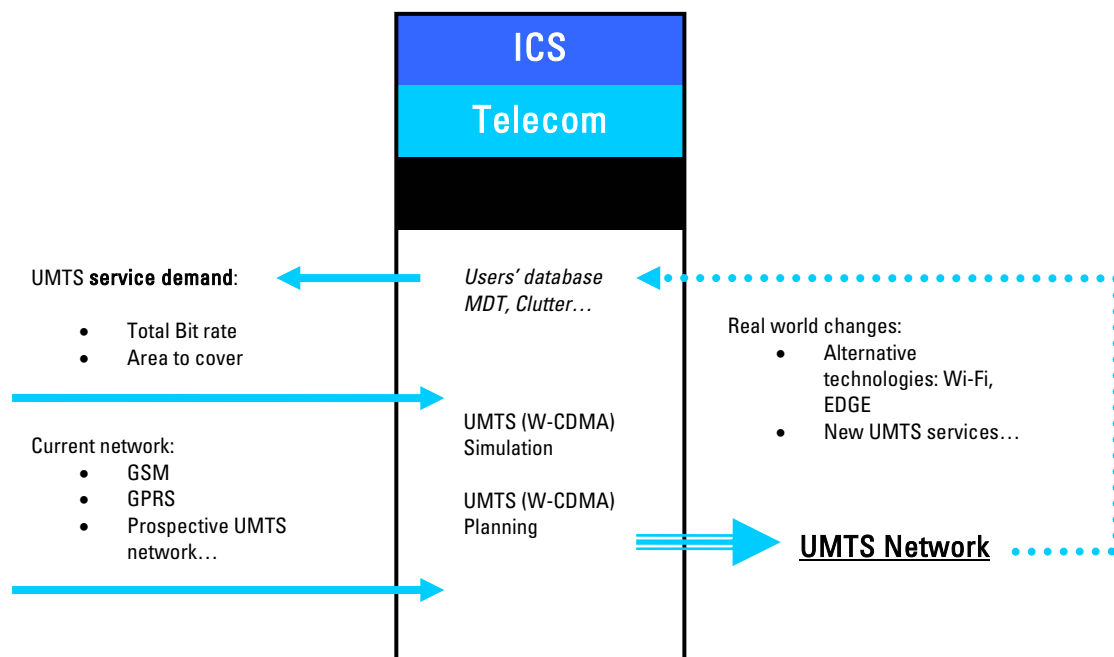
Un primer análisis evaluará la conectividad de los

usuarios con la señal piloto. A continuación estimará la contribución de interferencias de los usuarios conectados inicialmente a la red y finalmente establecer cuáles pueden realmente acceder a comunicarse (según C/I).

Conocida la degradación del umbral de recepción generada por las interferencias entre usuarios se puede dibujar un mapa de la cobertura radioeléctrica estimada sobre el terreno.

En este punto se dispone de una población de usuarios no cubiertos que sirve para valorar nuevos emplazamientos. Esta búsqueda se basa en un estudio de visibilidad para establecer un mapa del porcentaje de clientes que son visibles en cada posición del terreno. Una nueva simulación W-CDMA permite actualizar la conectividad de los usuarios y la cobertura de la red.

3 – Migrating the GSM network



ICS Telecom can make use of the current cellular network in use to start the new 3G network. Service demand is modelled for simulating and planning in the tool. Later simulation parameters (user's database, UMTS demand model) can be advantageously updated regarding real world fast changes.

Entramos en una dinámica de trabajo iterativa en que podemos ir definiendo la solución más adecuada a las necesidades del servicio UMTS, mejorando un planteamiento de red de partida o comparando soluciones alternativas.

Este proceso iterativo puede automatizarse. Basta con definir una serie de parámetros característicos de la red que pretendemos desplegar y suficientemente restrictivos para que el software repita cada uno de los pasos (valoración de emplazamientos, despliegue de estaciones, análisis de cobertura y conectividad...) y alcance una posible solución a partir de la cual podamos perfilar la solución definitiva reduciendo notablemente el volumen de trabajo rutinario.

Entre los parámetros necesarios para automatizar al proceso iterativo de planificación estarían el tipo de estaciones (parámetros, número y disposición de sectores...), el número de estaciones, la distancia mínima entre ellas, el volumen de tráfico mínimo para que una estación sea aceptada en nuestra solución, el porcentaje de cobertura a que aspiramos, previas estaciones que queremos conservar con su cobertura, zonas en que no podemos emplazar estaciones, etc.

Resultados.

Finalmente los datos más significativos del análisis UMTS serán:

Cobertura de señal piloto.

Esta señal es la que habilita las comunicaciones para cada estación que quiera entrar o salir del ámbito de una estación base. En una red UMTS cada usuario puede estar conectado simultáneamente a la señal de varias estaciones base, esto es un aspecto que garantiza continuidad en la cobertura y un buen servicio.

Podemos ajustar la potencia de señal piloto para garantizar cobertura sobre una determinada extensión de territorio.

El mapa resultante nos informa de la extensión máxima de la cobertura de la red. Aun resta establecer la conexión de los usuarios con el consecuente efecto que esto supone para un sistema CDMA y los umbrales de recepción. Dentro de la dinámica de trabajo de las

estaciones base UMTS esta cobertura se verá reducida en mayor o menor medida.

También podemos establecer mapas de cobertura simultánea para garantizar que en los límites de cobertura de cada estación base existen múltiples estaciones capaces de ofrecer tráfico.

Porcentaje de usuarios conectados a estaciones base.

Para la conectividad de un usuario deberá garantizarse primero que recibe señal piloto, segundo que recibe y transmite a la estación base potencia suficiente de señal de tráfico, tomando en cuenta la relación Eb/No donde incluimos el volumen de potencia que suponen los usuarios conectados al mismo canal CDMA, y el efecto de ganancia por la desmodulación CDMA.

Cobertura de tráfico.

En base a los cálculos realizados para el análisis anterior podemos presentar un mapa de cobertura de tráfico en el que veremos qué zonas del territorio bajo estudio pueden tener servicios UMTS. Para ello se garantiza que aquellos puntos en que existe cobertura hay suficiente señal para recibir tráfico de la estación base cumpliendo con los requisitos de Eb/No donde se habrá incluido el efecto de degradación de umbral de ruido propio del sistema CDMA.

Conclusiones.

ICS Telecom puede reunir toda la información necesaria para planificar una red: modelo del entorno, equipos, usuarios y algoritmos para W-CDMA.

Estos algoritmos de planificación además pueden orientarse a la valoración y reutilización de los emplazamientos en el escenario que es habitual donde existe una red GSM previa.

ICS Telecom permite además emplear la iteración de simulaciones de diferentes escenarios o soluciones para una misma red sin mayor esfuerzo que el del tiempo de cómputo de la herramienta y con el beneficio de poder tomar decisiones en base a comparativas o modificaciones sin coste alguno de infraestructura o inversiones fallidas.