



INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

Página - 1 -

INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

Autor: Antonio Fco. Ramírez García

Profesor Tutor: Pedro Moreu de León.

**Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.**

Título: *Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.*



INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

Página - 2 -

1. INTRODUCCIÓN GENÉRICA

Acometemos un proyecto que pretende, conceptualmente, abordar dos áreas reconocidas como de vital importancia en el desarrollo tecnológico, industrial y, por ende, económico de cualquier entorno social que pretenda mantener unos niveles de competitividad y crecimiento sostenidos en el tiempo. Éstos son los de INNOVACIÓN y PROSPECTIVA , que se corresponden con las dos grandes partes del proyecto:

PARTE I: Aplicación de innovación tecnológica en comunicaciones móviles. Compatibilización en el interfaz A-bis

PARTE II: Estudio prospectivo del sector.

Sin embargo, no trataremos de teorizar sobre estos principios, sino de aplicarlos en un sector en ebullición (tanto tecnológica como regulatoria) y en una aplicación consolidada y de éxito , como es el de una red GSM de telecomunicaciones móviles.

En la PARTE I (Aplicación de innovación tecnológica en comunicaciones móviles. Compatibilización en el interfaz A-bis): pretendemos una acción estratégica desde la perspectiva de una operadora, frente a suministradores del subsistema radio (estaciones base BTSs, y controladoras de estaciones base BSCs).

Un diagrama de bloques básico de una red móvil GSM, se muestra en la siguiente página. Donde:

PLMN: Public Land Mobile Network. Red Pública Móvil Terrestre.

PSTN: Public Switched Telephone Network. Red de Telefonía Pública Conmutada.

ISDN: Integrated Services Digital Network. Red Digital de Servicios Integrados.

GMSC: Gateway MSC. MSC de Tránsito.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

AUC: Authentication Centre. Centro de Autenticación.

HLR: Home Location Register. Registro de Localización Local.

MSC: Mobile Services Switching Centre. Centro de conmutación de Servicios Móviles.

VLR: Visitors Location Register: Registro de localización de visitantes.

EIR: Equipment Identity Register. Registro de identificación de terminales.

SMS: Short Message Services. Servicios de mensajes cortos.

SC: SMS Controller.

OSS: Operation Sub-System. Subsistema de Operación.

BSC: Base Station Controller. Controlador de estaciones base.

RBS: Radio Base Station o BTS Base Transceiver Station. Estación Base.

SS: Switching Sub System. Subsistema de conmutación.

BSS: Base Station Sub-System. Subsistema de estaciones base.

El interfaz entre los subsistemas de Conmutación y Radio (interfaz A) es un estándar en GSM, por lo que teóricamente un operador puede elegir en su despliegue de red diferentes suministradores para los diferentes tipos de equipos (MSCs y BSCs principalmente). Sin embargo el interfaz A-bis (entre BSC y BTSs, indicado en el esquema) es propietario de cada suministrador. Esto implica que tradicionalmente un operador asigna diferentes áreas geográficas para tecnologías de determinados suministradores, quedando “atado” ante posibles cambios estratégicos futuros convenientes para la empresa.

Hay que tener en cuenta que el número de estaciones base por área geográfica son del orden de miles, por lo que el suministrador se acomoda a una situación de exclusividad en el servicio.



INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

Página - 4 -



Es un hecho constatado la degradación paulatina en el servicio que se produce ante esta situación de mercado, y que se traduce en innumerables aspectos: subidas de precios desproporcionadas, dilaciones en los plazos de entrega, degradación en las instalaciones, dilación en la solución de no conformidades en aceptaciones, versiones sw no depuradas, funcionalidades que nunca están disponibles, disminución del MTBF (tiempo medio entre fallos consecutivos del hw), disminución en la prioridad de nuestros suministros frente al de posibles competidores, etc. En resumen, el esfuerzo de los suministradores se concentra en el momento de concursar para la concesión de las primeras fases de los proyectos de despliegue, incumpliendo o relajando sus compromisos al saberse únicos suministradores posibles en el subsistema radio, una vez instalado el parque de BSCs.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

Página - 5 -

Nos planteamos acometer un proyecto que , de dar buenos resultados, implicaría un cambio más que sustancial en las condiciones de mercado. Se trata de compatibilizar los interfaces A-bis de diferentes suministradores. Si demostramos en tráfico real que es posible desplegar simultáneamente las redes radio de tecnologías procedentes de diferentes fabricantes, sin degradación del servicio, sin aumento de costes y recursos, y sin pérdida de control en el diseño y operación, estaremos fortaleciendo nuestra posición en las negociaciones ante futuros despliegues, y ante las referentes a las exigencias de calidad necesarias.

Llevaremos a cabo un proyecto que concluya en la implementación de un escenario de tráfico real en Sevilla capital, con dos de los principales fabricantes a nivel mundial: Ericsson y Siemens.

En la PARTE II (Estudio prospectivo del sector): Analizaremos el escenario tecnológico y regulatorio convulso en el que se encuentra el sector. Los análisis de mercado, y las tendencias y posibilidades tecnológicas que se abren ante nosotros, nos deben servir de plataforma para la toma de decisiones estratégicas futuras.

Covergencias fijo-móvil, evolución de las redes actuales, tendencias en los servicios, amortización de redes conmutadas y calidad de redes de paquetes, optimización de las inversiones para soportar y ser competitivo en los escenarios más probables, unificación de voz y datos, etc, son temas fundamentales que necesitan de los estudios que pretendemos abordar.

Para ello utilizaremos diversas fuentes de información de fiabilidad contrastada (operadoras , suministradores dominantes a nivel mundial, consultoras y organismos regulatorios) y nuestro conocimiento y experiencia en el sector.

2. OBJETO DEL PROYECTO

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

El objeto del presente proyecto se subdivide , a su vez, en dos objetivos parciales:

- Demostrar la viabilidad de la compatibilización de las redes radio Ericsson y Siemens, en un entorno real de tráfico, analizando los impactos desde los puntos de vista de red, en sus facetas de diseño, implementación y operación, introduciendo un elemento innovador tecnológico y, por consiguiente, de mercado al abrir una vía de evolución hasta ahora no considerada como posible.
- Análisis de los entornos tecnológicos, de mercado y regulatorios, presentes y futuros, que nos permitan tener una base documentada para la toma de decisiones estratégicas futuras.

Enlazamos así los objetivos de innovación continua, y de prospectiva, en su fase preliminar, creando una dinámica de vigilancia técnica y de mercado, que nos permita un posicionamiento ventajoso frente a los competidores actuales y futuros.

El papel del autor consistirá en:

- Ser promotor de la idea a nivel interno, defendiendo y convenciendo a la primera línea directiva a nivel nacional, de la viabilidad y la conveniencia de acometer el proyecto.
- Conseguir los recursos técnicos , humanos y económicos para su implementación.
- Dirección del proyecto.
- Organización de los recursos internos y externos.
- Diseño de la estrategia organizativa y técnica del proyecto.
- Coordinación de todos los grupos implicados.
- Realización de la documentación y difusión de los resultados y conclusiones.

3. RESUMEN

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

Consta el proyecto de los siguientes apartados:

- INTRODUCCIÓN AL PROYECTO.
- PARTE I: APLICACIÓN DE INNOVACIÓN EN COMUNICACIONES MÓVILES: COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS
- PARTE II: ESTUDIO PROSPECTIVO DEL SECTOR.

En la “Introducción al Proyecto” describimos el origen, motivación y objetivo del mismo, justificando la estructura y el enlace argumental que vamos a utilizar.

Constará de los siguientes subapartados:

- INTRODUCCIÓN GENÉRICA
- OBJETO DEL PROYECTO
- RESUMEN
- EXTENSIÓN Y LIMITACIONES

El la PARTE I (Aplicación de innovación tecnológica en comunicaciones móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis) acometemos el proyecto a nivel técnico, subdividiéndola además en los siguientes grandes apartados:

- **EVALUACIÓN DE IMPACTOS:** Donde se realiza un análisis de las implicaciones, riesgos y puntos críticos que , a priori, se identifican en cada una de las áreas de radiofrecuencia, red fija y operación.
- **PLAN DE PRUEBAS:** Donde se define un plan de pruebas pormenorizado tanto inicialmente, en maqueta, como posteriormente en tráfico real, para cada una de las áreas.
- **INFORME DE CONCLUSIONES:** Donde se respontan los resultados de las pruebas y las consecuencias que de ellas se derivan. Es necesario indicar que el grupo de “calidad de red” se constituye separadamente de los del resto de departamentos técnicos implicados, con el fin de que su análisis en campo sea independiente y no vinculado a la evolución y



INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

trabajos realizados durante el proyecto. Esto nos dará una perspectiva real de los resultados, desde el punto de vista de nuestro cliente.

- ANEXO I. Registro Fotográfico: donde a título ilustrativo se incluyen fotografías de algunos de los equipos más característicos implicados en el proyecto.

En la PARTE II (Estudio Prospectivo del Sector) : se realiza un análisis de la evolución de las diferentes tecnologías y tendencias en el entorno de mercado y regulatorio utilizando la información más contrastada posible. No es objeto de esta parte el determinar conclusiones irrefutables, sino documentar una serie de argumentos que sirvan de plataforma para la toma de decisiones parciales, el establecimiento de posibles planes de contingencia y la determinación de los niveles de flexibilidad y convergencia de los proyectos.

Subdividimos esta parte en las siguientes:

- TECNOLOGÍA
- ANEXO II: Glosario de términos que definen las diferentes tecnologías.
- SITUACIÓN DEL MERCADO DE TELEFONÍA MÓVIL.
- PLANTEAMIENTO DE UNA SITUACIÓN GENERAL BASADA EN LA COMPETENCIA.

4. EXTENSIÓN Y LIMITACIONES

En la PARTE I (Aplicación de innovación en comunicaciones móviles: compatibilización en el interfaz A-bis) será motivo del proyecto:

- La identificación de implicaciones , puntos críticos y dificultades técnicas que se identifican a priori en las diferentes áreas técnicas.
- La definición de una serie de pruebas en maqueta, en un entorno de laboratorio, que caso de no ser satisfactorias, abortarían la continuidad del proyecto
- La definición de un entorno de pruebas pormenorizado en tráfico real.
- La ejecución de dichas pruebas.
- La documentación de resultados.



INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

- La documentación de pruebas de calidad no vinculadas al proyecto.
- La documentación de conclusiones.

No es motivo de descripción en el presente documento:

- Las negociaciones previas para acometerlo.
- Las negociaciones y reuniones externas con suministradores.
- Las negociaciones y reuniones externas con propietarios de emplazamientos.
- El análisis económico .
- La documentación de explicaciones técnicas previas necesarias para la ejecución.
- Por su volumen, la documentación de parámetros de diseño.
- El impacto económico y situación de mercado posterior al éxito o fracaso del proyecto.
- La toma de decisiones en función del éxito o fracaso del proyecto.

En la PARTE II (Estudio Prospectivo del Sector) será motivo del proyecto el analisis de:

- La evolución de las diferentes tecnologías.
- Mercado.
- Las convergencias previsibles.
- EL entorno regulatorio.
- Y la documentación de una base razonable para la toma de decisiones.

No es motivo del presente proyecto:

- Por su tremenda complejidad, la documentación de posibles conclusiones definitivas.
- La documentación análisis económicos pormenorizados.
- Por su extensión, la documentación de la sistemática en las opiniones de fuentes expertas en la materia.
- La documentación de métodos prospectivos cuantitativos o cualitativos.



PARTE I

**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Elaborador del proyecto: *Antonio Fco. Ramírez García.*

Profesor Tutor: *Pedro Moreu de León.*

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



ÍNDICE

| | |
|-------------------------------|----|
| Evaluación de Impactos | 12 |
| Plan de pruebas | 46 |
| Informe de conclusiones | 74 |



“Evaluación de Impactos”

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



ÍNDICE

GLOSARIO

14

1. OBJETO

15

2. INTRODUCCIÓN

15

3. GRUPO

de

RADIOFRECUENCIA

16

3.1 Impactos en Radiofrecuencia: implicaciones, riesgos y puntos críticos
16

3.2 Notas acerca del plan de pruebas
18

3.2.1 Configuración de equipos
18

3.2.2 Configuración de software
21

3.2.3 Configuraciones de funcionamiento
22

3.2.4 Puesta en el aire y ejecución de cambios sobre la red
25

3.2.5 Calendario de pruebas previas a la puesta en el aire
26

4. GRUPO

de

ACCESO

27

4.1 Fuerza

27

4.1.1 Características de la caja de rectificadores
27

4.1.2 Modificaciones en el cuadro de alterna
28

4.1.3 Baterías

29

4.1.4 Potencia consumida

30

4.1.5 Alarmas

30

4.1.6 Nueva prueba de implementación y alimentación

30



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 14 -

| | | | | | | | | | |
|-----------------|--|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------|----------------|-----------------------|-------------------|
| 4.2 | Instalación | de | la | BS | 60 | | | | |
| 32 | | | | | | | | | |
| 4.3 | Instalación | del | sistema | radiante | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | |
| 4.4 | Equipos | de | transmisión | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | |
| 4.5 | Impactos | en | Acceso | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | |
| 4.5.1 | Impacto | del | sistema | de | alimentación | | | | |
| 35 | | | | | | | | | |
| 4.5.2 | Impactos | del | equipo | de | radio | | | | |
| 36 | | | | | | | | | |
| 4.5.3 | Impactos | del | sistema | radiante | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | |
| 5. GRUPO | de | OPERACIONES | y | MANTENIMIENTO | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | |
| 5.1 | Hitos previos a la realización de las pruebas | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | |
| 5.1.1 | Conexión | de | la | BSC509 | a | la | MSC53 | | |
| 38 | | | | | | | | | |
| 5.1.2 | Upgrade | de | SBS | y | OMC-B | de | Siemens | a | O/BR3.7/04 |
| 38 | | | | | | | | | |
| 5.1.3 | Definición | de | estadísticas | de | ruta | | | | |
| 39 | | | | | | | | | |
| 5.2 | Impactos | en | Operaciones | y | Mantenimiento | | | | |
| 39 | | | | | | | | | |
| 5.2.1 | Impactos | temporales | producidos | por | la | prueba | de | compatibilidad | |
| 39 | | | | | | | | | |
| 5.2.2 | Impactos | previstos | en | un | despliegue | en | red | | |
| 41 | | | | | | | | | |



GLO SARIO

ASSOC: Assignment to other cell. Asignación a otra celda.

AW: Assignment to worse cell. Asignación a una celda peor.

BCCH: Broadcast Control Channel. Canal de control de difusión.

BSIC: Base Station Identity Code. Código de identidad de estación Base.

CBH: Cell Broadcast Channel. Canal de difusión de celda.

CGI: Cell global Identification. Identificador global de celda.

CNA: Celullar Network Administration. Administrador de red celular.

DCS 1800: Digital Cellular System 1800 MHz, variante de GSM en baja potencia, menores células y banda de 1800 MHz.

GSM: Global System for Mobile Communications, estándar celular Digital de segunda generación más aceptado.

HSN: Hopping Sequence Number. Número de secuencia de hopping.

MBCCHNO: BCCH neighbouring cells. Listado de frecuencias vecinas.

MSRXMIN: Minimum level threshold of the MS. Mínima señal admisible para el móvil.

MSTXPWR: Maximum Output Power of the Mobile Subscriber. Máxima potencia de salida del móvil

SCH: Synchronization Channel. Canal de sincronización.

Nota: Los parámetros de diseño radio son específicos de cada fabricante, y la mayoría no están estandarizados. La documentación de todos ellos es ingente y no es objeto del presente proyecto. A lo largo del mismo se hará



referencia a los que se identifican como relevantes, y su significado queda explicado en su contexto.

1. OBJETO

El objeto del presente informe es realizar una primera evaluación de la serie de impactos que va a suponer, por una parte, el proyecto de pruebas de compatibilidad de nodos de la red de acceso (BSS) de Ericsson y Siemens en un mismo entorno y con tráfico real, y, por otra, una hipotética situación de despliegue real en una red Móvil de Telecomunicaciones.

El informe se ha dividido en tres bloques principales, resultado de la composición de los trabajos realizados por los grupos de trabajo creados para este proyecto: Radiofrecuencia, Acceso y Operaciones. De esta forma, los impactos identificados en cada uno de estos bloques hacen referencia al conjunto de impactos asociados a los diferentes departamentos del área de Gestión de Red. Al ser un análisis previo, no se trata de un informe definitivo y se irá completando a medida que se vayan identificando nuevos impactos durante el desarrollo del proyecto.

2. INTRODUCCION

Ante la inminente implantación del sistema DCS-1800 en la red objeto de estudio, la posibilidad de implementación del mismo como una red jerarquizada respecto a la de GSM-900, así como la posibilidad de disponer de un suministrador distinto para este sistema, nos lleva prioritariamente a valorar los impactos que este tipo de implantación puede producir en la red ya existente.

Dicha valoración la haremos suponiendo que el suministrador de DCS-1800 en su parte de radio sea Siemens (sistema SBS) y que el suministrador de la red implementada actualmente sea tanto en radio como en conmutación Ericsson. Por tanto dichos impactos serán todos

| |
|--|
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. |
|--|

| |
|---|
| <i>Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</i> |
|---|



consecuencia de la comparación entre implementar SBS-Siemens y BSS-Ericsson en DCS-1800.

Con este fin se implementarán en tres emplazamientos de Sevilla (A-810, G-502, G-550) tres BS60 de Siemens con tres TRX`s (transmisores) de GSM-900 cada una, conectadas a la RBSC-509. La instalación de GSM-900 es debido a que las pruebas han de hacerse con tráfico real; en principio, si tenemos en cuenta que ambos sistemas son idénticos salvo las frecuencias empleadas en el interfaz radio, los resultados de estas pruebas podrían ser extrapolables a DCS-1800.

3. GRUPO de RADIOFRECUENCIA

3.1 Impactos en Radiofrecuencia: implicaciones, riesgos y puntos críticos

- La prueba supone insertar en el centro de Sevilla tres emplazamientos con tres sectores cada uno. Desde el punto de vista de radiofrecuencia la primera dificultad derivada de este hecho es la necesidad de rediseñar un plan de frecuencias de por sí complicado para dar cabida a nueve sectores más. En este sentido cabe esperar cierta disminución de la calidad de servicio. Téngase en cuenta que no se dispone de nuevas frecuencias especialmente dedicadas para la prueba. No se debe olvidar que en un despliegue de DCS 1800 se dispondría de toda un banda de frecuencias para las nuevas estaciones, sin que existiera ninguna influencia negativa sobre la red existente.
- Los sectores con celdas de Siemens funcionarán con un sólo TRX, lo que significa que cursarán sus llamadas necesariamente por el BCCH. Después de la mejora en calidad general experimentada al cambiar toda la provincia a un sistema de “hopping” sintetizado no es difícil entender



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 18 -

que la calidad ofrecida en las conversaciones cursadas a través del BCCH será peor que la que se percibe actualmente.

- La estructura de microceldas supone, en la mayoría de los casos, que el tráfico no se encauza por el mejor servidor sino por la celda cuyo nivel se encuentra por encima de un umbral determinado. Si no se dispone de frecuencias exclusivas para estas microceldas las interferencias cocanales y adyacentes se hacen notar en forma de empeoramiento de la calidad y/o aumento del índice de caídas.
- En general, las modificaciones de la red conllevan cierto riesgo. Especialmente si de lo que se trata es de comprobar al mismo tiempo el correcto funcionamiento de las estructuras jerárquicas (nuevas en Siemens) y la interacción de dos sistemas hasta ahora poco relacionados. La operación de la red aumenta en complejidad desde el momento en que los dos fabricantes tiene modos de operación completamente distintos que deben ser ejecutados coordinadamente tanto en el caso de la puesta en el aire de la prueba como de grandes cambios en la red como incluso en cambios puntuales.
- BR3.7 (nueva versión software): Es necesario que la nueva versión cumpla con los requisitos previstos en cuanto al funcionamiento de las estructuras jerárquicas y en cuanto a la interacción con el sistema Ericsson. Para asegurar estos puntos se han planificado las pruebas en las BTS's de prueba del OMC. Es condición *sine qua non* que estas pruebas resulten positivas para continuar adelante con el proyecto.
- Rainbow (herramienta de generación de ficheros de comandos de cambio de diseño radio): para producir los ficheros de comandos que controlarán el sistema Siemens en BR3.7 está a punto de pasar a producción una nueva versión de la herramienta de Radiofrecuencia Rainbow. De acuerdo con las normas de Radiofrecuencia Central, será de ahora en adelante la única herramienta para generar los ficheros de comandos, por lo que su correcto funcionamiento es absolutamente necesario. Se precisa de RF-Central la disposición para exigir a TI (Tecnologías de la Información) la solución casi en directo de los problemas que puedan aparecer.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



- Las estadísticas de “*handover*” en Siemens no están todavía desarrolladas en su totalidad. No es evidente activar los “*scanners*” de “*handover*” ni obtener la información de ellos del modo que habitualmente utilizamos. También se solicita de Central el apoyo necesario en este campo.

3.2 Notas acerca del plan de pruebas

Aunque no es objeto de este informe de impactos, se ha incluido en este apartado algunas de las líneas generales de lo que deberá abordarse en el plan de pruebas definitivo.

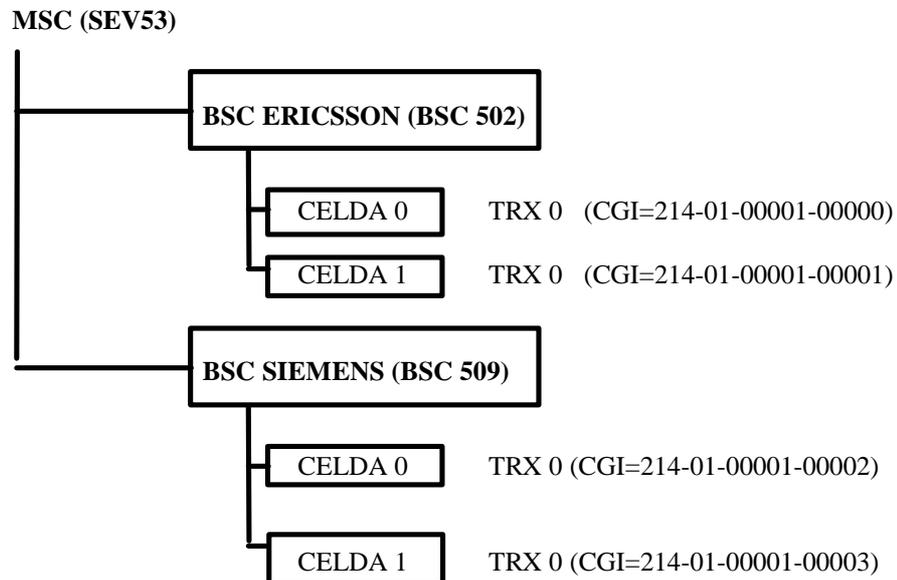
3.2.1 Configuración de equipos

Pruebas en maqueta

Aunque el objetivo de este proyecto se enfoca hacia el funcionamiento conjunto de equipos Ericsson y Siemens en un entorno de tráfico real, se ha previsto una serie de pruebas en maqueta para asegurar la correcta interrelación entre los equipos de ambos fabricantes antes de poner al aire las estaciones Siemens en la ciudad de Sevilla. Para estas pruebas los recursos necesarios y su interconexión son los siguientes:



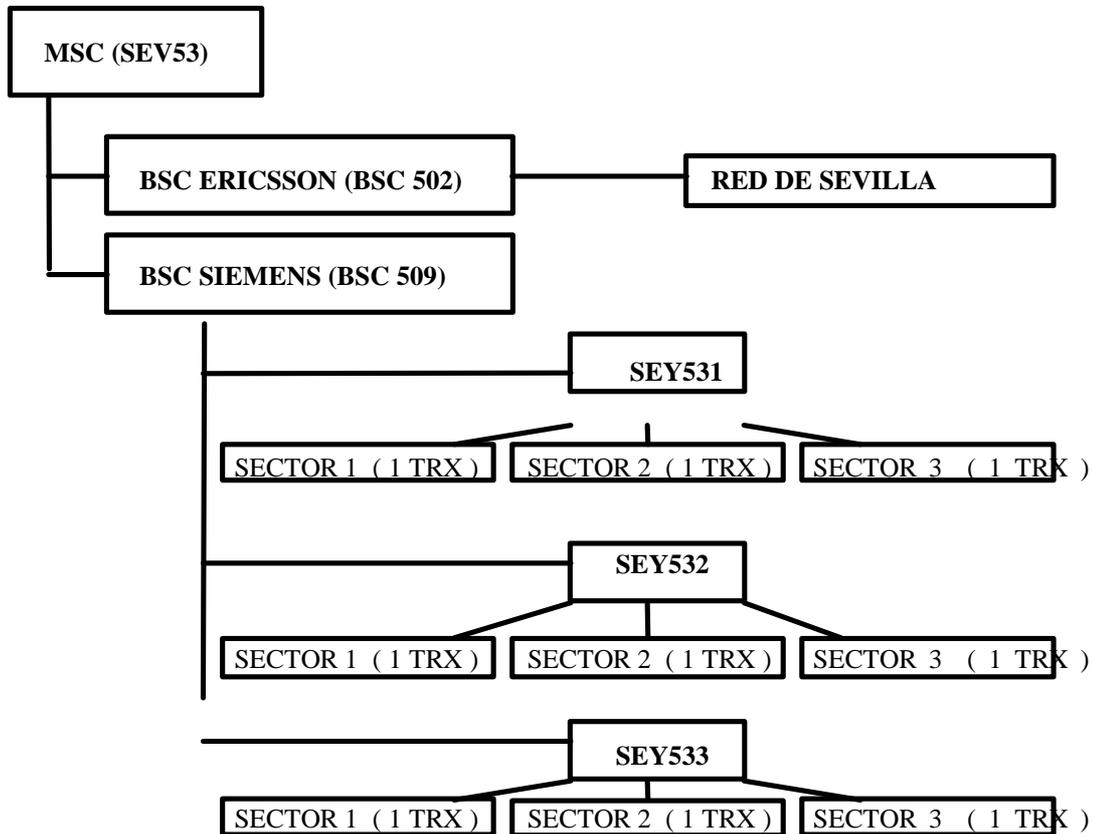
**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**



Se propone la conexión de las dos BSC's a la misma MSC porque de esa manera se puede asignar a las estaciones SIEMENS el mismo LAC (Location Area Code) que tienen las de Ericsson.



Pruebas en la red real



En las celdas de la Red de Sevilla que compartirán emplazamiento con las celdas Siemens de prueba se va a reducir el número de TRX's activos para que el flujo de tráfico entre los dos sistemas pueda manejarse de forma más sencilla. Esta disminución se compensa con los TRX's de Siemens por lo que la capacidad de la red permanece constante.



3.2.2 Configuración de software

Sistema Ericsson:

La MSC **SEV53** (Ericsson) funciona en este momento con la versión **R6.0**, que se cambiará por la **R6.1**. La **BSC 502** y las BTS's controladas por ella tienen funcionando la R6.1 y no está planificado ningún cambio a medio plazo.

T-MOS (Herramienta de administración de red Ericsson) será actualizado a **R6.2** en las mismas fechas que el cambio de *software* de MSC, pero no se prevé ningún cambio en el funcionamiento que pueda afectar al desarrollo de las pruebas (se cuenta con la herramienta CNA (Cellular Network Administration) sin diferencias apreciables con respecto a la actual).

Sistema Siemens:

Tanto en BSC como en BTS se encuentra funcionando la versión BR3.0 de *software*. Está planificado, sin embargo, el despliegue en la red de la versión siguiente, BR3.7, para los próximos meses. Aprovechando esta situación, y debido fundamentalmente al hecho de que las estructuras jerárquicas (celdas tipo micros y macros) son por primera vez cubiertas por Siemens en esta versión BR3.7, se ha optado por adelantar la instalación del nuevo *software* en los elementos Siemens necesarios para estas pruebas de compatibilidad. En concreto, los pasos aproximados son los siguientes:

- La **BSC 509**, ubicada desde su inicio en el OMC de Sevilla y utilizada desde entonces como BSC de prueba, será dotada con



BR3.7. A partir de este momento podrá ser controlada sólo a través del LMT (Terminal en Modo Local) mientras el OMC-B (Herramienta de gestión de red Siemens) permanezca en BR3.0. Esto significa que no se podrán ejecutar ficheros de comandos sino tan solo cambios a través de un operador. Es una configuración suficiente, a pesar de esta limitación, para poner en marcha las primeras pruebas descritas más adelante (traspaso de llamada entre las BTS's de prueba de ambos sistemas en condiciones de tráfico normal, de congestión y de niveles jerárquicos iguales o distintos).

- El **OMC-B** será actualizado con **BR3.7** sin que esta operación tenga, salvo noticia en contra por parte de O&M, ninguna influencia adversa sobre el control de las BSC's de Extremadura. Con este paso se pueden ejecutar ficheros de comandos sobre la BSC 509 y aumentar la complejidad de las pruebas en maqueta.

3.2.3 Configuraciones de funcionamiento

Jerarquía NORMAL/NORMAL

Potencia Siemens: Máxima
Jerarquía Siemens: Normal
Potencia Ericsson: Máxima
Jerarquía Ericsson: Normal

MAQUETA

Descripción: Con ayuda de TEMS (Teléfonos Móvil con software de modo ingeniería para la realización de pruebas), para modificar las medidas que el móvil envía a la BSC, se comenzarán llamadas en las BTS de prueba de ambos fabricantes y se efectuarán traspasos de llamada en ambos sentidos, de Ericsson a Siemens y viceversa. Se utilizarán distintos valores de histéresis o margen de *handover* para comprobar que el funcionamiento se ciñe a lo esperado. Con todos los canales de tráfico ocupados en uno de los sistemas se iniciarán llamadas en él, que deberán desbordarse a la celda vecina del mismo sistema o a una celda del sistema contrario en función de los niveles de cada una que el móvil envíe a la BSC.



Objetivos: Comprobar que las llamadas pueden ser traspasadas fluidamente entre celdas Ericsson y Siemens y viceversa, tanto en condiciones de tráfico bajo como en condiciones de congestión. También se persigue asegurar que estos traspasos se producen de acuerdo con los valores de los parámetros involucrados. Toma de contacto con BR3.7.

Jerarquía MICRO/NORMAL

MAQUETA/AIRE

Potencia Siemens: Máxima
Jerarquía Siemens: **Micro**
Potencia Ericsson: Máxima
Jerarquía Ericsson: Normal

Descripción: Se trata de iniciar llamadas por una celda cualquiera (en un entorno real será por aquella de la que se reciba mayor nivel) que pasarán a cursarse por la micro si de ésta se recibe una señal superior a un cierto umbral, independientemente de si existe otra celda de jerarquía normal con mayor nivel de señal. Se congestionarán alternativamente los canales de tráfico en la celda inicial y en la micro para observar que al liberarlos la llamada sigue el curso marcado por la jerarquía. Tanto entre celdas de un mismo fabricante como de distinto.

Objetivos: Certificar el funcionamiento de las estructuras jerárquicas en Siemens BR3.0. Comprobar que estas estructuras mantienen su filosofía de funcionamiento cuando involucran a celdas de distinto fabricante y en condiciones de congestión de alguna de ellas. Se trata también de comprobar que ajustando el umbral la capa Siemens absorbe todo el tráfico hasta congestionarse, y en ese momento las nuevas llamadas se cursan por celdas Ericsson.



Jerarquía MICRO/NORMAL (Segunda CONF.)

MAQUETA/AIRE

Potencia Siemens: **Reducida**
Jerarquía Siemens: **Micro**
Potencia Ericsson: Máxima
Jerarquía Ericsson: Normal

Descripción: Mismo proceso que en la anterior configuración.

Objetivos: Reproducir una estructura de microestaciones de capacidad que simule un poco más fielmente una red de DCS, por cuanto la PARA (mide la potencia de radiación) de 1800 será menor que la que ofrecen las estaciones de GSM900.

Jerarquía MACRO/NORMAL

MAQUETA/AIRE

Potencia Siemens: Máxima
Jerarquía Siemens: **Macro**
Potencia Ericsson: Máxima
Jerarquía Ericsson: Normal

Descripción: Las llamadas se iniciarán por la celda que se reciba con más nivel y se cursarán por la capa Ericsson siempre que de alguna celda de ésta se reciba un nivel de señal superior al umbral prefijado. Si este particular no se produce o si la capa se congestiona el tráfico es desviado a la capa Siemens.

Objetivo: Definir un escenario en el que las llamadas se cursan preferencialmente por la capa Ericsson y sólo cuando está saturada o fuera de su área de cobertura se pasa el tráfico a la capa Siemens, que actúa como reserva para períodos muy cargados.



3.2.4 Puesta en el aire y ejecución de cambios sobre la red

Los parámetros de Radiofrecuencia se fijan habitualmente en las estaciones de la red bien mediante **CNA** o comandos en **FIOL** (Comandos en modo local sobre el propio nodo, no a través del gestor) si se trata de Ericsson bien a través de un **fichero de comandos** en el caso de Siemens. En las pruebas de compatibilidad que se van a llevar a cabo los procedimientos para los cambios de parámetros son los mismos, si bien la sincronización entre los dos bloques es crucial. El procedimiento para la carga inicial o para cambios subsecuentes es el mismo y se describe separado en dos apartados, aunque el desarrollo normal de la actividad y los cambios de la red supondrá en general tener en cuenta ambos.

Cambios en la capa ERICSSON

Los cambios se introducen en el sistema mediante CNA si son numerosos o mediante comandos en FIOL si se trata de modificaciones puntuales. Por este procedimiento se altera el valor de cualquiera de los parámetros de las celdas Ericsson, y el tiempo de ejecución ya ha sido registrado en anteriores ocasiones (Unos 65 s. por celda en un CNA que cambie BCCH, BSIC, MBCCHNO, DCHNO y HSN). El CNA se genera a través de **Rainbow**, la base de datos en la que están contenidos todos los valores de los parámetros de Radiofrecuencia.

Como quiera que las celdas Ericsson serán, en el escenario de las pruebas, vecinas externas (es decir, de otra BSC) de las celdas Siemens, un cambio en ciertos parámetros de aquellas ha de quedar reflejado en la capa Siemens para que el traspaso de llamadas entre celdas se pueda seguir realizando. Los cambios de la capa Ericsson que afectan a las definiciones de vecindad se plasman en el sistema Siemens mediante un fichero de comandos y los parámetros de Ericsson que generan un cambio en la celda Siemens son: BSIC, CGI, BCCHNO, MSTXPWR y MSRXMIN. El fichero de comandos también se genera mediante Rainbow.



Cambios en la capa SIEMENS

Los parámetros propios de las celdas Siemens se introducen mediante un fichero de comandos, como es habitual.

Por el hecho de que estas celdas son vecinas externas de las celdas Ericsson, están definidas como tales en la BSC 502 (Ericsson) y la definición incluye los parámetros siguientes: BSIC,CGI, BCCHNO, MSTXPWR , MSRXMIN, MSRXSUFF, BSRXMIN, BSRXSUFF, BSPWR, BSTXPWR, AW, SCHO,MISSNM, LEVEL,LEVTHR, LEVHYST, PSSTEMP y PTIMPTMP. Los cambios de alguno de estos parámetros en celdas Siemens han de quedar reflejados en la definición de celda externa dentro de la BSC de Ericsson y para ello será necesario construir y ejecutar un fichero de comandos FIOI. Según nuestros datos, Ericsson no da posibilidades de modificar las definiciones de celda externa mediante un CNA; ni siquiera mediante un CNA de FCELL (foreign cell) porque las dos capas pertenecen a la misma MSC de Ericsson. Este fichero de comandos FIOI se generará a partir de información de Rainbow mediante un programa que está en fase de elaboración.

3.2.5 Calendario de pruebas previas a la puesta en el aire

A falta de concretar con OMC (Centro de Operación y Mantenimiento de Red) las fechas y horarios concretos para cada prueba, se puede definir a priori el plan siguiente:

- SEMANA X : contando con dos celdas de prueba de Ericsson controlables por comandos o por CNA y dos celdas de Siemens en BR3.7 y controladas por LMT se procederá a realizar las pruebas para garantizar el funcionamiento conjunto de los dos tipos de equipos, en configuración normal, en estructuras jerárquicas o en situación de congestión.
- SEMANA X+1: una vez instalada la BR3.7 en el OMC-B se procederá a simular los cambios en la red mediante ejecución simultánea de CNA en el sistema Ericsson y de ficheros de comandos en el Siemens, tratando de abarcar todas las situaciones que en un



entorno real se puedan presentar. Después de estas pruebas quedará perfectamente definido el procedimiento de operación y estimado el tiempo que llevarían grandes cambios en la red.

4. GRUPO de ACCESO

Aquí se recogen los impactos en Acceso de las pruebas de compatibilidad Ericsson/Siemens. Debido a la premura de realización de las pruebas de radio, la solución desde el punto de vista de alimentación e implementación es provisional, y resuelve puntualmente el problema de la manera más rápida posible. La solución dada para realizar estas pruebas no es válida para comprobar si es aplicable a un estándar global definitivo en el área de Acceso.

4.1 FUERZA

El problema de fuerza ha quedado resuelto temporalmente con un sistema de alimentación continua de -48V, independiente del existente de +24V, compuesto de rectificador (230Vca/-48Vcc) externo con batería. Esta solución nos proporciona una autonomía que nos asegura un impacto mucho menor sobre la red, cuando la estación se encuentre en funcionamiento. Con esta solución no se toca el sistema interno de fuerza Ericsson de +24V, ni en rectificadores ni en autonomía de baterías. Por tanto no hay riesgo de corte de alimentación al sistema RBS-200 (Ericsson) en operación.

4.1.1 Características de la caja de rectificadores

El sistema de rectificadores y distribución de -48V va incluido en una caja. Dimensiones:

- Altura: 550 mm
- Ancho 300 mm
- Profundo 430 mm



La caja tiene espacio para dos rectificadores tipo GR-60/GR-40 de 30A a -48V, 2 magnetotérmicos de 50A para conexión de equipos, un magnetotérmico de 125A para conexión de una cadena de baterías, y 2 magnetotérmicos 32A para protección de salida de rectificadores. La caja se puede colgar sobre los perfiles omega en pared mediante dos puntos de apoyo, a apoyarse directamente en el suelo de la caseta con 4 patas.

Aunque haya espacio físico para dos rectificadores, para las pruebas piloto se equipará un solo rectificador, suficiente para la alimentación de una BS-60 (Siemens) y carga de baterías sin redundancia. No se pondrá el otro rectificador, porque el sistema no tiene el módulo de control, SPSC con limitación de carga de batería, y porque para conectar otro rectificador habría que modificar el cuadro de alterna con dos salidas de 16A en vez de una sola.

Al no disponer de redundancia Siemens proporcionará un rectificador de repuesto, para implementar en caso de avería.

Se deberá estudiar el lugar más adecuado para la implementación de la caja.

4.1.2 Modificaciones en el cuadro de alterna

En el cuadro de alterna hay que asignar una salida de 16A en la distribución. En las 3 BTS de prueba hay una salida libre, sin usar, en el cuadro de alterna IPF-3, con base portafusibles de 16A y fusible de 6A. El fusible de 6A hay que cambiarlo por otro de 16A. Hay que realizar una tirada de cables de 3 hilos F-N-T de 2,5mm², desde el cuadro de alterna hasta la caja de rectificadores.

Construcción regional debe estudiar este aumento de potencia alterna demandada tanto en el cuadro, que esté bien dimensionado el embarrado, los disyuntores existentes y el ICP, y la potencia disipada para el aire acondicionado.



4.1.3 Baterías

Para dar autonomía al funcionamiento, y evitar que se caigan llamadas de clientes gestionadas por la BS-60, se equipará una cadena de baterías 12/100, de Tudor de 100Ah, conectada en paralelo con el rectificador.

Con la batería se obtendrán más de 4 horas de autonomía para 1 BS-60 totalmente equipada. Los microcortes o cortes pronunciados de la corriente alterna suministrada por la compañía eléctrica no afectarán al funcionamiento de la BS de Siemens, ni de las RBS-200 de Ericsson, ni de los equipos de transmisión. Al ser muy reducido el espacio físico de las casetas, en dos BTS la batería se situará en apoyada en una bancada de dos niveles (2 monobloques 12/100 por nivel, 48v totales) apoyada en el suelo, detrás del último bastidor RBS-200, al no haber espacio libre en el bastidor de baterías de Ericsson, pues ya están ubicadas dos cadenas de baterías y los equipos de transmisión ocupando todo el espacio disponible.

En una BTS hay espacio en el bastidor de baterías del sistema Ericsson, donde se encuentra el BIM. En este caso se compartirá el bastidor de baterías con una cadena de 200Ah a +24V, en el nivel inferior, y otra cadena de 100Ah a -48V en el nivel superior.

Dimensiones del nuevo bastidor de baterías -48V:

- Altura: 510 mm
- Ancho 585 mm
- Profundo 215 mm



4.1.4 Potencia consumida

La potencia continua prevista por Siemens de la BS60 (1/1/1) es de 885W. Contando con la eficiencia del rectificador, la potencia media que consumirá en alterna es de 1.100W. En el caso de corte de alterna con posterior vuelta de red y carga de batería, la potencia alterna demandada por el rectificador GR Siemens será de 1.800Wca, temporalmente, hasta que se disminuya la corriente de carga de baterías según se vaya recuperando la capacidad. La intensidad alterna en el pico de arranque puede llegar a 12A ca.

4.1.5 Alarmas

El sistema de -48V, rectificador baterías, tiene la posibilidad de transmitir dos alarmas de fallo en él: fallo de rectificador y fallo de disyuntor de distribución.

Estas alarmas se pueden transmitir por contacto libre de potencial NC al panel de alarmas, de manera independiente siempre que se puedan asignar dos posiciones libres en el panel. Si hubiera una sola se pueden agrupar las dos alarma en un mismo lazo, y enviar genéricamente fallo del sistema de -48V.

4.1.6 Nueva prueba de implementación y alimentación

Con el fin de realizar una prueba de implementación y alimentación, de la que poder extraer conclusiones aplicables a un estándar definitivo que abarque todas las alternativas posibles, se sugiere desde Acceso, realizar una nueva prueba en otra BTS, con la realización de una alternativa posible.



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 32 -

La alternativa propuesta trata de aprovechar al máximo los equipos de alimentación de Ericsson actualmente dando servicio a los bastidores RBS-200 y equipos de transmisión, para que no suponga un coste económico excesivo las modificaciones en el sistema de alimentación, para dar servicio a los equipos radio BS de Siemens.

La propuesta dada consiste en un sistema estándar de alimentación para BTS de Siemens, en el que se divide en dos partes el bastidor:

- La parte derecha constaría del módulo de energía habitual de Siemens, compuesto por rectificadores, SPSC y distribución, y con capacidad para dos cadenas de baterías de 100Ah a -48V, en la parte inferior.
- La parte izquierda, estaría formada por el BIM en la parte superior, debajo el equipo de transmisión, y con capacidad para dos cadenas de baterías de 200Ah a +24V, en la parte inferior.

Esta solución supone disponer en el mismo espacio del equipo de fuerza estándar de Siemens dos sistemas:

- Siemens, a -48V, en la parte derecha.
- Ericsson, a +24V, en la parte izquierda.

La desventaja inicial es que supone tener dos sistemas diferentes en la estación, con la redundancia n+1 duplicada, con baterías de diferente capacidad cada uno (100Ah Siemens y 200Ah Ericsson). Además esta solución supone desmontar el bastidor de baterías y BIM actualmente existente, y montar el de Siemens, que es de mayores dimensiones, teniendo que recablear el BIM, el equipo de transmisión y las baterías de Ericsson.

Esta prueba sí es válida para obtener conclusiones de implementación con vistas a definir un estándar definitivo.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



4.2 INSTALACIÓN DE LA BS 60

El bastidor es el estándar de dimensiones 600x1600x450 mm. En los replanteos se ha visto que se puede ubicar sin ningún problema al lado del bastidor de baterías, entre este y la pared de la caseta. En principio la instalación no presenta ningún problema.

4.3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA RADIANTE

Se desmontará el ventilador de su posición para colocarlo en el hueco que ahora ocupa la rejilla de ventilación (salvo en uno de los tres casos, en el que no es posible y se instalarán un conjunto de ventiladores-pasamuros).

Se pretende utilizar duplexores externos para el sistema radiante de la RBS 200, con ello podremos desmontar la antena central de cada sector. La tirada de coaxial de esta antena podrá ser reutilizada para la antena crosspolar que llevará la BS 60. Este cable tendrá que ser desinstalado. Necesitaremos tres alimentadores (al menos) para cablear los tres sectores de la BS-60, con sus correspondientes descargadores $\lambda/4$ y kits de tierra.

En el replanteo han debido quedar claros todos estos aspectos, así como la posible necesidad de instalar un rejibán externo para conducir los cables coaxiales.

4.4 EQUIPOS DE TRANSMISIÓN



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 34 -

La utilización de dos suministradores diferentes nos obliga a utilizar dos tramas de 2 Mbits independientes, o algún sistema que nos permita separar la información de modo transparente. Podemos solicitar una nueva trama de 2 Mbits o utilizar mininodos.

En principio se va a optar por la utilización mininodos para llevar el enlace hasta la BS 60. El suministro será responsabilidad del Departamento de Red Fija de la Región, bien haciendo uso del stock de almacén o bien desinstalándolo de la red. En el replanteo ha debido quedar perfectamente especificada cual va a ser la posición del mininodo dentro de la caseta.

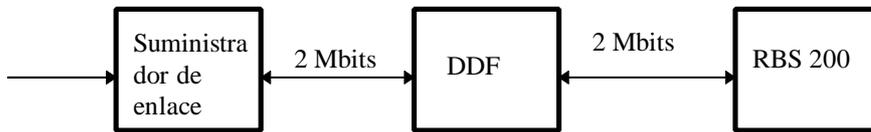
La instalación deberá tener una configuración similar a los siguientes esquemas. Todos los cableados deberán haber sido detallados en el replanteo, donde se han podido dar soluciones alternativas.

| |
|---|
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. |
| <i>Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</i> |

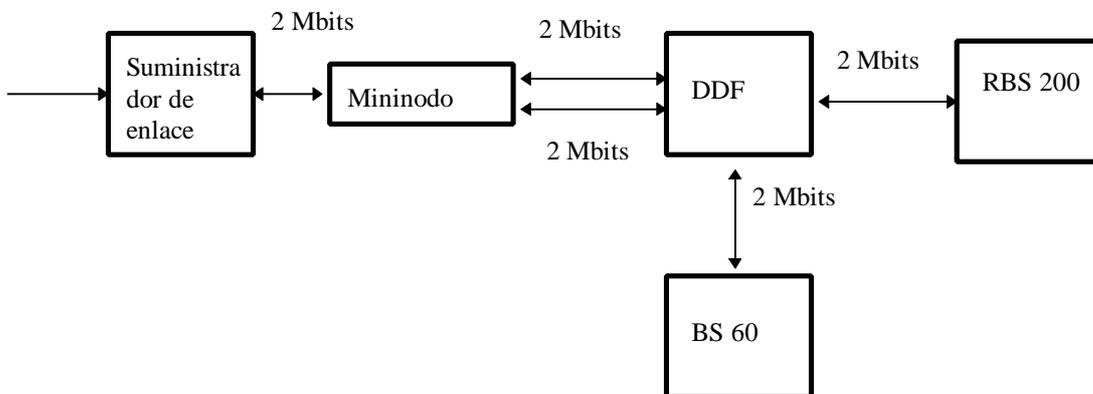


**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

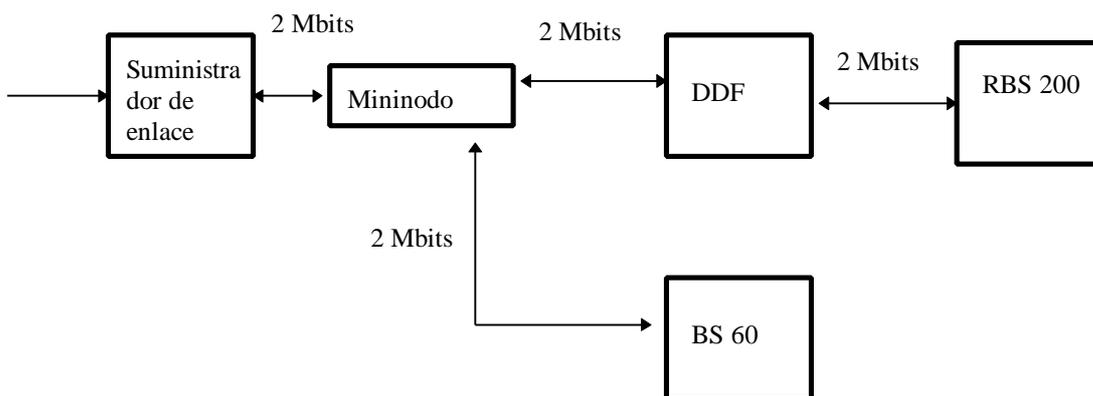
SITUACIÓN ACTUAL:



SITUACIÓN FINAL (con puntos de prueba para los enlaces):



SITUACIÓN FINAL (sin puntos de prueba para el enlace de BS 60):





4.5 IMPACTOS en ACCESO

4.5.1 Impacto del sistema de alimentación

El nuevo sistema de alimentación de -48V tiene las siguientes consecuencias sobre la BTS Ericsson:

- **Reducción del espacio físico interior.** Hay que introducir la caja de alimentación y una cadena de baterías con su bastidor.
- **Nuevo cableado.** De alterna: del cuadro al rectificador (cable de 2,5mm). De continua: de la batería a la caja, y de la caja a la BS-60 (cable de 35).
- **Modificaciones en el cuadro de alterna.** Asignar una nueva salida de 16A. Comprobar dimensionamiento de ICP, diferencial y embarrado.
- **Cableado al panel de alarmas.** Nuevas alarmas remotas: fallo de rectificador y fallo de distribución -48V.
- **Potencia alterna.** Aumento de la potencia alterna habitual y máxima demandada por la estación.
- **Potencia disipada.** El nuevo sistema con la BS-60 supondrá un aumento de la potencia disipada en el interior, con posible impacto sobre el equipo de aire acondicionado existente.
- **Mayor peso.** El nuevo sistema de -48V, con la caja y la cadena de baterías supone mayor carga para la estructura. El peso máximo de la caja con 2 rectificadores es de 25 Kg. La cadena de baterías con el bastidor pesa aproximadamente 180 Kg.
- **Alimentación al mininodo.** Desde la caja de distribución de +24V, ya existente, hay que alimentar el mininodo e implementarlo en el bastidor del BIM.



4.5.2 Impactos del equipo de radio

La instalación del nuevo bastidor de Siemens producirán los siguientes impactos sobre la BTS:

- **Reducción del espacio físico interior.** Supone la introducción de un nuevo bastidor de dimensiones 600x1600x450 mm.
- **Nuevo cableado.** Necesitaremos cableado de alimentación continua desde la BS 60 hasta el sistema de alimentación de -48 Vcc (cable de 35 o 50 mm). Necesitaremos un nuevo cableado de señal desde la BS hasta el mininodo o hasta el DDF (dependiendo de la ubicación del mininodo y de la necesidad o no de puntos de prueba en el enlace). Necesitaremos nuevas tiradas de cables coaxiales para señal de RF (latiguillos de 1/2" y cable de 7/8").
- **Potencia disipada.** Aumentará la potencia total disipada en la BTS.
- **Aumento de peso.** Aumentará el peso total de la BTS. El bastidor pesa aproximadamente 240 Kg.

4.5.3 Impactos del sistema radiante

- **Reducción de espacio físico interior.** Las nuevas tiradas de cable coaxial para señal de RF irán por el nuevo pasamuros.
- **Reubicación del ventilador.** El espacio donde se encuentra el ventilador está destinado al nuevo pasamuros. El ventilador pasará a ocupar el espacio de la rejilla de ventilación. En la caseta no se dispondrá de rejilla de ventilación. En uno de los emplazamientos es imposible desmontar la rejilla de ventilación, con lo cual, la solución será utilizar un conjunto de pasamuros-ventilador (utilizando ventiladores más pequeños).
- **Nuevo cableado.** Se necesitará nuevo cableado de RF. Es importante destacar la dificultad que existe para reutilizar una de las tiradas de cables coaxiales (que sobra al utilizar los duplexores).



El cable puede sufrir desperfectos al reubicarlo y debemos disponer de recursos para solucionarlo.

- **Corte de servicio.** La instalación de duplexores externos en el sistema radiante de la RBS 200 obliga al corte del servicio. Este corte puede ser realizado por sectores, aunque teniendo en cuenta que se realizarán otros trabajos que afectan al servicio de los equipos de transmisión, lo lógico es simultanear estas dos actividades.

4.5.4 Impactos de los equipos de transmisión

La utilización de mininodos tiene las siguientes consecuencias:

- **Nuevo cableado:** Se deberán realizar nuevas tiradas de cable coaxial Flex5 desde el mininodo hacia los equipos de radio, y desde el equipo de transmisión hasta el mininodo. Estas tiradas de cable dependerán de la ubicación de los equipos en la caseta. Ha debido quedar claro en el replanteo.
- **Corte de servicio.** Para realizar la instalación del mininodo y su cableado será necesario el corte del servicio. El trabajo debe simultanearse con la instalación de los duplexores de la RBS 200, y deberá estar perfectamente coordinado.
- **Corte de servicio de otros elementos de red.** Si es necesaria la desinstalación de mininodos habrá otras estaciones afectadas.



5. GRUPO de OPERACIONES y MANTENIMIENTO

5.1 Hitos previos a la realización de las pruebas

5.1.1 Conexión de la BSC509 a la MSC53

Debido a que queremos que las dos BSC's queden controladas por la misma MSC hemos procedido a pasar la BSC509 (BSC de pruebas de Siemens) a la MSC53 que ya controla a la BSC502. Este requisito se hace necesario si queremos probar celdas Ericsson y Siemens dentro del mismo área de localización.

Ya que la conexión del OMAL (time slot de control con el gestor de la red Siemens) se hace a través de una conexión semipermanente a través de la ruta entre la MSC51 y las BSC's de Siemens, hemos tenido que hacer una conexión semipermanente entre la MSC51 y la MSC53 debido a que el OMP tiene que seguir estando conectado a la MSC51. Esta conexión ya se ha cambiado y la visualización se realiza correctamente.

Actualmente la BSC509 está conectada con la MSC53 mediante un PCMS, lo cual es suficiente para el tráfico que vamos a tener. No obstante queda abierta la posibilidad de ampliar a dos el número de enlaces si se creyese necesario para la realización de estas pruebas.

5.1.2 Upgrade de SBS y OMC-B de Siemens a O/BR 3.7/04

Dado que parte de las pruebas se basan en la utilización de la nueva funcionalidad de la versión BR 3.7/04 de la jerarquía de celdas, se hace preciso la implementación de inmediato de esta versión de software. Por tanto ésta se adelantará en la BSC509 y será introducida con LMT para



poder comenzar a hacer pruebas de forma inmediata en la BS60 de pruebas del OMC.

Por otra parte también se adelanta la introducción del OBR 3.7/, para que también se puedan hacer pruebas de cambio de parámetros desde el OMC, así como pruebas de cambios masivos de parámetros con marcha atrás, etc...

5.1.3 Definición de estadísticas de ruta

Dado que se ha tenido que crear una ruta nueva entre la MSC53 y la BSC509, se han tenido que definir de nuevo las estadísticas de la ruta nueva. Por lo tanto vamos a tener las estadísticas de esta nueva ruta disponibles para las pruebas posteriores.

5.2 Impactos en Operaciones y Mantenimiento

Vamos a hacer notar la diferencia entre lo que van a ser los impactos que vamos a tener en las pruebas del sistema y los impactos que se tendrían en una red real.

5.2.1 Impactos temporales producidos por la prueba de compatibilidad

Sistema de alimentación

Los sistemas de alimentación que se pueden implementar son los siguientes:

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



- a) Rectificador Siemens G40 + string de batería: Esta opción no nos permite ningún tipo de supervisión de alarmas de fuerza, sin embargo no tendremos ningún impacto sobre el backup de batería.
- b) Rack Siemens modificado: Esta solución sustituiría al actual rack de baterías de Ericsson, albergando el sistema de alimentación - 48VDC de Siemens junto al sistema de 24VDC Ericsson actual. La implementación de este rack conllevaría un corte de alimentación en la BTS para cambiar el cableado BIM-PSU con la suficiente seguridad.

Sistemas de transmisión

Se plantean dos posibles configuraciones para enlazar las BTSs:

- a) Mediante *línea 2Mb/s directa*: En el caso de la g550 existe la posibilidad de utilizar un circuito propio utilizando un tributario vacante en el radioenlace g550-a821 y apoyándonos luego en un tributario vacante entre a821 y MSC. Esta solución es la más segura en los casos que sea factible.
- b) Mediante *DXX*: Esta solución supone un corte de servicio para poder integrar el nodo en la red. También supone la modificación de las conexiones existentes en DXX.

Sistema radiante

Las modificaciones del sistema radiante implican duplexar Tx/Rx de cada sector, dejando lugar en las estructuras existentes para las antenas crosspolares de la BS60. La implementación de estos elementos requieren un corte de servicio.



5.2.2 Impactos previstos en un despliegue en red

Creación de nuevas estaciones y cambios masivos de parámetros radio

Es uno de los principales impactos a nivel de OMC. En este caso hay que hacer notar que cada vez que se implemente una estación base, ya sea de Ericsson o de Siemens, vamos a tener que realizar dos procesos en cada uno de los sistemas de forma separada:

- a) En el Sistema Ericsson, mediante el programa CNA (Cellular Network Administration) vamos a pasar los parámetros de la nueva estación necesarios para definir la vecindad en el sentido Ericsson - Siemens, además de un fichero de comandos para cambiar los datos de la celda Siemens, definida como externa.
- b) En el Sistema Siemens se debe ejecutar un Command File en el OMT para cambiar la definición de vecindades de la celda Ericsson en la BSC Siemens.

Este problema es así debido a la propia filosofía de trabajo del sistema Siemens en la que para cambiar parámetros radio hemos de ejecutar un Command File, mientras que el programa CNA detecta los cambios producidos en una celda del sistema, y cambia los del resto de sus vecinas automáticamente.

En cuanto a los *cambios masivos de parámetros radio* vamos a tener que hacer básicamente lo mismo que cuando implementamos una estación nueva pero con más datos en juego. Por lo tanto tendremos una lista de celdas junto con sus parámetros radio que le pasamos al programa CNA y también tendremos un fichero de comandos de Siemens con los parámetros involucrados en el cambio.

El proceso de generación de un fichero de comandos en Siemens consiste en realizar un Upload de la base de datos del sistema Siemens. Este upload se ha de convertir desde un OMT (Estación de trabajo Siemens) a fichero de comandos. Una vez convertido, mediante un FTP se deposita en red para que el departamento de radio frecuencia genere un fichero de



comandos “diferencial”, es decir, un fichero que genere los comandos necesarios para realizar los cambios necesarios en la red, manteniendo el resto iguales. Una vez que se genere el fichero de comandos, se debe depositar en red, para que después de ser pasado por FTP al OMT de Siemens, este sea compilado para posteriormente poder ejecutar el fichero de comandos.

Hay que hacer notar que estos dos procesos se deben hacer en paralelo, es decir, la realización del proceso de actualización de los datos cargados con la herramienta CNA y la ejecución del fichero de comandos se deben intentar realizar a la vez.

Incremento de señalización

Dependiendo del tipo de red que se vaya a definir, vamos a tener un incremento de señalización que va a ser mayor o menor, pero que siempre va a existir. Este es un tema importante ya que hay que cuantificar el número de señalizadores que hay que instalar entre BSC y MSC. El punto más crítico debe ser el número de señalizadores a instalar entre la BSC Ericsson y la MSC, ya que es la que más tráfico tiene actualmente y además se va a ver incrementado por la señalización entre capas.

Una vez realizadas las pruebas que plantee el grupo de Radio Frecuencia, se deben extrapolar los resultados obtenidos a lo que sería una red completa de DCS1800.

Gestión de las estadísticas

La forma que tenemos de obtener resultados tanto del incremento de señalización como de la calidad de la red obtenida va a ser por medio de estadísticas.



Hemos de analizar tanto las estadísticas de rutas entre la MSC y las dos BSC's, como las estadísticas de celdas. Por tanto hemos de estudiar los contadores que nos ofrece la nueva versión de software 3.7 de OMC de Siemens, y sacarle el máximo partido posible a la hora de conjuntarlas con las pruebas a realizar.

Este impacto es importante ya que dependiendo de los datos de estadísticas que teníamos antes de realizar el plan de pruebas, y los datos que obtengamos después de las pruebas, vamos a poder extrapolar los resultados a lo que fuera una red completa de DCS1800.

Enlaces a las BTS's

Hay que tener en cuenta, que puede que se decida compartir las tramas de 2MB. Esto se podrá hacer siempre y cuando haya capacidad en el enlace que accede a la BTS. Para distribuir de los TS's de la trama podemos colocar un mininodo o cualquier otro elemento DXX. Tenemos que tener en cuenta que la caída del enlace en provocarían la parada de servicio de las dos celdas en las dos redes.

En el caso en que se decida compartir el enlace se van a tener que realizar cortes nocturnos para no afectar al tráfico. En el caso de ser necesaria la "marcha atrás", si no queremos tener saturación en el área de servicio de la celda, vamos a tener que deshacer y volver a hacer circuitos en DXX.

Sistema de alimentación

Para minimizar el impacto en la red actual se crea la necesidad de estandarizar un sistema de alimentación dual a 24VDC y -48VDC con respaldo de baterías.



Si partimos del rack Ericsson existente, necesitaríamos una tarjeta EFU que extraiga 24VDC del embarrado común en flotación y un Convertidor 24/48VDC, a través del cual alimentar los bastidores de Siemens. Los Convertidores 24/48VDC de Ericsson permitirían un consumo max. de 630W (con tres módulos), con lo que no son utilizables. La EFU de mayor potencia entrega 50A, con lo que llegaríamos a 1200W de salida hacia un convertidor 24/48 de Siemens o comercial, lo que sólo es admisible para estaciones que no están a plena carga, pero no como solución estándar.

Teniendo en cuenta la carencia de unidades que extraigan 24VDC del rack baterías con una potencia de 1500W mín, se hace necesario sustituir el rack existente por otro de nuevo diseño, o bien, añadir un rack a medida con las prestaciones necesarias.

En cualquier caso los requisitos óptimos para un sistema de alimentación dual estándar han de ser:

- Capacidad para cuatro cadenas de baterías como mínimo.
- Tres salidas de 24VDC/50A (una por RBS).
- Dos salidas de -48VDC/30A (una por BS).
- Tres salidas de 24VDC/10A (equipos externos).
- Tres salidas de -48VDC/10A (equipos externos).
- Dimensiones mínimas posibles con anchura máxima de 120cm.

Todo este rack sería alimentado a 220VAC, a través de magnetotérmico de 40A.

Alarmas externas

Al disponer de dos puertos para la transmisión de alarmas de usuario en ambos equipos independientemente, tendremos que elaborar una unificación de los criterios de alarmas externas establecidos en el procedimiento N-RE-IG 030, que nos permita aprovechar al máximo las ventajas de ambos sistemas, evitando la redundancia en la información reportada.



Instrumentación

Entre la instrumentación necesaria se requiere la adquisición del SW LMT para operación y mantenimiento de BTSs de Siemens.

Esta aplicación sólo esta disponible para DOS, no siendo compatible con el sistema actual sobre Windows NT. Esto supone la instalación por parte de IT de un arranque dual NT/DOS en PC portátiles, que nos permita ejecutar la actual versión de LMT desde los PC disponibles.

Además se necesita alimentar el adaptador de protocolo HDLC a través de una salida mini-DIN (disponible sólo en los modelos 4750, 4850, etc...), o adaptando otra salida con alimentación en los modelos sin conexión mini-DIN (salida para monitor externo en modelos 620CT, etc...).

No obstante es posible que para posteriores revisiones de O/BR se disponga de una versión de LMT para Windows NT.

Repuestos y formación

La implantación conjunta de dos sistemas de distintos suministradores, implica la adquisición de material de repuesto para ambos elementos de red. Este mayor volumen de repuestos también conlleva más tiempo en la gestión del material en SAP y en el almacén.

Igualmente se requiere la formación necesaria para poder mantener la red de Siemens con garantía, sobre todo en las primeras fases de implementación en las que podría producirse un bajo rendimiento en la resolución de averías en BTSs.



“Plan de Pruebas”

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 48 -

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. OBJETO | 50 |
| 2. FECHA Y LUGAR DE LAS PRUEBAS | 50 |
| 3. MATERIAL NECESARIO | 51 |
| 4. ESCENARIO DE LAS PRUEBAS | 52 |
| 5. DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS | 54 |
| 5.1 Pruebas de Radiofrecuencia | 55 |
| 5.1.1 -RF001: Pruebas básicas de establecimiento de llamada | 55 |
| 5.1.2 -RF002: Comprobación de los trasposos de llamada (handovers)..... | 55 |
| 5.1.3 -RF003: Prueba de asignación a celda peor en caso de congestión | 55 |
| 5.1.4 -RF004: Estructuras jerárquicas | 55 |
| 5.1.5 -RF005: Contadores estadísticos | 56 |
| 5.1.6 -RF006: Pruebas de carga de parámetros en ambos sistemas | 56 |
| Configuraciones de Funcionamiento | 56 |
| 5.2 Pruebas de Acceso/Red Fija | 60 |
| 5.2.3 Pruebas de alimentación de los equipos..... | 60 |
| 5.2.3.1 -FNal001: <i>Prueba del rectificador en vacío</i> | 60 |
| 5.2.3.2 -FNal002: <i>Prueba de las baterías</i> | 61 |
| 5.2.3.3 -FNal003: <i>Prueba de carga en corte prolongado</i> | 61 |
| 5.2.3.4 -FNal004: <i>Prueba de alarmas del rectificador-baterías</i> | 62 |
| 5.2.3.5 -FNal005: <i>Comprobación del impacto térmico dentro de la caseta</i> | 62 |
| 5.2.4 Pruebas de transmisión | 62 |
| 5.2.4.1 -FNtr001: <i>Prueba de conexión de una BS_60 a un mininodo</i> | 62 |
| 5.2.4.2 -FNtr002: <i>Prueba de reinicialización de la BS_60 tras un corte en el enlace</i> | 63 |
| 5.3 Pruebas de O&M..... | 63 |
| 5.3.1 Pruebas de transmisión | 64 |
| 5.3.1.1 -OMtr001: <i>Carga remota de una BS60 conectada en cascada a una RBS200 desde la BSC</i> | 64 |
| 5.3.1.2 -OMtr002: <i>Bloqueo del TRI de RBS200 que controla a la BS60 que cuelga de ella</i> | 64 |
| 5.3.1.3 -OMtr003: <i>Alarmas de BER3 y BER6 de la LI de una BS60 conectada en cadena con una RBS200</i> | 64 |
| 5.3.2 Pruebas de cambios de la Base de Datos..... | 64 |
| 5.3.2.1 -OMbd001: <i>Integración de una nueva estación Ericsson</i> | 65 |
| 5.3.2.2 -OMbd002: <i>Integración de una nueva estación Siemens</i> | 65 |
| 5.3.2.3 -OMbd003: <i>Cambio de parámetros masivos en la red Ericsson con marcha atrás</i> | 65 |
| 5.3.2.4 -OMbd004: <i>Cambio de parámetros masivos en la red Siemens con marcha atrás</i> | 66 |
| 5.3.3 Pruebas con RF..... | 66 |
| 5.3.3.1 -OMrf001: <i>Pruebas de trasposos (handover) en una estructura de celdas jerarquizada</i> . 66 | |
| 5.3.3.2 -OMrf002: <i>Pruebas de Señalización</i> | 67 |
| 5.4 Pruebas comunes RedFija/O&M | 68 |
| 5.4.1 Pruebas de transmisión | 68 |
| 5.4.1.2 -OMFNtr001: <i>Comprobación de la conexión de una BS60 a través del TRI de una RBS200</i> | 68 |
| 5.4.2 Pruebas de gestión de alarmas..... | 68 |
| 5.4.2.1 -FNOMar001: <i>Prueba de transmisión de alarmas externas</i> | 68 |

**Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.**

Título: *Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.*



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 49 -

| | |
|--|----|
| 5.4.2.2 -OMFNar002: <i>Activación de alarmas de tarjetas de BTSE</i> | 68 |
| 6. PARTICIPANTES y TELEFONOS DE CONTACTO | 69 |
| 7. DOCUMENTACION DE REFERENCIA | 69 |
| Pruebas en Maqueta | 70 |

**Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.**

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



1. OBJETO

El objeto de este documento es definir el plan de pruebas a realizar en un escenario de tráfico real con la puesta en servicio de tres estaciones BTS-900 de Siemens en una zona (Sevilla) Ericsson de la red , tal y como se describe en el plan del proyecto “Pimiento”.

En el mencionado plan se indicaba la utilización de tres emplazamientos de para estas pruebas, en un inicio correspondientes a los códigos a-810, g-502 y g-550. Sin embargo, en lugar del emplazamiento g-550, por problemas de adquisición, se utilizará el emplazamiento a-812 para la realización de las pruebas.

Aunque el conjunto de las pruebas que se llevarán a cabo se ha desglosado en tres grupos (pruebas de Acceso/Red Fija, pruebas de RF y pruebas de O&M), la realidad es que en muchas de ellas se hará necesaria la colaboración estrecha de los distintos equipos de trabajo.

2. FECHA Y LUGAR DE LAS PRUEBAS

Las pruebas en la red darán comienzo el una vez que las estaciones de Siemens sean aceptadas, y tendrán lugar, como ya se ha comentado, en las estaciones a-810, g-502 y a-812, así como en el OMC de la red de Sevilla.

Se llevarán a cabo una serie de pruebas previas a la puesta en servicio de las estaciones, con objeto de minimizar el impacto de las mismas, tal y como se describe más adelante.

Previamente, se han estado realizando ensayos en maqueta, cuya descripción se ha incluido al final de este documento.



3. MATERIAL NECESARIO

Para realizar el plan de pruebas que se describe a continuación hemos de contar con la dotación de instrumentos de medida, equipos de prueba y sistemas de supervisión que se detalla a continuación:

Instrumentación

- *Analizador de trama A-bis*: Se utilizará el GNElmi EGM35 para efectuar el análisis de la información que se transmite por el interfaz A-bis a nivel de subtasas, pudiendo filtrar los mensajes por SAPI y TEI.
- *Analizador de protocolos*: Se utilizará el Siemens K1103 para el traceo de llamadas entre BTSs y BSC, y entre BSC y TRAU, desde el OMC.
- *Analizador PCM 2Mb/s*: Se usará el ICT 2040 para realizar mediciones de disponibilidad de enlace según G.821 desde los emplazamientos.
- *Voltímetro y pinza amperimétrica*.

Equipos de prueba

- *TEMS*: Se empleará el TEMS para realizar la monitorización del interfaz aire, comprobando BCCHs, TCHs, HOs, vecindades, mensajes de capa 3, etc., desde los emplazamientos.
- *Terminales GSM*: Se emplearán terminales GSM de varios suministradores, para generar tráfico real desde los emplazamientos, observando las posibles incompatibilidades.

Sistemas de supervisión

- *Siemens OMC-B 3.7*: Con el OMC podremos supervisar todo el subsistema SBS de la red Siemens.



- *Ericsson OSS 6.2*: Con el OSS supervisaremos todo lo referente los subsistemas BSS y SS de la red Ericsson actual.
- *Ericsson DXX*: Con el DXX se supervisarán todos los medios de transmisión que se enruten a través de la red DXX.

4. ESCENARIO DE LAS PRUEBAS

El escenario de las pruebas de compatibilidad se ubicará en el área de cobertura delimitada por los emplazamientos A810, G502, y A812, en los que se integrarán estaciones base Siemens B-60 coemplazadas con las estaciones base Ericsson RBS-200 existentes, con bastidores rectificador-baterías provisional. A continuación se detalla el equipamiento básico que quedará en los emplazamientos implicados:

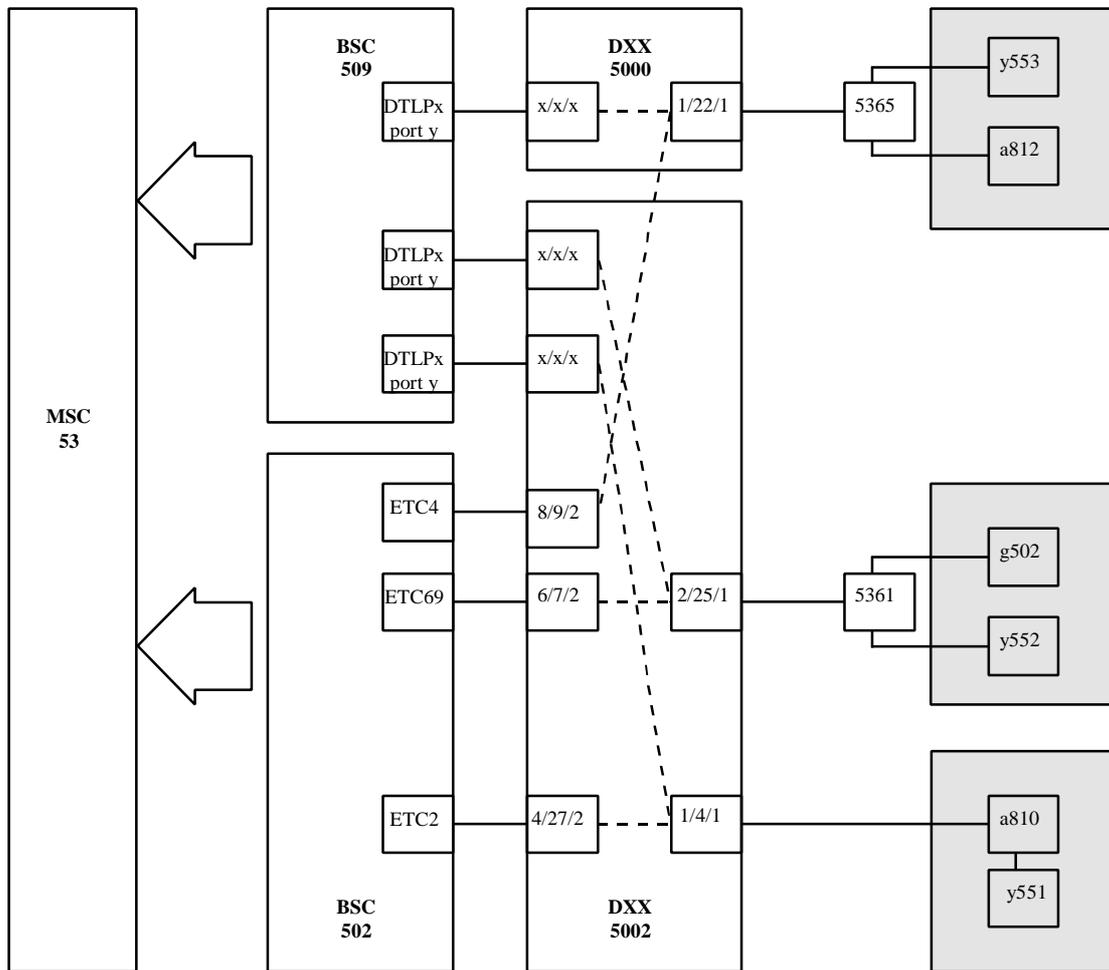
| | | | |
|--------|------------|--------------------|---------------------------|
| A-810: | TRX: 2+3+3 | Baterías: 1 string | Antenas: duplexadas todas |
| A-812: | TRX: 2+2+2 | Baterías: 1 string | Antenas: duplexadas todas |
| G-502: | TRX: 4+3+2 | Baterías: 2 string | Antenas: duplexadas todas |

Estas nuevas estaciones se conectarán a la BSC-509 de Siemens utilizando los medios de transmisión existentes, para ser enrutadas posteriormente a la MSC-53. La transmisión se ha resuelto usando la actual, e instalando una ETB en el a-810 de la que colgará la BS_60, y dos mininodos, uno en el g-502 y otro en el a-812, que gestionará los TS de las respectivas BS_60.

La topología de red utilizada para la prueba será la que se muestra a continuación.

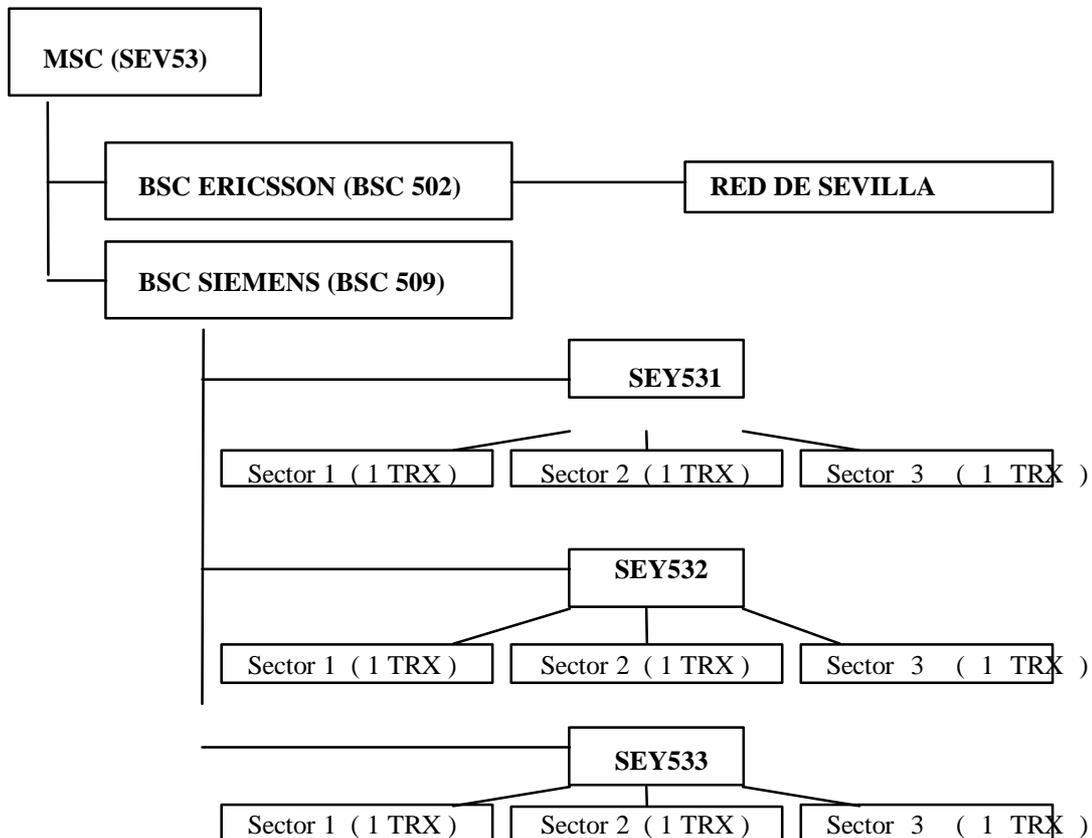


APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS





Otro esquema de situación es el siguiente:



5. DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS

Como se mencionó al principio, las pruebas a realizar se agrupan en tres bloques principales. Algunas de las pruebas, sin embargo, se realizarán de manera conjunta entre distintos grupos de trabajo.



5.1 Pruebas de Radiofrecuencia

5.1.1 -RF001: Pruebas básicas de establecimiento de llamada

Establecimiento de llamadas entre celdas de Ericsson y Siemens en todas sus combinaciones: Ericsson-Ericsson, Ericsson-Siemens, Siemens-Ericsson y Siemens-Siemens .

5.1.2 -RF002: Comprobación de los traspasos de llamada (handovers)

Con la conexión iniciada en cada una de las celdas de la configuración de pruebas se comprobará que el traspaso de la llamada al resto de las celdas, tanto del mismo como de distinto fabricante, se realiza correctamente. Se incluirán también todas las combinaciones posibles: Ericsson-Ericsson, Ericsson-Siemens, Siemens-Ericsson y Siemens-Siemens.

5.1.3 -RF003: Prueba de asignación a celda peor en caso de congestión

Conexiones iniciadas en una celda sin canales de tráfico libres deben ser cursadas por otra celda vecina de peor nivel pero con recursos disponibles. Esta posibilidad se define en Ericsson como AW y en Siemens como Direct Retry. La prueba se centra en comprobar que un asignación de este tipo se realiza entre una celda Ericsson y una vecina suya Siemens (y viceversa). Lógicamente, las dos celdas vecinas involucradas pertenecen, además, a distintas BSC's.

5.1.4 -RF004: Estructuras jerárquicas

Se pretende, por un lado, comprobar que el funcionamiento de las estructuras jerárquicas, recién introducidas por Siemens en la versión BR3.7



corresponde a lo descrito en la documentación. Por otro, se pondrá a prueba el funcionamiento conjunto de celdas de distinto fabricante configuradas en una estructura jerárquica común y se definirán los valores de los parámetros que proporcionan un uso más apropiado de los recursos.

5.1.5 -RF005: **Contadores estadísticos**

Prueba de la activación de los *scanners* de estadísticas de Siemens , con especial interés en los de *handover*; y del acceso a los datos almacenados. Como elemento fundamental para la obtención de conclusiones sobre el proyecto se encuentra el registro y análisis de los trasposos de llamadas entre celdas de distinto fabricante. Consideramos especialmente importante la comprobación del acceso a los datos de *HO* proporcionados por el sistema SIEMENS; el paralelo en ERICSSON es algo de uso diario.

5.1.6 -RF006: **Pruebas de carga de parámetros en ambos sistemas**

En colaboración y según el plan especificado por el grupo de O&M.

Configuraciones de Funcionamiento

Las configuraciones de celdas Siemens/Ericsson que se implementarán durante las pruebas son las que se describen a continuación:

Jerarquía Normal/Normal

Potencia Siemens: Máxima
Jerarquía Siemens: Normal
Potencia Ericsson: Máxima
Jerarquía Ericsson: Normal



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 57 -

Descripción: Con ayuda de TEMS, para modificar las medidas que el móvil envía a la BSC, se comenzarán llamadas en las BTS de prueba de ambos fabricantes y se efectuarán traspasos de llamada en ambos sentidos, de Ericsson a Siemens y viceversa. Se utilizarán distintos valores de histéresis o margen de handover para comprobar que el funcionamiento se ciñe a lo esperado. Con todos los canales de tráfico ocupados en uno de los sistemas se iniciarán llamadas en él, que deberán desbordarse a la celda vecina del mismo sistema o a una celda del sistema contrario en función de los niveles de cada una que el móvil envíe a la BSC.

Objetivos: Comprobar que las llamadas pueden ser traspasadas fluidamente entre celdas Ericsson y Siemens y viceversa, tanto en condiciones de tráfico bajo como en condiciones de congestión. También se persigue asegurar que estos traspasos se producen de acuerdo con los valores de los parámetros involucrados. Toma de contacto con BR3.7.

Jerarquía Micro/Normal

Potencia Siemens: Máxima
Jerarquía Siemens: Micro
Potencia Ericsson: Máxima
Jerarquía Ericsson: Normal

Descripción: Se trata de iniciar llamadas por una celda cualquiera (en un entorno real será por aquella de la que se reciba mayor nivel) que pasarán a cursarse por la micro si de ésta se recibe una señal superior a un cierto umbral, independientemente de si existe otra celda de jerarquía normal con mayor nivel de señal. Se congestionarán alternativamente los canales de tráfico en la celda inicial y en la micro para observar que al liberarlos la llamada sigue el curso marcado por la jerarquía. Tanto entre celdas de un mismo fabricante como de distinto.

Objetivos: Certificar el funcionamiento de las estructuras jerárquicas en Siemens BR3.0. Comprobar que estas estructuras mantienen su filosofía de

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 58 -

funcionamiento cuando involucran a celdas de distinto fabricante y en condiciones de congestión de alguna de ellas. Se trata también de comprobar que ajustando el umbral, la capa Siemens absorbe todo el tráfico hasta congestionarse, y en ese momento las nuevas llamadas se cursan por celdas Ericsson.

Jerarquía Micro/Normal (segunda config.)

Potencia Siemens: Reducida
Jerarquía Siemens: Micro
Potencia Ericsson: Máxima
Jerarquía Ericsson: Normal

Descripción: Mismo proceso que en la anterior configuración.

Objetivos: Reproducir una estructura de microestaciones de capacidad que simule un poco más fielmente una red de DCS, por cuanto la PRA de 1800 será menor que la que ofrecen las estaciones de GSM900.

Jerarquía Macro/Normal

Potencia Siemens: Máxima
Jerarquía Siemens: Macro
Potencia Ericsson: Máxima
Jerarquía Ericsson: Normal

Descripción: Las llamadas se iniciarán por la celda que se reciba con más nivel y se cursarán por la capa Ericsson siempre que de alguna celda de ésta se reciba un nivel de señal superior al umbral prefijado. Si este particular no se produce o si la capa se congestiona el tráfico es desviado a la capa Siemens.

Objetivo: Definir un escenario en el que las llamadas se cursan preferentemente por la capa Ericsson y sólo cuando está saturada y/o fuera de su área de cobertura se pasa el tráfico a la capa Siemens, que actúa como reserva para períodos muy cargados.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



Calendario de pruebas en red

A partir de la fecha prevista para la modificación del plan de frecuencias de Sevilla y la puesta en el aire de los tres emplazamientos SIEMENS, se procederá a evaluar el funcionamiento conjunto de los dos sistemas en tres configuraciones distintas. Cada una de ellas se mantendrá en el aire (salvo aparición de problemas de funcionamiento) una semana, aproximadamente, de modo que se puedan extraer conclusiones fiables sobre el comportamiento de la red.

1- Niveles jerárquicos: Ericsson-normal, Siemens-normal.

Los terminales establecen la llamada a través de la celdas Ericsson (dotadas con, al menos, dos TRX's y dos SDCCH's) y se cursan por Siemens o Ericsson en función del nivel de señal recibido. La asignación a celda peor se encontrará activada, como en el resto de los casos.

2- Niveles jerárquicos: Ericsson-normal, Siemens-micro.

Los terminales establecen la llamada a través de la celdas Ericsson y se cursan con mayor prioridad por celdas Siemens si no se hallan ya congestionadas. Es decir, las celdas Siemens absorberán todo el tráfico posible y estarán gran parte del tiempo con todos sus canales ocupados.

3- Niveles jerárquicos: Ericsson-normal, Siemens-macro.

Las llamadas se inician y se cursan por las celdas Ericsson salvo que tengan todos sus recursos ocupados, en cuyo caso las llamadas son traspasadas a las celdas Siemens.



5.2 Pruebas de Acceso/Red Fija

A continuación se diferencian las pruebas a realizar por tipos.

5.2.3 Pruebas de alimentación de los equipos

Se realizarán antes de que los equipos estén en servicio, para minimizar el impacto de las mismas.

Las pruebas de alimentación se realizarán sobre un bastidor que se ha fabricado con carácter provisional para este proyecto, por lo que no aportarán la totalidad de resultados necesarios para valorar un despliegue. Se está estudiando sin embargo, un bastidor mixto, que soporte equipos y baterías que sean capaces de aportar energía y autonomía a los equipos radio de Ericsson y Siemens simultáneamente, ya que funcionan a +24 y -48v., a parte del resto de consumidores existentes. Será entonces, una vez conocido el mismo, cuando se realicen las pruebas para su homologación y estandarización.

Esta solución provisional consta de un rack para el rectificador, que no es redundante, y de diversos térmicos: conexión de baterías (2), consumidores (2) y conexión de BS_60 (2). Tenemos dos alarmas, una de *fallo de rectificador* y otra de *fallo de alguno de los magnetotérmicos*. Un segundo rack alberga las baterías del emplazamiento g-502 de Siemens, donde las existentes de la RBS_200 no permiten instalar las de la BS_60 en el rack existente, como se ha hecho en los otros dos emplazamientos implicados.

5.2.3.1 -FNal001: Prueba del rectificador en vacío

Se conectará el rectificador a la red, mediante una manguera de 3x2,5 instalada desde el IF-3 del cuadro general de distribución. Se pondrá en 0



todos los magnetotérmicos del rectificador, y en I el IF-3, encendiendo posteriormente el rectificador. Se comprobará que las indicaciones luminosas del mismo indican un buen funcionamiento: el led de 230 v. está encendido, los leds de sobretensión e infratensión están apagados y el led de alarma de fallo está apagado. Se medirá la tensión de vacío del rectificador con el voltímetro. Deberá ajustarse la misma para 54 v., comprobando que la desviación máxima permitida no supere 0,1 v.

5.2.3.2 -FNal002: Prueba de las baterías

Conectar las baterías al rectificador, activando los magnetotérmicos de baterías del mismo. Conectar la BS_60 también al rectificador actuando sobre los térmicos correspondientes. Cortar la alimentación de alterna del rectificador cortando IF-3. Comprobar que la BS_60 sigue alimentada. Esperar 20 minutos y medir con el voltímetro la tensión del total de las baterías y de cada una de ellas, haciendo éstas mediciones en un tiempo inferior a 1 minuto. Comprobar que ningún valor de la tensión de cada una de las baterías supera una desviación de 0,3 v. de la tensión global media medida. Hay que tener en cuenta que una leve desviación superior puede ser debida a que el equilibrio de unas baterías nuevas se alcanza después de los 4 ó 5 ciclos de carga y descarga, por lo que pueden aparecer en este caso desviaciones mayores. Caso de ser alarmante, habrá que realizar estos ciclos, e ir comprobando que dicha desviación se va corrigiendo.

5.2.3.3 -FNal003: Prueba de carga en corte prolongado

Manteniendo cortada la alimentación alterna del rectificador y la BS_60 encendida y habiendo esperado 20 minutos, volver a dar alterna al rectificador para cargar las baterías. Esperar 1 hora y comprobar que la batería se encuentra en flotación: la tensión de la misma es 54 v. y la intensidad en el cable es prácticamente 0 A.



5.2.3.4 -FNal004: Prueba de alarmas del rectificador-baterías

El conjunto de rectificador y baterías tiene dos alarmas externas, con contactos libre de potencial y posibilidad de criterios N/A y N/C. Se prolongarán esas dos alarmas hasta el panel de la caseta, coincidiendo la de fallo del rectificador con la nº 6 y la de fallo de algún magnetotérmico con la nº 7 tomando el criterio N/C. Provocar un fallo del rectificador y comprobar que se enciende el led nº 6 del panel. Idem con los magnetotérmicos, comprobar que tirando alguno de ellos, se enciende el led nº 7 del panel. Desde el OMC se deben de haber definido estas alarmas, y deben de confirmarnos que se les transmite al provocar los fallos.

5.2.3.5 -FNal005: Comprobación del impacto térmico dentro de la caseta

Esta prueba no va a resultar demasiado relevante ya que no tendremos una situación real con todos los equipos funcionando al máximo de carga. Se trata de contemplar en el plan de pruebas que el dimensionamiento térmico tendrá que ser tenido en cuenta en futuras instalaciones.

5.2.4 Pruebas de transmisión

Se realizarán pruebas de transmisión de equipos. Se ha instalado una ETB de salida en el a-810 y sendos mininodos en los g-502 y a-812. En maqueta se han realizado pruebas para comprobar que se puede colgar una BS_60 del TRI de una RBS_200, usando una tarjeta ETB. Las pruebas han sido satisfactorias y se probará en situación real conforme al plan de O&M.

5.2.4.1 -FNtr001: Prueba de conexión de una BS_60 a un mininodo

Se ha instalado un mininodo (DXX-5365) en el a-812 y otro (DXX-5361) en el g-502. Se cablearán los mismos con un puerto al enlace troncal, otro para la RBS_200 y otro para la BS_60. Se deberá comprobar que no hay problemas para poner al aire éstas dos BTSE simultáneamente.



5.2.4.2 -FNtr002: Prueba de reinicialización de la BS_60 tras un corte en el enlace

Se simulará un corte en el enlace, desconectando los conectores de flujos de 2 Mbps. en el repartidor digital. Las llamadas se perderán. Volver a conectar el enlace, y hay que comprobar que se vuelve a poder realizar llamadas. El OMC deberá comprobar que no se ha quedado ningún TS pinchado. Realizar ésta prueba en los emplazamientos a-810 y g-502, para obtener los resultados de los dos tipos de topología existentes: con ETB y con mininodo.

5.3 Pruebas de O&M

Dado que las pruebas se van a efectuar sobre elementos de red en servicio, alguna de las pruebas que requieran corte de servicio, se van a tener que efectuar en horario de bajo tráfico (nocturno). Muchas de las pruebas que se van a describir han sido realizadas en maqueta. No obstante se deben de repetir en estaciones con tráfico real.

Por otra parte, queda abierta la posibilidad de añadir alguna prueba adicional a parte de las aquí expuestas si se considera necesario durante la ejecución del plan de pruebas.



5.3.1 Pruebas de transmisión

5.3.1.1 -OMtr001: *Carga remota de una BS60 conectada en cascada a una RBS200 desde BSC*

Realizar una carga de Software desde BSC a la BTSE y comprobar que esta carga se recibe correctamente. También se probará el acceso remoto con el terminal LMT desde BTSE a BSC y TRAU, y mediante interworking de BTSE a BSTE y de TRAU a BTSE.

5.3.1.2 -OMtr002: *Bloqueo del TRI de RBS200 que controla a la BS60 que cuelga de ella*

Realizar un bloqueo del TRI que controla tanto la RBS200 como la BS60 que cuelga de ella. Para ello se puede sacar la tarjeta EMRP, provocando el bloqueo de la misma. Después se introduce y comprobar la recuperación automática del enlace con la BS60. Chequear que en la LI no se recibe ningún error.

5.3.1.3 -OMtr003: *Alarmas de BER3 y BER6 de la LI de una BS60 conectada en cadena con una RBS200*

Conectando un ICT en el interfaz Abis de la BS60, introducir errores de forma que se detecten éstos en la LI de la BTS. La BS60 estará conectada en cadena de una RBS200 a través del TRI.

5.3.2 Pruebas de cambios de la Base de Datos

Vamos a pasar a describir las pruebas que se van a realizar de cambios de parámetros de las bases de datos tanto de la red Ericsson como de la red Siemens. En estas pruebas vamos a tratar de simular lo que sería un trabajo cotidiano de en la red de cambio de parámetros radio, y puesta en el aire de estaciones así como cambios masivos de la red que afecten a la red completa o a gran parte de ella.



Las pruebas van a estar basadas fundamentalmente en las aplicaciones de Operaciones de la red tanto de Ericsson (CNA, FIOL), como de Siemens (ficheros de comandos desde el OMC-B).

5.3.2.1 -OMbd001: Integración de una nueva estación Ericsson

Definir una nueva estación Ericsson en la red. Realizar el “módulo i” y definir mediante CNA los parámetros radio de la celda o celdas. Definir mediante un fichero de comandos FIOL las celdas externas Siemens en la BSC Ericsson. Ejecutar un Fichero de comandos Siemens con las adyacencias correspondientes entre la red Siemens y la Ericsson. Realizar Drive Test en la zona para comprobar el correcto funcionamiento de los cambios, y chequear los ficheros de resultados verificando que los comandos se han ejecutado correctamente.

5.3.2.2 -OMbd002: Integración de una nueva estación Siemens

Ejecutar fichero de comandos Siemens definiendo la celda nueva en la BSC Siemens. Ejecutar fichero de comandos FIOL en el que se defina la celda Siemens como externa en la BSC Ericsson, además de definir su relación de vecindad. Realizar Drive Test en la zona para comprobar el correcto funcionamiento de los cambios, y chequear los ficheros de resultados verificando que los comandos se han ejecutado correctamente.

5.3.2.3 -OMbd003: Cambio de parámetros masivos en la red Ericsson con marcha atrás

Realizar un cambio de parámetros masivo de parámetros de las celdas Ericsson mediante la aplicación CNA. Crear un fall-back area para realizar el procedimiento de marcha atrás. Correr el fichero de comandos FIOL si se necesitaran cambiar parámetros de vecindades con Siemens. Preparar



fichero de comandos FIOLE de marcha atrás. Ejecutar fichero de comandos Siemens con los cambios de parámetros de vecindad en el sentido Ericsson Siemens. Preparar fichero de comandos Siemens de marcha atrás. Una vez que se ejecuten los cambios, realizar el proceso de marcha atrás creando un área planificada a partir del fall-back area y realizando el proceso de Update en CNA, ejecutando el fichero de comandos FIOLE si fuese necesario, y ejecutando el fichero de comandos Siemens de marcha atrás. Comprobar que la situación original queda restaurada perfectamente.

5.3.2.4 -OMbd004: Cambio de parámetros masivos en la red Siemens con marcha atrás

Ejecutar un fichero de comandos Siemens realizando un cambio de parámetros masivo en la red Siemens. Tener preparado el fichero de comandos Siemens de marcha atrás. Ejecutar Fichero de Comandos FIOLE en el que se cambien los parámetros de las celdas Siemens definidas como externas en la BSC Ericsson. Preparar Fichero de comandos FIOLE de marcha atrás. Tras realizar los cambios, realizar proceso de marcha atrás en el que se ejecuten los ficheros de comandos de marcha atrás. Comprobar que se restaura la situación original.

5.3.3 Pruebas con RF

Aparte de realizar el soporte necesario como Operaciones y Mantenimiento a las pruebas que plantea el departamento de RadioFrecuencia, se plantean algunas pruebas específicas de O&M que pasamos a destacar a continuación.

5.3.3.1 -OMrf001: Pruebas de traspasos (handover) en una estructura de celdas jerarquizada

La prueba consiste en verificar que la lista de celdas destino que genera la BTS y envía a la BSC a través del A-bis en un handover, es la correcta. Esto se llevará a cabo analizando con el K1103 la señalización



LAPD del interfaz A-bis en la que encontraremos la lista de celdas destino en *el Handover Condition Indication* (BWHCI).

Dichas pruebas las realizaremos con diversos tipos de trasposos:

- Handover NO imperativo: de celda de baja prioridad a otra de alta, *speed sensitive handover* habilitado.
- Handover imperativo: de celda de baja prioridad a otra de alta.
- Handover imperativo: de celda de alta prioridad a otra de baja.

5.3.3.2 -OMrf002: Pruebas de Señalización

Una vez que se comiencen a realizar pruebas de radiofrecuencia con tráfico real se tendrá que cuantificar el incremento de señalización entre las BSC's y las MSC's. Para ello se van a estudiar las estadísticas tanto de rutas como de celdas por el grupo de Calidad de Red/Conmutación a la misma vez que el departamento de Radio Frecuencia. Dependiendo del escenario de red que se plantee, se analizarán las estadísticas de señalización, intentando extrapolar los resultados obtenidos a lo que sería una red de mayor tamaño.



5.4 Pruebas comunes RedFija/O&M

5.4.1 Pruebas de transmisión

5.4.1.2 -OMFNtr001: Comprobación de conexión de la BS60 a través del TRI de una RBS200

Comprobar que cuando se conecte una BS60 en cascada a una RBS200 a través del TRI, no se producen errores en la tarjeta Interfaz de línea de la BS60 (LI). Se debe sacar un log de errores de al menos un día y ver que no se producen errores. Se ha conectado en el emplazamiento a-810, la BS_60 de Siemens a una ETB de salida de la RBS_200 de Ericsson. Hay que comprobar desde el OMC que la comunicación de la BS_60 con el resto de elementos de la Red es correcta y la solución de topología es válida, teniendo en cuenta que la carga de TRXs totales no puede exceder de la capacidad de la trama MIC usada.

5.4.2 Pruebas de gestión de alarmas

5.4.2.1 -FNOMar001: Prueba de transmisión de alarmas externas

Las alarmas externas que procesa el panel, se conectarán en paralelo a la RBS_200 y a la BS_60, a través de una conectorización especial que se está diseñando su implementación. Se provocarán alarmas externas, y se comprobará que se reciben en la OMC simultáneamente a través de la RBS_200 y la BS_60. Esto nos permitirá no perder la supervisión de las alarmas externas en caso de tener un enlace para cada BTSE y que suframos caída de uno de ellos.

5.4.2.2 -OMFNar002: Activación de alarmas de tarjetas de BTSE

Provocar alarmas en diversas tarjetas y ver que se reciben correctamente. Pasar test a las tarjetas de la BTS.



6. PARTICIPANTES y TELEFONOS DE CONTACTO

| NOMBRE | TELÉFONO DE CONTACTO |
|---------------------------------------|----------------------|
| <i>Ingeniero 1 RF (RF- Z5)</i> | |
| Ingeniero 2 RF (RF- Z5) | |
| Ingeniero 3 RF (RF- IC) | |
| Ingeniero 4 RF Central(RF- IC) | |
| <i>Técnico 1 FN (FN- Z5)</i> | |
| Ingeniero Infraestr. Central (AC- IC) | |
| Ingeniero Acceso Central (AC- IC) | |
| (AC- IC) | |
| <i>Ingeniero Conmutación (OM- Z5)</i> | |
| Técnico BSS (OM- Z5) | |
| Técnico BSS (OM- Z5) | |

| APOYO SIEMENS | |
|---------------|----------------------|
| NOMBRE | TELÉFONO DE CONTACTO |
| (TAC2-SBS) | |
| (TAC2-SBS) | |
| (TAC2-SBS) | |

7. DOCUMENTACION DE REFERENCIA

- N° de Documento: OM/IN/41-98 “Pruebas a realizar en la FOA de BR3.7 de SBS de Siemens”..

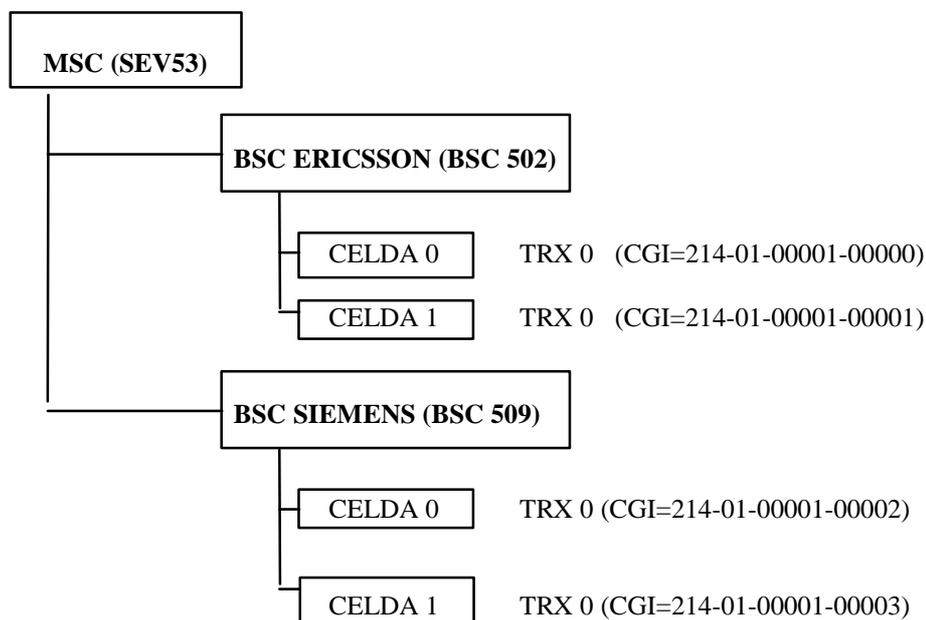
| |
|---|
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. |
| <i>Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</i> |



- Upgrade del sistema SBS/OMC-B de O/BR3.0/08 a O/BR37/04.
Autor: SIEMENS

Pruebas en Maqueta

Aunque el objetivo de este proyecto se enfoca hacia el funcionamiento conjunto de equipos Ericsson y Siemens en un entorno de tráfico real, se han realizado una serie de pruebas en maqueta para asegurar la correcta interrelación entre los equipos de ambos fabricantes antes de poner al aire las estaciones Siemens en la ciudad de Sevilla. Para estas pruebas los recursos necesarios, así como su interconexión, han sido los siguientes:



Se propuso la conexión de las dos BSC's a la misma MSC porque de esa manera se podía asignar a las estaciones SIEMENS el mismo LAC que tienen las de Ericsson.

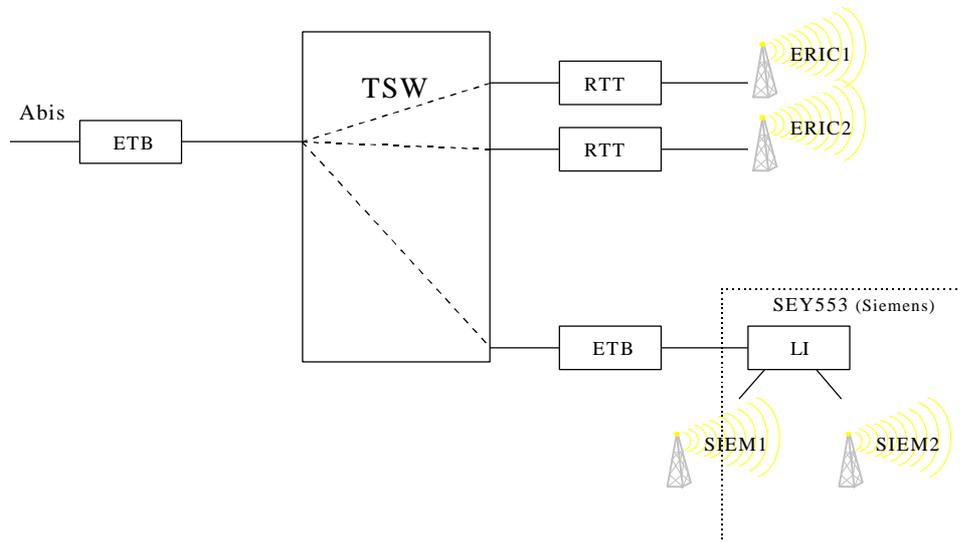


Conexión de BS60 en cascada de RBS200

Para poder aprovechar en los emplazamientos que se pueda la capacidad de la trama de 2Mbits en el interfaz Abis se propuso tratar de conectar una BS60 Siemens en cadena de una RBS200 Ericsson a través del TRI de la RBS200, actuando éste como conmutador y distribuyendo los intervalos de tiempo de la trama para la BTS Ericsson y para la Siemens.

El primer problema que se plantea es la configuración del puerto de la GMH de DXX del cual han de colgar las estaciones, ya que si queremos que compartan enlace, deben ir por DXX. Normalmente las BTS's Ericsson se configuran sin chequeo de redundancia cíclica (CRC). Sin embargo en las BTS's Siemens si se hace uso de este chequeo, configurando la PCMB de la BSC y la LI de la BTS con CRC4. Por tanto si queremos que compartan el enlace hemos de unificar la parametrización para un correcto funcionamiento del sistema. Para las pruebas se ha optado por configurar la PCMB de la BSC y la LI de la BTS sin CRC4. La parametrización por tanto del puerto de la GMH a utilizar, debe ser la que se usa siempre para Ericsson "MUAP".

Una vez que hemos elegido una parametrización uniforme, vamos a presentar una conexión posible de la red de pruebas preliminares. Por una parte entra la trama de 2Mbits procedente de un puerto de una GMH del DXX. Por el vienen intervalos de tiempo para voz y señalización para la estación Ericsson y para la Siemens. Estos intervalos de tiempo son distribuidos por el conmutador del TRI de la RBS200 que los distribuye tanto para los sectores de la BTS Ericsson (ERIC1 y ERIC2), como para los sectores de la BTS Siemens (SIEM1 y SIEM2). Las tarjetas interfaces de línea hacia las BTS's Ericsson se llaman RTT's, mientras que la tarjeta que conecta con la LI Siemens es otra ETB de salida.



La configuración que se presenta en la figura ha sido probada en maqueta funcionando correctamente y no detectándose ninguna alarma en la LI de la BTS Siemens. No obstante se plantearán pruebas en la red real en la que se comprobará el correcto funcionamiento del sistema.

Carga de software BR3.7/04 en BSC509

Una vez que se montó el esquema anterior se realizó el proceso de carga y activación de nuevo software a la BSC, BTSE y TRAU.

Hay que hacer notar que la totalidad del procedimiento de Upgrade tanto de la BSC, como de la BTSE y TRAU se realizó siguiendo el esquema propuesto en el punto 4.2. Por tanto todo el proceso de download de software y activación del mismo en la BTSE se ha hecho pasando por el TRI de la BTS Ericsson, no detectándose ningún problema de carga ni de funcionamiento.

Para conocer todo el proceso de Upgrade de software se puede consultar el procedimiento de Upgrade facilitado por Siemens "UPGRADE del SISTEMA SBS/OMC-B".



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 73 -

No obstante en la FOA de esta versión de software que se ha realizado en Canarias ha surgido un único problema que aún está pendiente de confirmar y que tiene que ver con dos TS's de un TRX que provocaban caída de llamadas.

Pruebas de estructuras jerárquicas

Hasta la fecha, el grupo de OM en colaboración con el grupo de RF ha realizado con éxito pruebas de desbordamiento de llamadas y jerarquización de celdas Siemens-Siemens, Siemens-Ericsson, Ericsson-Siemens.

Pruebas de cambio de parámetros de configuración de celdas

Se están llevando a cabo en la actualidad.

Calendario

Tras el upgrade del software de BSC509, BTSE y TRAU, el calendario de pruebas ha sido el que se describe en el siguiente cuadro. Los resultados de las pruebas realizadas hasta el momento han sido completamente satisfactorias.

Semana X

| Prueba | Participantes |
|--|--|
| <i>Pruebas de operación con LMT sobre SBS con BR-3.7/04.</i> | En OMC: Técns. OMC |
| <i>Configuración de los equipos y pruebas básicas de llamada y trasaso entre todas las celdas.</i> | En OMC: Técns. RF, OMC, BTS - Zona 5 Téc. TAC-2 |
| <i>Conexión de una BS60 a través de un TRI de RBS200.</i> | En OMC: Técns. OMC |
| <i>Asignación a celda peor en caso de congestión y definición de estructuras jerárquicas.</i> | En OMC: Técns. RF, OMC, BTS - Zona 5 Téc. TAC-2 |
| <i>Pruebas de estructuras jerárquicas.</i> | En OMC: Técns. RF, OMC, BTS - Zona 5 Téc. TAC-2 |

**Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.**

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Semana X+1

| | Prueba | Participantes |
|--|--|--|
| | <i>Pruebas de estructuras jerárquicas</i> | En OMC: Téc. RF, OMC, BTS - Zona 5 Téc. TAC-2 |
| | <i>Cambio de parámetros a través de CNA y ficheros de comandos. Aplicación a la definición de las diferentes configuraciones de funcionamiento</i> | En OMC: Téc. RF, OMC, BTS - Zona 5 Téc. TAC-2 |
| | <i>Cambio de parámetros a través de CNA y ficheros de comandos. Aplicación a la definición de las diferentes configuraciones de funcionamiento</i> | En OMC: Téc. RF, OMC, BTS - Zona 5 Téc. TAC-2 |
| | | |

**Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.**

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



“Informe de Conclusiones”

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 76 -

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| OBJETO. ANTECEDENTES | 78 |
| 1. RESULTADO DE LAS PRUEBAS | 78 |
| 1.1 PRUEBAS DE RADIOFRECUENCIA | 78 |
| <i>Pruebas en MAQUETA</i> | 78 |
| 1.1.1 Configuración de las celdas..... | 79 |
| 1.1.2. Descripción y resultado de las pruebas | 80 |
| 1.1.2.1 Traspaso normal por nivel de una celda Ericsson a una Siemens. | 80 |
| 1.1.2.2 Traspaso normal por nivel de una celda Siemens a una Ericsson. | 81 |
| 1.1.2.3 Asignación a celda peor entre celdas Ericsson..... | 81 |
| 1.1.2.4 Asignación a celda peor entre celdas Siemens. | 82 |
| 1.1.2.5 Asignación a celda peor entre una celda Ericsson y una Siemens. | 82 |
| 1.1.2.6 Asignación a celda peor entre una celda Siemens y una Ericsson. | 83 |
| 1.1.2.7 Traspaso de llamadas entre distintas jerarquías Siemens. | 83 |
| 1.1.2.8 Traspaso de llamadas entre distintas jerarquías Ericsson. | 86 |
| 1.1.2.9 Traspaso de llamadas entre celdas Ericsson de nivel 2 y celdas Siemens de prioridad 1. | 86 |
| 1.1.2.10 Traspaso de llamadas entre celdas Ericsson de nivel 2 y celdas Siemens de nivel 3..... | 87 |
| 1.1.2.11 Asignación a celda peor entre celdas Siemens y Ericsson con diferente prioridad. | 88 |
| <i>Pruebas en RED</i> | 88 |
| 1.1.3 Características Hardware | 90 |
| 1.1.3.1 Estaciones Ericsson..... | 90 |
| 1.1.3.2 Estaciones Siemens..... | 92 |
| 1.1.4 Características Software..... | 93 |
| 1.1.4.1 Prueba 1..... | 94 |
| 1.1.4.2 Cambios sobre la prueba 1..... | 96 |
| 1.1.4.3 Prueba 2..... | 97 |
| 1.1.4.4 Cambios sobre la prueba 2..... | 98 |
| 1.1.4.5 Prueba 3..... | 98 |
| 1.1.5. Resultados estadísticos..... | 99 |
| 1.1.5.1 Número de conexiones y de llamadas. | 99 |
| 1.1.5.2 Congestión en canal de tráfico..... | 101 |
| 1.1.5.3 Congestión en asignación..... | 102 |
| 1.1.5.4 Minutos de tráfico cursado. | 102 |
| 1.1.5.5 Número de handovers. | 103 |
| 1.1.5.6 Congestión en señalización. | 105 |
| 1.1.5.7 Llamadas cortadas..... | 106 |
| 1.2 PRUEBAS DE RED FIJA / ACCESO | 107 |
| 1.2.1 Solución adoptada..... | 107 |
| 1.2.1.1 Infraestructura | 107 |
| 1.2.1.2 Sistema radiante..... | 108 |
| 1.2.1.3 Equipamiento..... | 109 |
| 1.2.1.4 Alimentación | 110 |
| 1.2.1.5 Transmisión..... | 110 |
| 1.2.2 Descripción y resultados de las pruebas..... | 112 |
| 1.2.2.1 FNal001: Prueba del rectificador en vacío. | 112 |
| 1.2.2.2 FNal002: Prueba de las baterías. | 112 |
| 1.2.2.3 FNal003: Prueba de carga en corte prolongado..... | 113 |
| 1.2.2.4 FNal004: Prueba de alarmas del rectificador-baterías. | 113 |
| 1.2.2.5 FNal005: Comprobación del impacto térmico en la caseta. | 114 |

**Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.**

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 77 -

| | |
|--|-----|
| 1.2.2.6 FNtr001: Prueba de conexión de una BS_60 a un mininodo y a una ETB. | 114 |
| 1.2.2.7 FNtr002: Prueba de reinicialización de la BS_60 con corte de la transmisión. | 114 |
| 1.2.2.8 FNtr003: Prueba de conexión de una BS_60 a la DXU de una RBS_2000. | 114 |
| 1.3 PRUEBAS DE O&M..... | 115 |
| 1.3.1 Descripción y resultados de las pruebas..... | 115 |
| 1.3.1.1 OMtr001: Carga remota de una BS60 conectada en cascada a una RBS200 desde BSC. | 115 |
| 1.3.1.2 OMtr002: Bloqueo del TRI de RBS200 que controla a la BS60 que cuelga de ella. | 115 |
| 1.3.1.3 OMtr003: Alarmas de BER3 y BER6 de la BS60, con y sin CRC. | 116 |
| 1.3.1.4 OMtr004: Conexión en cadena RBS-2000 -- BS-60..... | 117 |
| 1.3.1.5 OMbd001: Integración de una nueva estación Ericsson. | 118 |
| 1.3.1.6 OMbd002: Integración de una nueva estación Siemens. | 119 |
| 1.3.1.7 OMbd003: Cambio masivo de parámetros de la red Ericsson con marcha atrás. | 119 |
| 1.3.1.8 OMbd004: Cambio masivo de parámetros en la red Siemens con marcha atrás. | 120 |
| 1.3.1.9 OMrf001: Pruebas de trasposos (handover) en una estructura de celdas jerarquizada... .. | 121 |
| 1.3.1.10 Omrf002: Pruebas de señalización..... | 121 |
| 1.3.1.11 OMFNtr001: Comprobación de la conexión de una BS60 a través del TRI de una RBS200. | 121 |
| 1.3.1.12 FNOMar002: Prueba de transmisión de alarmas externas. | 122 |
| 1.3.1.13 OMFNtr003: Activación de alarmas de tarjetas de BTSE. | 122 |
| 1.4 CALIDAD DE RED: Análisis de la señalización SS7..... | 122 |
| 1.4.1 Tráfico de señalización | 123 |
| 1.4.2 Comportamiento de la red de señalización | 125 |
| 2. CONCLUSIONES A PARTIR DE LAS PRUEBAS | 134 |
| 2.1 RADIOFRECUENCIA..... | 134 |
| 2.1.1 Cargas de parámetros en red..... | 135 |
| 2.1.2 Funcionalidades..... | 136 |
| 2.1.3 Estadísticas de red | 138 |
| 2.2 RED FIJA / ACCESO | 139 |
| 2.2.1 Infraestructura | 139 |
| 2.2.2 Alimentación..... | 140 |
| 2.2.3 Topología | 140 |
| 2.2 OPERACIONES Y MANTENIMIENTO | 143 |
| 2.2.1 Pruebas de Transmisión..... | 143 |
| 2.2.2 Pruebas de cambios de la Base de Datos..... | 144 |
| 2.2.3 Pruebas con RF-Signalización..... | 145 |
| 2.2.4 Pruebas comunes Red Fija/O&M | 146 |
| 2.2.5 Conclusiones Generales. Ventajas-Inconvenientes | 147 |
| ANEXO I: REGISTRO FOTOGRÁFICO | 148 |



OBJETO. ANTECEDENTES.

El presente documento tiene por objeto describir cuáles han sido los resultados de las pruebas llevadas a cabo en el contexto del Plan de Pruebas del proyecto “*Compatibilidad Ericsson/Siemens a nivel BSS (tráfico real) en Sevilla*”, así como presentar las conclusiones obtenidas a raíz de los mismos.

Los documentos anteriores relacionados con este proyecto son:

- 1.- Informe de evaluación inicial de impactos.
- 2.- Plan de pruebas.

1. RESULTADO DE LAS PRUEBAS

1.1 PRUEBAS DE RADIOFRECUENCIA

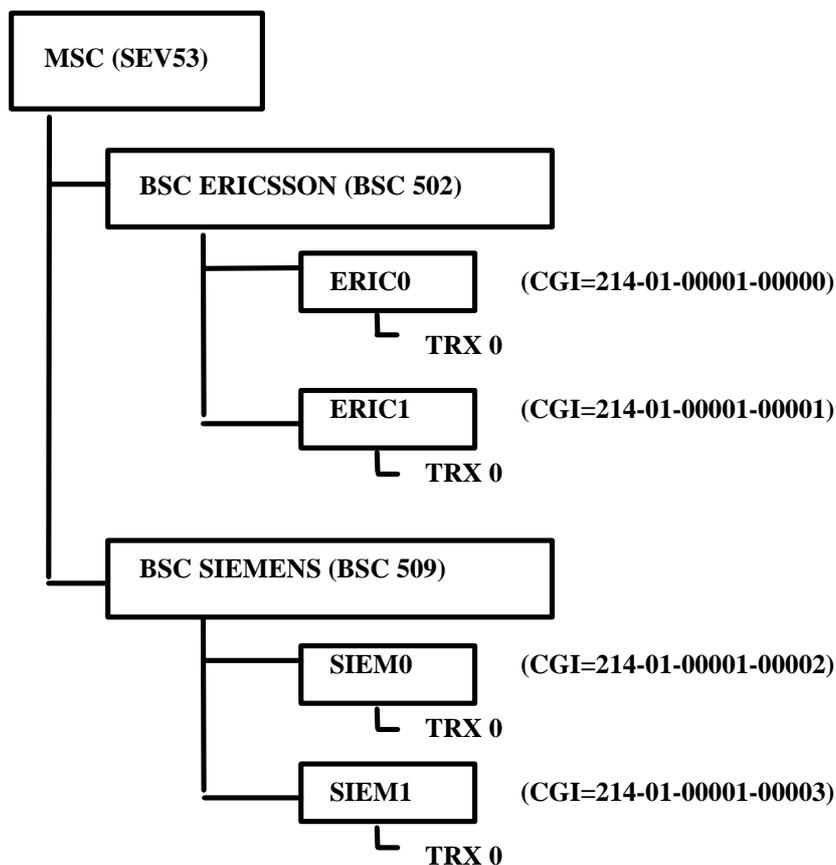
Pruebas en MAQUETA

Como continuación del documento del Plan de Pruebas, se presentan a continuación el resto de resultados obtenidos a partir de las pruebas en maqueta que se efectuaron en el OMC de Sevilla .



1.1.1 Configuración de las celdas

La configuración de celdas fue la presentada en el Informe del Grupo de Radiofrecuencia sobre el Proyecto de Compatibilidad Ericsson-Siemens en Sevilla, con fecha 10 de junio:



Se presentan a continuación las versiones de software de los elementos de red involucrados en las pruebas en maqueta:

BSC509: BR3.7 de Siemens.

BSC502: R6.1 de Ericsson.

Celdas Ericsson: R6.1.

MSC SEV53: R6.0 hasta día 22 de junio; R6.1 a partir de ese día.



OMC-B: BR3.0 de Siemens.

T-MOS: R6.1 hasta día 22 de junio; R6.2 a partir de ese día.

Se presentan seguidamente algunas características generales de las celdas implicadas en las pruebas. En algunos casos son parámetros irrelevantes, en cualquier caso, por haberse realizado las pruebas mediante modificación de los informes de medida enviados por el móvil:

a) Frecuencias:

Se eligieron para las pruebas los canales GSM de la banda que se encontraban menos interferidos en el lugar de las pruebas:

| Celda | BCCH | MBCCH's |
|--------------|------|----------------|
| ERIC1 | 80 | 80,102,112,124 |
| ERIC2 | 102 | 80,102,112,124 |
| SIEM1 | 112 | 80,102,124 |
| SIEM2 | 124 | 80,102,112 |

b) Otros parámetros de interés:

| Parámetro o funcionalidad | ERICSSON | SIEMENS |
|-------------------------------------|----------|----------|
| Potencia de salida de la BTS | 41 dBm | 47 dBm |
| Potencia máxima del móvil | 33 dBm | 33 dBm |
| Nivel de acceso mínimo idle | -102 dBm | -102 dBm |

1.1.2. Descripción y resultado de las pruebas

1.1.2.1 Traspaso normal por nivel de una celda Ericsson a una Siemens.

El objetivo de la prueba fue confirmar que los traspasos de llamada entre celdas de los dos sistemas se podían efectuar sin problemas, y que los parámetros de BSC y de celda tanto de Ericsson como de Siemens se encontraban definidos con sus valores correctos.

| |
|---|
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. |
| <i>Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</i> |



Resultado de la prueba: Satisfactorio. Los tiempos de realización de los handovers no son muy superiores a los necesarios en un handover entre celdas de un único sistema.

1.1.2.2 Traspaso normal por nivel de una celda Siemens a una Ericsson.

Se trató de una prueba similar a la anterior, para verificar que los handovers en el sentido contrario se podían realizar correctamente.

Resultado de la prueba: Satisfactorio.

1.1.2.3 Asignación a celda peor entre celdas Ericsson.

Consistió en una verificación de que los parámetros estaban correctamente definidos para la asignación de la llamada a una celda distinta de aquella en la que se inicia la llamada. Esta situación es especialmente útil en el caso de que la celda servidora esté congestionada. Para ello es necesario fijar, mediante el parámetro AWOFFSET, la máxima diferencia entre los niveles de señal de la celda servidora y de la celda peor para que se le pueda traspasar la llamada a ésta. También se necesita definir a unos valores concretos una serie de parámetros Ericsson, que se presentan a continuación:

Parámetros de celda:

| Parámetro | Valor |
|-----------|-------|
| AW | ON |
| SSRAMPSI | 1 |

Parámetros de BSC:

| Parámetro | Valor |
|-----------|-------|
|-----------|-------|

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



| | |
|-------|----|
| ASSOC | ON |
|-------|----|

Por supuesto, en todos los casos hay más parámetros implicados, pero sólo se hace aquí mención a los que varían de los estándar definidos a nivel general.

Resultado de la prueba: Satisfactorio.

1.1.2.4 Asignación a celda peor entre celdas Siemens.

El objetivo de la prueba fue el mismo que la descrita en el apartado 1.1.2.3. En Siemens la funcionalidad se llama Directed Retry, y funciona de forma similar al AW de Ericsson. La principal diferencia radica en que el nivel de señal que debe alcanzar la celda peor para recibir la llamada en situación de congestión de aquella en que se inicia la llamada es un valor absoluto, que viene dado por el parámetro FHORX, y no relativo en función del nivel de la servidora. Se presentan los parámetros que deben estar activados para que la funcionalidad se comporte de forma correcta:

Parámetros de BSC:

| Parámetro | Valor |
|--------------|-------|
| En_Forced_Ho | 1 |

Resultado de la prueba: Satisfactorio.

1.1.2.5 Asignación a celda peor entre una celda Ericsson y una Siemens.

Se trató de una prueba similar a las dos anteriores, pero en el caso de que la celda congestionada sea Ericsson y la siguiente mejor servidora sea Siemens, cumpliendo las condiciones marcadas por el AWOFFSET. También se probó la opción de tener una tercera celda Ericsson en buena situación para recibir la llamada, pero con menor nivel de señal que la Siemens, para comprobar si el sistema Ericsson discriminaba de alguna forma a ambas celdas.



Otra prueba efectuada consistió en configurar las dos celdas Ericsson como mejores servidoras, pero con todos sus TCH ocupados, y observar si se podía traspasar la llamada a la tercera mejor servidora, en esta ocasión una celda Siemens con algunos TCH libres.

Además de los parámetros presentados en la prueba descrita en el apartado 1.1.2.3, es necesario definir el siguiente parámetro de BSC en esta ocasión:

| Parámetro | Valor |
|-----------|-------|
| IBHOASS | ON |

Resultado de las pruebas: Satisfactorio.

1.1.2.6 Asignación a celda peor entre una celda Siemens y una Ericsson.

Consistió en una prueba similar a la descrita en el apartado 1.1.2.5, pero en la dirección contraria.

Además de la definición de parámetros de la prueba descrita en el apartado 1.1.2.4, es necesario definir el siguiente parámetro de BSC al valor que se presenta:

| Parámetro | Valor |
|-------------------|-------|
| En_Inter_SDCCH_Ho | 1 |

Resultado de las pruebas: Satisfactorio.

1.1.2.7 Traspaso de llamadas entre distintas jerarquías Siemens.

Con esta prueba se pretendió comprobar el funcionamiento del sistema de jerarquías de Siemens, para llegar a unas conclusiones comparándolo con la funcionalidad implementada por Ericsson.

La funcionalidad de jerarquías Siemens está integrada en la funcionalidad de handover de urgencia (tanto por nivel como por calidad).



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 84 -

De hecho, el umbral de discriminación por jerarquías (LEVTHR en Ericsson), es el LRXLD o umbral de handover de urgencia en Siemens.

La prueba consistió en definir una celda Siemens (SIEM1) con prioridad 1, y la otra (SIEM2) con prioridad 2. El umbral de seguridad se definió a -80 dBm, y el margen de handover en el sentido SIEM2-SIEM1, por las características de la funcionalidad de Siemens, se tuvo que definir al máximo, es decir, a -24 dB, siendo, en este caso, irrelevante en la otra dirección.

El parámetro BTS que es necesario activar es el siguiente:

| Parámetro | Valor |
|--------------------------|-------|
| EnableHierarchicalCellHo | 1 |

Resultado de las pruebas: La funcionalidad trabaja según las especificaciones Siemens.

Las principales diferencias en relación a la funcionalidad de Ericsson se presentan seguidamente:

1.- En el sistema Siemens, para que una celda de prioridad mayor pase la llamada a una celda de menor prioridad con un nivel de señal por encima del umbral, es imprescindible que se cumpla la siguiente condición:

$$\text{RxLev} \mid \text{SIEM1} - \text{RxLev} \mid \text{SIEM2} - \text{HO_MARGIN} > 0$$

Por ello es necesario fijar un valor del margen de handover muy negativo para que SIEM1 sea la servidora. El sistema tiene la limitación de que el valor más negativo que se puede definir es -24 dB.

2.- En el sistema Ericsson hay dos situaciones: una por encima del umbral LEVTHR de la celda de menor prioridad, y otra por debajo del mismo. En Siemens, debido al hecho de mezclar los conceptos de



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 85 -

handover de urgencia y jerarquías, hay también dos situaciones, pero diferenciadas no únicamente por el nivel de señal en el downlink de la celda de menor prioridad, sino también por su nivel de señal en el uplink y por su nivel de calidad en downlink y uplink, es decir, por las condiciones de urgencia.

3.- En cuanto a la situación por debajo del umbral, el sistema Ericsson permite traspasar la llamada desde una celda con prioridad inferior a una celda de prioridad o nivel superior, si su nivel de señal es mayor que el de la servidora, aunque haya otras celdas de igual o inferior prioridad con menor nivel. Esto no es posible en Siemens, sistema en el que, además, las celdas de menor prioridad traspasan siempre la llamada por debajo del umbral (handover de urgencia) a otras celdas que cumplan las condiciones del algoritmo de clasificación elegido.

Si no se configuran correctamente los parámetros radio, se puede llegar a una situación de “ping-pong” entre las celdas Siemens de prioridad 1; esta situación se puede dar cuando baje la señal de la servidora por debajo del umbral. En ese momento, la celda tenderá a soltar la llamada, y si no se han definido los parámetros de forma acertada, puede haber infinitos trasposos entre celdas Siemens. Hay dos formas de solucionarlo:

- a) Mediante el RANK0, definiendo el RxLev_Min(n) al nivel del umbral de handover de urgencia. El problema de esta configuración es que las celdas de prioridad 1 no servirían nunca por debajo de dicho umbral.
- b) Por medio del RANK1, definiendo el FHR_OFF(n) (o LEVONC(n) en otros documentos) de tal forma que $RxLevMin(n) + FHR_OFF(n)$ sea igual al umbral de urgencia (LRXLD o HOLOWTDL). Con ello se manda a las celdas de prioridad 1 al último lugar de preferencia de la lista, con el problema añadido de que si recibieran la llamada tenderían a soltarla enseguida.



1.1.2.8 Traspaso de llamadas entre distintas jerarquías Ericsson.

Esta prueba sirvió para definir los parámetros correctamente para que las dos celdas Ericsson de las pruebas pudieran funcionar según las especificaciones del sistema jerárquico Ericsson.

| Parámetro | Valor |
|-----------|-------|
| Level | 1 a 3 |

Además, interviene el LEVTHR y el LEVHYST, necesarios para definir el umbral de funcionamiento en régimen de jerarquías.

Resultado de las pruebas: La funcionalidad trabaja según las especificaciones Ericsson.

La ventaja que presenta respecto a Siemens es que, por debajo del umbral LEVTHR, no se funciona en condiciones de urgencia, y la comunicación se puede mantener en la celda de menor nivel o prioridad sin ningún problema.

1.1.2.9 Traspaso de llamadas entre celdas Ericsson de nivel 2 y celdas Siemens de prioridad 1.

El objetivo de la prueba fue comprobar el buen funcionamiento de los dos sistemas en jerarquías con la configuración micro-Siemens y macro-Ericsson, así como definir los parámetros más óptimos para las pruebas reales.

Para que celdas de los dos sistemas funcionen correctamente en un sistema de jerarquías, es necesario lo siguiente:

1. Definir el nivel o prioridad (LEVEL), así como el umbral de jerarquías (LEVTHR) de la celda Siemens en la BSC Ericsson.
2. Fijar de forma convencional los parámetros de la celda Ericsson.



3. Definir los parámetros normales de la celda Siemens, así como la prioridad de la celda Ericsson respecto a ella en la correspondiente relación de vecindad (PriorityLayerNeighbourCell).

Resultado de la prueba: El funcionamiento es correcto según las especificaciones de los dos sistemas.

El principal problema para hacer viable un sistema con celdas Siemens en prioridad 1 y otras Ericsson con nivel 2 es la diferente filosofía de funcionamiento de ambos sistemas. En Siemens, por debajo del LRXLD de una celda se está en situación de urgencia, y tiende a soltar la llamada en curso; ésto no ocurre en celdas Ericsson de la misma prioridad.

En cuanto a la definición de los parámetros Ericsson y Siemens:

- a) Se debe identificar el LRXLD de Siemens con el LEVTHR de Ericsson a la hora de definir la celda Siemens en la BSC de Ericsson, aun asumiendo que la definición de ambos parámetros es diferente.
- b) No es necesario definir un HO_MARGIN muy negativo entre la celda Siemens y la Ericsson, pues ello provenía de optimizar la transferencia de la llamada de una celda Siemens a otra con prioridad inferior.
- c) La forma de eliminar el posible “ping-pong” entre celdas de prioridad Siemens se puede evitar de la forma ya comentada, es decir, eliminando de la lista de vecinas las propias celdas Siemens por debajo de LRXLD (con RANK0), o dando a dichas celdas Siemens la última prioridad (con RANK1).

1.1.2.10 Traspaso de llamadas entre celdas Ericsson de nivel 2 y celdas Siemens de nivel 3.

En esta prueba se comprueba el comportamiento con macro-Siemens y micro-Ericsson, y se definen los parámetros más adecuados para las pruebas reales.



Resultado de la prueba: De nuevo, el funcionamiento es correcto según las especificaciones de los dos sistemas.

En cuanto a la definición de parámetros:

1. En esta ocasión, sí es necesario definir un HO_MARGIN muy negativo entre las celdas Siemens y las Ericsson para poder transferir la llamada de las primeras a las segundas por encima del LEVTHR de las Ericsson, siendo éstas peor servidoras.
2. La identificación de parámetros es la misma del apartado anterior, no existiendo en esta ocasión ningún peligro de “ping-pong”.

1.1.2.11 Asignación a celda peor entre celdas Siemens y Ericsson con diferente prioridad.

Es una comprobación totalmente necesaria para traspasar tráfico entre los dos sistemas en las pruebas reales, en inicio de llamada y en una situación de diferentes jerarquías.

Los parámetros necesarios son los presentados en las pruebas descritas en los apartados 1.1.2.5, 1.1.2.6, 1.1.2.9 y 1.1.2.10.

Resultado de la prueba: Satisfactorio.

En todos los casos de asignación de celda peor entre sistemas, el traspaso se realiza con rapidez, sin haberse notado un retraso notable en relación al tiempo que se tarda en una asignación a otra celda entre celdas del mismo sistema.

Pruebas en RED

Las pruebas consistieron en la puesta en servicio de tres emplazamientos trisectoriales Siemens situados en la misma localización que otras tres BTS Ericsson que ya formaban parte de la red con anterioridad.



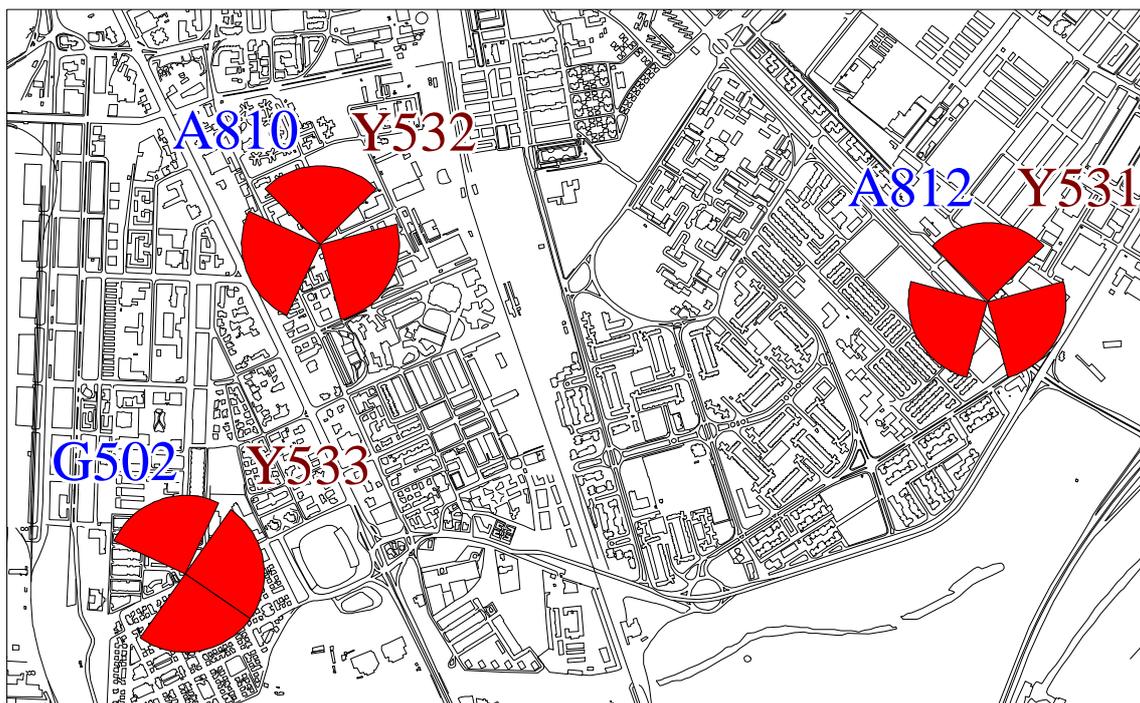
**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 89 -

Se pusieron al aire las nueve celdas Siemens integradas en el proyecto. Los emplazamientos integrados en el proyecto fueron los siguientes:

- a) a-812 de Ericsson e y-531 de Siemens, localizado en la Avenida de La Paz n° 117.
- b) a-810 de Ericsson e y-532 de Siemens, situado en la calle Cardenal Ilundáin n° 18.
- c) g-502 de Ericsson e y-533 de Siemens, en la Avenida de Reina Mercedes n° 65.

Se presenta a continuación un mapa a escala 1:20.000 de la zona donde se ha realizado el proyecto, con las estaciones implicadas.



Se presentan las características de las estaciones del proyecto:

**Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.**

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



1.1.3 Características Hardware

En todas las celdas Ericsson en los que la configuración inicial era de tres antenas por sector, se tomó como estándar eliminar la antena central, y reconfigurar una de las antenas originales de los laterales del sector como tx/rx con la ayuda de un duplexor externo.

Se puede observar que el número de trx's instalados y en servicio no es igual en todas las celdas. El objetivo de este hecho fue llegar a un dimensionamiento de la red similar al que ya existía, intentando no perder calidad de servicio. Es decir, se procedió a desactivar aquellos trx's que no suponían eliminar el frequency hopping sintetizado en ninguna de las celdas existentes. Para ello es necesario mantener activos, al menos, dos trx's.

También es importante reseñar que se pretendió conseguir que las celdas de los dos sistemas tuvieran una zona de cobertura similar. Para ello, se solicitaron a Siemens antenas que presentaran un patrón de radiación horizontal muy similar a las Ericsson; no fue posible, sin embargo, conseguir lo mismo con el patrón vertical, y se intentó reducir la diferencia mediante la modificación del downtilt, de tal forma que la suma de los downtilts eléctrico y mecánico sí coincidiera en todos los casos.

1.1.3.1 Estaciones Ericsson.

A-812

Se trata de una estación trisectorial, como todas las del proyecto, con las siguientes características hardware:

| | Sector 1 | Sector 2 | Sector 3 |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| Tipo de equipos | RBS-200 | RBS-200 | RBS-200 |
| Potenc. salida máx. | 47 dBm | 47 dBm | 47 dBm |
| Nº de trx's instalados | 2 | 2 | 2 |
| Nº de trx's en el aire | 2 | 2 | 2 |
| Etapas combinación | 1 | 1 | 1 |
| Nº de antenas | 2 | 2 | 2 |
| Posición antenas | Laterales del sector | Laterales del sector | Laterales del sector |
| Altura antenas sobre el nivel del suelo | 30 m | 30 m | 30 m |

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 91 -

| | | | |
|---------------------------|---------|---------|---------|
| Tipo de antenas | D03 | D02 | D02 |
| Orientación | 0° | 120° | 240° |
| Downt. (EDT\MDT) | (0°\3°) | (0°\4°) | (0°\4°) |
| Duplexor instalado | Sí | Sí | Sí |

A-810

Presenta la siguiente configuración:

| | Sector 1 | Sector 2 | Sector 3 |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| Tipo de equipos | RBS-200 | RBS-200 | RBS-200 |
| Potenc. salida máx. | 47 dBm | 47 dBm | 47 dBm |
| N° de trx's instalados | 2 | 3 | 3 |
| N° de trx's en el aire | 2 | 2 | 2 |
| Etapas combinación | 1 | 2 | 2 |
| N° de antenas | 2 | 2 | 2 |
| Posición antenas | Laterales del sector | Laterales del sector | Laterales del sector |
| Altura antenas sobre el nivel del suelo | 25.5 m | 28.5 m | 25.5 m |
| Tipo de antenas | D02 | D02 | D02 |
| Orientación | 0° | 120° | 240° |
| Downt. (EDT\MDT) | (0°\0°) | (3°\0°) | (3°\0°) |
| Duplexor instalado | Sí | Sí | Sí |

G-502

Tiene las características siguientes:

| | Sector 1 | Sector 2 | Sector 3 |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Tipo de equipos | RBS-200 | RBS-200 | RBS-200 |
| Potenc. salida máx. | 47 dBm | 47 dBm | 47 dBm |
| N° de trx's instalados | 4 | 3 | 2 |
| N° de trx's en el aire | 3 | 2 | 2 |
| Etapas combinación | 2 | 2 | 1 |
| N° de antenas | 1 | 2 | 2 |
| Posición antenas | Junto antena Siemens | Laterales del sector | Laterales del sector |
| Altura antenas sobre | 33 m | 33 m | 33 m |

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 92 -

| | | | |
|--------------------|---------|---------|---------|
| el nivel del suelo | | | |
| Tipo de antenas | D02P | D02 | D02 |
| Orientación | 80° | 170° | 340° |
| Downt. (EDT\MDT) | (4°\4°) | (0°\0°) | (0°\3°) |
| Duplexor instalado | Sí | Sí | Sí |

1.1.3.2 Estaciones Siemens.

Y-531

Esta fue su configuración hardware durante las pruebas:

| | Sector 1 | Sector 2 | Sector 3 |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| Tipo de equipos | BS-60 | BS-60 | BS-60 |
| Potenc. salida máx. | 47 dBm | 47 dBm | 47 dBm |
| Nº de trx's instalados | 1 | 1 | 1 |
| Nº de trx's en el aire | 1 | 1 | 1 |
| Etapas combinación | 1 | 1 | 1 |
| Nº de antenas | 1 | 1 | 1 |
| Posición antenas | Entre antenas Ericsson | Entre antenas Ericsson | Entre antenas Ericsson |
| Altura antenas sobre el nivel del suelo | 30 m | 30 m | 30 m |
| Tipo de antenas | D02P | D02P | D02P |
| Orientación | 0° | 120° | 240° |
| Downt. (EDT\MDT) | (6°\3°) | (6°\2°) | (6°\2°) |
| Duplexor instalado | Sí (DUCOM 2:1) | Sí (DUCOM 2:1) | Sí (DUCOM 2:1) |

Y-532

Presentó la siguiente configuración:

| | Sector 1 | Sector 2 | Sector 3 |
|---|----------|----------|----------|
| Tipo de equipos | BS-60 | BS-60 | BS-60 |
| Potenc. salida máx. | 47 dBm | 47 dBm | 47 dBm |
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. | | | |
| <i>Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</i> | | | |



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 93 -

| | | | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| Nº de trx's instalados | 1 | 1 | 1 |
| Nº de trx's en el aire | 1 | 1 | 1 |
| Etapas combinación | 1 | 1 | 1 |
| Nº de antenas | 1 | 1 | 1 |
| Posición antenas | Entre antenas Ericsson | Entre antenas Ericsson | Entre antenas Ericsson |
| Altura antenas sobre el nivel del suelo | 25.5 m | 28.5 m | 25.5 m |
| Tipo de antenas | D02P | D02P | D02P |
| Orientación | 0° | 120° | 240° |
| Downt.(EDT\MDT) | (4°\ -4°) | (6°\ -3°) | (6°\ -3°) |
| Duplexor instalado | Sí (DUCOM 2:1) | Sí (DUCOM 2:1) | Sí (DUCOM 2:1) |

Y-533

Estas fueron sus características durante el proyecto:

| | Sector 1 | Sector 2 | Sector 3 |
|---|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Tipo de equipos | BS-60 | BS-60 | BS-60 |
| Potenc. salida máx. | 47 dBm | 47 dBm | 47 dBm |
| Nº de trx's instalados | 1 | 1 | 1 |
| Nº de trx's en el aire | 1 | 1 | 1 |
| Etapas combinación | 1 | 1 | 1 |
| Nº de antenas | 1 | 1 | 1 |
| Posición antenas | Junto antena Ericsson | Entre antenas Ericsson | Entre antenas Ericsson |
| Altura antenas sobre el nivel del suelo | 33 m | 33 m | 33 m |
| Tipo de antenas | D02P | D02P | D02P |
| Orientación | 80° | 170° | 340° |
| Downt. (EDT\MDT) | (4°\ -4°) | (4°\ -4°) | (6°\ -3°) |
| Duplexor instalado | Sí (DUCOM 2:1) | Sí (DUCOM 2:1) | Sí (DUCOM 2:1) |

1.1.4 Características Software

Las características variaron con las distintas pruebas que se realizaron. Se describen a continuación:

| |
|---|
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. |
| <i>Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</i> |



APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS

Página - 94 -

1.1.4.1 Prueba 1.

En la siguiente tabla se muestran las características comunes a todos los emplazamientos:

| Parámetro o funcionalidad | ERICSSON | SIEMENS |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Jerarquía de celdas | 2 | 2 |
| Nivel de acceso mínimo idle | -102 dBm | -92 dBm |
| Margen o histéresis de HO | 3 dB en todos los casos | 3 dB en todos los casos |
| CCHPWR=MSTXPWR | 33 dBm | ----- |
| MTPWRCCH | ----- | 5 (33 dBm) |
| Control Potencia BTS | No | No |
| Control Potencia MS | Sí | Sí |
| DTX Downlink | Sí | No |
| DTX Uplink | Sí | No |
| AW | Activo con AWOFFSET=10 | ----- |
| Directed Retry | ----- | Activo con RXLEVMIN+FHORX=18 |
| QLIMDL, QLIMUL | 55 (5.5 de calidad media) | ----- |
| LRXQD,LRXQU | ----- | 5 |
| Margen para BCCH | 100 a 124 | 100 a 124 |
| Margen para hopping | 75 a 99 (hop. sintetizado) | Sin hopping |
| Frecuencias de medida | 100 a 124 | BCCH celdas vecinas |

El principal objetivo de la prueba fue comprobar el funcionamiento correcto de una red con celdas de los dos sistemas trabajando con la misma prioridad (también conocido como nivel o jerarquía).

El nivel de acceso mínimo en idle en las celdas Siemens tuvo que ser restringido para evitar los problemas de congestión SDCCH que se podían presentar, debido a la limitación de 8 canales SDCCH que se pueden definir, como máximo, por trx.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 95 -

La activación del AW y del Directed Retry sirvió para evitar problemas de congestión en asignación en celdas de ambos sistemas.

En cuanto a las características particulares de cada emplazamiento:

a) Potencia de salida de equipo

Las celdas se dimensionaron para una potencia de salida máxima del móvil de 33 dBm. El hecho de existir una etapa más de combinación en las celdas Ericsson con más de dos trx's instalados obliga a aumentar la potencia de salida de equipo para mantener balanceado el enlace.

| Parámetro | Celdas Ericsson con más de 2 trx | Celdas Ericsson con 2 trx | Celdas Siemens |
|--------------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------|
| BSPWRB,T PWRRED | 47 dBm ----- | 43 dBm ----- | ----- 2 (~43 dBm) |

b) Area de localización

Se siguió el patrón de áreas de localización existente en Sevilla, de tal forma que no hubiera celdas del mismo emplazamiento situadas en diferentes LAC's. A ello contribuyó que las BSC's 509 y 502 se encontraran en la misma MSC. Los tres emplazamientos ya se encontraban previamente en frontera entre distintos LAC's.

| Parámetro | a812 -y531 | a810 - y532 | g502 - y533 |
|-----------|------------|-------------|-------------|
| LAC | 53022 | 53022 | 53021 |

c) Frecuencias

Los márgenes para BCCH y para frequency hopping siguieron el estándar ya presentado. En relación al plan que estaba implementado en Sevilla, se tuvo que ampliar el margen de frecuencias para BCCH, que era de 103 a 124 en toda la ciudad; igualmente fue necesaria la reducción del margen de frecuencias de hopping, que anteriormente era de 75 a 102. Todo ello conllevó una serie de cambios de BCCH y frecuencias de hopping no

| |
|---|
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. |
| <i>Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</i> |



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 96 -

sólo en celdas incluídas en el proyecto, sino también en otras del entorno cercano al estudio.

Una de las principales limitaciones para las conclusiones del estudio fue precisamente el hecho de trabajar en la banda de 900 MHz, con la dificultad que conlleva la integración de 9 nuevas celdas con sus respectivos BCCH en una ciudad con mucho tráfico.

Se muestran en la siguiente tabla las frecuencias con la que se pusieron las celdas al aire:

| Celda | BCCH Ericsson | Hopping Ericsson | BCCH Siemens |
|-----------------|---------------|------------------|--------------|
| a812s1 / y531s1 | 117 | 76-81-86-90 | 124 |
| a812s2 / y531s2 | 104 | 84-87-79-94 | 102 |
| a812s3 / y531s3 | 119 | 83-93-96-98 | 108 |
| a810s1 / y532s1 | 114 | 78-81-84-91 | 105 |
| a810s2 / y532s2 | 111 | 80-85-95-97 | 103 |
| a810s3 / y532s3 | 120 | 75-79-82-86 | 107 |
| g502s1 / y533s1 | 122 | 77-88-92-97 | 100 |
| g502s2 / y533s2 | 105 | 78-82-85-94 | 124 |
| g502s3 / y533s3 | 116 | 76-83-89-95 | 102 |

1.1.4.2 Cambios sobre la prueba 1.

Fueron los siguientes:

Nivel de acceso mínimo en idle en celdas Siemens

Debido a problemas de congestión en SDCCH, se tuvo que restringir aún más el inicio de llamadas en algunas de las celdas Siemens del proyecto. Estos fueron los valores que se dejaron tras el cambio:

| |
|---|
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. |
| <i>Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</i> |



| Celda | RxLevMin |
|------------|----------|
| y531s1,2,3 | -92 dBm |
| y532s1,2,3 | -86 dBm |
| y533s1,2,3 | -80 dBm |

Histéresis o margen de handover entre celdas co-site

Fue necesario aumentar su valor entre las celdas de diferentes sistemas pero situadas en el mismo emplazamiento físico, para reducir el número de handovers entre ellas. Se puso su valor a 8 dB en todos los casos.

Cambio de BCCH

Se rotaron los BCCH de las celdas g-502s2 e y-533s2 (co-site), por problemas de calidad en el downlink en la celda Siemens.

Aumento de SDCCH en algunas celdas Ericsson

Debido a la necesidad de forzar a que la mayoría de las llamadas se originaran en celdas Ericsson, junto a la situación de las celdas (frontera de LAC's) se llegó a una tasa de congestión en SDCCH algo elevada en algunas celdas Ericsson. Por ello se definieron 8 nuevos canales SDCCH en las celdas g-502s2 y a-812s1.

Umbral de handover de urgencia por calidad en Siemens

Se puso el $LRXQD=LRXQU=4$ en la y-533s2, para forzar el handover de urgencia por calidad a otras celdas si la mala calidad persistía con el nuevo BCCH seleccionado.

1.1.4.3 Prueba 2.

En la siguiente tabla se muestran los principales parámetros o características que sufrieron cambio:

| |
|---|
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. |
| <i>Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</i> |



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 98 -

| Parámetro o funcionalidad | ERICSSON | SIEMENS |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Jerarquía de celdas | 2 (sin cambio) | 1 |
| LRXQD,LRXQU | ----- | 4 |
| LRXLD,LRXLU | ----- | 40 (unidades GSM) |
| Tipo de clasificación | ----- | RANK0 |
| handover urgencia | | |
| Margen o histéresis de HO | 3 dB en todos los casos | 3 dB en todos los casos |

El objetivo de la prueba fue hacer un estudio del funcionamiento de un sistema con celdas Siemens trabajando como microceldas en relación a las Ericsson. Sería una de las configuraciones más lógicas para una red dual.

1.1.4.4 Cambios sobre la prueba 2.

Activación del DTX en el uplink en las celdas Siemens

Este cambio fue efectuado para observar su influencia en las estadísticas, principalmente en las caídas por señal.

Cambio de clasificación del handover de urgencia

Como ya se describió en las pruebas en maqueta, se puede producir un “ping-pong” indeseado entre celdas Siemens con la configuración de la prueba 2. El siguiente paso fue reducir su efecto, enviando al final de la lista de las candidatas a recibir un handover de una celda Siemens al resto de celdas de este sistema. Para ello fue necesario modificar los siguientes parámetros:

| Parámetro | Valor |
|--|-------|
| Tipo de clasificación handover urgencia | RANK1 |
| LEVONC | 31 dB |

1.1.4.5 Prueba 3.

| |
|---|
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. |
| <i>Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</i> |



Los cambios implementados fueron los siguientes:

| Parámetro o funcionalidad | ERICSSON | SIEMENS |
|--|------------------------------|-------------------------------|
| Jerarquía de celdas | 2 | 3 |
| BCCH | Rotación con Siemens co-site | Rotación con Ericsson co-site |
| BSIC | Rotación con Siemens co-site | Rotación con Ericsson co-site |
| Margen o histéresis de HO | 3 dB en todos los casos | -24 dB con celdas Ericsson |
| LEVTHR | -80 dBm | ----- |
| LEVHYST | 2 dB | ----- |
| RxLevMin (vecinas) | ----- | -80 dBm con celdas Ericsson |
| LRXLD, LRXLU | ----- | -110 dBm |
| LRXQD,LRXQU | ----- | 5 |
| Tipo de clasificación handover urgencia | ----- | RANK0 |

En esta configuración, las celdas Siemens trabajaron como macroceldas en relación a las Ericsson, absorbiendo tráfico únicamente cuando las celdas Ericsson bajaran de su umbral LEVTHR.

También se aprovechó para hacer un cambio masivo de BCCH's y BSIC's, para comprobar el tiempo de ejecución del CNA, del fichero de comandos FIOL y del fichero de comandos Siemens implicados.

1.1.5. Resultados estadísticos

En este apartado se evalúan todas las pruebas mediante el análisis de los indicadores estadísticos que proporcionan diariamente las BSC's.

En las gráficas se van a analizar los resultados correspondientes a los distintos sistemas para poder comparar mejor los efectos de las diferentes configuraciones. También se indican mediante barras verticales los distintos cambios que se realizaron durante el período de pruebas, ya descritos en los apartados anteriores.

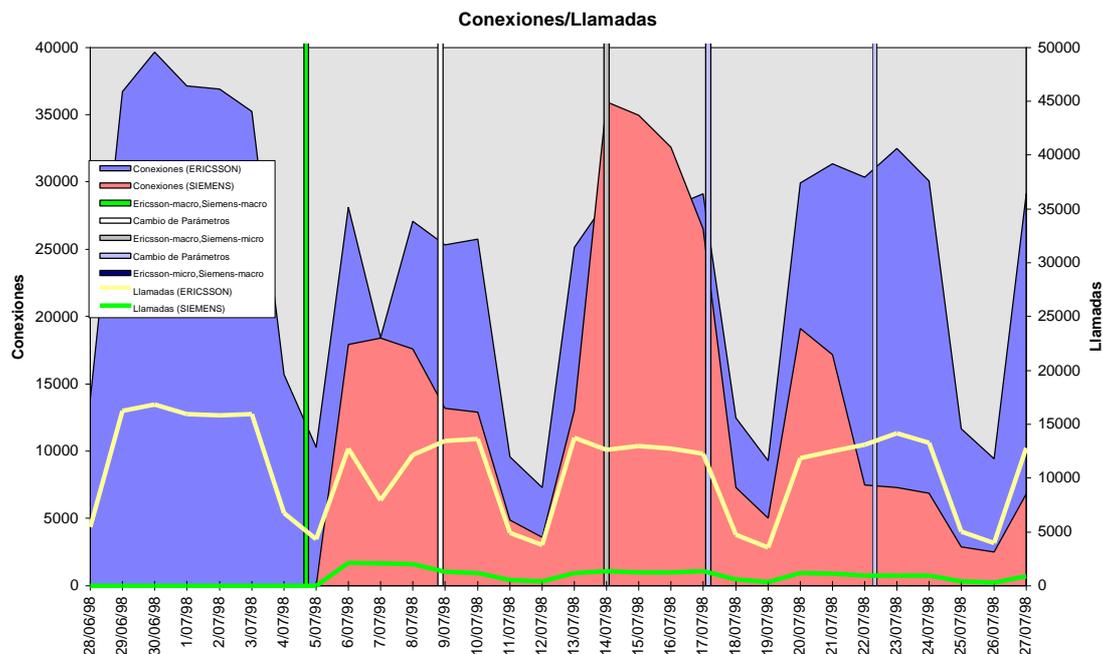
1.1.5.1 Número de conexiones y de llamadas.



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 100 -

En primer lugar se presenta una gráfica donde se representan las llamadas y las conexiones de tráfico (suma de llamadas más handovers) que se efectuaron para cada sistema durante el periodo de observación:



Como datos significativos se pueden destacar los siguientes:

- El tráfico a nivel de conexiones se repartió prácticamente por igual, teniendo en cuenta que la capacidad de tráfico Siemens era mucho menor que en Ericsson.
- Después del primer cambio de parámetros, se puede apreciar una disminución de conexiones y de llamadas en el sistema Siemens que nos ayudó a disminuir el tiempo de congestión.
- Una vez que se aplicó la configuración con las celdas Siemens actuando como microceldas, se incrementó de manera muy acusada el número de conexiones en Siemens, mientras que el número de llamadas permaneció prácticamente igual. Este fenómeno es debido al efecto “ping-pong” que se produce en las celdas Siemens cuando se sitúan por debajo del umbral, si no se definen correctamente los parámetros, y debido a la filosofía Siemens en la funcionalidad de celdas jerarquizadas.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

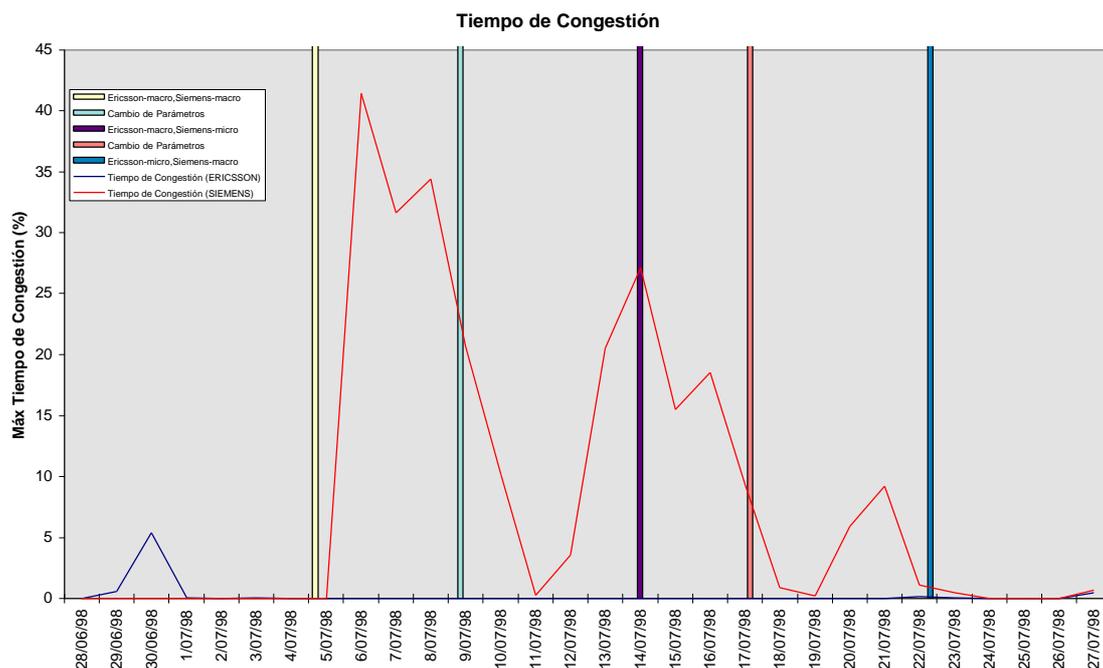
Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



- Modificando parámetros, se consiguió que este efecto desapareciese como se puede apreciar en la disminución de conexiones después del cambio.
- En la configuración con las celdas Ericsson actuando como microceldas se puede ver que el número de conexiones aumentó en Ericsson, mientras que disminuyó en Siemens (tal y como era de esperar).

1.1.5.2 Congestión en canal de tráfico.

Se representa en la siguiente gráfica el porcentaje de tiempo, en la hora cargada, durante el cual todos los canales de tráfico estuvieron ocupados en celdas Siemens:

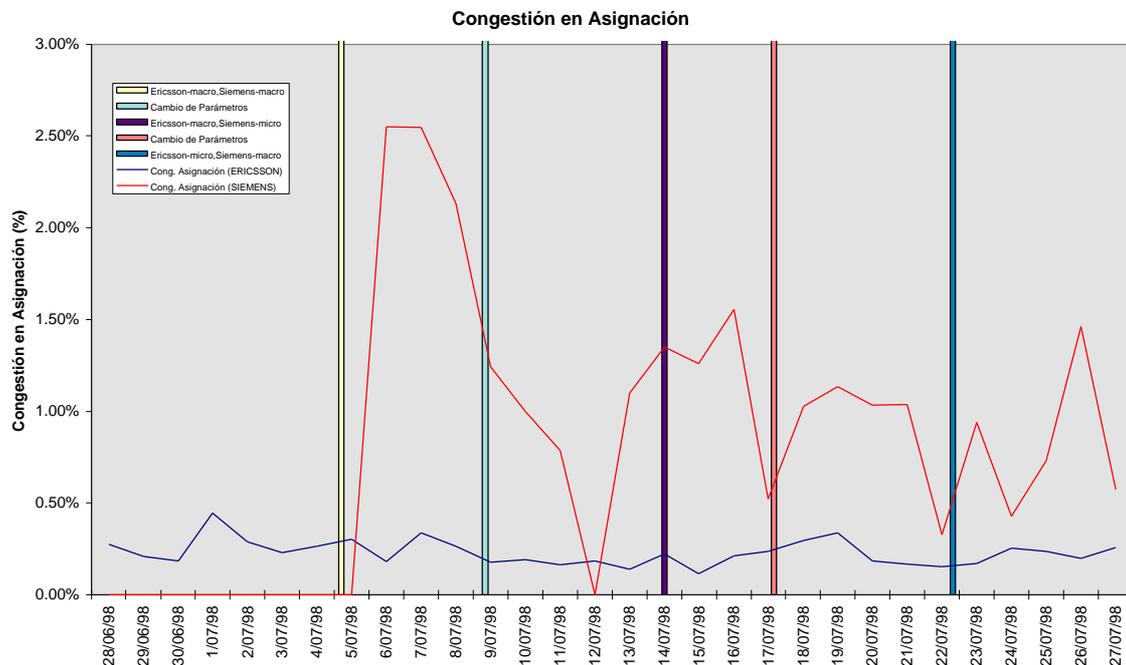


Se puede apreciar que el tiempo de congestión fue bastante alto durante la configuración en la que las celdas no estaban jerarquizadas, y también durante la configuración Siemens como micro antes de cambiar los parámetros de manera que desapareciese el efecto “ping-pong” (aunque en menor medida).



1.1.5.3 Congestión en asignación.

De todas maneras, se puede comprobar en la siguiente gráfica que no tuvo efectos negativos para los usuarios, ya que las funcionalidades de asignación a celda peor funcionaron bien en los dos sistemas.



La congestión en asignación o bloqueo se calcula a partir de la diferencia entre intentos de llamadas y llamadas realizadas en cada sistema, y por lo tanto no sólo estaríamos hablando de llamadas bloqueadas por falta de recursos, sino también por otras causas, como caídas en señalización, que podrían incrementar esta tasa. Según esto, salvo en la primera configuración (sin ajustar parámetros) el bloqueo en Siemens no superó en ningún momento el 1.5%.

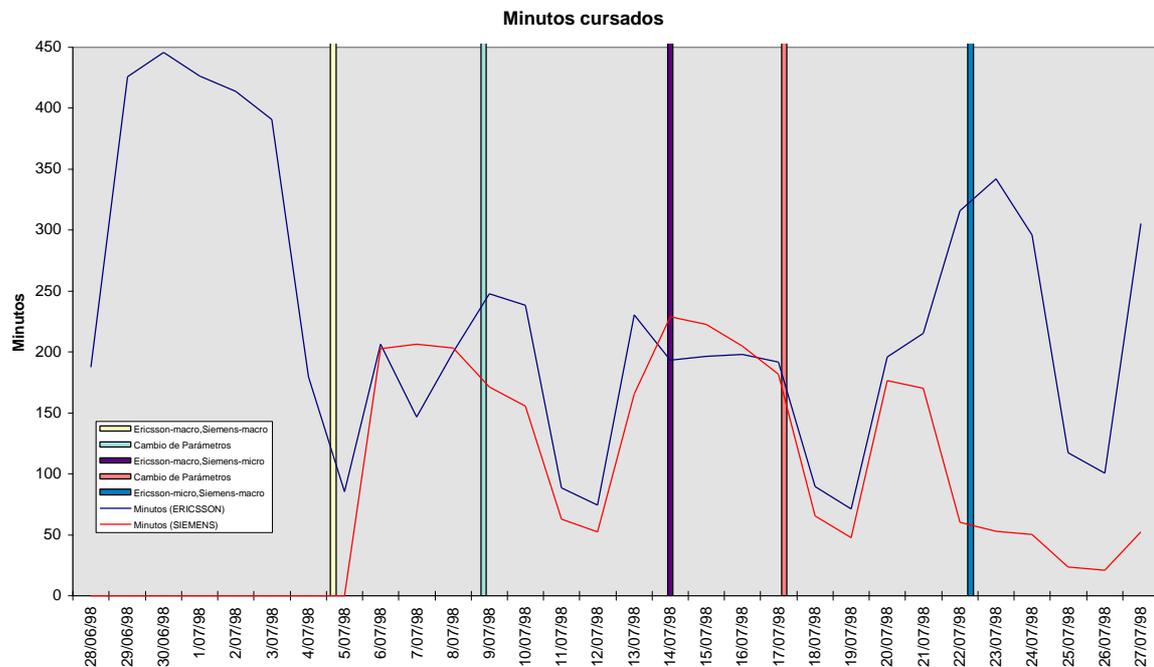
1.1.5.4 Minutos de tráfico cursado.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



Para observar cómo se ha distribuido el tráfico entre los dos sistemas el parámetro más adecuado es el tiempo de ocupación de los canales, que se ha medido en minutos de tráfico cursados.



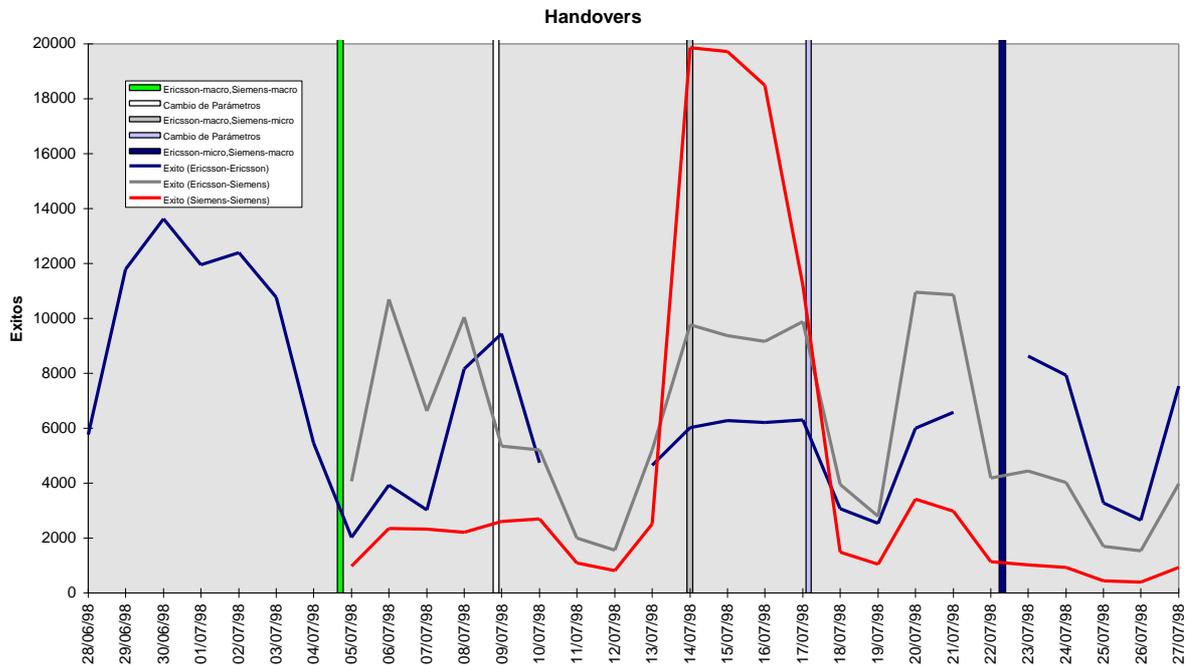
Según esta gráfica el tráfico en minutos fue prácticamente el mismo salvo en la última configuración (Ericsson como microcelda), en la que el sistema Ericsson, al tener mayor capacidad, cedió pocas conexiones al otro sistema.

1.1.5.5 Número de handovers.

Otro parámetro interesante para ver cómo ha funcionado una red jerarquizada son los handovers que se realizaron entre las distintas jerarquías.



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**



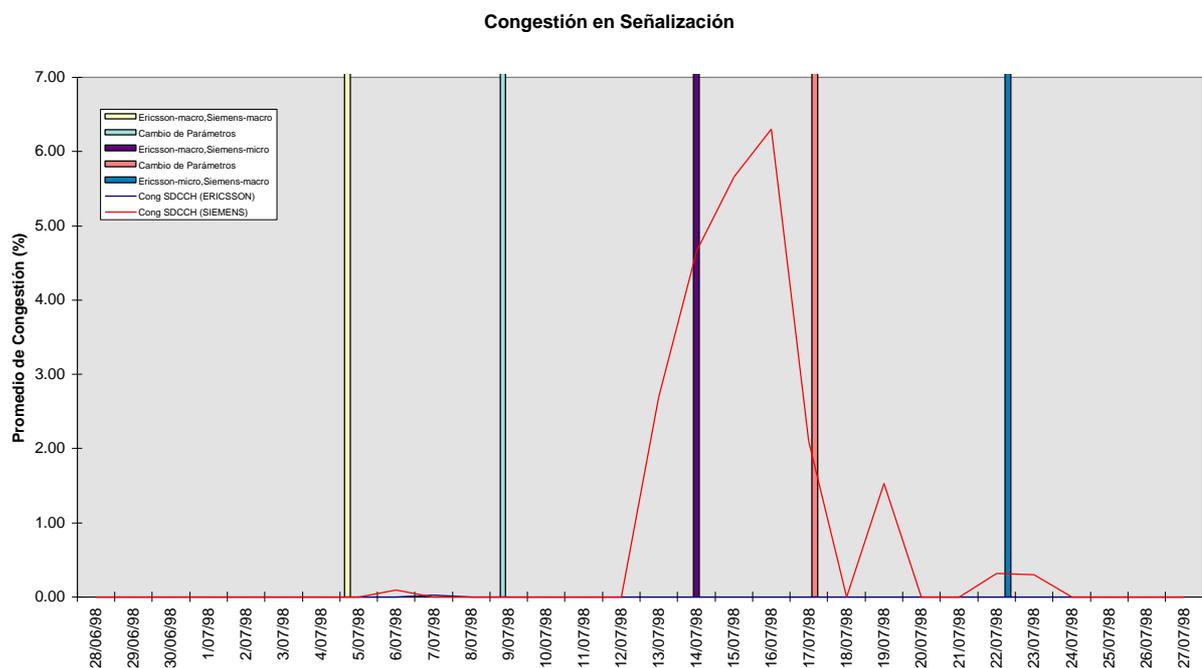
Se puede observar lo siguiente:

- Durante la configuración en la que las celdas de los dos sistemas trabajaron en la misma jerarquía, predominan los handovers Ericsson-Siemens debido a que la mayor parte de las llamadas se iniciaron en las celdas Ericsson, siendo en general las Siemens las que servían mejor por el diagrama de radiación de las antenas utilizadas.
- Al implementarse la configuración Siemens-micro, y debido al “ping-pong” comentado, se incrementaron los handovers Siemens-Siemens, hasta que fueron cambiados los parámetros que conseguían parar este efecto.
- Por último, en la configuración Ericsson-micro, el número de handovers Ericsson-Ericsson predominó sobre el resto debido a que la mayoría del tráfico se cursó en las celdas de este sistema.



1.1.5.6 Congestión en señalización.

Una de las preocupaciones de este proyecto era la congestión en señalización, ya que las celdas Siemens tenían muy pocos recursos para poder absorber todo el tráfico en señalización que se podía esperar. Sin embargo una acertada elección de parámetros, que obligaba a empezar las llamadas en Ericsson, consiguió resolver el problema como se puede apreciar en la siguiente gráfica.

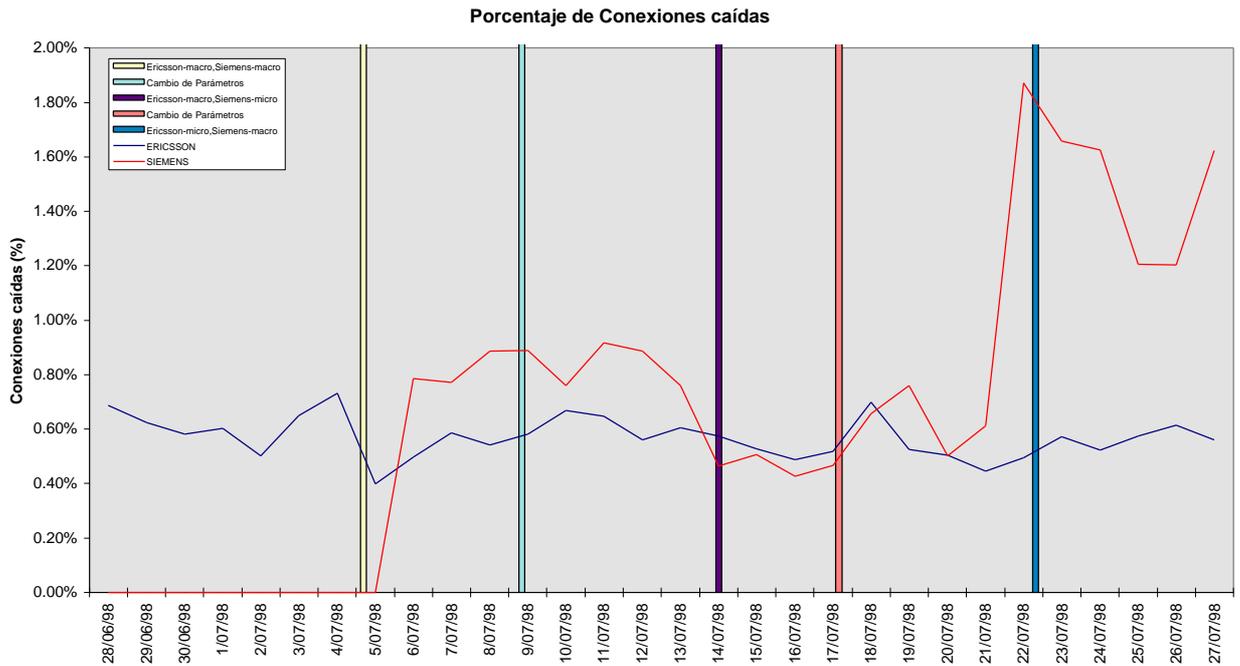


Solamente se apreció esta congestión durante la fase primera de la configuración Siemens como micro. Esto fue debido a que las llamadas que pasaban a celdas Siemens no volvían a celdas Ericsson, sino que iban a otras celdas Siemens; debido al período de reelección de celda en idle, más largo en la zona de las pruebas por la gran cantidad de BCCH's presentes, se iniciaban más llamadas en las propias celdas Siemens. Una vez que se solucionó el problema de “ping-pong”, la congestión en señalización prácticamente desapareció.



1.1.5.7 Llamadas cortadas.

Por último, se puede observar el porcentaje de llamadas caídas o cortadas antes y durante el proyecto.



La situación fue muy diferente en cada una de las fases:

- El porcentaje de conexiones cortadas con las celdas de los dos sistemas funcionando en la misma jerarquía fue mayor en Siemens por la limitación de trabajar con un sólo trx, con los problemas de calidad que conlleva.
- Con la configuración Siemens-micro, y debido al incremento de los handovers Siemens-Siemens, el número de conexiones aumentó de forma apreciable, reduciéndose el porcentaje de ellas que se cortó.
- En cuanto a la configuración Siemens-macro, se incrementó el porcentaje de conexiones cortadas en celdas Siemens debido a dos razones:
 - trabajaron la mayor parte del tiempo con niveles de señal bajos (por debajo del umbral de jerarquías Ericsson).



- el número de conexiones se redujo con las celdas en configuración macro, con la definición de parámetros que se realizó.
- El porcentaje de caídas en celdas Ericsson no varió apreciablemente durante todo el proyecto.

1.2 PRUEBAS DE RED FIJA / ACCESO

1.2.1 Solución adoptada

Las soluciones adoptadas han sido las siguientes:

1.2.1.1 Infraestructura

Las modificaciones por parte del Departamento de Construcción en la infraestructura de los emplazamientos, han sido:

- 1.- Sustitución del fusible del interruptor portafusible IF-3 “reserva” por otro de 16 A.
- 2.- Instalación de una manguera butílica de 3x2,5 mm². (fase+neutro+tierra) desde el IF-3 hasta la zona replanteada para instalación del bastidor de alimentación.
- 3.- Instalación de un latiguillo de tierra de 35 mm². desde la línea principal de tierra hasta el lugar destinado para la instalación del nuevo bastidor radio.
- 4.- Cambio de ubicación del ventilador en los casos que pueda instalarse en la rejilla de ventilación, y en los que no es posible en ese lugar se cambia de modelo y de respeta el lugar anterior.
- 5.- Instalación de un nuevo pasamuros en el lugar original del ventilador, para los nuevos coaxiales.



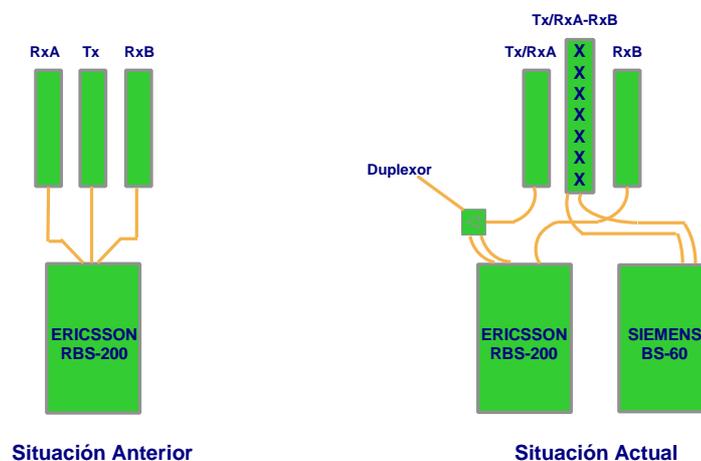
6.- Instalación de un nuevo camino de cables por el exterior de la caseta desde el nuevo pasamuros hasta el recorrido existente, para el soporte de los nuevos coaxiales.

7.- Desmontaje del escritorio. En algunos emplazamientos, el repartidor digital es del tipo benjamín, y se encuentra instalado en el escritorio: para desmontar éste, es necesario reubicar el repartidor benjamín, para lo que en la mayoría de estos casos es necesario un corte de la estación de 1 minuto aproximadamente.

1.2.1.2 Sistema radiante

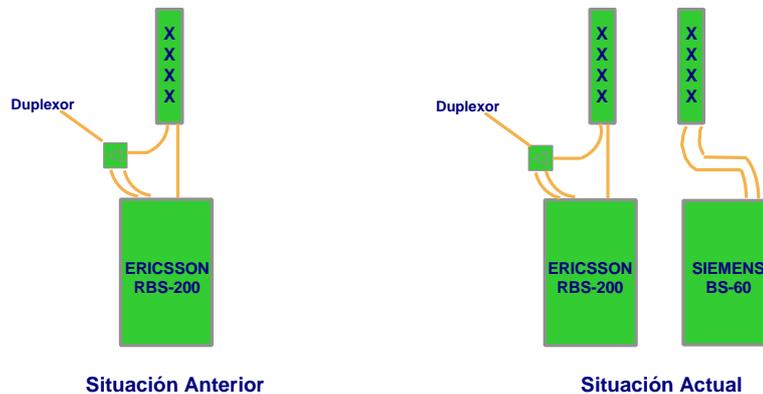
Se han realizado modificaciones en el sistema radiante existente, para poder instalar las nuevas antenas. Para ello, se diferencian actuaciones en los casos que nos encontramos con tres antenas por sector y una antena crosspolar por sector.

En el primer caso, se instalaron duplexores de interior, de Ericsson, para tener duplexadas la transmisión y la recepción A de cada sector; ambas señales pasaron a transmitirse a la antena A, no variando la antena B. Ahora, la antena central queda inutilizada y tras desmontarla, deja libre una estructura para instalar la nueva crosspolar:





En el caso de tener una antena crosspolar existente, se ha modificado el soporte de la misma para instalar la nueva:



1.2.1.3 Equipamiento

El equipamiento instalado es un bastidor BS_60 de Siemens, con dimensiones ancho: 600, alto: 1600 y profundo: 450 mm., en cada Emplazamiento. Dicho equipo permite hasta seis TRX's, hasta tres sectores y hasta cuatro TRX's por sector, por lo que si se requiere una configuración con mayor capacidad, será necesario la instalación de un segundo bastidor del mismo tipo. En una primera fase no será necesario, ya que la configuración para DCS-1800 será la mínima, aunque sí a corto-medio plazo se prevee un aumento de necesidades en esta banda de trabajo, y por consiguiente una necesidad de aumentar los canales.

Para la instalación del nuevo equipamiento, ha sido necesario la adecuación de espacio existente en la caseta, gracias al desmontaje del escritorio y traslado del repartidor benjamín de 2 Mbps. existente a otra situación.



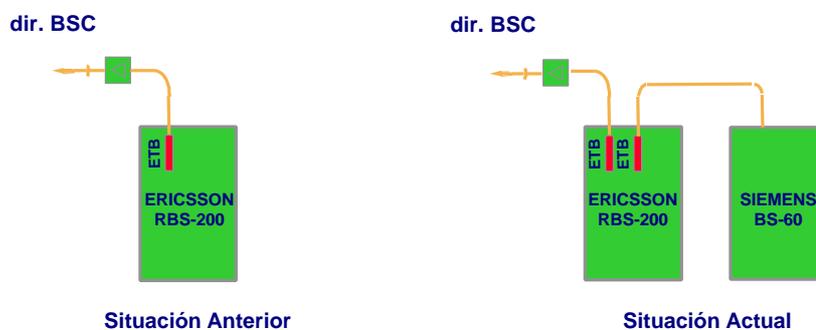
1.2.1.4 Alimentación

La alimentación ha sido resuelta fabricando un bastidor para un rectificador por parte de Enerdata, que está alimentado desde el cuadro general de distribución a través del IF-3.

Esta solución no va a permitir tomar datos extrapolables a un despliegue, ya que el bastidor es provisional y difiere del que se instalará definitivamente.

1.2.1.5 Transmisión

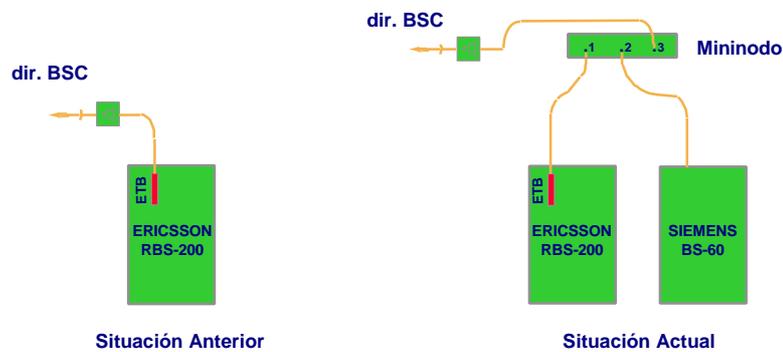
La transmisión usada en las pruebas ha sido la existente, usando bien ETB, bien mininodo, que se han instalado. A continuación se describe el esquema de transmisión con ETB:



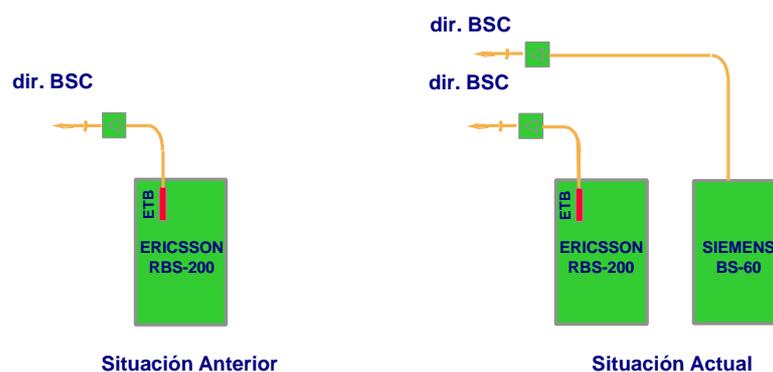


**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

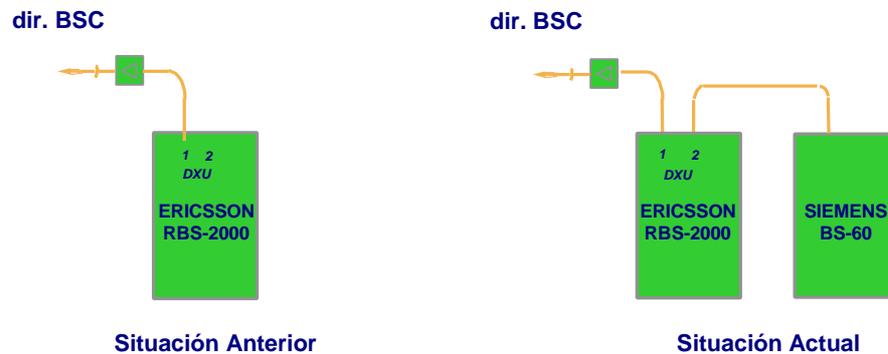
La transmisión con mininodo se presenta a continuación:



Esta solución, podremos adoptarla en casos puntuales, dependiendo de la capacidad, topología existente, propiedad del equipo de transmisión, posibilidades de ampliación, etc., si bien en la mayoría habrá que optar por una transmisión doble, fundamentalmente porque la primera fase de DCS-1800 se instalará en Emplazamientos con gran capacidad ya en GSM-900, como son las grandes capitales, en los que la trama está casi completa. La transmisión quedará entonces así:



Se ha incluido una prueba más de transmisión, cuyo esquema se representa a continuación, en el que se *cuelga* la BS_60 de Siemens del segundo puerto de la DXU de una RBS_2000 de Ericsson.



1.2.2 Descripción y resultados de las pruebas

El resultado de todas las pruebas definidas en el Plan de Pruebas, ha sido el siguiente:

1.2.2.1 FNaI001: Prueba del rectificador en vacío.

Se conecta en vacío el rectificador y se desconecta la salida del mismo de los consumidores y baterías. Con ayuda de un voltímetro se mide la tensión existente a la salida del mismo. La tensión obtenida fue de 53,96 V. Tras un ajuste en el control de la tensión de salida, se consiguen 54,00 V., que es la especificada. La desviación es nula, siendo la máxima permitida de 0,1 V.

Resultado: Satisfactoria.

1.2.2.2 FNaI002: Prueba de las baterías.

Se procede tal como se explica en el plan de pruebas, y se comprueba que cuando se conecta la BS_60 a las baterías y hay falta de red, ésta sigue funcionando, por lo que la autonomía aportada por las baterías es correcta.



Esperado 20 min. en descarga, se mide la tensión del grupo de baterías, y de cada una de ellas por separado, no superando 1 min. el tiempo de realización de las cinco medidas. Los valores obtenidos fueron $V_{tot}=49,58$ V., $V_{batt1}=12,45$ V., $V_{batt2}=12,51$ V., $V_{batt3}=12,51$ V. y $V_{batt4}=12,50$ V.

La tensión ideal en cada batería debería ser 12,49 V., siendo la desviación máxima en la batería 1, en la que se obtienen 0,04 V. de diferencia, siendo la máxima admisible 0,3.

Resultado: Satisfactoria.

1.2.2.3 FNal003: Prueba de carga en corte prolongado.

Tras haber conectado el rectificador nuevamente a la red, esperamos una carga de 1 hora de las baterías. Después de ese tiempo, hay que comprobar que se encuentra “en flotación”. La tensión de la misma era de 53,95 V. y la intensidad era despreciable.

Resultado: Satisfactoria.

1.2.2.4 FNal004: Prueba de alarmas del rectificador-baterías.

Se provocan alarmas en la alimentación, tales como fallo del rectificador (que se provoca desconectando la entrada y salida del mismo), viendo que se ilumina el led nº 6 del panel de alarmas: “Fallo del rectificador Siemens”. También se desconecta un magnetotérmico cualquiera del rectificador-baterías, y se comprueba que se ilumina el led nº 7: “Fallo de un magnetotérmico Siemens”.

Resultado: Satisfactoria.



1.2.2.5 FNal005: Comprobación del impacto térmico en la caseta.

Esta prueba no se puede aplicar al despliegue DCS-1800, ya que el rectificador instalado no es el definitivo, y las estaciones están en mínima configuración; caso que no se asemejará al despliegue en 1800 MHz.

1.2.2.6 FNtr001: Prueba de conexión de una BS_60 a un mininodo y a una ETB.

Las pruebas de transmisión se realizaron en maqueta, y posteriormente en campo. O&M realizó las comprobaciones de las dos topologías distintas usadas: con mininodo y con ETB. Tanto en maqueta como en campo, la solución de topología funcionó.

Resultado: Satisfactoria.

1.2.2.7 FNtr002: Prueba de reinicialización de la BS_60 con corte de la transmisión.

Se corta la transmisión e incluso se bloquea el TRI, y una vez vuelto a la situación normal, el sistema se restituye, tal como se comportan las demás BTSE's instaladas.

Resultado: Satisfactorias.

Posteriormente al plan de pruebas, se ha realizado otra en maqueta, ya que el escenario de este proyecto no permitía hacerla en campo. La recogemos a continuación:

1.2.2.8 FNtr003: Prueba de conexión de una BS_60 a la DXU de una RBS_2000.

Esta última prueba se ha incluido posteriormente a la elaboración del Plan de Pruebas. Se conecta el LI de la BS_60 de Siemens al segundo



puerto de la DXU de una RBS_2000 de Ericsson. Se comprueba que puede cargarse la estación, que se puede optar por operar con CRC y posteriormente se realizan llamadas de prueba comprobando handovers. El funcionamiento es normal.

Resultado: Satisfactoria.

1.3 PRUEBAS DE O&M

1.3.1 Descripción y resultados de las pruebas

1.3.1.1 OMtr001: Carga remota de una BS60 conectada en cascada a una RBS200 desde BSC.

Descripción: La carga de la BS60 fue realizada en la estación SEY532 situada en el mismo emplazamiento que la SEA810. La BS60 comparte el enlace hasta el emplazamiento con la A810, y es aquí donde el TRI de la RBS200 distribuye los intervalos de tiempo hacia las RTT's y hacia una ETB de salida donde está conectada directamente la estación Siemens.

La prueba consiste en realizar la carga de software desde BSC y comprobar que esta se realiza correctamente. Fue realizada la noche de la puesta en el aire y fue cargada con el software de BR3.7.

Resultado: Satisfactoria.

1.3.1.2 OMtr002: Bloqueo del TRI de RBS200 que controla a la BS60 que cuelga de ella.

Descripción: Lo primero que se hizo fue sacar la tarjeta EMRP del TRI Ericsson. En este estado el RILT se queda en estado ABL y el EMG WO. La estación Siemens y la Ericsson se caen. Una vez que se introduce el EMRP, la estación Siemens tarda aproximadamente un minuto en levantar, sin necesidad de realizar ninguna intervención por parte de OMC.



Después pasamos a cortar alimentación al TRI, mientras que el resto de la BTS Ericsson y la BS60 quedan con alimentación. El estado del EMG en este caso es BL y el del los RILT es CBL. Cuando volvemos a alimentar el TRI la estación Ericsson tarda un minuto aproximadamente en levantar, mientras que la Siemens tarda dos minutos.

Por último realizamos un corte de alimentación de las dos estaciones. Cuando volvimos a alimentar los equipos el EMG se quedó WO y todos los RILT's WO excepto el RILT al que está conectada la BS60 que se queda ABL. A los nueve minutos aproximadamente, la ETB pasa a quedar WO y la carga de la estación Siemens se realiza en un minuto, siendo el tiempo total menor que el de la carga de la estación Ericsson. No es necesaria la introducción de ningún comando en ningún caso.

Resultado: Satisfactoria.

1.3.1.3 OMtr003: Alarmas de BER3 y BER6 de la BS60, con y sin CRC.

Descripción: Esta prueba se ha realizado en la BS60 de prueba para no afectar al tráfico real, entendiendo que el comportamiento es el mismo para cualquier BTS Siemens.

Para hacer esta prueba se conectó un ICT 2040 como generador de trama PCM a la recepción del LI, dejando la vía de transmisión de la BS60 conectada con la BSC, para recibir los reportes de la BTS en el OMC. En estas condiciones el OMC pierde la conexión hacia la BTS, aunque el estado de la PCMB reportado es correcto al ser generada la FAS (*Frame Alignment Signal*) con el ICT.

A continuación se simulaban errores aislados en la FAS, así como BER6 y BER3, observando que sólo aparecen los mensajes de alarma (*Detection of line problem on A-bis interface*) en OMC y LMT en condición de BER3. En los indicadores de alarma del LI, no se detecta alarma en ningún caso. Configurando el LI con CRC activado, se simulaban errores de

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



CRC desde el generador ICT, recibándose alarmas en OMC y LMT, además de la indicación de alarma BER6 en el LI.

Por último para simular cortes de enlace de tiempo no superior a 6 seg (máx tiempo con errores soportado por el interfaz sin caída de la BTS), se dio paso directamente en ambas vías BTS-BSC, realizando interrupciones del circuito, que sin llegar a provocar caída, dejaron reflejadas las alarmas correspondientes (*No signal, High BER y Synchronization Loss*) tanto en OMC como en LMT.

Resultado: Satisfactoria, aunque sin alarmas en LI para CRC desactivado.

1.3.1.4 OMtr004: Conexión en cadena RBS-2000 -- BS-60.

Descripción: Esta prueba no estaba planteada en el Plan de Pruebas, pero se decidió realizarla debido a la gran cantidad de RBS-2000 que hay en algunas provincias.

La prueba se realizó en la maqueta de Sevilla y consistió en conectar directamente la PCMB de una RBS-2000 con la LI de la BS-60. Se usó la misma estructura que para la prueba de conexión en cadena RBS-200 – BS-60, con la salvedad de poder utilizar en este caso CRC-4 entre RBS-2000 y BS-60.

Los resultados de la prueba fueron satisfactorios, comprobando los siguientes aspectos:

- En principio se configuró tanto la RBS-2000 como la BS-60 sin CRC4, configurando los puertos de las GMH's debidamente (sin CRC también).

- No se detectó ningún error en la LI ni desde LMT ni desde OMC durante la realización de las pruebas.



- Se bloquearon por comandos el CF y hasta el TG de la BTS Ericsson, provocando el estado NOOP del CF, sin que afectara a la BTS Siemens.
- Se puso la DXU de la RBS2000 en modo local sin provocar la caída de la BS-60, ni siquiera errores en la LI.
- Cuando se cortó la alimentación de la RBS2000 por completo, se produjo la caída de la BS-60, aunque no provocó una descarga de Software, por lo que una vez restablecida la alimentación de la BTS-Ericsson, apenas tardó un minuto en levantar completamente.
- También se probó la configuración de la BTS Ericsson y de la BTS Siemens con CRC4, configurando también el puerto de la GMH conectado a la PCMB con Chequeo de Redundancia Cíclica, siendo los resultados correctos también.

Resultado: Satisfactoria.

1.3.1.5 OMbd001: Integración de una nueva estación Ericsson.

Descripción: Esta prueba debido al impacto que podría causar a la hora de su definición en una red real fue realizada previamente a las pruebas en la maqueta del OMC de Sevilla, ya que la integración dentro de una red real podría provocar inconsistencias. Para ello se definieron dos nuevas estaciones Ericsson dentro de la pequeña red formada por dos celdas Siemens. El proceso de creación fue la definición de las celdas Siemens en la BSC Ericsson como externas y ejecución de fichero de comandos FIOI donde se cambiaran sus parámetros si fuesen necesario. (Este primer paso se hace por comandos debido a que la herramienta CNA no lo permite. No sería necesario). Realización de Adjust, y paso de fichero import para la definición de los parámetros de las celdas Ericsson, así como los de sus relaciones de vecindad. Por otra parte, en un proceso paralelo, se ejecutó el fichero de comandos Siemens donde se definen las nuevas relaciones de vecindad en el sentido Siemens - Ericsson.



Resultado: Satisfactoria.

1.3.1.6 OMbd002: Integración de una nueva estación Siemens.

Descripción: Esta prueba se realizó para la puesta en el aire de los emplazamientos Siemens de Sevilla. El proceso básicamente es el mismo que el anterior sólo que los contenidos de los CNA's y Ficheros de Comandos son distintos. La dificultad presentada durante la realización de las pruebas fue el tener que definir las celdas Siemens en la BSC Ericsson previamente a correr el CNA, ya que la herramienta CNA de Ericsson no deja cambiar parámetros de externas directamente. Por lo tanto tuvimos que crearlas a mano y posteriormente lanzar un Adjustment Job sobre las celdas implicadas. Esta demora se puede solucionar creándolas con antelación y realizando un Adjust de madrugada, de forma que cuando se corra el CNA no falle en ninguna definición de vecindad. Los parámetros de la celda Siemens se deben de pasar también mediante fichero de comandos FIOL. En cuanto a la definición de las celdas Siemens en la BSC Siemens, se realizó como se hace normalmente, que fue ejecutando un fichero de comandos sobre la BSC implicada.

Resultado: Satisfactoria.

1.3.1.7 OMbd003: Cambio masivo de parámetros de la red Ericsson con marcha atrás.

Descripción: Esta prueba se realizó aprovechando el cambio de parámetros necesario para pasar de una estructura sin niveles de jerarquías, a una estructura jerarquizada. No hubo ningún incidente y se produjeron los cambios ejecutando un fichero de comandos Siemens y un CNA y un fichero FIOL en Ericsson.

Resultado: Satisfactoria.



1.3.1.8 OMbd004: Cambio masivo de parámetros en la red Siemens con marcha atrás.

Descripción: La prueba consistió en un cambio masivo de parámetros en ambas redes. Se cambiaron tanto parámetros de Jerarquías como frecuencias y BSIC's de todas las celdas. El cambio por tanto afectó a 9 celdas Ericsson y a 9 celdas Siemens.

El proceso de cambios consistió en realizar el proceso que se describen a continuación:

- El departamento de RF nos pasa un fichero tipo ASCII con los cambios a introducir en la red Ericsson (nuevas frecuencias, BSIC, etc..).
- Mediante el comando `cna_import`, creamos un área planificada en la herramienta CNA de TMOS que contiene los cambios que hemos pasado respecto a los que existen en la red real.
- Una vez realizado el import, lanzamos un proceso de Update de esta área planificada y que va a actualizar los cambios en la red real.
- Paralelamente podemos compilar y ejecutar un fichero de comandos Siemens que RF genera a partir de la herramienta Rainbow.
- Finalmente, después de ejecutado el Update, corremos un fichero de comandos `fiol` en el cual se cambian algunos parámetros de RF de las celdas Siemens definidas como externas en la BSC Ericsson, y que no se pueden ejecutar mediante la herramienta CNA.

Los tiempos empleados en el cambio de parámetros fueron los siguientes:

- Realización de `cna_import`: 4:50
- Realización de Update: 14:30



- Ejecución de Fichero de Comandos FIOL: 2:01
- Ejecución de Fichero de Comandos Siemens: 7:38

Resultado: Satisfactoria.

1.3.1.9 OMrf001: Pruebas de trasposos (handover) en una estructura de celdas jerarquizada.

Descripción: Durante la realización de las pruebas nos conectamos con el K1103 de Siemens para trazar los handovers entre las celdas de la BSC509 y el resto de la red Ericsson, o entre ellas mismas. Pudimos observar como la casi totalidad de los HO's se realizaban y el sentido de los mismos fue más claro en el sentido Ericsson-Siemens cuando la estructura celular pasó a ser jerarquizada.

Resultado: Satisfactoria.

1.3.1.10 Omrf002: Pruebas de señalización.

Descripción: Esta prueba ha sido realizada por el departamento de Calidad de red que nos pasó un documento de resultados que también se incluye en este informe. De todas formas los resultados obtenidos fueron todos correctos.

Resultado: Satisfactoria.

1.3.1.11 OMFNtr001: Comprobación de la conexión de una BS60 a través del TRI de una RBS200.

Descripción: Como prueba de la conexión correcta de la BS60 a través de una estación Ericsson, se realizó un log de errores del puerto de entrada de la tarjeta Interfaz de Línea (LI) de la BS60. Se comprobó que en 24 h. no se había detectado ningún error en la tarjeta y que la transmisión era perfecta.



Resultado: Satisfactoria.

1.3.1.12 FNOMar002: Prueba de transmisión de alarmas externas.

Descripción: Como resultado a las pruebas realizadas previamente a la interconexión de alarmas en paralelo, se determinó que habría que proveerse de una adaptación especial en “Y” para el panel de alarmas, que además aislara totalmente una BTS de otra, cosa que habrá que tener en cuenta sólo si se decide la supervisión redundante en un despliegue definitivo. La necesidad de esta adaptación se debe a que los interfaces de alarma Siemens y Ericsson presentan potenciales diferentes en estado de reposo, que podrían ocasionar problemas de retornos al ser conectados en paralelo hacia el panel de alarmas. No obstante se han conectado las dos nuevas alarmas externas (*Rectificador Siemens y Magnetotérmicos Siemens*) del sistema de alimentación provisional, al panel de alarmas del emplazamiento, en posiciones vacantes (6 y 7), para que sean transmitidas a través de la EXALI al OMC de la red Ericsson.

Resultado: Satisfactoria.

1.3.1.13 OMFNtr003: Activación de alarmas de tarjetas de BTSE.

Descripción: En esta prueba se provocaron alarmas de tarjetas de la BS60 SEY532 que cuelga de la estación SEA810 a través de la ETB de salida de la estación. La transmisión de alarmas se realiza correctamente y también se comprobó el bloqueo de un PA y el testeo de la misma desde el OMC, siendo ambas pruebas realizadas correctamente.

Resultado: Satisfactoria.

1.4 CALIDAD DE RED: Análisis de la señalización SS7

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



Este estudio está orientado a supervisar el comportamiento de la red una vez se ha realizado el despliegue del proyecto pimiento. En principio se enfoca desde dos ópticas diferentes, una a nivel de señalización SS7, y la otra en lo que comportamiento de la red se refiere.

SEÑALIZACIÓN SS7

A este nivel (MTP) se pretende llegar a conclusiones sobre el comportamiento de la red de señalización involucrada en el proyecto. En la siguiente gráfica se detallan los Signaling Links para ambos suministradores:

| NODOS | LINK SET | SIGNALING LINK |
|-----------------|----------|----------------------|
| MSC 53 - BSC502 | 3-1502 | 3-1502-0 al 3-1502-7 |
| MSC 53 - BSC509 | 3-1509 | 3-1509-0 al 3-1509-1 |

1.4.1 Tráfico de señalización

El primer punto de interés se centra en cuantificar el incremento de la señalización tras la puesta en marcha del proyecto, la madrugada del día 5/07. Como quiera que los datos se reportan a nivel de Signaling Link, se tomará como referencia el tráfico cursado a nivel de Link Set, dato obtenido como la suma del tráfico cursado por cada uno de los Signaling Link .

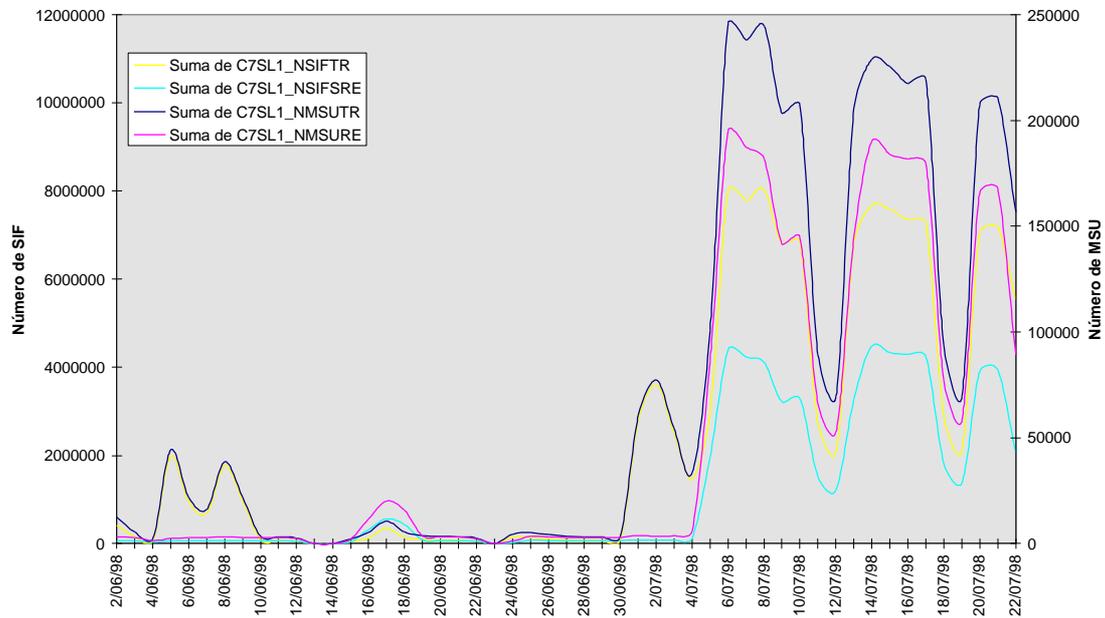
Siemens

Dado que la BSC que se ha utilizado es la BSC de pruebas, que normalmente no cursa ningún tipo de tráfico, el incremento del tráfico de señalización en este Link Set es prácticamente del 100%. A nivel de paquetes el número medio de mensajes diarios transmitidos ronda los 180.000 mensajes en sentido MSC-BSC y los 140.000 en sentido contrario.



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

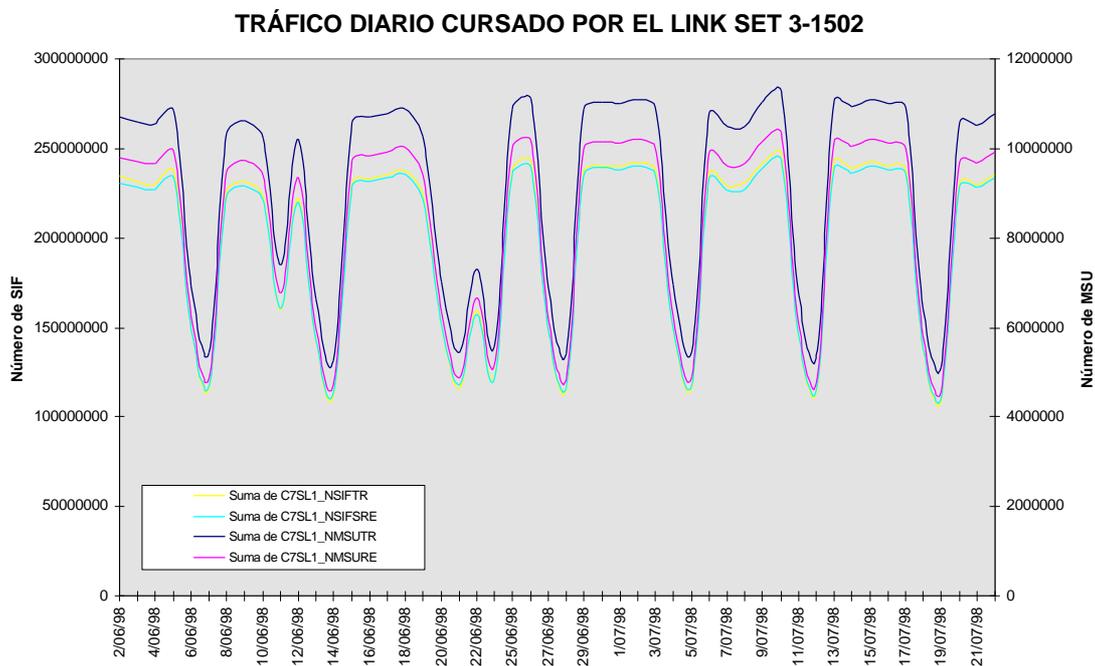
TRÁFICO DIARIO CURSADO POR EL LINK SET 3-1509





Ericsson

En principio se espera que el tráfico cursado sea del mismo orden de magnitud. Sin embargo, como quiera que esta BSC soporta una gran cantidad de celdas, este incremento es inapreciable debido a la gran cantidad de mensajes que ya se generaban entre la MSC53 y la BSC502.



Por tanto, a priori, no es posible determinar el incremento del tráfico de señalización ocasionado en los nodos Ericsson-Ericsson.

1.4.2 Comportamiento de la red de señalización

Este subapartado pretende englobar cada una de las peculiaridades detectadas en la red de señalización.

Congestión

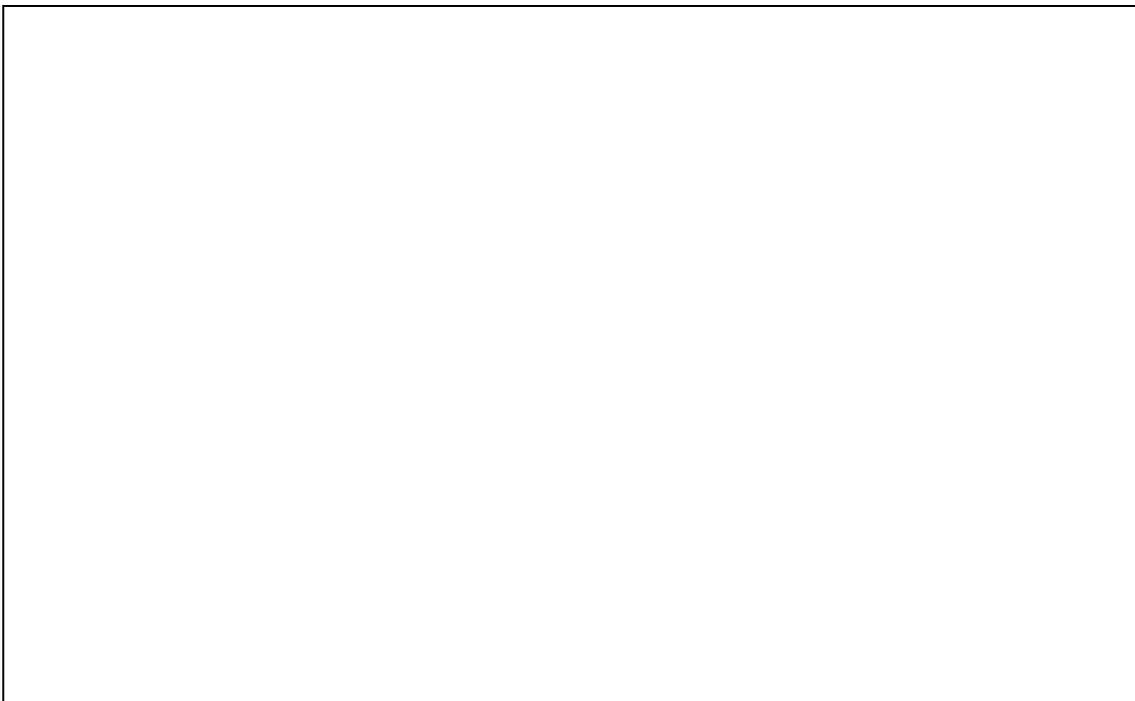
Para los datos obtenidos, no se ha detectado congestión en las rutas de señalización.



Ratio Mensajes Tx - Mensajes Rx

En principio el hecho de que se transmitan más mensajes entre la MSC y la BSC, que en sentido contrario no es ninguna novedad y ocurre en toda la red. Como quiera que la diferencia entre ambos parámetros depende directamente del volumen de tráfico que se curse, se ha calculado el ratio número de Mensajes Transmitidos/Recibidos.

En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento de este parámetro. En él se recoge (a nivel de Signaling Links) la evolución temporal del ratio para 3 Link Sets distintos. Uno de ellos se corresponde con la MSC53-BSC509 (parte Ericsson-Siemens del Proyecto), otro con la MSC53-BSC502 (parte Ericsson-Ericsson del Proyecto) y por último la MSC62-BSC607 (combinación Ericsson-Siemens con alto volumen de tráfico).

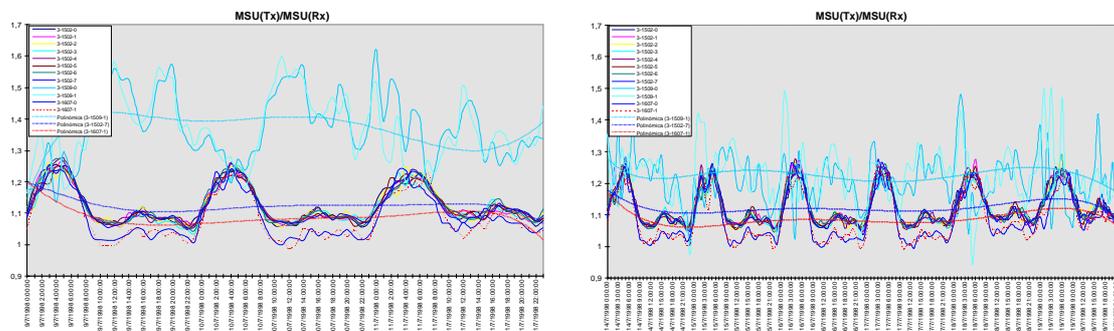


Como se puede observar:



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

- La señalización con la BSC502 (grupo central en azul oscuro) se realiza de forma bastante homogénea, sin que haya ningún Signaling Link que presente un comportamiento muy distinto del resto. Además la tendencia (línea azul oscuro) es bastante estable a lo largo del tiempo. En horas de alto tráfico el ratio se sitúa alrededor de 1,1 mensajes Tx por cada uno de los Rx, y en horas de bajo tráfico se aproxima a 1,3.
- El comportamiento que presenta este coeficiente es distinto para la BSC509 (grupo superior en azul claro). De hecho, al contrario de lo que ocurre en el caso anterior no sigue ningún patrón. Sí que se aprecian zonas claramente diferenciadas marcadas por la fecha en la que se introdujo la jerarquía en las celdas Siemens .



En el gráfico de la izquierda se muestra el comportamiento hasta el día del cambio. Se aprecian unos coeficientes máximos cercanos al 1,6, y los mínimos rondando el 1,25. Curiosamente, los máximos ocurren en horas de tráfico y los mínimos en horas de madrugada, justo al contrario que en Ericsson. Tras la introducción de la jerarquía, los ratios disminuyen quedando entre el 1,1 y el 1,5 aproximadamente, aunque esta vez el comportamiento es más parecido al de Ericsson.

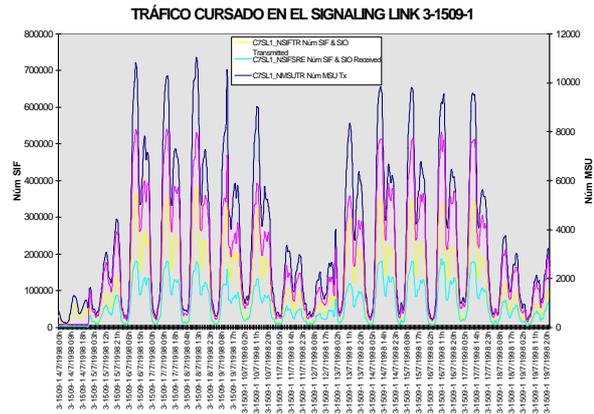
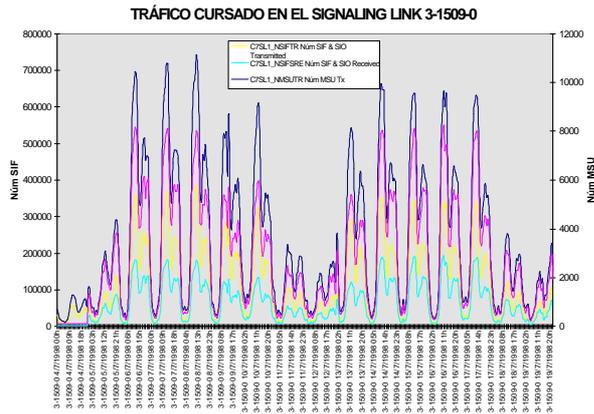
- De cara a despejar cualquier duda se ha realizado lo mismo para una BSC Siemens, funcionando bajo MSC Ericsson y con una cantidad respetable de tráfico (grupo inferior de líneas rojas-verdes). Se puede comprobar cómo el comportamiento es similar al obtenido en el primer caso (Ericsson-Ericsson).

Este tipo de comportamiento posiblemente se deba al bajo volumen de tráfico de señalización generado en la BSC de Siemens, ya que al existir una menor cantidad de mensajes es más fácil que cualquier evento



APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN COMUNICACIONES MÓVILES: COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS

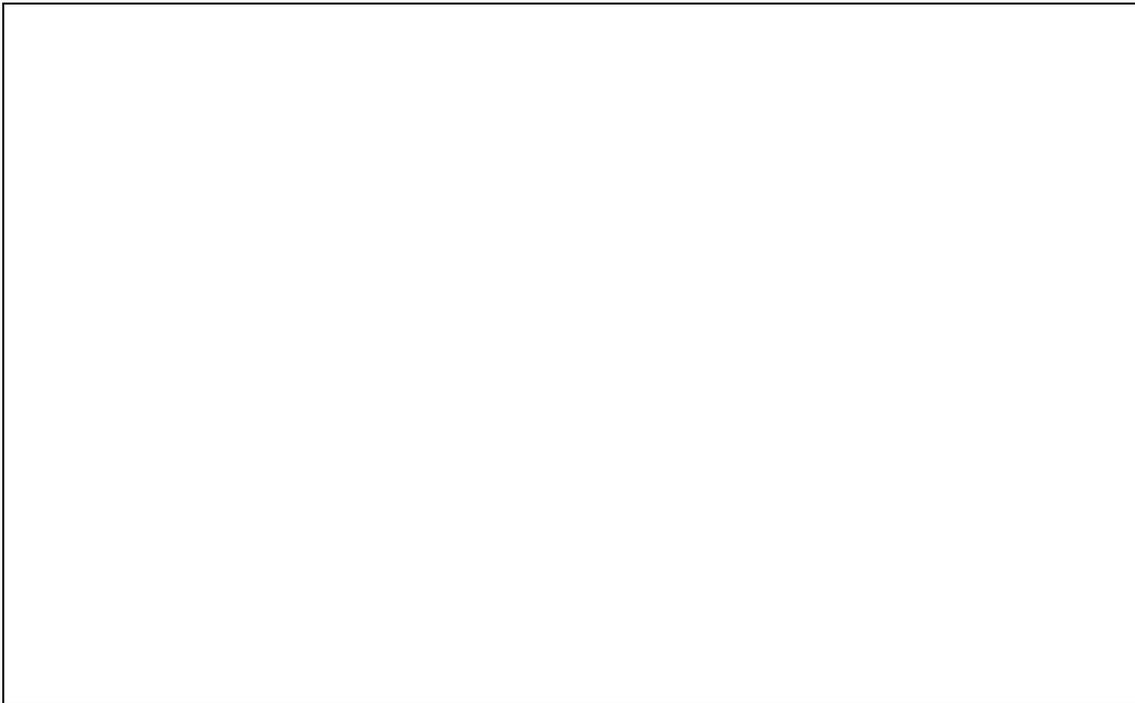
distorsione el comportamiento. Esta teoría podría estar avalada por el incremento del número de handovers que se producen con la introducción de la jerarquía, pero como se muestra en las gráficas siguientes, el número de MSUs transmitidos en ambos señalizadores es menor.



Cabría otra posibilidad, aunque más remota, de que el sistema no estuviese funcionando correctamente. En cualquier caso, esta teoría debería estar apoyada por pruebas de campo recogidas con un analizador de protocolos.



Evolución del tráfico cursado en función de los cambios introducidos en la red

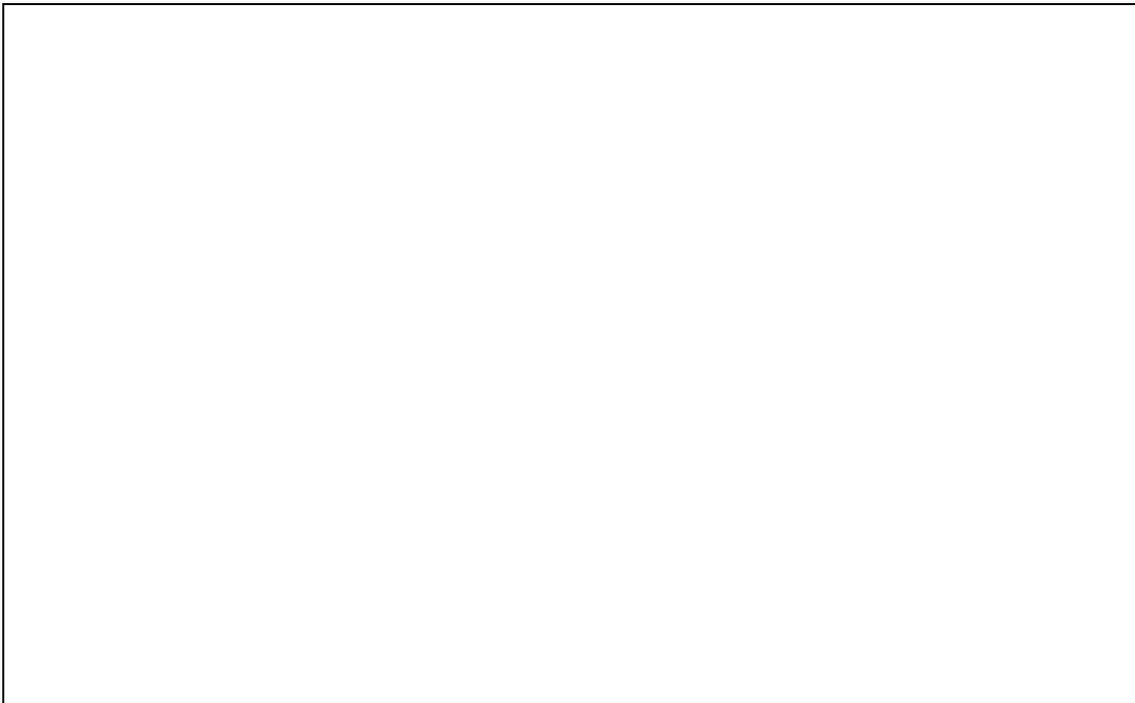


El día 9 se aprecia una disminución del tráfico en el Link Set 3-1509 y un aumento en el 3-1502. Aunque es día hubo una modificación de parámetros en las celdas de Siemens (cambios en RxLevAccMin, HO_MARGIN, LRXQD), este efecto está relacionado con una indisponibilidad de los enlaces de señalización del Link Set 3-1509. Como consecuencia de esto el tráfico cursado por las celdas de Siemens disminuyó, absorbiendo el tráfico las de Ericsson.



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 130 -



Posteriormente se han realizado cambios en la red en los que no advierte ninguna incidencia sobre el comportamiento de la señalización. Por ejemplo, una vez se introdujo la jerarquía (Siemens como prioridad 2), se disparan el número de handovers intercell, y sin embargo esto apenas supuso ningún incremento en la señalización SS7. A continuación se presenta un gráfico del impacto de la introducción de la jerarquía:

**Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.**

Título: *Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.*



Se observa cómo se produce un vertiginoso aumento del número de handovers intraBSC realizados. Esto es debido a la forma en que Siemens implementa la jerarquía, que produce un efecto Ping-Pong entre las celdas de Siemens al penalizar el handover. Siemens fija un valor muy alto del parámetro LRXL, que define el margen para un handover por señal, de forma que es muy fácil para un móvil que el nivel de señal caiga por debajo del mismo. Es decir, por debajo de ese nivel se está en condición de urgencia y la llamada debe ser transferida. En este momento se inicia el procedimiento de handover. Como en la lista de candidatas a handover, las celdas Siemens poseen mayor prioridad que las Ericsson, la llamada se pasa a otra microcelda.. Una vez que se introduce RANK=1, se puede añadir una condición más para hacer el handover, consistente en introducir un offset a determinadas celdas consiguiendo así situar a las celdas de Siemens al final de la lista (detrás de las de Ericsson) con lo que se evita el Ping-Pong. En el gráfico siguiente se presentan los intentos de handovers según las causas que los originan, observándose el aumento de los mismos por “bajo nivel de señal”, y cómo se vuelve a valores normales tras el cambio de RANK a 1 y la introducción del offset.

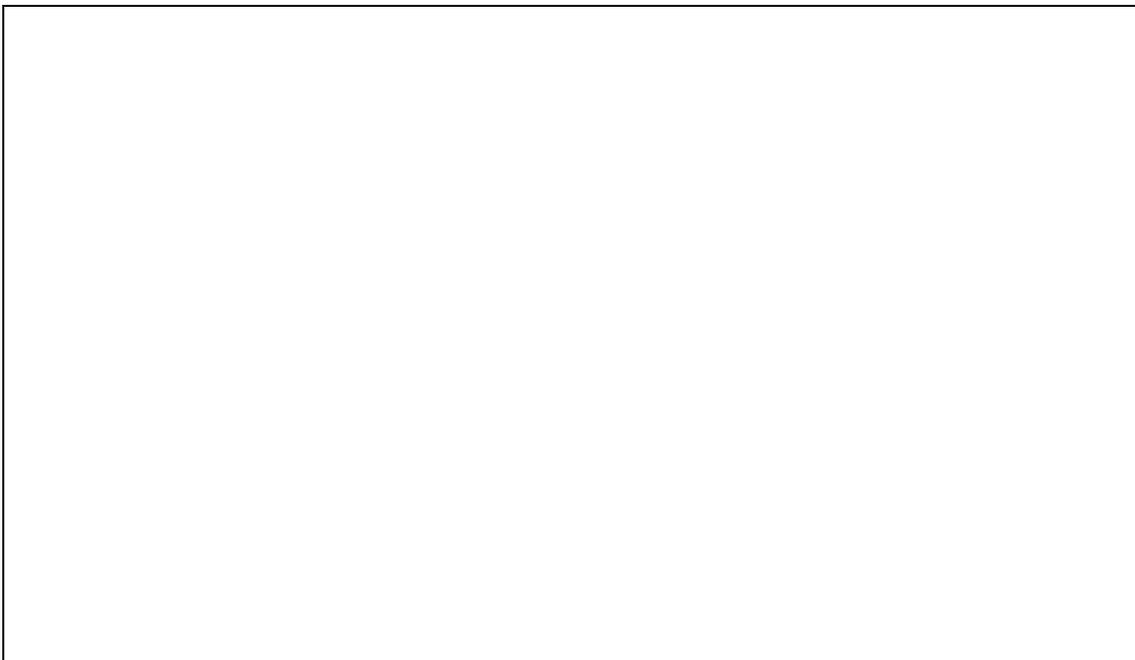


**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 132 -



Por último comentar que paralelo al fenómeno de los handovers aparece congestión en señalización en las celdas de Siemens, que casualmente remite en el momento de hacer los cambios.



**Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.**

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



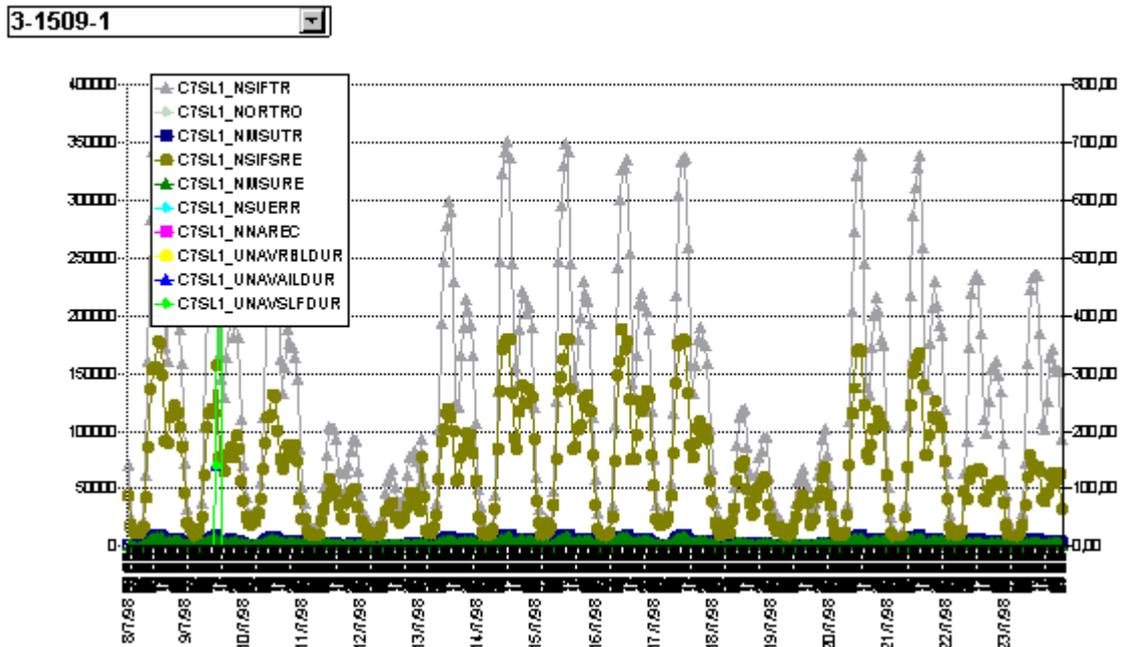
Carga del procesador

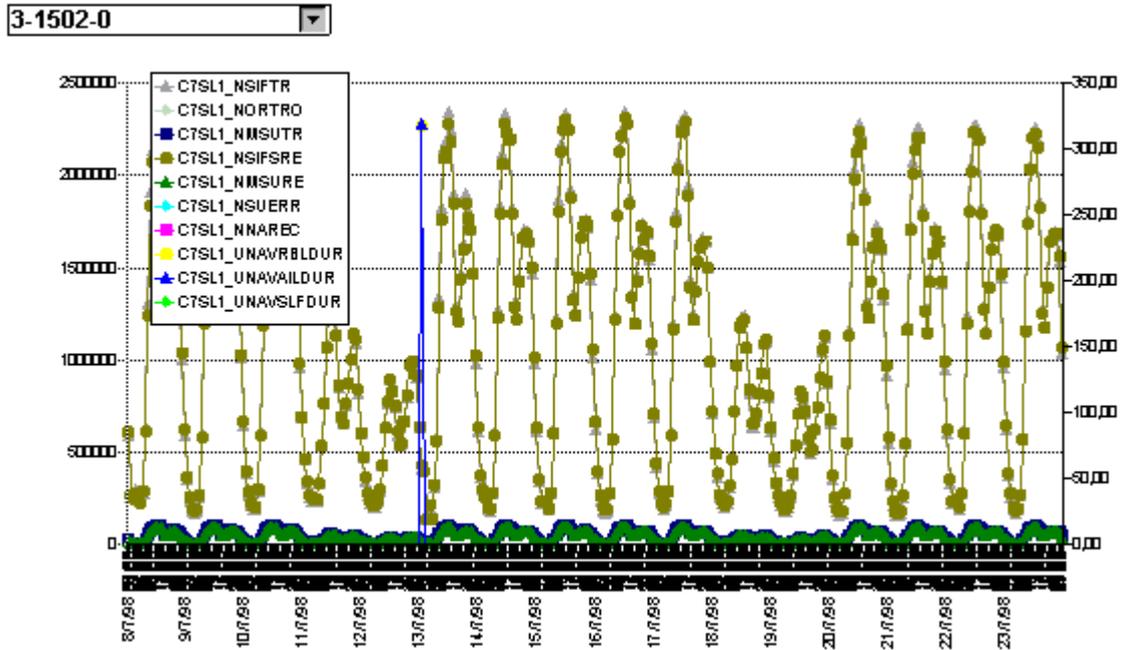
A modo de curiosidad se han obtenido datos de la carga del procesador observando lo siguiente:

- Se observa el incremento de carga que supone la jerarquización de 9 celdas para el procesador principal, no apreciándose tanto para el procesador que se ocupa del tráfico. En el caso de haber un mayor número de celdas este incremento será seguro bastante más significativo.
- Se produce una operación que incrementa la carga un aproximadamente un 11% sobre los valores que hasta entonces se manejaban.

Tráfico de señalización tras los cambios realizados

En el siguiente gráfico se muestra la disminución de tráfico de señalización tras las cambios que situaban a las celdas de Siemens como prioridad 3 (macroceldas). Esto se aprecia en el caso de los Link Sets de Siemens, mientras que no ocurre para los de Ericsson.





2. CONCLUSIONES A PARTIR DE LAS PRUEBAS

2.1 RADIOFRECUENCIA

El objetivo del proyecto de compatibilidad Ericsson-Siemens es valorar la viabilidad de la implementación de una red GSM-1800 equipada con el sistema Siemens en una zona donde el suministrador de GSM-900 sea Ericsson, en relación, sobre todo, al comportamiento en dual de la red.

En los puntos siguientes se van a presentar las principales conclusiones derivadas del proyecto, así como las ventajas e inconvenientes de llevar a cabo dicha implementación, en relación a una red que tuviera como único suministrador a Ericsson.



2.1.1 Cargas de parámetros en red

La introducción de celdas de dos sistemas diferentes en una zona de alto tráfico, en la cual el propio crecimiento y optimización de la red obligan a un gran número de cambios de los parámetros radio, origina una serie de inconvenientes. Estos son los principales:

- a) El cambio de algunos parámetros Siemens, como BCCH y BSIC por ejemplo, no requiere únicamente un fichero de comandos Siemens, como es habitual, sino también un fichero de comandos FIOL en la BSC de Ericsson correspondiente. El tiempo de preparación de los datos para los cambios, así como el de ejecución puede, por tanto, verse incrementado. Además, la indisponibilidad o fallo en la carga de los parámetros en cualquiera de los sistemas afectaría inmediatamente al buen funcionamiento del otro.
- b) El cambio de ciertos parámetros Ericsson también requiere un fichero de comandos Siemens que refleje los cambios. Ello origina igualmente un trabajo y un tiempo adicionales.
- c) Las cargas de parámetros masivas en ambos sistemas requerirían la carga de tres ficheros diferentes: un CNA Ericsson, un fichero de comandos FIOL de Ericsson, así como un fichero de comandos de Siemens.
- d) Todo lo anterior obliga a modificar la filosofía de trabajo e interacción entre O&M y RF, teniéndose que fijar unos procedimientos muy estrictos para evitar errores en la carga de los datos.
- e) Por último, apuntamos como aspecto negativo la excesiva dependencia de O&M en relación a RF en el sistema Siemens. Esto es un condicionante actualmente a la hora de hacer migraciones, modificaciones de parámetros de Red Fija, y otros cambios de red. Además, la herramienta que actualmente se utiliza para la generación de los ficheros de comandos de Siemens, no es siempre lo suficientemente óptima para hacer cambios con la urgencia que se suelen hacer actualmente en el sistema Ericsson.



2.1.2 Funcionalidades

a) A nivel hardware, y a pesar de las diferencias existentes entre los equipos de ambos sistemas, hay pocas ventajas de uno sobre el otro a la hora del diseño radio. Entre ellas están las siguientes:

- No existe actualmente un equipo micro Siemens similar al de Ericsson. Ello supone una limitación importante para el diseño de una gran ciudad.
- Siemens dispone de una mayor flexibilidad en sus equipos, en relación a Ericsson que ofrece un hardware más cerrado.

b) En cuanto a las funcionalidades software, todas las pruebas en maqueta demostraron que trabajan según las especificaciones de los dos suministradores. Sin embargo, la filosofía de funcionamiento varía considerablemente de un sistema a otro. Las diferencias más considerables se presentan a continuación:

- El tipo de locating implementado en Siemens es el recogido en la recomendación GSM, y se basa en el “power budget”, es decir, es un handover por nivel. Sin embargo, el de Ericsson es por “path loss”, lo que quiere decir que, por encima de unos niveles mínimos, la llamada está en la celda con unas pérdidas de propagación entre BTS y móvil menores. El sistema Ericsson también presenta la posibilidad de utilizar el locating por “power budget”, pero no está siendo utilizado en nuestra región actualmente.

La funcionalidad de locating que da mejores resultados es la utilizada por Siemens, y se tiende a pasar todas las BSC de Ericsson a dicho sistema.

- En cuanto a las funcionalidades de asignación a celda peor o “directed retry” han presentado unos resultados muy positivos tanto en maqueta como en las pruebas reales. La principal diferencia entre las dos funcionalidades consiste en que el nivel mínimo que debe cumplir la celda a la que se transfiere la llamada es un valor absoluto en Siemens y un valor relativo a la que sirve en Ericsson.



Opinamos que la opción que presenta Ericsson es mejor que la de Siemens, pues en zonas con una diferencia muy grande entre el nivel de señal de la servidora y de la primera vecina, no suele ser oportuno pasarle la llamada a ésta última, por los problemas de calidad que puede presentar. Este problema es especialmente importante en zonas con frequency hopping con cocanales entre vecinas.

- La diferencia más importante, sin embargo, entre ambos sistemas aparece con la funcionalidad de jerarquías. La filosofía de trabajo por encima del umbral de funcionamiento de una celda como micro es muy similar en ambos sistemas. Consiste en que la celda configurada como micro mantiene, en general, la llamada a pesar de contar con una macro sirviendo con niveles de señal superiores a los suyos.

Sin embargo, el sistema Siemens mezcla la funcionalidad de jerarquías con la de handover de urgencia. Ello se debe a que la filosofía Siemens consiste en que por encima de su umbral sirva la micro, pero por debajo de él suelte la llamada a otra micro con el umbral más bajo o bien a una macro. Esto, en la práctica, obliga a definir los parámetros de tal forma que las celdas micro no sirvan nunca por debajo de su umbral, para evitar un “ping-pong” indeseado. Esto no ocurre en Ericsson, donde por debajo del umbral de una micro no se trabaja en condiciones de urgencia.

La opción de Ericsson da, por tanto, más flexibilidad para el diseño, al permitir que sirva una micro por debajo de su umbral sin ningún problema. Esto se podría solucionar en el sistema Siemens si se definiera un umbral diferente para jerarquías y para handover de urgencia por nivel.

- En cualquier caso, y a pesar de las importantes diferencias que presentan las funcionalidades de ambos sistemas, la conclusión es que los dos sistemas son compatibles. Con un cuidadoso diseño de los parámetros radio se pueden aprovechar a buen nivel las



funcionalidades de ambos suministradores, facilitando al cliente una alta calidad de servicio.

2.1.3 Estadísticas de red

Las conclusiones se presentan en varios puntos:

- a) Existen menos contadores en Siemens que en Ericsson, teniendo que cambiar debido a ello la filosofía de optimización de la red. Como ejemplo, Siemens no facilita las llamadas cortadas por calidad.
- b) Además, no se pueden activar todos los contadores de Siemens por falta de capacidad en el enlace de BSC.
- c) La división de los contadores de Siemens por celda, BSC y MSC tiene ciertos inconvenientes, como por ejemplo, que no se puede obtener el número de llamadas a nivel de celda.
- d) Existe cierta complejidad a la hora de comparar estadísticas de los dos sistemas:
 - No existen los mismos contadores en los dos sistemas, por lo que se tienen informaciones distintas, y no se pueden hacer valoraciones comparativas.
 - Algunos contadores que existen en los dos sistemas están definidos de maneras distintas y para que se puedan compartir requieren alguna operación, lo que repercute en un procesado externo y mayor complejidad.
- e) A nivel de resultados en el proyecto, estas son las principales conclusiones:
 - El reparto de tráfico ha sido óptimo.
 - El impacto a nivel de usuario ha sido mínimo.
 - Incremento en el número de HO interBSC.



- Las funcionalidades de asignación a celda peor han trabajado perfectamente.
- Las distintas jerarquías que han ido adoptando los dos sistemas han funcionado como se preveía.

2.2 RED FIJA / ACCESO

Las conclusiones a partir del resultado de las pruebas, son las siguientes:

2.2.1 Infraestructura

La modificación de la infraestructura en los Emplazamientos, se ha hecho pensando ya en un despliegue en DCS-1800, en el que se ha adaptado la misma para la instalación requerida en este proyecto, aunque si bien en cada uno de ellos sólo se ha instalado 1 bastidor BS_60 de Siemens. Se considera sin embargo, que la instalación definitiva del nuevo bastidor de alimentación y un equipamiento de alta capacidad en DCS-1800 sería factible.

La adecuación de los emplazamientos existentes para la instalación del DCS-1800 se considera viable, considerando las ventajas de:

- aprovechar la infraestructura existente (sitio contratado, energía, transmisión, estructura para antenas, ...),

y los inconvenientes:

- trabajos en servicio (instalación de alimentación alterna, pasamuros, ventilación, desmontaje de pupitre, ...),
- cortes de servicio (instalación de duplexores, mininodo, repartidor digital, ...).

El impacto valorando la posibilidad de que el suministrador sea Ericsson o Siemens, es prácticamente indiferente instalar uno u otro,



teniendo en cuenta que el bastidor de alimentación y baterías mixto nuevo es de similares características el de ambos suministradores y que cada bastidor de radio tiene dimensiones aproximadas e igual capacidad.

2.2.2 Alimentación

Los resultados de alimentación no son suficientes para ser extrapolados a un despliegue definitivo, ya que el bastidor instalado es provisional. El Documento XX trata de la solución definitiva de la alimentación.

La solución de alimentación se encuentra estandarizada en el documento YY.

El impacto es diferente si el bastidor de Ericsson instalado es de una RBS_200 ó una RBS_2000, ya que en el primer caso, hay que sustituirlo por uno nuevo, en el que se traslade el equipamiento y baterías para GSM existentes y además se instale el nuevo equipamiento de DCS. En el segundo caso no es necesario sustituir el bastidor, ya que se aprovechará el existente para instalar en él el equipamiento nuevo para DCS.

En relación a este tema, el hecho de tener que actuar en el bastidor de alimentación de equipos y optar por una solución mixta GSM/DCS conviviendo en un único bastidor, se considera más favorable instalar equipamiento DCS-1800 Ericsson, ya que los bastidores existentes serían manipulados por la empresa que los instaló, siendo éstos de la misma marca.

2.2.3 Topología

Los tres tipos de topología que se han probado han sido satisfactorios, y se valoran positivamente ya que en algunos casos pueden permitir un ahorro en transmisión considerable.

El basado en *mininodo* tiene las ventajas siguientes:

| |
|--|
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. |
|--|

| |
|--|
| Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector. |
|--|



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 141 -

- Estos equipos están disponibles, ya que con la versión actual de SW de Ericsson, ya no son necesarios para realizar configuraciones multidrop, y están disponibles tras pequeñas modificaciones en Emplazamientos.
- se ahorra en transmisión al no necesitar una trama de 2 Mbps. nueva, y
- sólo es necesario una posición nueva más en el cluster.

Y los inconvenientes:

- se necesita una actuación adicional de Red Fija para controlar el movimiento de estos equipos, así como para suministrar los elementos de instalación necesarios, tanto en la estación de procedencia como en la de destino. Por parte de O&M, se necesita trasladar, instalar e integrar ese nodo.
- se necesita desmontar el mininodo de la estación de origen y realizar en ésta una conexión auxiliar, además de la inclusión del mininodo nuevamente en la Red en la estación de destino, con los consiguientes cortes de servicio.
- las dos BTSE dependen de una sola trama de 2 Mbps., cuya caída provocaría la pérdida de todos los canales del Emplazamiento.
- la capacidad total del emplazamiento, se vería limitada a la que corresponde con 1 sola trama de 2 Mbps.

El basado en **ETB**, tiene las siguientes ventajas:

- se ahorra en transmisión al no necesitar una trama de 2 Mbps. nueva, y
- sólo es necesario una posición nueva más en el cluster.

Y los siguientes inconvenientes:

| |
|--|
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. |
| Título: <i>Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</i> |



**APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS**

Página - 142 -

- se precisa adquirir estas tarjetas e instalarlas en las BTS's.
- las dos BTSE dependen de una sola trama de 2 Mbps., cuya caída provocaría la pérdida de todos los canales del Emplazamiento.
- la capacidad total del emplazamiento, se vería limitada a la que corresponde con 1 sola trama de 2 Mbps.

En el caso que tengamos en GSM-900 equipamiento RBS_2000 de Ericsson, se puede colgar la nueva BTS de la segunda trama de la DXU de la RBS_2000, con lo que tendremos las siguientes ventajas:

- no se necesita más que configurar en estrella a nivel software la DXU existente, con el consiguiente ahorro en transmisión.
- sólo es necesario una posición nueva en el cluster.

Y los siguientes inconvenientes:

- las dos BTSE dependen de una sola trama de 2 Mbps., cuya caída provocaría la pérdida de todos los canales del Emplazamiento.
- las dos BTSE dependen de una sola trama de 2 Mbps., cuya caída provocaría la pérdida de todos los canales del Emplazamiento.
- la capacidad total del emplazamiento, se vería limitada a la que corresponde con 1 sola trama de 2 Mbps.

El caso de optar por una transmisión doble; o sea, instalando una nueva trama de 2 Mbps. para el DCS-1800, tendríamos las siguientes ventajas:

- la caída de una de las tramas no implica la pérdida de todos los canales del Emplazamiento, sino los que estén asociados a esa trama.
- la capacidad en GSM-900 sería de hasta 1 trama de 2 Mbps. y la de DCS-1800 también.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



- posibilidad de supervisar las alarmas externas por dos caminos distintos, con la posibilidad de no perderla ante la caída de uno de los enlaces.
- no depende en este sentido una BTS de la otra, por lo que el servicio de una no tiene que verse afectado necesariamente.

Y los inconvenientes:

- coste en un nuevo circuito de 2 Mbps.
- son necesarios dos nuevas posiciones en el cluster.

2.3 OPERACIONES Y MANTENIMIENTO

Una vez realizadas la pruebas descritas en el apartado 1.3, podemos obtener una serie de conclusiones sobre cada uno de los grupos de pruebas realizadas.

2.3.1 Pruebas de Transmisión

Después de realizadas todas las pruebas de transmisión descritas, podemos decir que el sistema es compatible con todas las topologías de red probadas con incluso con los mismo recursos de transmisión disponibles.

Podemos utilizar mininodos compartidos por estaciones Ericsson y Siemens sin ningún problema, aunque la capacidad máxima es de un enlace PCM. (La solución sería colocar otro elemento DXX tipo BASIC6) Además necesitamos cortar el enlace para restaurar el servicio. Por otra parte, una ventaja de usar mininodo es que podemos seguir manteniendo la misma configuración que usan normalmente las estaciones Siemens y es la configuración tanto de la PCMB de la BSC y como la LI con CRC4.

También podemos usar una configuración no probada hasta la realización de estas pruebas que es la de colgar la BS60 de Siemens a través de la ETB de salida de una RBS200 Ericsson. Las pruebas realizadas con



esta configuración han sido todas correctas y no existe ningún problema ni de supervisión ni de operación con esta configuración. Para poderla usar hemos de configurar tanto la PCMB como la LI sin CRC4, ya que al compartir la GMH de donde cuelga el enlace, las estaciones Siemens han de usar la misma configuración que las Ericsson, y que no usan CRC. Por lo demás es totalmente compatible y presentan la misma funcionalidad que cualquier otra estación Siemens.

También se ha comprobado la conexión directa de una BS-60 a través la PCMB de una RBS2000. Hay que destacar que en este caso podemos mantener el CRC4 en el tramo DXX-RBS2000-BS60. No se ha probado en el tramo BSC Ericsson a DXX.

Además siempre se podrá usar evidentemente la conexión de las dos estaciones por enlaces independientes que permite todas las funcionalidades de las estaciones que actualmente existen en la red.

2.3.2 Pruebas de cambios de la Base de Datos

Después de realizar las pruebas descritas en el informe de pruebas relacionadas con cambios de parámetros de base de datos tanto en la Red Siemens como en la red Ericsson, podemos afirmar que ambos sistemas son compatibles a nivel de cambio de parámetros, si bien, hemos de adaptar la filosofía de trabajo entre los departamentos de O&M y Radiofrecuencia. Las pruebas realizadas han tenido en cuenta diversas situaciones que se presentan en el trabajo diario en campo: integración de una nueva estación Ericsson, una nueva estación Siemens, así como cambios de parámetros masivos tanto de una red como de otra. En todos los casos se tiene un perfecto control de los parámetros cambiados y se prevee una posible marcha atrás.

El proceso de un cambio de parámetros típico consistiría en ejecutar un CNA para cambiar los parámetros de la red Ericsson. A la misma vez se podría ejecutar el Fichero de Comandos Siemens que realizara los cambios en la BSC Siemens. Una vez que se ha finalizado el proceso de Update de CNA, se ejecutaría el Fichero de comandos FIOL en la BSC Ericsson que



incluye los cambios de las celdas Siemens definidas como externas, y que no se pueden cambiar con CNA. Este último fichero de comandos, sólo se ejecutaría si las celdas Siemens cambiaran de parámetros.

Después de realizadas las pruebas, los tiempos empleados en la ejecución de cada uno de los pasos descritos y que se reflejan en una de las pruebas realizadas, hacen ver que no suponen ningún incremento de tiempo extra al que actualmente empleamos y no existe pérdida de control de los datos de las centrales.

De la realización de las pruebas, se refleja también la necesidad de una estrecha colaboración a la hora de realizar cambios en la red, entre los departamentos de O&M y Radiofrecuencia, dado que es éste último departamento el que genera los ficheros de cambios en la red mediante la herramienta Rainbow.

Otra conclusión a destacar es que se deben de agrupar cambios de diferentes parámetros en la red en un mismo proceso de cambio, para minimizar el trabajo de OMC y de RF.

Ante un cambio masivo de parámetros el incremento de trabajo no se aprecia ya que el proceso es similar al que venimos haciendo hasta ahora.

2.3.3 Pruebas con RF-Señalización

Todas las pruebas que se han realizado usando el analizador de protocolos K1103 han sido correctas, sin existir ningún problema a nivel de Señalización. Con respecto a los mensajes de señalización traceados todos se han visualizado conforme se esperaba previamente a la realización de las pruebas.

Cuando se planteó el primer escenario (las dos redes con el mismo nivel jerárquico), se podían apreciar mensajes de Asignación desde una celda Siemens a otra Ericsson directamente por congestión de esta primera debido a que sólo tenía un TRX. Una vez que se introdujo en la red la



estructura jerarquizada de celdas, se podían apreciar un mayor número de HO's desde celdas Ericsson hacia las micros Siemens.

En cuanto al incremento de señalización observado ha sido inapreciable en el Link Set 3-1502, que es el que define a la ruta de señalización entre la BSC502 (Ericsson) y la MSC53, ya que está compuesto por 8 señalizadores y este incremento ha sido casi inapreciable.

2.3.4 Pruebas comunes Red Fija/O&M

En este punto hemos de destacar los correctos resultados obtenidos de las pruebas. La prueba planteada de la conexión de una BS60 a través del TRI de una RBS200 fue realizada correctamente, no detectándose ni un sólo error de la conexión durante la realización de la totalidad de las pruebas.

En cuanto a la transmisión de alarmas externas, hemos comprobado que la transmisión de las mismas se puede realizar tanto por el OMC-B de Siemens como por el Sistema Ericsson. Si se quiere tener una supervisión de alarmas en paralelo (cosa que no sabemos si en principio sería interesante), se debería diseñar un adaptador de niveles de señal en forma de "Y" que las transmitiera en paralelo. De todas maneras y en tanto teníamos un sistema de alimentación provisional, para la supervisión de las alarmas de los equipos de alimentación se crearon dos alarmas externas transmitidas por las posiciones 6 y 7 de la tarjeta EXALI de la RBS200 que estaban vacantes, por las que se detectaban las alarmas de Fallo de Magnetotérmico y de Rectificador Siemens respectivamente. La transmisión de las mismas fue correcta.

En cuanto a la operación sobre una BS60 en cascada de una RBS200, los resultados fueron correctos en su totalidad. Se pueden bloquear tarjetas, pasar tests, etc.. sin ningún problema.



2.3.5 Conclusiones Generales. Ventajas-Inconvenientes

En primer lugar, hemos de destacar del resultado de las pruebas, que el funcionamiento de los dos sistemas integrados en una misma red es 100% compatible.

Se ha probado para todas las configuraciones de jerarquía siendo todos los resultados positivos.

En cuanto a las topologías de red probadas, todas ellas han funcionado correctamente. Se han probado:

- Cadenas RBS200 – BS60 a través de una ETB de salida
- Conexiones de estaciones Ericsson y Siemens con Mininodo.
- Cadenas RBS2000 – BS60 a través del PCMB de la estación Ericsson.
- Conexiones con enlaces independientes.

Por lo tanto en este sentido sería independiente el utilizar un suministrador u otro, ya que se pueden usar las mismas topologías que actualmente se usan con las estaciones Ericsson.

No ha sido detectado de forma significativa un incremento de señalización en la red, de forma que no habrá que aumentar recurso de señalizadores en la red existente.

No se pierde control sobre la red en ningún caso, ni se dificulta la supervisión de la misma desde el OMC. No obstante, a nivel operativo, debe haber una coordinación directa entre los departamentos de RF y O&M durante la realización de cambios de parámetros de red.

No obstante, el número de operaciones y tiempo para realizar un cambio puntual en la red, se ve incrementado, mientras que en la realización de cambios de parámetros masivos la duración y complejidad del mismo se equiparan a los actuales. Por lo tanto, a nivel operativo, debe haber una



mayor coordinación entre los departamentos de RF y O&M para la realización de cambios de parámetros de red:

- Realizar cambios sólo en días predeterminados.
- Agrupar los cambios puntuales para realizarlos todos un mismo día.

En este punto vamos a tratar también las ventajas y los inconvenientes que se desprenden de utilizar el sistema Siemens en lugar del de Ericsson en el proyecto de DCS1800.

Ventajas

- Ahorro en tramas de 2 Mbps debido a la mayor concentración LAPD de las estaciones Siemens frente a las Ericsson.
- Evitar la dependencia de un único suministrador.
- Mayor estabilidad de las BTS's y BSC's. Se suelen colgar menos y se van menos a reinicio.
- Sistema más distribuido, que ante una caída de una BSC tiene un menor impacto en la red.
- Mayor fiabilidad en las cadenas ante fallos de alimentación. Hacen *by-pass* hacia la siguiente cuando está fuera de servicio.

Inconvenientes

- Mayor tiempo de preparación y de ejecución de cambios de parámetros en la red y definición de nuevas estaciones. Requiere una diferente filosofía de trabajo en la coordinación RF-O&M.
- Necesidad de formación técnica para personal de O&M.
- Redimensionamiento de repuestos y necesidad de un mayor tiempo de gestión de inventario.

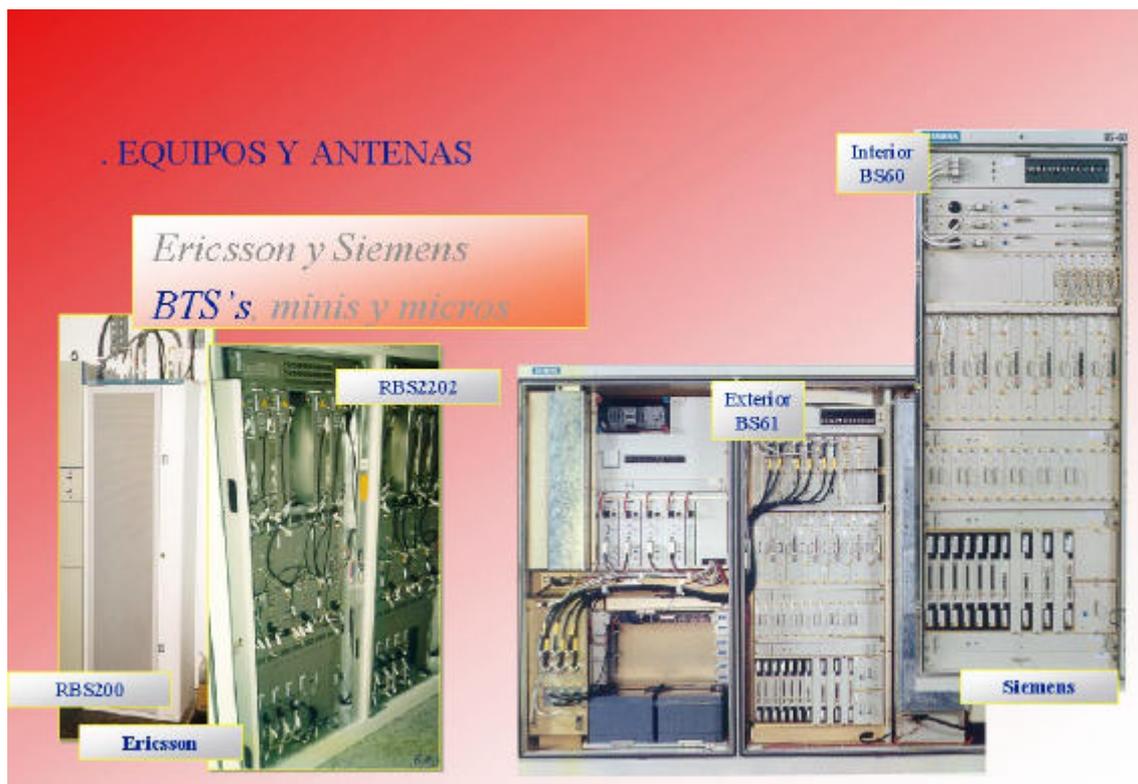


APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS

Página - 149 -

- Necesidad colaboración de IT en arranque dual MS-DOS/NT para LMT.

ANEXO I. REGISTROS FOTOGRÁFICOS



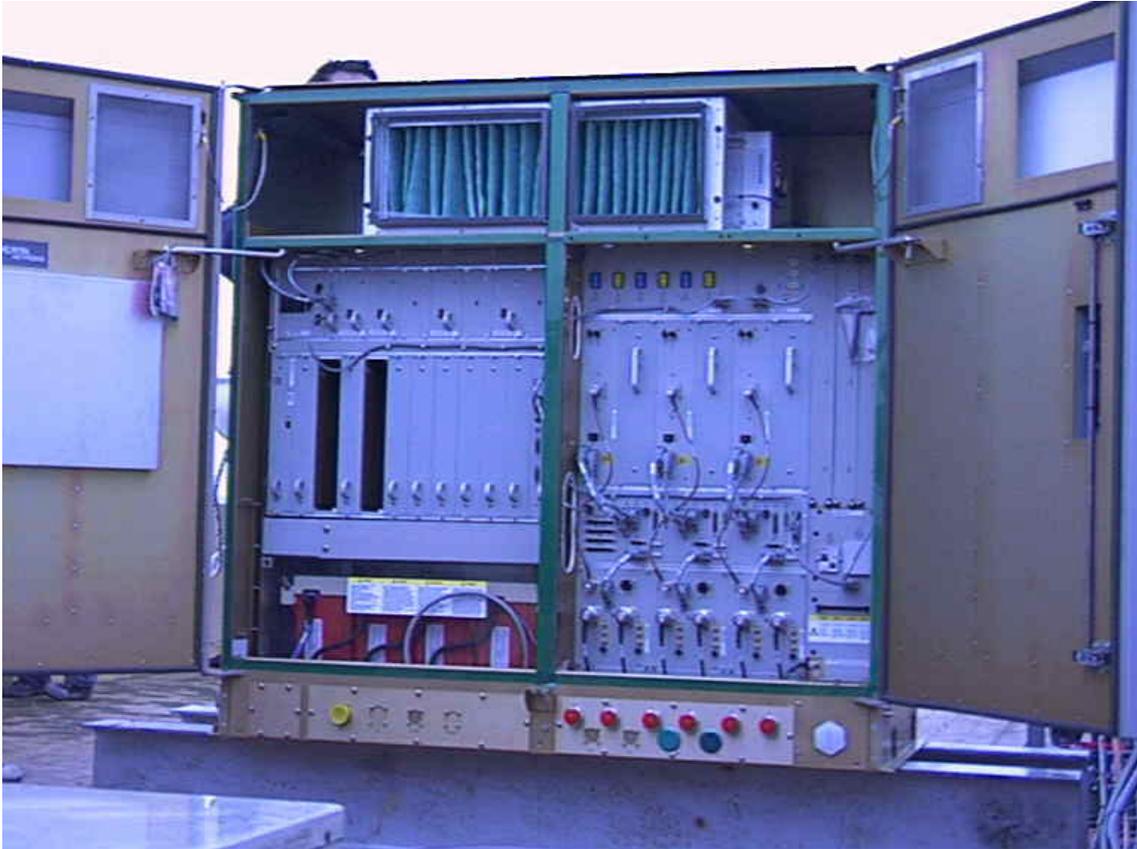
Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS

Página - 150 -



Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.





APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS

Página - 152 -

EQUIPOS Y ANTENAS

*Ericsson y Siemens
BTS's, minis y micros*



RBS2301
RBS2302



Ericsson



BS20

Siemens

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



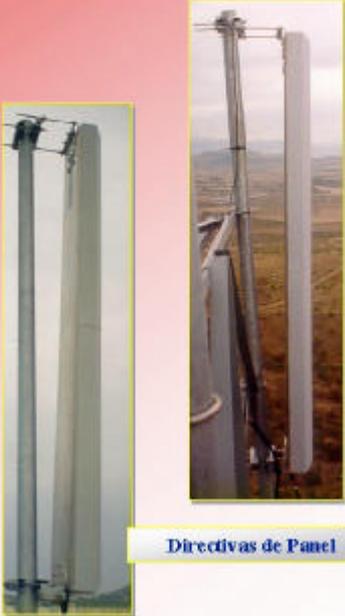
EQUIPOS Y ANTENAS

*Ericsson y Siemens
BTS's, minis y micros
Antenas*

Omnidireccional

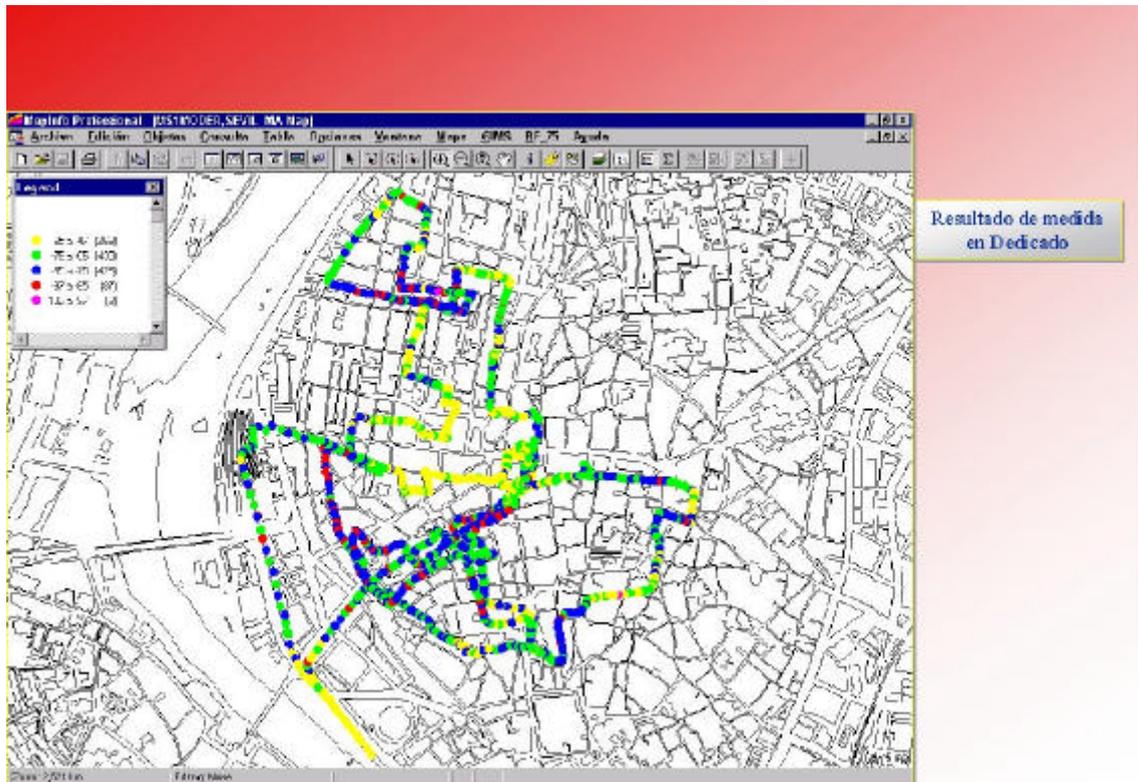


Directivas de Panel





APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS



Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



APLICACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
EN COMUNICACIONES MÓVILES:
COMPATIBILIZACIÓN EN EL INTERFAZ A-BIS

EQUIPOS Y ANTENAS

*Ericsson y Siemens
BTS's, minis y micros
Antenas*

*Diagrama de radiación
Ganancia
Ancho de haz
Tilt
Diversidad
Antena crosspolar*



Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



**PARTE II
ESTUDIO PROSPECTIVO
DEL
SECTOR**

Elaborador del proyecto: *Antonio Fco. Ramírez García.*

Profesor Tutor: *Pedro Moreu de León.*

**Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.**

Título: *Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.*



ÍNDICE

I. Tecnología

155

- 1.1. Introducción
158
- 1.2. Tecnologías digitales en las comunicaciones móviles 161
- 1.3. Estándares digitales de telefonía celular
163
 - 1.3.1. GSM: El estándar digital europeo TDMA
163
 - 1.3.2. D-AMPS: El estándar digital Norteamericano TDMA
165.
 - 1.3.3. PDC: El estándar digital Japonés TDMA
166
 - 1.3.4. La alternativa tecnológica CDMA: ¿El futuro de la industria? 167
- 1.4. La convergencia en sistemas de comunicaciones móviles 168
 - 1.4.1. Telefonía inalámbrica de segunda generación: DECT,PACS
y PHS
169
 - 1.4.3. Sistemas de Radio Móvil: TETRA frente a GSM
170
 - 1.4.4. Tendencias en comunicaciones móviles vía satélite 171
 - 1.4.5. Convergencia en la tercera generación: UMTS e IMT-2000 173
- 1.5 Aspectos de interés en telefonía móvil: Perspectiva desde la segunda
generación
175
 - 1.5.1 La tarjeta de identificación (SIM)
175
 - 1.5.2 Itinerancia (Roaming)
176
 - 1.5.3 Gestión del fraude
177
 - 1.5.4 Servicios de valor añadido
178
 - 1.5.5 Evolución de los terminales
180

ANEXO
182

2.

Glosario



II. Situación del mercado de la Telefonía Móvil

187

| | |
|---|-----|
| 2.1. Introducción | |
| 187 | |
| 2.2. Aspectos generales de los mercados de comunicaciones móviles | 189 |
| 2.3. Aspectos clave del análisis de mercado | |
| 191 | |
| 2.3.1. Número de abonados | |
| 192 | |
| 2.3.2. Innovación tecnológica | |
| 196 | |
| 2.3.3. Tráfico | |
| 198 | |
| 2.3.3.1. Alto crecimiento tráfico móvil | 198 |
| 2.3.3.2. Descenso creciente del tráfico medio por cliente | 199 |
| 2.3.3.3. Desequilibrio en el crecimiento del tráfico por tipo de llamada | |
| 201 | |
| 2.3.4. Precios | |
| 202 | |
| 2.3.4.1. Reducción del precio medio por minuto | 202 |
| 2.3.4.2. Análisis comparativo precios con países de Europa | |
| 203 | |
| 2.3.4.3. Gasto medio por usuario en Telefonía Móvil | |
| 204 | |
| 2.3.4.4. Inexistencia de diferencias apreciables en precios entra las ofertas de los operadores | |
| 206 | |
| 2.3.4.5. Complejidad tarifaria | |
| 207 | |
| 2.3.5. Costes | |
| 208 | |
| 2.3.5.1. Estructura de costes | |
| 208 | |
| 2.3.5.2. Análisis de los costes: Costes diferentes dependiendo del momento de entrada en el mercado | |
| 210 | |
| 2.3.6. Desequilibrio entre operadores fijos móviles | 211 |
| 2.3.6.1. Oferta integrada fijo-móvil | |
| 211 | |
| 2.3.6.2. Desequilibrio en las llamadas fijo-móvil | |
| 212 | |



ESTUDIO PROSPECTIVO DEL SECTOR

Página - 159 -

| | | |
|-------------|--|------------|
| 2.3.6.3. | Desequilibrios entre mercados | |
| | 213 | |
| 2.3.7. | Rentabilidad | |
| | 215 | |
| 2.3.7.1. | Rentabilidad de los operadores | |
| | 215 | |
| 2.3.7.2. | Mantenimiento niveles de EBITDA (resultados operativos antes de amortizaciones, financieros e impuestos) | 215 |
| 2.3.8. | Número de operadores | |
| | 216 | |
| 2.3.8.1. | Número de operadores presentes en cada país | |
| | 216 | |
| 2.3.8.2. | Potencial de atracción de inversores | |
| | 217 | |
| 2.3.8.3. | Concentración del mercado | |
| | 219 | |
| 2.3.9. | Limitaciones del mercado móvil | |
| | 220 | |
| 2.3.10. | Oferta de servicios | |
| | 221 | |
| 2.3.11. | Integración versus desintegración | |
| | 223 | |
| 2.3.12. | Internet Móvil | |
| | 224 | |
| 2.3.12.1. | El m-commerce | |
| | 224 | |
| 2.3.12.2. | El WAP: Necesidad de recuperar el tiempo perdido | 226 |
| 2.3.13. | Mercados complementarios (GPRS) y mercados sustitutorios (UMTS) | |
| | 227 | |
| III. | Resumen sobre la situación del mercado de la telefonía móvil | 229 |
| 3.1. | El mercado europeo se caracteriza por | |
| | 229 | |
| 3.2. | El mercado español en el entorno europeo se caracteriza por | |
| | 229 | |
| 3.3. | El mercado español en comparación consigo mismo se caracteriza por | 230 |
| 3.4. | Los operadores del mercado español móvil se caracterizan por | 231 |
| 3.5. | El mercado español de comunicaciones móviles en el marco del mercado nacional de telefonía al público se caracteriza por | 231 |
| IV. | Recapitulación sobre las fases de evolución del mercado de móviles | 235 |
| V. | Planteamiento general de una solución basada en la competencia | 240 |

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



I. TECNOLOGÍA

1.1. Introducción

El mercado de servicios de comunicaciones móviles constituye el sector de más rápido crecimiento de los englobados en las industrias de la información.

Aunque el calificativo de revolución continua pueda parecer excesivo, lo cierto es que el ritmo del cambio de las telecomunicaciones debe considerarse como tal.

En los últimos cinco años, la telefonía móvil ha pasado de ser un servicio minoritario (cinco de cada mil españoles podían acceder al teléfono móvil), a convertirse en una herramienta cotidiana y al alcance de todos (uno de cada cuatro españoles lo utiliza habitualmente). Aunque con cifras ciertamente menores, servicios como internet o la televisión digital inician su expansión con la misma ambición. E incluso servicios que parecían completamente estancados, como la telefonía fija, comienzan a sorprender con nuevas iniciativas y modalidades.

Pero la revolución de las telecomunicaciones no sólo se produce con la ampliación de la gama de servicios; bajo el término revolución debemos incluir también los precios de los servicios. Por el precio por el que hace sólo una década se compraba el terminal de telefonía móvil, hoy se puede obtener un terminal de mayor calidad, de mucho menor peso, con más



funcionalidades, y además pagar las llamadas de un usuario medio durante casi dos años. Por el precio por el que hace una década se enviaba un fax de una sola página a Estados Unidos, hoy se pueden enviar miles de páginas por correo electrónico.

En este cambio confluyen dos procesos: el proceso tecnológico mediante el que cada día podemos ampliar la capacidad y la forma de comunicarnos, y el proceso de la liberalización, que ha permitido la aparición de los nuevos operadores y el estímulo de los que existían al iniciarse el proceso.

Estos dos procesos iniciales permiten que, cada vez más, el tercer proceso, la competencia, resulte más y más el factor fundamental que dirige el sector en la dirección que marcan las necesidades y preferencias de los clientes de los servicios.

A partir de aquí entramos en un escenario convulso, en el que sin relajar el proceso de regulación del sector, se pueda llegar a confundir la necesidad del incentivo y protección inicial de la liberalización, con la consolidación de un sector permanentemente intervencionista, en el que los clientes puedan no ser los únicos protagonistas a la hora de decidir sobre el éxito o fracaso de las distintas ofertas de servicio, a través de la elección entre diversas tecnologías, y en definitiva entre las iniciativas empresariales. Igualmente las fuertes inversiones a las que se ven sometidas las operadoras, unidas a las recientes dinámicas de subasta en la concesión de nuevas licencias, o de tasas impuestas por el uso del espacio radioeléctrico, hace que la viabilidad de muchos de los proyectos actuales queden en entredicho.

Si en los comienzos de la telefonía móvil fueron las tecnologías analógicas (NMT, TACS, AMPS, C-Netz...) las que impulsaron el desarrollo del mercado en su primera generación, el espectacular crecimiento en fechas recientes ha tenido lugar en el contexto de la tecnología digital. Este tipo de tecnologías, soporte de la actual segunda generación de comunicaciones móviles y de una futura tercera generación de sistemas avanzados, continuarán siendo motores de un crecimiento sostenido.



ESTUDIO PROSPECTIVO DEL SECTOR

Página - 162 -

La telefonía móvil digital presenta numerosas ventajas sobre la analógica, tanto para los usuarios finales como para los propios proveedores: mayor fiabilidad, mejor calidad, más garantías de privacidad, eficiencia espectral muy superior (y por tanto rentabilidad por Hz), menores costes de operación, una cartera de posibles servicios mucho más amplia, etc. Pero una implicación importante de la tecnología digital, y en cierto modo una diferencia cualitativa con la anterior generación, la marca el hecho de que, más que nunca, la tecnología que sirve de soporte a los servicios de telefonía también tiende a estar en la base de otros muchos servicios. En un futuro muy próximo, el impacto sobre las industrias de la información de las comunicaciones móviles se verá potenciado significativamente.

Como muestra, es suficiente resaltar la proliferación de productos y servicios de comunicaciones móviles en los mercados más avanzados. A los ya omnipresentes teléfonos móviles y buscapersonas (ya de por sí muy mejorados con respecto a sus antecesores de primera generación con una pléyade de servicios de valor añadido) se añaden faxes y modems celulares, terminales de comunicación de bolsillo que integran voz, fax y correo electrónico y, en un futuro próximo, sistemas vía satélite integrados con otras redes celulares, comunicaciones móviles multimedia, etc.

El enorme potencial de los sistemas de comunicaciones móviles, aumentado por la constante innovación tecnológica, terminará por convertir a éstas en cotidianas en un plazo sorprendentemente corto (aunque cada vez menos sorprendente acostumbrados, como estamos ya, a un ritmo vertiginoso).

Para definir el alcance de este estudio, es necesario poner de manifiesto en este punto la distinción entre el mercado y las tecnologías asociadas a las comunicaciones móviles, y el campo más amplio en el que éstas se engloban: las comunicaciones sin cable. Muchos servicios en este campo, como la difusión de señales de televisión por cable sin cable, la televisión digital vía satélite, etc. , no se consideran servicios de comunicaciones móviles y caen fuera del análisis que nos ocupa. Otros , como los sistemas de radio móvil (especialmente PMR, Private Mobile Radio y PAMR, Public Access Mobile Radio), los sistemas inalámbricos y (especialmente) los

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



celulares, sí forman parte del conjunto de sistemas de comunicaciones disponible para los usuarios de comunicaciones móviles.

Es posible clasificar los sistemas móviles según el perfil de los servicios que soportan: esto define con claridad los sistemas actuales y permite discutir la evolución reciente del mercado de telefonía móvil en particular. Sin embargo, tal clasificación está dejando de ser adecuada desde el punto de vista tecnológico, a medida que el mercado se mueve hacia una era donde un mismo sistema intentará satisfacer las necesidades de diferentes segmentos del mercado de comunicaciones móviles, con el objetivo último de un Estándar Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) que cumple las exigencias de todos estos segmentos.

En este contexto, no es posible discutir las tecnologías y estándares de soporte a los servicios de telefonía móvil hoy y en el futuro de forma aislada, sino como facilitadores de una amplia gama de servicios de voz y datos (incluso multimedia), susceptibles de ser integrados sobre un soporte tecnológico común.

En los siguientes epígrafes se tratarán de resumir las tendencias más importantes en comunicaciones móviles en lo que a estándares y tecnología respecta.

1.2. Tecnologías digitales en las comunicaciones móviles

Dado que la tecnología digital está en la base de todos los subsistemas de red en los sistemas de telefonía móvil, es en el interfaz aire donde la segunda generación de sistemas (cuyo exponente más paradigmático es el GSM) se distingue de los sistemas analógicos de primera generación. En este interfaz entre la red de cada operador y los terminales portátiles de los usuarios se gestiona siempre un esquema de acceso múltiple desde un número de usuarios potenciales muy elevado (especialmente en los servicios



de telefonía) hasta un número de canales limitado por la parte del espectro radioeléctrico asignado a la operación del sistema.

Para solucionar este problema de acceso múltiple, se instrumentan soluciones tecnológicas muy diversas que pasan, en general, por la reutilización de la capacidad de transmisión disponible en los canales radio asignados al sistema. Como el número de usuarios potenciales es muy superior al número de canales que podrían construirse sobre la capacidad de transmisión disponible, los operadores de telefonía móvil dividen sus regiones de cobertura en células, a cada una de las cuales da servicio una estación base para la comunicación vía radio con los terminales de los usuarios y una conexión a la red telefónica conmutada. Siempre que está conectado, cada terminal envía señales a las estaciones base de su entorno para que la red le mantenga localizado.

El esquema celular permite utilizar una y otra vez toda la capacidad de transmisión asignada al sistema en el espectro radioeléctrico, porque las comunicaciones en un grupo (cluster) de células no alcanzan a interferir a las que tienen lugar en los grupos contiguos. Cuando un usuario pasa de una célula a otra mientras está utilizando su terminal, la nueva estación base le asigna otro canal de forma imperceptible y la conversación continua (hand-over). Este principio general de reutilización de la capacidad de transmisión radioeléctrica se aplica de forma diferente según la tecnología de acceso utilizada:

- En los esquemas FDMA (frequency division multiple access), el canal asignado en cada momento a un usuario que accede a la red es un pequeño rango de frecuencias escogido entre el rango completo de frecuencias posibles en el sistema. Es la estrategia sobre la que se sustentan los sistemas de telefonía móvil analógica
- En los sistemas de segunda generación como GSM, en los que el interfaz aire es digital, la aproximación sobre lo que constituye un canal es completamente diferente. Existen dos posibilidades básicas (y a su vez radicalmente distintas) para el acceso múltiple digital: TDMA, la primera tecnología en aparecer y la más extendida, y CDMA, una tecnología que



debe demostrar ahora su competitividad comercial, con las nuevas licencias de tercera generación.

La existencia de dos opciones tan diferentes entre sí para el acceso múltiple digital plantea una controversia tecnológica que está teniendo implicaciones importantes para los futuros sistemas de comunicaciones móviles. Además dado que TDMA y CDMA son sólo enfoques para instrumentar el acceso múltiple, varios posibles estándares basados en estos enfoques e incompatibles entre sí compiten en los mercados internacionales de telefonía móvil.

1.3. Estándares digitales de telefonía celular

Los sistemas de segunda generación de telefonía móvil celular se basan en su gran mayoría e esquemas TDMA (Time Division Multiple Access), donde el canal asignado en cada momento a un usuario activo es un conjunto de pequeños espacios de tiempo. Es el caso de los estándares digitales dominantes en la actualidad:

- GSM (Global System for Mobile Communications)
- D-AMPS (Digital American Mobile Phone System)
- PDC (Personal Digital Cellular, Japón)

D-AMPS y PDC son estándares evolutivos de AMPS y J-TACS (Japanese-Total Access Communication System) respectivamente, que aprovechan el salto de FDMA a TDMA para multiplicar el número de canales disponibles en una misma banda de frecuencias (y , por tanto, rentabilizar mejor la “inversión en espectro” de los operadores). Por el contrario , GSM es un sistema completamente nuevo sin relación ni compatibilidad con la primera generación.

En este estado de cosas, la explosión de la telefonía móvil en todo el mundo, ha estado sucediendo en un contexto de competencia entre tres sistemas



digitales incompatibles entre sí: el actual favorito GSM, el norteamericano D-AMPS y el japonés PDC.

1.3.1. GSM: el estándar digital europeo TDMA

El sistema que más se ha extendido en la mayoría de países donde se han otorgado licencias. Estándar digital paneuropeo en la banda de 900 Mhz ó 1800 Mhz (DCS), cuya consolidación parece inevitable en otras partes del mundo.

El estándar GSM nació con el doble objetivo de (i) compatibilizar las redes europeas para posibilitar la itinerancia internacional (roaming), y (ii) crear un gran mercado unificado para proveedores de infraestructuras, equipos y servicios que estimule la industria de telecomunicaciones europea, agilice la competencia, disminuya los precios y, en definitiva, aumente la competitividad de la Unión Europea en este mercado. Para los operadores, la estandarización de todos los componentes de la red y de los interfaces entre ellos, supone una mayor libertad a la hora de combinar componentes de distintos fabricantes sin riesgo de compatibilidades, con el consiguiente ahorro de costes y aumento de la flexibilidad en el desarrollo de estas redes. Por último, y a medida que se desarrollaba el estándar, cobró más importancia un tercer beneficio del sistema: el aumento de la capacidad que ofrecía sobre los estándares analógicos anteriores, con una eficiencia espectral al menos tres veces superior.

Otras ventajas importantes de GSM sobre la anterior generación de estándares analógicos, tanto para la industria como para el usuario final, radican en una privacidad y seguridad muy mejoradas, buenas posibilidades de personalización gracias a la tarjeta SIM (Subscriber Identity Module), los servicios de mensajería SMS (Short Message Service) y transmisión de datos y fax a 9.6 Kbps, y otros servicios de valor añadido como el desvío de llamada, la información tarifaria, el bloqueo de llamadas , etc. El ETSI (European Telecommunications Standards Institute) especificó un segundo conjunto de servicios conocido como GSM Phase 2, que incluyen identificador y bloqueo del llamante, llamada en espera, grupo cerrado de usuarios, y otros.



La tecnología GSM se adaptó prácticamente sin modificaciones a dos nuevos estándares:

- El DCS 1800 (Digital Cellular System, que usa prácticamente todas las especificaciones GSM, aunque en la banda de 1800 Mhz), orientado al consumo masivo en áreas pobladas en las mismas zonas que GSM. La compatibilidad con GSM está asegurada en los estándares GSM Phase 2+, que permite que los mismos terminales puedan operar en ambas bandas 900 y 1800 Mhz (terminales duales).. El nuevo estándar se enmarca dentro de la iniciativa PCN (Personal Communications Networks).
- El PCS 1900 (una variante del GSM en 1900 Mhz y con señalización ANSI, (American National Standards Institute). Es un estándar que generó considerable interés en los operadores de EEUU que consiguieron licencias PCS (personal Communications Services). Más que una tecnología o estándar, PCS es un mercado, el de gran consumo para pequeños teléfonos individuales; incluye también , por tanto, los sistemas inalámbricos como PACS o DECT, que se comentarán. La iniciativa PCS tiene la misma intención que PCN/DCS 1800 en Europa (y en este sentido PCS 1900 es en gran medida análogo a DCS 1800, aunque con mayor ancho de banda disponible, 140 Mhz). Sin embargo, al contrario que en Europa, en EEUU (el mayor mercado del mundo) no se han regulado las tecnologías que deben adoptar los operadores PCS locales que obtuvieron licencias, lo cual genera otra oportunidad de mercado para GSM.

Para muchos operadores PCS en EEUU, la oportunidad GSM es atractiva porque (i) aprovecha las economías de escala generadas por el gran volumen de ventas de equipos de red de este tipo; (ii) ofrece nuevas oportunidades de negocio derivadas de las facilidades para transmisión de datos, faxes y mensajes cortos generadas en el estándar; y (iii) ofrece la posibilidad de itinerancia global, a través del uso de la misma tarjeta de usuario SIM en terminales PCS 1900, GSM o DCS 1800,. El mayor factor para el rechazo de este estándar, la incompatibilidad con el sistema D-AMPS dominante, puede resolverse a través de soluciones de itinerancia entre PCS 1900 y D-



AMPS basadas en el uso de terminales duales o en la conversión de señales de roaming.

1.3.2. D-AMPS: el estándar digital norteamericano TDMA

El sistema digital D-AMPS procede del AMPS empleado por todos los operadores de telefonía móvil analógica de EEUU. El sistema, muy utilizado en EEUU también en Sudamérica, Asia y Australia, utiliza los mismos canales que AMPS, pero multiplica por tres o cuatro su capacidad gracias al empleo de TDMA. Con la saturación de los sistemas analógicos, los operadores AMPS (en la banda de 800 Mhz) comenzaron a migrar hacia D-AMPS (que opera en 800 y 1900 Mhz) en 1992. La naturaleza evolutiva del sistema permite la operación dual, con terminales que funcionan en AMPS y D-AMPS, así como la migración progresiva de un sistema a otro. Esto convierte a D-AMPS en el estándar ideal para los antiguos operadores AMPS., en términos de inversión necesaria, riesgo, facilidad de transición, posibilidades de crecimiento y rentabilidad.

Con esta posición en el mercado americano, D-AMPS 1900 cuenta con numerosos partidarios también entre los poseedores de licencias PCS en EEUU. Por un lado, muchos de estos adjudicatarios eran ya operadores AMPS. Por otro lado, incluso los que ya proveían servicios D-AMPS en la banda de 800 Mhz pueden migrar de forma rápida y económica a la mayor capacidad provista por la banda 1900 Mhz. Además, este sistema también permite transmisión de datos, faxes y mensajes cortos, como lo hace GSM.

En definitiva, D-AMPS cuenta con una fuerte presencia en importantes mercados de telefonía móvil. Su futuro es prometedor en estos mercados, debido a la facilidad de transición desde el antigua AMPS o desde D-AMPS 800. Por el contrario, sus posibilidades de entrada en los mercados japonés y europeo son nulas y es dudoso que este estándar pueda resistir la abrumadora apuesta por GSM fuera del mercado americano.



1.3.3. . PDC: el estándar digital japonés TDMA.

El tercer sistema consolidado de telefonía móvil digital basado en TDMA es PDC, un sistema evolutivo que funciona en las bandas de 800 y 1500 Mhz y entró en servicio por primera vez en Japón, el segundo mercado nacional de telefonía móvil en el mundo , en 1993.

Hasta ahora , PDC se ha implantado sólo en Japón, donde no tiene competencia. Es extremadamente improbable que el sistema PDC se extienda más allá de unos pocos países asiáticos.

Frente a estos estándares digitales basados en tecnología TDMA y ampliamente probados en la práctica, existe un estándar emergente, el IS-95, basado en un concepto radicalmente diferente de lo que constituye un “recurso de transmisión” reutilizable: el CDMA (Code Division Multiple Access).

1.3.4. La alternativa tecnológica CDMA: ¿el futuro de la industria?

CDMA es un esquema más complejo que TDMA basado en técnicas de espectro ensanchado , en las que la secuencia de datos que constituye la conversación se multiplica por un código de usuario único (de entre más de 4.400 millones de códigos posibles) y se incorpora a un conjunto de múltiples secuencias (o conversaciones) que se extienden por una amplia porción del espacio radioeléctrico. Sólo el receptor con el código correcto puede decodificar la parte correspondiente a su conversación.



Cuando el estándar IS-95 Q-CDMA, de origen norteamericano, se definió en 1993, se proclamaron incrementos de capacidad muy significativos con respecto a los sistemas existentes (derivados de una eficiencia espectral teórica de hasta 20 veces superior a la del analógico AMPS y 10 veces superior a la de esquemas TDMA convencionales), aunque al precio de renunciar a la compatibilidad con el estándar AMPS que proveía D-AMPS. Este incremento de capacidad de transmisión, junto a la posibilidad de reducir radicalmente las interferencias, cortes y congestiones de las redes existentes convierte a CDMA en una alternativa para los operadores PCS estadounidenses frente a PCS 1900 (GSM) y D-AMPS 1900.

Por otra parte, una característica importante en el desarrollo de este estándar es que ha sido impulsado por una sola empresa, Qualcomm Incorporated, que posee numerosas patentes relacionadas con la tecnología CDMA y comenzó a producir una línea de equipos compatible con la misma.

Técnicamente, el debate entra los partidarios de CDMA y TDMA (especialmente de GSM) ha sido intenso desde antes de la publicación del estándar. Sin embargo, no ha sido posible hasta ahora comparar las prestaciones de CDMA y GSM en condiciones reales, por lo que los argumentos acerca del incremento de capacidad de CDMA no están sustentadas en medidas reales de campo.

Las redes móviles de tercera generación, a menudo nombradas como 3G, van a utilizar la Wide Band Code Division Multiple Access (CDMA) como solución para el interfaz aire, cuya estandarización se sigue ultimando en Europa, Japón, Corea, y los Estados Unidos.

1.4. La convergencia en sistemas de comunicaciones móviles.

La evolución tecnológica descrita, junto con otros factores como la extensión de los servicios de telefonía móvil a otros mercados objetivos, la aparición de nuevos servicios de comunicaciones móviles ligados a la



telefonía, la evolución de la demanda y la liberalización de los mercados son, entre otros, los principales factores que están difuminando las fronteras entre la telefonía celular tradicional y otros sistemas de comunicaciones móviles.

En concreto, son tres los tipos de sistemas que tienden a integrarse con la telefonía celular “tradicional” descrita hasta aquí: La telefonía inalámbrica (cordless), los sistemas de radio móvil (incluyendo los sistemas troncales), y los servicios móviles vía satélite.

1.4.1 Telefonía inalámbrica de segunda generación: DECT, PACS y PHS.

Tras el auge generalizado de los teléfonos inalámbricos, de muy escasa importancia tecnológica, han aparecido sistemas inalámbricos de segunda generación radicalmente diferentes de los primeros. Estos sistemas utilizan esquemas de acceso TDMA para conectarse a la red pública de telefonía fija, de la que dependen para su funcionamiento. Como en el caso de los estándares digitales de telefonía celular, se han definido tres sistemas independientes:

- DECT (Digital European Cordless Telephone) en Europa.
- DCTU (Digital Cordless Telephone US), en EEUU (variante de la primera).
- PACS (Personal Access Communications System) en EEUU
- PHS (Personal Handy Phone System) en Japón.

A pesar de depender de la red pública, estos sistemas tienen objetivos mucho más ambiciosos que los teléfonos inalámbricos domésticos de la primera generación. Así, el concepto es aplicable en centralitas inalámbricas en entornos de oficinas, acceso sin hilos al bucle de abonado, cobertura en zonas residenciales, etc.



En el caso de DECT, incluso hay proyectos de sistemas CTM (Cordless Terminal Mobility) para cubrir amplias zonas de una ciudad, con objeto de extender la cobertura inalámbrica a la misma, lo cual permitiría a los operadores fijos entrar en competencia con los móviles al ofrecer movilidad a los usuarios de la red fija.

En general (y es aquí donde radica la convergencia de estos sistemas inalámbricos con la telefonía móvil celular), el creciente número de operadores móviles que comparten una porción limitada del espectro radioeléctrico, junto con la explosión de la demanda, indican que los problemas de capacidad que había paliado la tecnología celular digital no tardarán en reaparecer en las zonas más densamente pobladas. En este contexto, los operadores pueden garantizar una buena calidad de servicio combinando dos sistemas como GSM (para las zonas de cobertura normales) y DECT (para las zonas muy densamente pobladas) para ofrecer CMT real.

1.4.2. Sistemas de Radio Móvil: TETRA frente a GSM

Los sistemas de radio móvil privados (PMR, Private Mobile Radio) y públicos (PAMR, Public Access Mobile Radio) han satisfecho hasta ahora necesidades, en principio, diferentes de las que motivan la telefonía celular (uso intensivo orientado a mensajes entre un número limitado de usuarios, con tarifas planas) a través de un gran número de sistemas cerrados de multitud de distribuidores.

La radio móvil comprende una amplia variedad de sistemas PMR analógicos troncales (muchos de los cuales se baan en el estándar analógico británico MPT1327, usado también en sistemas PAMR) y no troncales, sistemas de datos como Mobitex y Cognito, y sistemas digitales más recientes. En lo que respecta a estos sistemas digitales, el panorama está dominado por tecnologías propietarias, pero comienzan a aparecer estándares abiertos, como el europeo TETRA (Trans European Trunked Radio Access).



Hasta ahora, las especulaciones sobre la emergencia de TETRA, un innovador estándar troncal digital TDMA a 400 Mhz de característica similares a GSM, se han restringido a los sistemas de radio móvil, para los que fue diseñado. Sin embargo, el alto coste que implica la funcionalidad extendida de TETRA, el trabajo hacia GSM Phase 2+ (que posibilita servicios PMR basados en GSM) y la decisión de los ferrocarriles europeos, usuarios clave de PMR, de utilizar GSM en su nueva generación de sistemas, sitúan a TETRA en una posición difícil. Su éxito dependerá del calendario de disponibilidad de equipos, su grado de aceptación por parte de otros usuarios clave y la competitividad de los operadores GSM en la provisión de servicios PMR.

A medida que avanza la transición hacia una tercera generación de comunicaciones móviles que unifique los diferentes sistemas existentes en la actualidad, la distinción entre estándares como GSM y TETRA se hace más borrosa; de hecho TETRA tiene todas las capacidades de GSM y algunas más. En este contexto, como en los sistemas satélite, las consideraciones técnicas quedarán eclipsadas por los factores económicos y de mercado, para determinar la permanencia de los diferentes sistemas en dicha transición.

Recientemente se ha celebrado el III Congreso Mundial TETRA, en Roma , donde se han mostrado las distintas opciones que ofrece el sistema tanto para el sector público (policía , ambulancias, bomberos y fuerzas de seguridad del estado), como para el privado, más concretamente al segmento empresarial. Sin duda, en el futuro inmediato, las aplicaciones son el recurso de TETRA para alcanzar el éxito.

1.4.3 Tendencias en comunicaciones móviles vía satélite.

Las comunicaciones por satélite comprenden cuatro tipos de servicio: fijo, móvil, difusión directa y apoyo a la navegación.

En la actualidad, dominan abrumadoramente los servicios fijos, como los provistos por INTELSAT (International Telecommunications Satellite) para



telefonía intercontinental, y los servicios móviles están en su mayor parte concentrados en aplicaciones marítimas y aeronáuticas. Es el caso de INMARSAT (International Marine Satellite), la organización pionera en servicios de comunicaciones móviles vía satélite que utiliza satélites GEO (Geosationary Earth Orbit) en órbita geoestacionaria a unos 36.000 Km de altura).

En los próximos años, el crecimiento de los servicios de difusión directa y los servicios móviles terrestres cambiará esta situación. En el caso de estos últimos, el motor del crecimiento no radica en la competencia con los sistemas móviles terrestres convencionales: su coste es mayor y ofrecen menores prestaciones, algo que les impide competir en este terreno.

Más bien, los sistemas vía satélite son complementarios de los celulares, vía la utilización de terminales duales, para proveer cobertura con redes como el Iridium de Motorola en zonas donde no sea posible disfrutar de las mejores tarifas y oferta de servicios de sistemas como GSM.

Se han propuesto al menos nueve sistemas de satélite con diseños y configuraciones orbitales radicalmente diferentes (Iridium, Global Star, Constel Communication, Aries, Ellipso, Odyssey, Inmarsat, Agrani Agro-Asian, AceS Asian Cel).

Sin embargo es muy improbable que el potencial del mercado y las enormes inversiones necesarias permitan rentabilizar simultáneamente todos los sistemas, que conjuntamente requieren una inversión mínima de 16.000 a 18.000 millones de dólares. Sobre el 2002, una estimación realista para los servicios móviles terrestres vía satélite estaría en torno a 9.000 millones de dólares, aproximadamente un 6 por ciento del mercado total de comunicaciones móviles terrestres. De este potencial, no más de unos 2.300 millones podrían destinarse a amortizar el conjunto de las redes de satélites (el resto iría a operaciones terrestres, facturación, tarifas de interconexión, marketing, I+D e ingeniería, costes de estructura, etc.), lo cual, deja espacio para sólo tres o cuatro de los sistemas.

La falta de mercado para todos estos sistemas plantea un intenso debate sobre cuáles son los más adecuados desde el punto de vista tecnológico,. Todos se basan en la idea de convertir los incómodos terminales terrestres



actuales en teléfonos de mano, similares a los móviles habituales, mediante la transición desde los tradicionales satélites geoestacionarios hacia sistemas de baja órbita (LEO, Low Earth Orbit) o media órbita (MEO, Medium Earth Orbit, o ICO).

En efecto, los sistemas LEO exigen potencias de transmisión limitadas e involucran menores retardos. Esto posibilita sistemas con calidad de servicio similar a la de la telefonía celular digital, utilizando un gran número de satélites, de bajo coste unitario. En órbitas MEO se utilizan muchos menos satélites, aunque más complejos (mayores antenas y sistemas de potencia). Otros sistemas se han inclinado de nuevo por órbitas GEO, para situar en ellas tan sólo uno o dos enormes satélites de alto coste unitario (unos 400 millones de dólares cada uno) capaces de producir prestaciones LEO (excepto por el alto tiempo de latencia debido a la altura de la órbita) en zonas limitadas del planeta.

En general , y dado que la mayoría de estos diseños son técnica y operativamente factibles, posiblemente serán factores de mercado y no técnicos los que determinen el éxito de cada uno en la próxima década (como se puso de manifiesto con los sistemas de radio móvil). Algunos de los más importantes son la cobertura geográfica, el potencial de reutilización de frecuencias (mayor en redes con muchos satélites de baja órbita), las características del terminal, las capacidades de interconexión, la estructura de costes de lanzamiento y operación, el número de satélites y repuestos necesarios, la complejidad de las instalaciones terrenas y factores de economías de escala.

En cualquier caso, la incertidumbre reinante ya ha ocasionado la renuncia de algunos proveedores a acceder a este mercado, como evidencia la decisión de INMARSAT de no lanzar por el momento sistemas LEO. Esta incertidumbre es especialmente intensa en el mercado europeo, dada la fuerte preferencia de la UE por sistemas móviles terrestres, más coherentes con la estructura de población de la zona.

1.4.4. Convergencia en la tercera generación: UMTS e IMT-2000.

Aunque los sistemas de comunicaciones móviles de segunda generación (responsables de canalizar la actual explosión del mercado) han entrado en



operación hace pocos años, una tercera generación está en puertas. En primer lugar, es razonable esperar que la capacidad ofrecida por los sistemas actuales termine por agotarse : en 1996 existían previsiones de unos 150 millones de terminales en operación para el año 2000. Los datos reales sólo para Europa a 30 de Junio de 2000 era de 193.834.000 clientes según fuentes del Ministerio De Ciencia y Tecnología.

En segundo lugar, los sistemas de segunda generación están orientados principalmente a comunicaciones de voz, con poca capacidad de transmisión de datos; mientras una demanda creciente de servicios de banda ancha en redes fijas se extenderá de forma masiva a las comunicaciones móviles.

Resulta , pues, evidente que el futuro de las comunicaciones móviles está en la convergencia de los diferentes estándares actuales de segunda generación en un sistema unificado capaz de hacer frente a las exigencias anteriores, con las siguientes características genéricas:

- Sistemas inalámbricos y vía satélite integrados.
- Posibilidades de migración desde sistemas de segunda generación tipo GSM y DECT
- Alta flexibilidad y eficiencia espectral
- Cobertura y capacidad de itinerancia mundial.
- Estructuras celulares jerárquicas y multiplicidad de entornos de acceso.
- Servicios multimedia avanzados (órdenes de 2 Mb/s), dependiendo del entorno y de la capacidad disponible.
- Numeración personal independiente del operador
- Integración de la red fija y la móvil desde el punto de vista de la accesibilidad de los servicios.
- Penetración similar o superior a la del servicio telefónico de redes fijas.
- Terminales reducidos y únicos para todos los servicios.

Han existido dos esfuerzos de estandarización de un sistema de tercera generación orientado de esta forma. A nivel europeo, UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), estandarizado en la ETSI con la filosofía de convertirse en la “parte móvil” integrada en ISDN-B (Integrated Services Digital Network Broadband) y funcionando en la banda de 1.885-2.2 GHz. Se realizó un intenso esfuerzo de I+D en el marco de los



programas europeos COST. RACE, RACE II y ACTS, lo que evidencia el compromiso de la UE hacia UMTS.

Mientras, a nivel mundial se puso en marcha un esfuerzo similar por parte de la ITU (International Telecommunications Union) para especificar el futuro estándar FPLMTS (Future Public Land Mobile Telecommunications System) ahora llamado IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000). UMTS e IMT-2000 han de compatibilizarse para posibilitar la itinerancia a nivel mundial.

En cualquier caso, y aunque las comunicaciones UMTS obedecen a un paradigma diferente de las de segunda generación, es de esperar que la transición no sea radical, como ha ocurrido con la transición de la primera generación hacia GSM, sino más bien evolutiva. Esto se deriva de las mucho más cuantiosas inversiones realizadas en la extensa implantación de GSM, así como de la naturaleza evolutiva de dicho estándar (cuyo potencial evidencia las extensiones Phase 2+) que permitirán proporcionar un mayor ancho de banda (bajo demanda) en el futuro inmediato.

Un camino de migración gradual, que implica la utilización en UMTS de algunos conceptos de segunda generación, conlleva el riesgo de no cumplir con los objetivos señalados para la tercera generación. La compaginación de los objetivos de migración y prestaciones constituye uno de los mayores desafíos en la transición hacia el próximo sistema de comunicaciones móviles. El desarrollo paralelo de ambas generaciones exigirá una comercialización cuidadosa que garantice una transición suave, muy probablemente a través de terminales multiestándar.

1.5. Aspectos de interés en telefonía móvil: perspectiva desde la segunda generación.

El drástico cambio tecnológico que ha supuesto la transición a la segunda generación de telefonía móvil ha transformado la mayoría de las características operativas más significativas de estos sistemas, como la itinerancia, la gestión del fraude, los servicios de valor añadido o las características de los terminales. En estos y otros aspectos la segunda



generación ha iniciado tendencias que continuarán en la transición hacia las comunicaciones móviles de tercera generación, y que han abierto posibilidades de mercado inaccesibles hasta hace relativamente poco tiempo. Se presentarán los aspectos más significativos en el caso de GSM, el estándar con la implantación más amplia en estos años.

1.5.1. La tarjeta de identificación (SIM)

La tarjeta SIM es un módulo de pequeño tamaño que identifica a su propietario como abonado a una red GSM. Insertada en el terminal, lo transforma en el teléfono personal del abonado: sonará cuando se marque su número, las llamadas se cargarán a su cuenta, estarán accesibles todos los servicios de valor añadido a los que esté suscrito, etc.

Las tarjetas SIM abren nuevas posibilidades de uso. Por ejemplo, permiten a usuarios muy itinerantes mantener cuentas en diferentes redes GSM sin necesidad de utilizar más de un terminal, a dos personas con cuentas diferentes utilizar el mismo terminal, o a un usuario compatibilizar el uso privado y profesional de su terminal. Además con la interoperabilidad GSM/DCS1800/PCS1900, es posible la itinerancia entre estas redes sin necesidad de poseer un terminal multimodo, con solo utilizar la propia tarjeta en terminales alquilados en cada país.

En resumen, los módulos SIM flexibilizan en gran medida la utilización de los servicios de telefonía móvil en un entorno GSM y suponen, junto con la propia posibilidad de itinerancia, un importante atractivo adicional del sistema.

1.5.2. Itinerancia (Roaming).

La itinerancia (roaming) es la posibilidad de utilizar el teléfono móvil de forma transparente en redes diferentes de aquella en la que el usuario está abonado. Aunque esta facilidad no es, en teoría, privativa de los sistemas digitales, su desarrollo ha tenido lugar con los estándares de segunda generación y especialmente con GSM. Desde el punto de vista técnico, la estandarización internacional que supone este sistema, hace posible el



funcionamiento de cualquier terminal en cualquier red que se adhiera al estándar.

Así, en lo referente a GSM, el factor determinante de las posibilidades de itinerancia pasa a ser administrativo: exige la existencia de acuerdos entre las operadoras de las diferentes redes, necesarios para que cada operador pueda facturar los servicios prestados a un abonado de otra red (la facturación debe realizarse a través de la red a la que ese abonado está suscrito).

Un aspecto administrativo de capital importancia en la itinerancia es el de la tarificación. Cuando se llama a un abonado itinerante, el coste del tramo incluido en la red de origen se carga al usuario llamante, mientras que el llamado se hace cargo de los costes correspondientes al enrutamiento de la llamada incluidos los correspondientes a la red fija, en la red donde se encuentra como visitante (este cargo compensa a dicha red por el servicio de localización que presta al itinerante).

Por otra parte , cuando un abonado itinerante llama, la red desde la que lo hace le carga (a través de su red de origen) lo mismo que si se tratara de un abonado suyo.

Con los principios fundamentales expuestos, la tarificación de las llamadas en itinerancia se hace más compleja a medida que se involucran más componentes. Por ejemplo, una llamada entre dos móviles en itinerancia genera siempre, al menos, un cargo red-red para cada uno, porque se enruta siempre a través de sus respectivas redes de origen. El uso de algunos servicios de valor añadido, tales como los de buzón de voz, añade a menudo nuevos cargos derivados de efectos como el “rebote” de las llamadas de una red a otra.

Las facilidades de itinerancia mejoran sin duda la calidad del servicio de un operador GSM, pero también plantean ciertos problemas. Por ejemplo, en el estado actual de GSM el intercambio de información de tarificación entre redes puede tener una latencia de semanas, con el consiguiente riesgo de fraude. Éste y otros tipos de fraude exigen un esfuerzo importante por parte de operadoras y suministradores para limitar sus pérdidas y, sobre todo, garantizar la seguridad del servicio.



1.5.3. Gestión del fraude.

La naturaleza “abierta” de las comunicaciones móviles, que utilizan un recurso visible al público como es el espectro radioeléctrico, ha motivado la aparición de prácticas fraudulentas para con los operadores por parte de grupos delictivos, “piratas electrónicos” (hackers) y otros agentes. El abanico es muy amplio y va desde la simple utilización de terminales robados hasta el impago de cargos de itinerancia por baja prematura en el servicio, pasando por la clonación (copia) de terminales (para cargar las llamadas a otro abonado), la reprogramación y venta de terminales subvencionados en mercados negros exteriores, etc. Las estrategias de lucha contra estas prácticas son tanto de naturaleza técnica como administrativa y cada una depende del tipo concreto de fraude del que se trate:

- El tipo de fraude más extendido en la actualidad es sin duda la clonación y reprogramación de terminales, prácticas que han proliferado con la tecnología utilizada en los sistemas analógicos de primera generación. Con un procedimiento de validación unidireccional, estos sistemas ofrecen pocas garantías contra los defraudadores de llamadas. Este tipo de prácticas son mucho más complicadas en GSM, gracias a la validación bidireccional y al papel de la tarjeta SIM en el proceso.
- El impago de cargos de itinerancia se combate hoy con la exigencia del pago de depósitos o el establecimiento de periodos de prueba. La solución real, sin embargo, se alcanzará con la reducción de la latencia en el intercambio de información entre redes; el objetivo futuro para redes GSM es de 36 horas.
- Por otra parte, en las situaciones de itinerancia se dificulta la validación bidireccional del terminal en uso. Para evitar el aprovechamiento de esta circunstancia, se han establecido las bases para crear un registro paneuropeo de terminales, aunque pocos operadores se ajustan a él todavía.

Por último, aunque no constituye un fraude económico directo para las operadoras, es necesario destacar aquí la posibilidad de realizar escuchas de las conversaciones en curso, práctica ilegal que puede tener efectos nefastos sobre la reputación de las operadoras. En los sistemas analógicos, las escuchas selectivas son posibles con la sola ayuda de un terminal convencional y los conocimientos necesarios. Como en el caso de la



clonación, GSM dificulta en gran medida estos procedimientos gracias a la encriptación y cifrado del flujo de datos binarios en que se convierten las conversaciones al pasar al espectro radioeléctrico, así como por la autenticación.

1.5.4. Servicios de valor añadido.

Un servicio de valor añadido es un servicio adicional al de la llamada telefónica básica que el operador puede prestar mediante la explotación de las posibilidades que ofrece su red. El propósito fundamental de este tipo de servicios es conseguir para el operador una ventaja competitiva. En general esta ventaja se consigue en uno o varios apartados simultáneamente; entre otros efectos:

- Se mejora la imagen del operador y el posicionamiento de sus servicios en un mercado cada vez más competitivo en que los operadores tienen que competir a la vez en segmentos con expectativas muy diferentes, como son el empresarial y el de gran consumo, a base de diferenciar unos servicios de otros.
- Se aumentan los ingresos por abonado en los segmentos que paulatinamente van utilizando los servicios añadidos, a medida que el crecimiento de los operadores móviles se canaliza hacia los mercados de gran consumo (con las iniciativas tipo PCS o DCS 1800), que provocan presiones a la baja sobre la factura media.
- Se adquiere experiencia para el futuro: el operador se posiciona favorablemente para introducir nuevos servicios y aumentando su conocimiento de la base de clientes.
- Se materializan la sinergias entre cada operador y otros participantes en las industrias de la información como los proveedores de contenidos (información bursátil, noticias, etc.), de servicios en línea, etc. con el consiguiente potencial de creación de nuevos negocios por parte del operador.
- Disminuyen los costes administrativos asociados a ciertas operaciones (un ejemplo lo constituye la reducción de costes de atención al cliente generada por los servicios de información tarifaria).

El abanico de servicios de valor añadido que pueden prestar las operadoras (especialmente las de telefonía móvil digital) es ya muy amplio y continuará



abriéndose a medida que los operadores y sus suministradores desarrollen las capacidades de las tecnologías utilizadas, que vayan nuevas aplicaciones basadas en estos servicios (como las relacionadas con el concepto de “oficina móvil”), que los operadores aprendan más sobre el comportamiento de sus mercados objetivo y, finalmente, que se sofisticue paulatinamente la demanda. Desde un punto de vista tecnológico, atendiendo a la ubicación de las capacidades para la provisión del servicio de valor añadido en cuestión, estos servicios se pueden clasificar en :

- Indicadores de cobertura, calidad y grado de servicio, basados en el interfaz aire.
- Prestaciones suministradas por la propia red del operador (o la red básica a la que éste se conecta), en lo referente a roaming, mensajería, enrutado, tarificación, etc.
- Servicios de información (soportados por facilidades como SMS en GSM: información meteorológica, bursátil, del tráfico, noticias, etc.
- Servicios interactivos especiales, como los basados en un operador humano para ofrecer información o realizar gestiones ad hoc.
- En el caso de GSM, servicios de personalización basados en la tarjeta SIM, como marcación abreviada, selección automática del lenguaje preferido, etc.

Los servicios de valor añadido son demandados de forma natural sólo por un pequeño segmento del mercado, el empresarial avanzado. Además, los usuarios (y muy especialmente los de gran consumo) son extremadamente sensibles al precio. Si comercializarlos con éxito es fundamental para mantener la rentabilidad de los operadores en la transición hacia el mercado de masas, esto sólo se puede conseguir con una política tarifaria que contemple la gratuidad de la mayoría de estos servicios durante su introducción.

1.5.5. Evolución de los terminales

Los primeros momentos de la telefonía móvil analógica estuvieron marcados por terminales del tamaño aproximado de un autorradio, diseñados para ser instalados en vehículos. En esta etapa, el principal parámetro para evaluar la calidad de un terminal era la calidad del sonido y, como es lógico, tenían poca importancia variables como la autonomía, el peso o el tamaño. En



España, de forma coherente con el estado infantil de la tecnología y del servicio, estos terminales comenzaron a comercializarse a precios altos. Precios de 500.000 pesetas eran habituales en 1988 para teléfonos de uso casi exclusivamente profesional.

A medida que avanzó la tecnología y comenzó a popularizarse el servicio, los precios de los terminales cayeron rápidamente sin incrementos radicales de las prestaciones. La primera innovación significativa en este terreno fue la aparición en 1990-91 en España, de los terminales de mano, destinados a sustituir a los anteriores de vehículo y a constituir el soporte de la popularización del servicio, aportando movilidad real a sus usuarios.

A partir de la aparición de los terminales de mano, la continua bajada de precios fue acompañada de constantes mejoras en el peso, las dimensiones y la autonomía operativa. Especialmente, la introducción de la segunda generación de tecnología móvil, con el estándar digital paneuropeo GSM, ha constituido un catalizador para la innovación en el terreno de los terminales; en la actualidad el esfuerzo innovador:

- Está ya dejando de centrarse en el tamaño y peso de los terminales, que son más que razonables para su uso cotidiano.
- Continúa concentrándose en la autonomía, con constantes mejoras introducidas por nuevos tipos de batería; y
- Se traslada especialmente al terreno de las funciones adicionales tales como la carga interna de las baterías, vibración para aviso silencioso de llamada, identificación del llamante, bloqueo de llamada internacional, agenda electrónica, calendario y despertador, SMS (mensajes cortos), capacidad de transmitir fax y datos, calculadora, información tarifaria, grabación de la conversación, temporizador, teclas especiales de acceso a servicios, correo electrónico, acceso a internet y transmisión de imágenes.

Otra innovación significativa la constituyen los terminales duales. Los primeros en ser utilizados en masa fueron los AMPS/D-AMPS en el mercado americano. Los GSM-DCS 1800 se extendieron masivamente en España desde 1998 para posibilitar la operabilidad en redes GSM a 900 y 1800 MHz. Como ejemplo en España tenemos la concesión de licencia a Amena, para operar exclusivamente en DCS-1800, sin embargo, mientras



desplegaban su red, acordaron contratos de itinerancia nacional (lo que se traducía en un alquiler de las redes de Airtel y Telefónica) obligando la utilización de terminales duales. Los GSM-DECT, aunque con un impacto mucho menor permiten la anteriormente mencionada integración de los sistemas europeos de telefonía inalámbrica y celular.

ANEXO 2: GLOSARIO

AMPS Advanced Mobile Phone System, servicio celular analógico en EEUU.

CDMA Code Division Multiple Access, técnica digital avanzada de acceso múltiple por división de códigos.

CDPD Cellular Digital Packet Data, servicio de datos celulares.

CMR Cellular Mobile Radio, radio móvil celular.

CT1 Cordless Telephony 1, sistema original de telefonía inalámbrica doméstica de primera generación.

CT2 Cordless Telephony 2, sistema primitivo de telefonía inalámbrica digital.

D-AMPS Digital AMPS, es sistema celular digital más extendido en el mercado de EEUU antes de la proliferación de licencias PCS.



ESTUDIO PROSPECTIVO DEL SECTOR

Página - 185 -

DCS1800 Digital Cellular System 1800 MHz, variante de GSM en baja potencia, menores células y banda de 1800 MHz.

DCS1900 Digital Cellular System 1900 Mhz, ver PCS 1900

DCTU Digital Cordless Telephone US, variante Estadounidense de DECT

DECT Digital European Cordless Telephone, estándar inalámbrico europeo de segunda generación.

DRMASS Digital Radio Multiple Access Subscriber System, sistema de radio digital de acceso múltiple.

DSRR Digital Short Range Radio, radio digital de corto alcance.

ERMES European Radio Message System, sistema de radio basado em mensajes.

ETACS Extended TACS, versión mejorada de TACS.

ETSI European Telecommunications Standards Institute, el organismo de estandarización europeo responsable de GSM.

FDMA Frequency Division Multiple Access, tecnología de acceso múltiple por división de frecuencias para el interfaz aire, usada en los sistemas analógicos.

FPLMTS Future Public Land Mobile Telecommunication System, sistema de comunicaciones móviles de tercera generación actualmente denominado **IMT-2000**

GEO Geostationary Earth Orbit, sistema de satélites en órbita geoestacionaria. (unos 36.000 Km.)

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



GSM Global System for Mobile Communications, estándar celular digital de segunda generación más aceptado.

IMT-2000 International Mobile Telecommunications after year 2000, sistema de comunicaciones móviles de tercera generación impulsado por la ITU.

INMARSAT International Marine Satellite, sistema más extendido de telefonía móvil por satélite con cobertura mundial.

INTEALSAT International Telecommunications Satellite, sistema de comunicaciones fijas vía satélite.

IS-41 Estándar celular digital TDMA en EEU

IS-95 Estándar celular digital CDMA en EEUU, impulsado por Qualcomm.

ISDN-B Integrated Services Digital Network-broadband, Red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA).

ITU International Telecommunications Union, organismo de estandarización de telecomunicaciones a nivel mundial.

JDC Japanese Digital Cellular, estándar celular japonés actualmente denominado PDC.

J-TACS Japanese TACS, versión japonesa de TACS.

LEO Low Earth Orbit, sistema de satélites de baja órbita (unos 1000 Km.)



LMR Land Mobile Radio, sistema de comunicaciones móviles basado en mensajes para usuarios especializados.

MEO Medium Earth Orbit, sistema de satélites en órbita media (unos 10.000 Km. de altura).

MPT1327 Estándar británico para sistemas troncales analógicos.

PACS Personal Access Communications System, estándar inalámbrico americano de segunda generación, candidato para licencias PCS de área local.

PAMR Public Access Communications System, estándar inalámbrico americano de segunda generación, candidato para licencias PCS de área local.

PCN Personal Communications Network, iniciativa de comunicaciones personales basada en DCS 1800.

PCS Personal Communications Services, iniciativa de desarrollo del mercado de consumo de telefonía celular/inalámbrica en EEUU.

PCS 1900 Personal Communications Services 1900 Mhz, variante de GSM en la banda de 1900 Mhz para el mercado PCS americano.

PDC Personal Digital Cellular, estándar digital celular japonés.

PHS Personal Handy phone System, estándar japonés de telefonía inalámbrica de segunda generación.

PLMN Public Land Mobile Network, radio móvil terrestre de acceso público.

PMR Private Mobile Rdio, radio móvil privada.



SES Societé Européene de Satellites, organismo europeo de estandarización de comunicaciones por satélite.

SIM Subscriber Identity Module, tarjeta utilizada en GSM para personalizar un terminal.

SMS Short Message Service, servicio de transmisión de mensajes cortos de GSM.

TACS Total Access Communications System, sistema celular analógico de primera generación utilizado en Europa.

TDMA Time Division Multiple Access, sistema digital de acceso múltiple por división de tiempo para el interfaz aire.

TETRA Trans European Trunked Radio Access, estándar digital europeo para sistemas de radio móvil terrestre (LMR).

TIA Telecommunications Industry Association, organismo de estandarización de Estados Unidos.

UMPS Universal Mobile Phone Service.

UMTS Universal Mobile Telecommunications Standard, sistema digital de comunicaciones móviles de tercera generación.

UPT Universal Personal Telecommunications, iniciativa internacional de comunicaciones personales de tercera generación.



WARC World Administrative radio Conference, conferencia mundial para asignación de frecuencias en el espectro radioeléctrico.

WiLL Wireless in the Local LOOP, acceso sin cable al bucle de abonado local.

II. SITUACIÓN DEL MERCADO DE TELEFONÍA MÓVIL

2.1. Introducción.

La Sociedad de la información, como se sabe, ha sido la vía que la Unión Europea ha recomendado a sus países miembros para competir en el siglo XXI. El retraso de la UE con respecto a EE.UU. y Japón en esta materia es manifiesta y por este motivo en la reciente cumbre de Lisboa, los Presidentes de los Estados de la UE asumieron el compromiso de acelerar su desarrollo mediante la iniciativa eEuropa.

Un reciente estudio sobre la Sociedad de la Información en España (presente y perspectiva), entre sus conclusiones dice:

* La Sociedad de la Información para los ciudadanos, en una primera etapa, es comunicación más que información.

* Internet es la palabra clave para la Sociedad de la Información.

Dentro de este entorno, no cabe duda de la importancia creciente de las telecomunicaciones. Tal es su importancia, que algunos expertos ya empiezan a hablar del grado de desarrollo de un país es función de su



“consumo en telecomunicaciones”, sustituyendo este índice al ya tradicional del consumo de energía eléctrica, cemento, hierro, etc.

Tanto en “telecomunicaciones” como en “Internet”, España tiene un diferencial negativo con respecto a la mayoría de la Países de la UE. Por tanto, resulta clave para reducir nuestro diferencial que el crecimiento interanual de estos parámetros en España sea superior al de la media europea, y la telefonía móvil puede ser la vía para lograrlo.

Sabemos que el uso de Internet está directamente relacionado con la telefonía móvil:

USO DE INTERNET = F (disponibilidad x accesibilidad)

Disponibilidad= F (redes y terminales)

Accesibilidad= F (precios asequibles y cultura de uso)

De todos estos parámetros y dejando aparte el tema de la “cultura de uso”, que según los expertos “sociales” es la principal barrera para el desarrollo de Internet, nos centraremos en los restantes:

- Redes : que pueden ser fijas y móviles.
- Precios asequibles: de terminales y uso de las redes.
- Terminales: PC y teléfonos móviles.

En el acceso a Internet vía redes fijas España está en una situación de desventaja con respecto a Europa. Efectivamente, después de 2 años de la liberalización de la telefonía fija, y a falta de conocer el impacto de la apertura del bucle local, la densidad telefónica de España es inferior a la media europea y el gasto de telecomunicaciones también (según fuentes de Telefónica , el diferencial de líneas instaladas por cada 100 habitantes es del 16% con respecto a la media de la UE y el uso del servicio es un 15%

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



inferior) , a lo que hay que sumar la baja penetración de los ordenadores personales (9 PC por cada 100 habitantes frente a la media de la UE de 22,5 según fuentes de EITO/1999) .

No ocurre lo mismo si hablamos de telefonía móvil, donde el desarrollo de este servicio en nuestro país ha sido un éxito y tanto en “penetración del servicio” como en su uso nos encontramos por encima de la media europea y dentro del conjunto de países que se pueden considerar “líderes” en este servicio. El Informe “La Sociedad de la Información en España: presente y perspectivas” editado por TdE, hace referencia a la importancia del teléfono móvil como herramienta para acceder a Internet.

Como consecuencia, es razonable pensar que la “telefonía móvil” es una herramienta clave, no sólo para la UE, para “alcanzar a EE.UU. en el desarrollo de la nueva economía”, sino también para España, como la vía para alcanzar a Europa en esta materia dado el grado de desarrollo de este servicio en España por encima de la media europea.

Esta consideración de la telefonía móvil como elemento “clave” para el desarrollo de la Sociedad de la Información en España y el “posible cambio de su escenario” que se puede producir como consecuencia de producirse un hito significativo como es “alcanzar el techo razonable de cuota de mercado” en un corto plazo de tiempo creemos que son razones más que fundamentadas para estudiar con detenimiento la situación actual de este mercado y de su actual modelo de negocio, con objeto de conocer si continúan o no siendo válidos en esta nueva etapa que se abre.

2.2-Aspectos generales de los mercados de comunicaciones móviles

Pretendemos presentar una síntesis de los principales parámetros y tendencias, que permitan identificar las debilidades y fortalezas del mercado desde una óptica de competencia.

Antes de esa síntesis conviene destacar algunos aspectos generales que marcan el desarrollo de este mercado, tanto en España como en el resto de países Europeos.



Desde el punto de vista regulatorio, el mercado de telefonía móvil en España, al igual que en el resto de la Unión Europea, se ha desarrollado con una baja intervención. Este hecho parece haber sido acertado a juzgar por los resultados obtenidos que, como es de todos conocido, han superado con creces las previsiones más optimistas que se hacían en los primeros tiempos de la telefonía móvil GSM. El dinamismo del propio mercado de telefonía móvil se ha mostrado idóneo para estimular su desarrollo espontáneo consiguiendo unas cotas de crecimiento, penetración, innovación tecnológica, inversiones en redes de amplia cobertura y calidad, hasta ahora desconocidas y todo ello en un tiempo “récord”.

Sin embargo, en las circunstancias actuales, cuando el mercado parece que se acerca a su madurez y en el horizonte cercano se encuentran otras tecnologías (GPRS y UMTS) junto con la realidad de que el sistema WAP para acceso a Internet no ha tenido los resultados esperados, lleva a pensar que se está produciendo un punto de inflexión que cambia el escenario.

Efectivamente, entre las particularidades del mercado español y que nos obligan a reflexionar sobre “sus necesidades actuales” destacamos:

En primer lugar, la mayor importancia y peso relativo que va representando la telefonía móvil en el mercado general de telecomunicaciones. Este mayor peso relativo se constata con el incremento de la práctica totalidad de los parámetros que caracterizan el subsector.

Un segundo aspecto a destacar es la situación de incertidumbre provocada por la rápida sucesión de tecnologías, que incrementa el riesgo ante la confluencia de cortos períodos de amortización con la necesidad de grandes inversiones en equipamiento y redes que quizás no están apoyadas en una demanda real de servicios sino en una expectativa de los mismos.

Un tercer aspecto a tratar es su impacto en el mercado de telefonía fija. Como revelan los datos del informe anual 1999 de la CMT buena parte de la facturación del sector de telefonía móvil se produjo por la vía de ingresos de interconexión de los operadores de móviles como consecuencia de la terminación en sus redes de llamadas procedentes de otras redes. La convergencia fijo-móvil o simplemente la circunstancia de que el número de líneas fijas ya ha sido superado por el de terminales móviles, merece una



atención destacada en todos los flujos de tráfico entre ambas redes y mercados.

Por último hay que destacar la rapidez con la que el mercado del servicio de voz móvil ha alcanzado en la Unión Europea y en España una situación de madurez, en cuanto a penetración del servicio se refiere (cuestión diferente del uso que se hace del servicio) que podría acercarse a niveles próximos a saturación a finales del presente año (Penetración sobre un mercado objetivo de población entre 12 y 70 años = 63%. Penetración en Octubre de 2000:59%. Objetivos final de año 25 millones de abonados: 64%)

2.3.-Aspectos claves del análisis de mercado.

Ante todo es importante definir qué se entiende por “libre competencia”. En el estudio elaborado por la consultora Andersen Consulting sobre competitividad en el sector de la telefonía móvil en España, se refiere a la libre competencia como aquella actividad en la cual existen las condiciones para que cualquier sujeto económico, sea oferente o demandante, tenga completa libertad de entrar o salir del mercado, y quienes están dentro de él, no tengan posibilidad, tanto individualmente como en acuerdo con otros, de imponer alguna condición en las relaciones de intercambio.

Desde un punto de vista teórico–económico, un mercado con libre competencia o mercado perfectamente competitivo, es aquél en el que los compradores y los vendedores suponen que sus propias decisiones de compra o venta no afectan al precio de mercado. Los mercados en los que los compradores o vendedores tiene en cuenta los efectos que producen sus propias acciones en el precio de mercado son imperfectamente competitivos. La estructura de mercado así entendida puede situarse entre el monopolio, mercado totalmente imperfecto y el mercado en competencia perfecta, situándose la competencia monopolista y el oligopolio como estadios intermedios. El aspecto clave para conocer en qué situación estamos es el número de agentes económicos integrantes del mercado.



| ESTRUCTURA DEL MERCADO | | | | |
|--------------------------------|----------------------|-------------------------|------------|----------------|
| Característica | Competencia Perfecta | Competencia Imperfecta | | |
| | | Competencia Monopolista | Oligopolio | Monopolio |
| Número de vendedores | Muchos | Muchos | Pocos | Uno |
| Capacidad influencia en precio | Ninguna | Limitada | Media | Alta |
| Limitaciones de entrada | Ninguna | Ninguna | Algunas | No hay entrada |

Fuente: "Economía" Stanley Fisher/E. Radger Dorobusch

En el caso de que nos encontremos con alguna imperfección en un mercado, se debe analizar la causa de la misma, ya que la competencia imperfecta por sí misma no tiene que suponer un perjuicio para el mercado. Es lógico que la primera actuación ante una imperfección resulte en el estudio de posibilidades para su eliminación o corrección, buscando siempre en último término la efectividad del mercado, como es, el mayor beneficio al usuario final.

A continuación se analizarán unos cuantos aspectos clave para estudiar la evolución del mercado de telefonía móvil, que se caracteriza por haber experimentado un fuerte crecimiento en los últimos años y que se acerca a una etapa de madurez.

Aspectos clave a analizar

- Número de abonados.
- Innovación tecnológica
- Tráfico
- Precios
- Costes
- Desequilibrios fijo-móvil
- Rentabilidad
- Número de operadores
- Oferta de servicios: Diversidad y capacidad de elección
- Grado de integración del mercado
- Tendencias

2.3.1.- Número de abonados

Crecimiento espectacular:

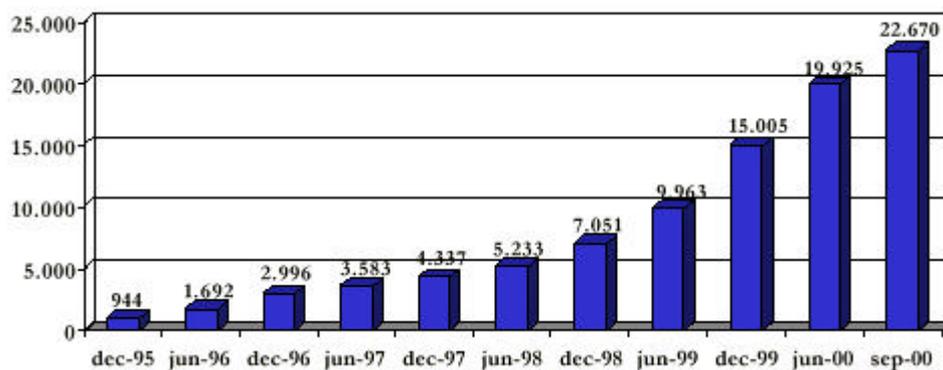
| |
|--|
| <p>Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García.</p> |
| <p><i>Título:</i> Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</p> |



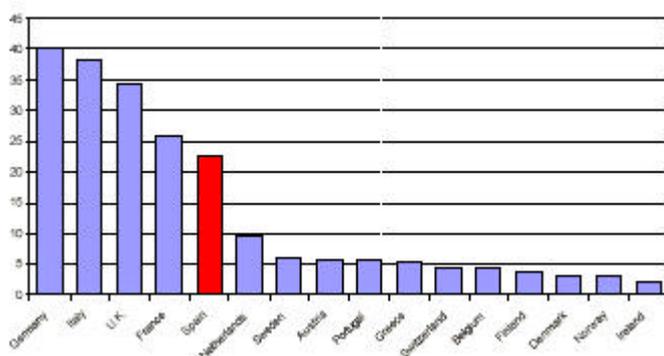
En 1999 se estima que el número de clientes de telefonía móvil alcanzó en España la cifra de algo más de **15.000.000 de clientes**, repartidos entre los 3 operadores existentes (TELEFÓNICA MÓVILES, AIRTEL y RETEVISIÓN MÓVIL). Durante la primera mitad del 2000 esta evolución se mantuvo, alcanzándose en el primer semestre los **20.000.000 de usuarios**.

El ritmo de **incremento del número de usuarios** en 1999 respecto a 1998 fue del **133 %**, frente al 59 % del 97-98.

La evolución del mercado durante el año 2000 como puede verse en el gráfico adjunto no tuvo parangón con los años anteriores y, según los expertos, la causa de este crecimiento ha sido la entrada en el mercado GSM de AMENA.



En relación con otros Países de la UE, la situación de España es como se indica en la siguiente tabla: (en millones de usuarios)





ESTUDIO PROSPECTIVO DEL SECTOR

Página - 196 -

Fuente: E.M.C. y estimaciones de TSM (septiembre de 2000).

Análisis comparativo con otros países de Europa (30 de Junio 2000):

| | Clientes (000) | % Penetración | % crecimiento en el año 2000 |
|---------------|------------------------------|---------------|---------------------------------|
| Finlandia | 3.913 | 75,5 | 30,2 |
| Noruega | 2.871 | 65 | 9,2 |
| Suiza | 5.732 | 64 | 26,7 |
| Dinamarca | 3.343 | 62,9 | 34,7 |
| Italia | 35.377 | 61,8 | 33,7 |
| Austria | 4.992 | 60,6 | 35,5 |
| Irlanda | 2.050 | 56,9 | 101,9 |
| Suiza | 4.060 | 56,5 | 65,5 |
| Holanda | 8.659 | 54,7 | 55,9 |
| Portugal | 5.193 | 52,3 | 23,6 |
| Reino Unido | 30.607 | 52,1 | 55,7 |
| España | 19.926 | 50,5 | 65,6 |
| Grecia | 4.832 | 45,8 | 48,2 |
| Alemania | 33.990 | 41,2 | 89,3 |
| Francia | 24.295 | 41,1 | 35,7 |
| Bélgica | 3.995 | 39,1 | 49,2 |
| Total | 193.834 | | |
| | Penetración media | 50,2 | |

Fuente: CMT

Como vemos, España ha experimentado y sigue experimentando un fuerte crecimiento en cuanto a número de abonados de telefonía móvil, llegando a superar el número de abonados a la telefonía fija, y presentando el segundo porcentaje más alto de crecimiento durante el año 2000 de los quince países contemplados.

A diferencia de la telefonía móvil la penetración de la telefonía fija en España en relación con la media europea y nuestro PIB per cápita muestra que la demanda de líneas se sitúa cerca de un 16% por debajo de la media de la Unión Europea.

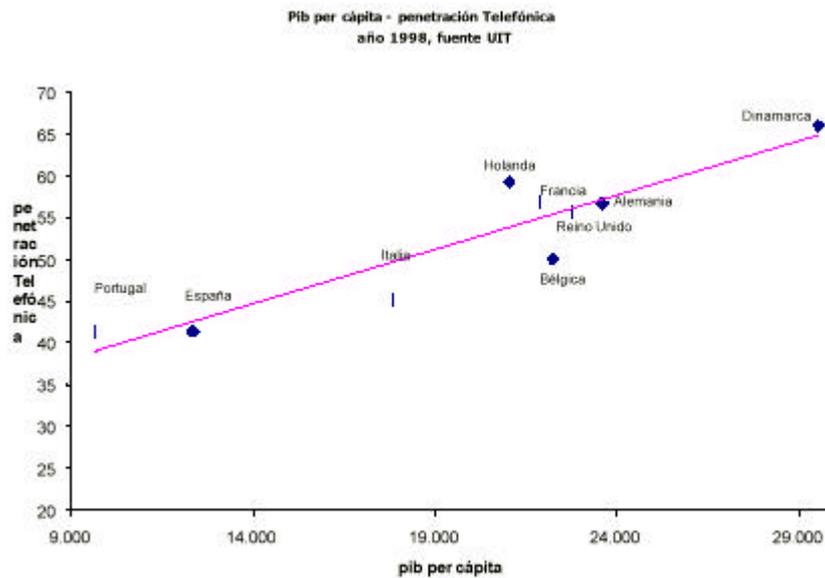
Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.

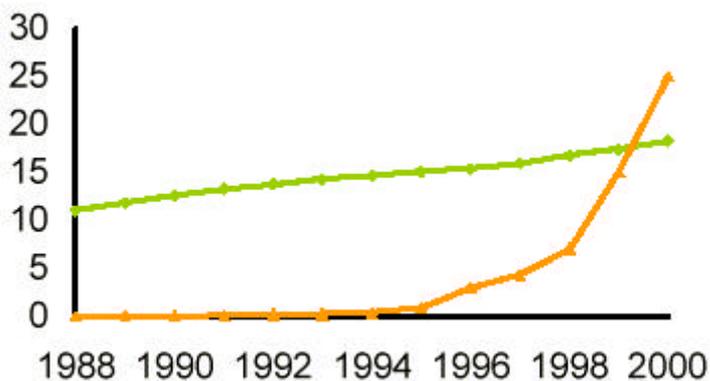


ESTUDIO PROSPECTIVO DEL SECTOR

Página - 197 -



Aunque es de todos conocidos el hecho de que el número de teléfonos móviles (crecimiento anual medio del 88%) ha superado hace unos meses al número de líneas fijas (que ha tenido un crecimiento medio anual del 4%) el gráfico donde se muestran estos crecimientos no deja de ser muy significativo.



Este crecimiento espectacular (en cuanto al número de abonados) de la telefonía móvil puede detenerse según expertos y operadoras a corto plazo, cuando se alcance el techo de nuevos usuarios, que para el caso de España,

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



puede coincidir con una penetración del servicio entre el 70 y el 75% de la población.

Otro hecho que confirma el estado cercano a la madurez de la telefonía móvil es la forma en que es utilizada. Como consecuencia del nivel de desarrollo del servicio, la telefonía móvil ha ido teniendo diferentes usos.

Así y según el resultado de las entrevistas de E&Y leadership Connection (1.998), el ciclo de vida de la telefonía móvil está muy ligada al modo en que se utiliza. Estos usos serían tal y como se describen en la siguiente figura:



En España y según los datos del mercado, nos encontramos en la fase en que la telefonía móvil sustituye a la telefonía fija, que como se indica en la figura es propia de una situación cercana a la saturación del mercado.

2.3.2- Innovación Tecnológica

En España se ha venido aplicando, desde la concesión de las primeras licencias, el principio de “derecho a la migración tecnológica” y al mismo tiempo incorporando a un nuevo operador cada vez que se concedían nuevas licencias de telefonía móvil. Como consecuencia, en España operan tres operadores móviles con una pluralidad de títulos habilitantes para cada tecnología:

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



ESTUDIO PROSPECTIVO DEL SECTOR

Página - 199 -

- **Telefónica Móviles España:** Un operador con 4 licencias para la prestación de servicios de telecomunicaciones móviles, Tecnología TACS, GSM-900, DCS-1800, IMT-2000 (UMTS)
- **Airtel:** Un operador con 3 licencias para la prestación de servicios de telecomunicaciones móviles, Tecnología GSM-900, DCS-1800, IMT-2000 (UMTS).
- **Retevisión Móviles:** (Amena) Un operador con 2 licencia para la prestación de servicios de telecomunicaciones móviles, Tecnología DCS-1800, IMT-2000 (UMTS).

Como resultado del concurso, convocado y resuelto por el Ministerio de Fomento, para la concesión de nuevas licencias móviles con tecnología UMTS se integrará un cuarto operador: **Xfera** habilitado para prestar comunicaciones móviles sólo con tecnología de tercera generación.

España como en el resto de países europeos están presentes las más modernas tecnologías en telefonía móvil. Así lo podemos observar del siguiente cuadro relativo a los términos de implantación de la tecnología UMTS:

| | Población en millones | Procedimiento de Adjudicación | Fecha | Nº de licencias | Entrantes | Espectro |
|-----------|-----------------------|-------------------------------|------------|-----------------|-----------|----------|
| Austria | 7.9 | Subasta | Hecho | 5 | 1 | 145 |
| Bélgica | 10.1 | Subasta | 4º Trim | 4 | 1 | 140 |
| Dinamarca | 5.2 | Concurso | 2001 | | 1 | 155 |
| Finlandia | 5.3 | Concurso | Hecho | 4 | 1 | 140 |
| Francia | 58.4 | Híbrido | 2001 | 4 | 1 | 140 |
| Alemania | 82 | Subasta | Hecho | 4-6 | 0-2 | 145 |
| Grecia | 10.5 | N/A | 2001 | 3-4 | 0-1 | 140 |
| Irlanda | 3.6 | Híbrido | 2001 | 4-6 | 1-3 | 155 |
| Italia | 57.4 | Híbrido | Hecho | 5 | 1 | 125 |
| Holanda | 15.3 | Subasta | Julio 2000 | 5 | 0 | 145 |
| Noruega | 4.4 | Concurso | 4º Trim | 4 | 1 | 140 |

| | | | | | | |
|-------------|------|----------|-------|---|---|-----|
| Portugal | 9.9 | Concurso | Hecho | 4 | 1 | 140 |
| España | 39.2 | Concurso | Hecho | 4 | 1 | 140 |
| Suecia | 8.8 | Concurso | Hecho | 4 | 2 | 140 |
| Suiza | 7.2 | Subasta | Hecho | 4 | 1 | |
| Reino Unido | 58.7 | Subasta | Hecho | 5 | 1 | 140 |

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.

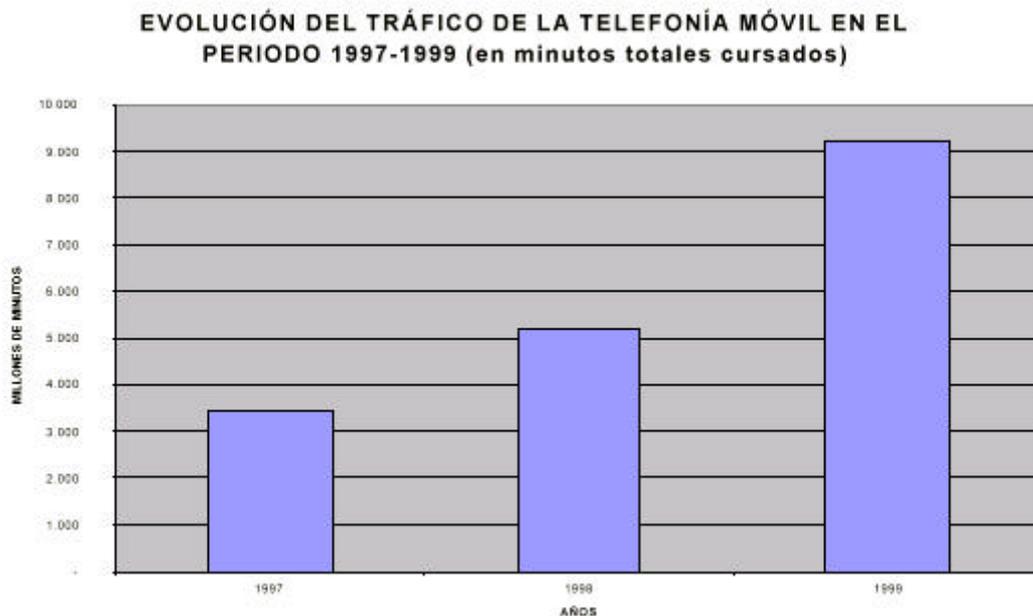


Existen incertidumbres (disponibilidad de equipos; estándares, etc) en cuanto a la implantación efectiva de las nuevas tecnologías y en especial el UMTS en el mercado. Este hecho cobra mayor importancia si se tiene en cuenta el poco éxito que ha tenido el WAP y la desventaja cada día creciente con Japón por esta causa en el desarrollo de Internet Móvil. Consecuentemente cabe plantearse la necesidad de acelerar el cambio tecnológico y en particular el GPRS.

2.3.3- Tráfico

2.3.3.1.- Alto crecimiento tráfico móvil

La evolución del tráfico cursado en los últimos tres años es, gráficamente, la siguiente:



La telefonía móvil ha crecido porcentualmente (77%) mucho más que la telefonía fija (14%), aunque el total de tráfico móvil representa un 11% del tráfico total.



Por el contrario, en la telefonía fija el segmento que ha experimentado un mayor crecimiento es el de fijo-móvil e Internet (68,9%) mientras que el tráfico metropolitano ha crecido en un 6,1% y el de larga ha decrecido (-0,2%). En este sentido, no se puede olvidar que el tráfico Internet está considerado como “tráfico barato” y que en el tráfico fijo-móvil existe, como veremos más adelante, un desequilibrio importante a favor de los Operadores Móviles por terminar las llamadas.

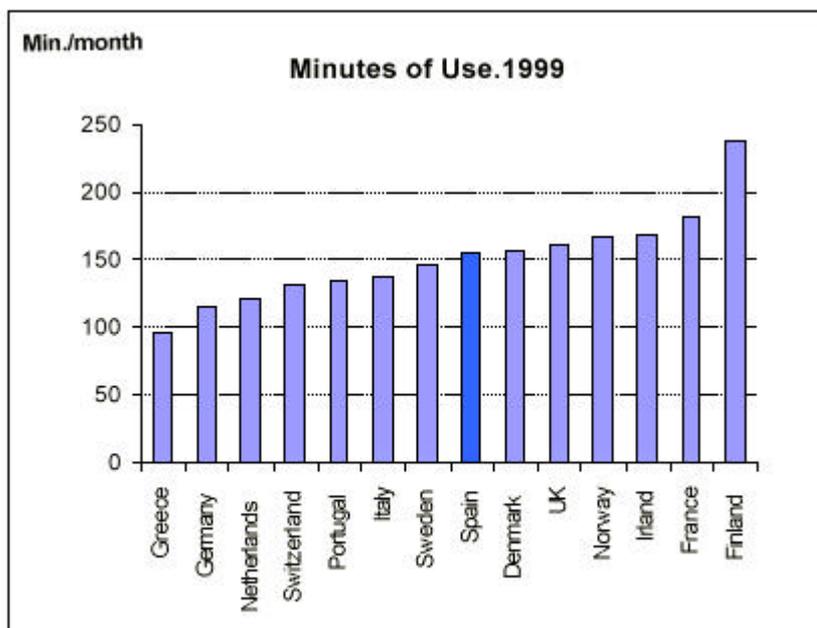
2.3.3.2.- Descenso creciente del tráfico medio por cliente

| Evolución tráfico medio por cliente y año (en minutos) | | | |
|--|-------|-------|-------|
| | 1997 | 1998 | 1999 |
| Telefonía móvil | 848 | 810 | 614 |
| Telefonía fija | 3.618 | 4.015 | 4.458 |

Se puede observar como el tráfico medio por cliente en la telefonía móvil desciende, principalmente en el año 1999 cuando el incremento de abonados es mayor, mientras que el mismo concepto en el sector de telefonía fija se incrementa.

Esta diferencia indica el estado en que se encuentra cada uno de estos mercados. El primero en fase emergente caracterizada por un crecimiento del número de abonados, y el segundo en su fase de madurez (reducciones de precios y en consecuencia aumento del tráfico - uso del servicio- en virtud del principio de la elasticidad de la demanda).

Al acceder a la telefonía móvil nuevos segmentos de población (por lo general con menor poder adquisitivo) el uso medio del servicio desciende. Por el contrario, el mercado de la telefonía fija, al encontrarse en su estado de madurez (el número de teléfonos por cada 100 habitantes no ha variado sensiblemente en los últimos años) la reducción del precio del servicio como consecuencia de la competencia se ha traducido en un incremento del tráfico (en lugar de la demanda de nuevas líneas). Actualmente el diferencial de consumo es coherente con el de los precios entre un servicio y otro.



El tráfico medio móvil por usuario (minutos de uso/mes) en nuestro país, según datos del año 99, es de 150 minutos, y ocupa una posición intermedia en relación con otros países europeos. Lejos de los índices de ocupación de la telefonía fija, incluso en España donde la ocupación se calcula en 13 minutos/día y línea (15 minutos si se considera Internet).



2.3.3.3.- Desequilibrio en el crecimiento de tráfico por tipo de llamadas

EVOLUCIÓN TRÁFICO TOTAL

| | Periodo 1997-1998 | Periodo 1998-1999 | Precio medio Minuto * | % variación 98-99 |
|---|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| <i>Tráfico total:</i> | +16 % | +21 % | | |
| Llamadas de fijo a fijo nacionales de larga distancia | +2 % | +10 % | 23 | |
| Llamadas de fijo a fijo locales | +19 % | +14 % | 6 | |
| Llamadas de móvil a móvil | +90 % | +161 % | 42 | -18% |
| Llamadas de móvil a fijo nacional | +20 % | +29 % | 52 | -28% |
| Llamadas de fijo a móvil | +29 % | +45 % | 61 | -10% |
| Resto de llamadas | +15 % | +38 % | | |

De todos estos datos expuestos se concluye que la mayoría de clientes de telefonía celular lo son a su vez de la telefonía fija (tanto en la modalidad residencial como en la de uso público). Se constata la existencia en el mercado nacional de telefonía de un efecto de sustitución entre la telefonía fija y la móvil, con una discriminación del tipo de llamadas que se realiza utilizando uno u otro servicio en función de las mencionadas diferencias en los precios (la sustitución de las líneas fijas de segundas residencias es un hecho reconocido producido por las muy competitivas tarifas móviles de fin de semana).

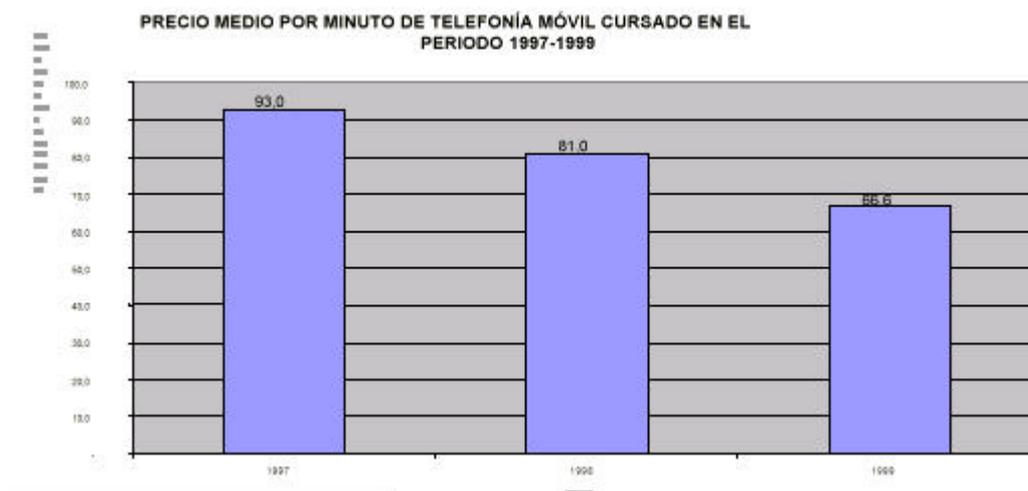
Debido al menor precio relativo de las llamadas de móvil a móvil respecto a las de fijo a móvil, a que las llamadas de fijo a fijo son en general más económicas que las de móvil a fijo, y a que la mayoría de usuarios de la telefonía celular lo son a su vez de la telefonía fija, es clara la tendencia del consumidor medio español a discriminar y segmentar el uso de cada tipo de servicios de telefonía para realizar un determinado tipo de llamadas: así, se estaría usando el teléfono móvil para llamar a móviles, y el teléfono fijo para llamar a fijos y al extranjero. Al crecer mucho el parque de móviles, mientras que el número de teléfonos fijos crece moderadamente, el tráfico con origen y/o destino en los móviles crece a un ritmo muy superior, explicando la evolución tan dispar del tráfico de uno y otro servicio.



2.3.4.- Precios

2.3.4.1.- Reducción del precio medio por minuto

El precio medio de cada minuto de telefonía móvil consumido en 1999 ha sido de **66,56 pesetas por minuto**, un 17,8 % menos que en 1998, el crecimiento del tráfico móvil de origen en este mismo período ha sido del 76'6 %. y el del tráfico terminado de más del 45%.



Distinguiendo entre prepago y postpago, el precio medio de cada minuto **prepago** consumido en 1999 ha sido de **85,04 pesetas**, mientras que el coste del minuto **postpago** en 1999 fue de **61,9 pesetas**. Dentro de este precio medio por minuto postpago hay que matizar que en el mismo se incluye el coste medio por minuto de las cuotas de alta y abono mensual, un 23,5 % del total; es decir, de esas 61,9 pesetas por minuto postpago cursado en 1999, 14,55 pesetas corresponderían a cuotas de alta y abono mensual, y las **47,35 pesetas** restantes al precio por minuto postpago del tráfico cursado.

Estos descuentos en las tarifas de los servicios móviles, a diferencia de la telefonía fija, no han cambiado la curva ascendente de los ingresos de las compañías en la medida en que el número de nuevos usuarios compensaba los descuentos.



La cuestión que en este apartado debe plantearse es si este descenso de precios del servicio continuará su ritmo en el futuro o por el contrario, se frenará como consecuencia de la disminución del ritmo en la incorporación de nuevos usuarios y la necesidad de mantener unos ingresos crecientes por parte de las operadoras.

Fuentes de algunos fabricantes consideran que para mantener el entorno de negocio actual, al alcanzar el techo de usuarios (70/75% de la población), es necesario un incremento aproximadamente del 45% del tráfico. Incremento que evidentemente no está exento de dificultades. Como consecuencia, puede ocurrir que la desaceleración de la entrada de nuevos usuarios en el mercado y de no ser posible lograr sustanciales incrementos del tráfico (entre otras razones debido a los precios del servicio) se reduzcan las inversiones y se frene la reducción de los precios del servicio, al margen de los esfuerzos que las operadoras puedan desarrollar para ganar eficiencia.

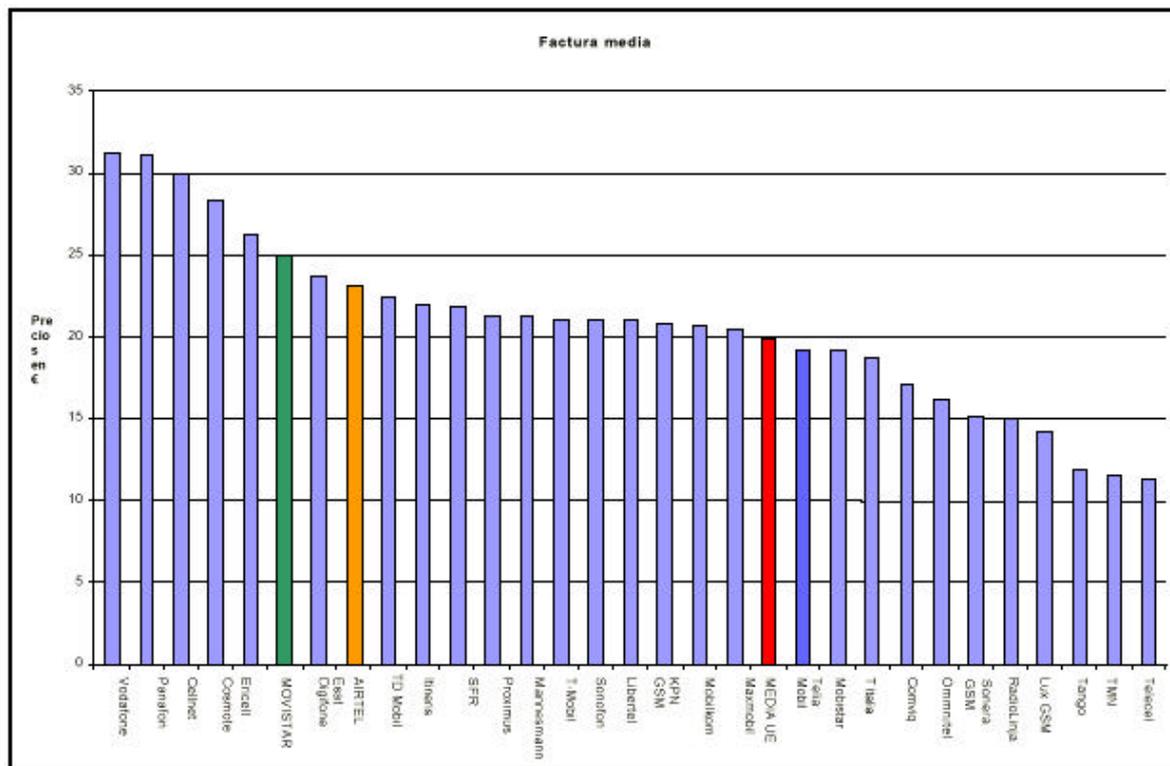
El hecho de que el mercado móvil sea un mercado de un número reducido de operadores, que han hecho grandes inversiones en infraestructuras, puede “en cierta medida” favorecer que se produzca este escenario.

Por el contrario, en el mercado de la telefonía fija, donde el crecimiento del número de líneas ha sido del 4% y del tráfico un 20% el descuento medio acumulado (1997/2000) ha sido del 23%, teniendo especial incidencia en la cuenta de todos los operadores de telefonía fija, cuestión que abordaremos con más detalle al hablar del desequilibrio entre estos dos mercados.

2.3.4.2.- Análisis comparativo precios con países de Europa

Numerosos estudios en los que se comparan los precios de España en el sector móvil con el resto de países europeos, muestran resultados dispares. Según fuentes de la CMT la siguiente gráfica puede ser fiable:

| |
|---|
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. |
| <i>Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</i> |



2.3.4.3.- Gasto medio por usuario en telefonía móvil.

El gasto medio en telefonía móvil, según fuentes de Andersen Consulting, ha sido entre 7.936 y 6.600 ptas/mes y usuario (dependiendo del operador).

Este ingreso medio por cliente ha venido disminuyendo desde el año 96 (12.402-10.304 ptas/mes) y es explicable en la medida en se incorporan al servicio nuevos usuarios con menor poder adquisitivo.

Por el contrario en la telefonía fija el ingreso medio por cliente, según fuentes de la CMT, ha sido de 6.796 ptas/mes (incluyendo cuota de abono). Este valor medio ha crecido en el año 97/98 un 5,5% y en el 98/99 un 3,6% (frente a un crecimiento del 14% del tráfico en el período 98/99) con tendencia a la ralentización.

No hay que olvidar que en la factura de los operadores fijos es creciente el peso de las llamadas de fijo a móvil y una parte importante de estos ingresos

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



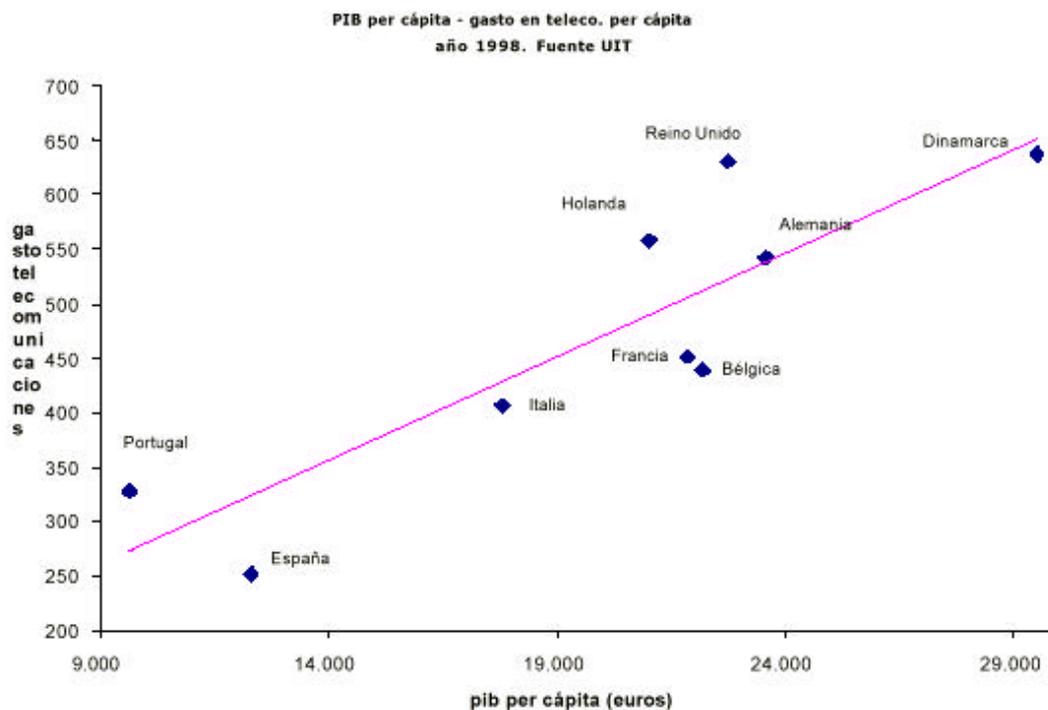
ESTUDIO PROSPECTIVO DEL SECTOR

Página - 207 -

van a parar a los operadores móviles en concepto de terminación de llamadas.

Es decir, si bien los ingresos medios por usuario son similares en la telefonía fija y en la móvil, una parte cada vez más significativa de la primera va a parar a los operadores móviles como pago por terminación de las llamadas (fijo-móvil).

Con independencia de lo anterior es importante señalar que el gasto en telecomunicaciones de los ciudadanos españoles está en términos generales, por debajo de la media europea tal y como se indica en la siguiente figura:



Si bien son datos de 1.998, la correlación entre ambas variables (PIB per cápita y gasto en telecomunicaciones), explica que el consumo medio en España de estos servicios debería ser un 30% inferior al promedio europeo (recta de regresión) pero sin embargo la realidad demuestra que la diferencia de consumo medio se sitúa en un 45% por debajo de este promedio.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



Consecuentemente, si como al principio señalábamos, el índice de consumo de telecomunicaciones comienza a ser una medida del nivel del desarrollo de la Sociedad de la Información, es necesario estimular este consumo, dado que España se encuentra por debajo de la media europea, y para ello es necesario, además de las reducciones de precios, el aumento de aplicaciones y servicios basados en las telecomunicaciones.

2.3.4.4.- Inexistencia de diferencias apreciables en precios entre las ofertas de los operadores.

La variable precio no ha constituido, por el momento, un factor clave para elegir el operador que preste el servicio telefónico, ya que a pesar de existir reducciones en los precios nominales de los distintos tipo de contrato, la totalidad de las llamadas efectuadas y el precio medio por minuto resultante para los operadores presentes en el mercado no varían significativamente.

La aparente diversidad de planes de precios tiene como objetivo más directo la captación y el mantenimiento del mayor número de clientes, relegando el objetivo de incrementar el tráfico por reducción de precio efectivo a una posición más alejada. Como hemos mencionado anteriormente, ello ha contribuido a un crecimiento desigual del tráfico según sea el origen de la llamada.

Adicionalmente, todos los operadores presentes en el mercado siguen la misma estructura de precios.

Los precios de servicios finales se forman por la adición de los siguientes conceptos:

- Establecimiento de llamada
- Primer minuto completo
- Tarifación adicional en segundos

La política de precios está fuertemente segmentada en base a los flujos de tráfico, al tipo de cliente a captar y a sus hábitos de comunicación. Sin



embargo, estas políticas todavía durante el año 1999 han estado orientadas a un mercado en crecimiento (buscando atraer nuevos usuarios) más que a favorecer el crecimiento del tráfico o a arrebatar cuota de mercado a otros operadores.

No obstante algunas de las iniciativas que los operadores móviles han tomado durante el primer semestre de 2000 (reducción de la cuota de abono; llamada gratuita al contestador; cupos de mensajes gratuitos; etc.) pueden hacer pensar en iniciativas (aunque tímidas) orientadas a fomentar el uso del servicio.

2.3.4.5.- Complejidad tarifaria.

El fenómeno de multiplicación de planes de precio seguido por los operadores móviles, además de producir el efecto anterior, ha introducido confusión en el usuario a la hora de conocer con exactitud el precio al que se le va a cobrar el servicio prestado. El número de planes de precio se eleva a cifras cercanas a 100, con el consecuente bajo nivel de transparencia.

La complejidad tarifaria, al igual que ocurre en el mercado de la telefonía fija, puede interpretarse como consecuencia de la existencia de una fuerte competencia en el sector para captar el mayor número posible de clientes (mercado fuertemente competitivo en fase de expansión).



| TIPO | | CARACTERÍSTICAS | TSM | AIRTEL MÓVIL | AMENA |
|-----------------|----------|--|--|---|---|
| RESIDENCIAL | PREPAGO | <ul style="list-style-type: none"> El cliente no paga cuota fija. Las tarifas son más elevadas que las de contrato Cliente menos fiel | <ul style="list-style-type: none"> Activa Clásica Activa Cuatro Activa Joven Activa Próxima Activa Club | <ul style="list-style-type: none"> Fórmula Viva Fórmula Tiempo Libre Fórmula Provincial Fórmula 20 | <ul style="list-style-type: none"> Tarifa Tiempo Mi Tarifa Ocio Mi Tarifa Ciudad Mi Tarifa Universo Duo |
| | POSTPAGO | <ul style="list-style-type: none"> Productos dirigidos al segmento residencial Productos más equilibrados Productos con cuota mensual | <ul style="list-style-type: none"> Movistar Plus Elección Movistar Plus Contrato Próxima Movistar Plus Contrato Familiar Básico | <ul style="list-style-type: none"> Plan Mañana Plan Tarde Plan Provincial Sin Horarios Plan Provincial Flexible | <ul style="list-style-type: none"> Amena Más Ocio Mi Amena Tiempo Mi Amena Universo |
| EMPRESAS | RESERVAS | <ul style="list-style-type: none"> Por un precio determinado se dispone de una cierta cantidad de minutos. Planes orientado a clientes con uso habitual del móvil. | <ul style="list-style-type: none"> Plan 2.500 Plan 4.000 Plan 6.000 Plan 8.000 Plan 12.500 | <ul style="list-style-type: none"> Bono 30 Bono 60 Bono 120 Bono 180 Bono 360 | <ul style="list-style-type: none"> SupeBono 1530 SuperBono 300 |
| | PREPAGOS | <ul style="list-style-type: none"> Contratos orientados a clientes de empresa Cuotas mensuales altas a cambio de tarifas más baratas | <ul style="list-style-type: none"> MoiStarPlus Contrato Profesional Módulo Móvil Opción Tramos Horarios | <ul style="list-style-type: none"> Sin Horarios Provincial Extra | <ul style="list-style-type: none"> Amena Tiempo Empresa Amena Unica Empresa |
| PRODUCTO | | | | | |

SEGMENTO

Asimismo, el hecho antes mencionado de inexistencia de diferencias sustanciales de precios entre operadores, puede también interpretarse como consecuencia del equilibrio entre la capacidad que tienen los operadores móviles para responder a cualquier iniciativa diferenciadora que en este sentido pueda surgir en el mercado y el interés mutuo de todos ellos de mantener los mayores márgenes posibles.

2.3.5.- Costes

2.3.5.1.- Estructura de costes

Los costes del servicio telefónico móvil integran principalmente los siguientes conceptos.

- a) costes de red (inversión y gastos de infraestructura),
- b) costes de explotación y comercialización de los servicios
- c) costes de terminales y subvenciones.

| |
|--|
| Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial Antonio Fco. Ramírez García. |
| Título: <i>Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.</i> |



Los costes de red vienen determinados por la capacidad de las mismas y esta a su vez se planifica en función de la demanda esperada, es decir, del tráfico generado en un área específica a un mismo tiempo. Tal como dice el informe de Andersen Consulting, “los operadores de telefonía móvil venden la capacidad de sus redes”. El objetivo de un operador eficiente consistirá en adecuar en lo máximo posible la capacidad disponible con la capacidad dispuesta, porque así se obtiene la máxima rentabilidad por economías de escala.

En materia de costes de las redes no hay que olvidar las singularidades del caso español, que es uno de los territorios mas extensos y mejor cubiertos de la Unión Europea con una baja densidad de habitantes (78 hab/Km), con más de un 80% del Territorio con menos de 50 hab./Km², una orografía que encarece el desarrollo de las redes y unas migraciones estacionales de la demanda que obliga a sobredimensionar parte de la red. Estas circunstancias especiales del caso español son las razones que plantean los operadores móviles actuales para cifrar que el coste de sus redes es superior en un 50% al coste medio de las redes en Europa.

Efectivamente, al hablar de usuarios de la telefonía móvil y de las telecomunicaciones en general, se deben tener presentes las particularidades de su distribución geográfica en España, muy poco uniforme; según el Instituto Nacional de Estadística, en su libro sobre datos estadísticos de España (<http://www.ine.es/escif/escifef/pobl99.pdf>) sólo hay cinco ciudades que superan los 500.000 habitantes, siendo sólo 12 las que tienen más de 300.000. En cuanto a la distribución poblacional, resulta que, a grandes rasgos, el 75% de la población se concentra en un 25% del Territorio.

Esta distribución heterogénea de la población puede ser otro de los factores inhibidores de la inversión en redes si se obliga, como hasta ahora y con un mercado ya maduro en el servicio de voz, a los aspirantes a una licencia de telefonía móvil a desplegar redes de cobertura de todo el territorio del Estado.

Los costes de explotación de los servicios y fundamentalmente los de su comercialización y distribución han supuesto una partida muy significativa



en las cuentas de gastos de los operadores de telefonía móvil , y por lo tanto representan un porcentaje alto de los importes imputados a los precios del servicio telefónico disponible al usuario final. Este hecho ha permitido, entre otros, la rápida expansión de la telefonía móvil al mercado de consumo y la ascensión vertiginosa del número de abonados, si bien a medida que el mercado entra en una fase de madurez ,el criterio de coste efectividad tenderá a reducir los costes de comercialización, aunque al mismo tiempo aparecerán nuevos servicios que exigirán modificar las vías, estrategias y métodos de comercialización y distribución de los mismos.

La subvención de terminales (junto con la cobertura) ha sido la estrategia seguida por todos los operadores nacionales (en otros países como es el caso de Italia no existe subvención del terminal) , siendo determinante su contribución para el despegue de la telefonía móvil en España. Mediante esta política se colocan terminales en el mercado con precios más bajos, trasladando el coste no subvencionado a las tarifas por consumo, con la finalidad de recuperarlo lo antes posible. En España la subvención media ronda el 45 por ciento del valor del terminal, si bien varía según el modelo de terminal y operador que lo ofrece.

En resumen, los altos costes de distribución, comercialización y subvención de terminales junto con la buena cobertura que ofrece el servicio han facilitado la rápida expansión de la telefonía móvil, aunque han reducido la capacidad de bajar los precios finales para el usuario.

2.3.5.2.- Análisis de los costes: Costes diferentes dependiendo del momento de entrada en el mercado.

Poco se puede decir en estos momentos sobre los costes de las principales operadoras de comunicaciones móviles, dado que no existen referencias en el mercado publicadas.

En la actualidad y tras las resoluciones de declaración de dominancia en el mercado de la interconexión, las dos operadoras declaradas dominantes están inmersas en el proceso de desarrollar o adaptar sus contabilidades analíticas de acuerdo con los principios contables aprobados por la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones. Este proceso que



siempre es largo y complejo no producirá unos resultados efectivos hasta el próximo año. Sólo en ese momento se podrá disponer de datos fiables y contrastables sobre los costes de la producción de los servicios móviles y sobre todo los costes de las redes que los soportan.

Sin embargo, no es demasiado aventurado suponer que la enorme rapidez que ha acompañado a la evolución de los operadores móviles y el diferente estado de desarrollo consecuencia de los distintos momentos en que cada operador de red ha entrado en el mercado sin duda provocará costes diferentes de las redes de cada operador y de cada tecnología.

2.3.6.- Desequilibrio entre operadores fijos y móviles.

En la actualidad uno de los problemas denunciados repetidamente por los operadores de telefonía fija es su desventaja para competir con los operadores móviles. Sus argumentos son los siguientes:

2.3.6.1.-Oferta integrada fijo – móvil. : Una desventaja competitiva para los operadores de telefonía fija.

La oferta integrada que Telefónica Móviles y Airtel, operadores con título habilitante para actuar en telefonía fija, han puesto en el mercado, es de características generales muy similares y dirigida al sector empresarial. Los detalles dependen de la estructura de la red de comunicaciones que precisa la empresa, lo que a su vez depende del tamaño, implantación geográfica y actividad desarrollada.

Nos encontramos así con ofertas muy “a medida”, que presentan para el cliente los beneficios derivados de la integración de todos los terminales de la empresa, tanto fijos como móviles, en una única red privada virtual de comunicaciones. Entre estos beneficios cabe mencionar, a modo de ilustración: poder disponer de un plan único de numeración, definir distintos grupos cerrados de usuarios (con los empleados, los distribuidores y los clientes, por ejemplo) con marcación abreviada, la tarificación específica y diferentes niveles de acceso para sus miembros, obtener facturas únicas que incluyen todas las necesidades de comunicaciones y que pudiesen ser detalladas en un amplio número de conceptos (lo que facilita el control del



gasto) y acceder a descuentos por el volumen total de las comunicaciones de la empresa.

RETEVISIÓN MÓVIL (AMENA), que no dispone de licencia de telefonía fija, ha afrontado este tipo de ofertas de forma diferente. En su caso ha llegado a acuerdos con los operadores de telefonía fija que forman parte de su grupo empresarial (RETEVISIÓN, MENTA) y con EUSKALTEL, con quien mantiene una alianza estratégica, y son ellos quienes hasta la fecha la comercializan. De hecho, EUSKALTEL fue el primer operador que introdujo en el mercado fórmulas de tipo factura única, que contiene los consumos de fijo y de móvil. La oferta de servicios integrados mediante acuerdos comerciales de este tipo, en los que las compañías no comparten plataforma tecnológica, es más limitada en prestaciones que en el caso anterior.

Desde el punto de vista del usuario estas ofertas presentan claros atractivos. Sin embargo, para los operadores de telefonía fija que están intentando implantarse en el mercado y que lo están haciendo dirigiendo una parte importante de su estrategia hacia la captación del cliente empresarial, estas ofertas son percibidas como una barrera de entrada y una desventaja competitiva difícil de superar (impuesta por la legislación) por cuanto no tienen posibilidad de replicarlas en condiciones similares.

2.3.6.2.- Desequilibrio en las llamadas móvil-fijo

Un aspecto a tener en cuenta es el desequilibrio de costes entre las llamadas de fijo a móvil y de móvil a fijo.

Si partimos del hecho que las llamadas móvil-fijo y fijo-móvil son equivalentes, tanto en cuanto a valor que ambas aportan a los clientes como en relación a los elementos de red implicados y los costes que suponen para los operadores correspondientes, se puede concluir que deberían mantener un cierto equilibrio, no sólo por la equivalencia económica para los usuarios y los operadores, sino además por la necesidad de evitar que se produzcan a gran escala fenómenos del tipo call-back.

El ratio de M-F/F-M es de 1,3 en horario normal y de 1,8 en horario reducido.



Además de esta diferencia, que en principio no se encuentra justificada, está el desequilibrio entre los Operadores fijos y Móviles en cuanto perciben cantidades diferentes por terminar las llamadas. Los operadores fijos reciben aproximadamente 6 ptas. por terminar las llamadas de los móviles mientras que los móviles ingresan 38,5 ptas. por terminar las llamadas de los fijos.

Este desequilibrio se ha venido basando en el hecho de suponer un mayor coste de las redes móviles frente a las fijas especialmente por su más rápida amortización; no obstante, hasta ahora solo se ha tenido en cuenta la parte de la red de tránsito, valorada por los Operadores fijos en un 20% del coste total de la red y no se ha tenido en cuenta el coste de la parte del bucle de abonado (80% del valor total).

2.3.6.3.-Desequilibrios entre mercados.

Las diferencias señaladas entre el mercado móvil y fijo (crecimientos de usuarios y tipos de tráfico) producen en consecuencia una gran diferencia en cuanto a ingresos.

Las inversiones en el sector de las telecomunicaciones, según fuentes de la CMT, ascendieron en 1.999 a 1.028.000 Millones de pesetas con un incremento del 34,84% sobre el años anterior, correspondiendo:

- El 52% a operadores de telefonía fija.
- El 33% a operadores móviles.
- El 12% a operadores de cable.

Si bien los incrementos respecto al año anterior son debidos a los operadores móviles (96%) y al cable (274%), dado que se ha producido una ralentización de las inversiones de TdE, no deja de ser una realidad que en términos absolutos, más de la mitad de las inversiones que se hicieron en telecomunicaciones durante el año 99 fueron debidas a los Operadores fijos.



Estas inversiones no han tenido su correspondencia en el apartado FACTURACION de las telecomunicaciones, donde de un total de 3,5 billones de pesetas, según fuentes de la CMT y con un incremento del 19% sobre el año anterior, los porcentajes son:

- 46,66% en telefonía fija (incremento del 6% respecto al 98).
- 21,70% en telefonía móvil (incremento del 46% respecto al 98).
- 18,96% en el sector audiovisual.

En cuanto al mercado fijo-móvil, si bien ya se ha hecho referencia, consideramos interesante recordar que durante el año 99 ascendió a 1,9 billones de pesetas y un tráfico de 84.000 millones de minutos, con el siguiente reparto:

- Telefonía móvil : 32,21% de la facturación y 10,96 del tráfico.
- Telefonía fija : 67,79% de la facturación y 89,04% del tráfico.

Queda por tanto de manifiesto el desequilibrio en cuanto a Inversiones/facturación en cada uno de estos mercados, desequilibrio que se confirma al estudiar los beneficios netos en estos mercados, donde partiendo de unos resultados de explotación de 390.000 millones de Euros (sin considerar audiovisual), los resultados netos han sido de -49.000 Millones de pesetas, teniendo los operadores móviles resultados positivos y los operadores fijos (en su gran mayoría) resultados netos negativos.

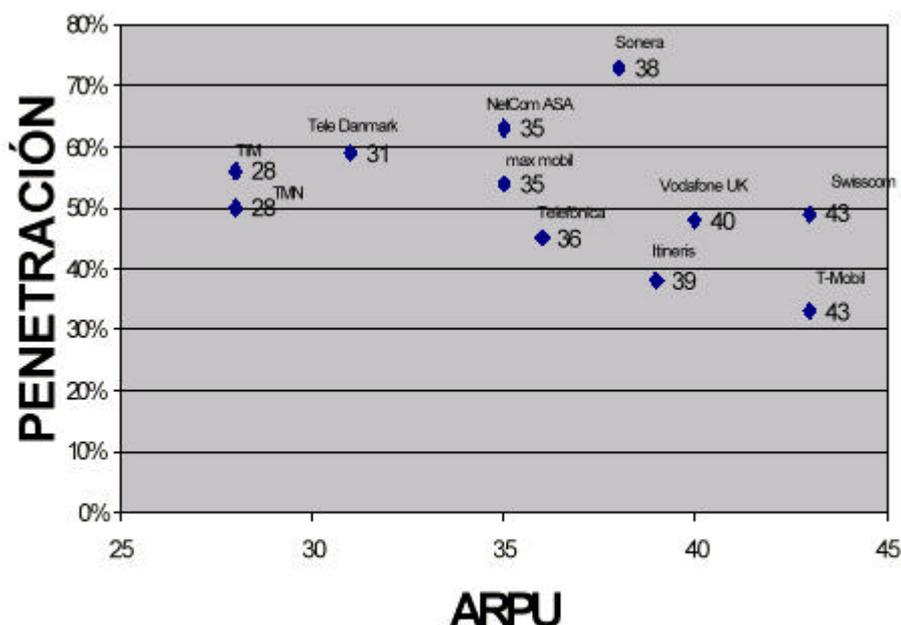
Es razonable pensar que de mantenerse esta situación se corre el riesgo de que se frenen las inversiones en el mercado de la telefonía fija y en particular en el desarrollo y modernización de infraestructuras de banda ancha.



2.3.7.- Rentabilidad

2.3.7.1. Rentabilidad de los operadores .

En el siguiente gráfico se compara para diferentes operadores el ingreso medio por abonado y el porcentaje de penetración del mercado.



Fuente: Informe Deutsche Bank

Se puede observar que, a pesar de que el ingreso medio por cliente ha ido descendiendo cada año (37% respecto a 1998 y 17% en el periodo 1997-1998), España presenta un nivel de ingresos superior a otros países de similares características como son Italia y Portugal.

2.3.7.2.- Mantenimiento niveles de EBITDA (Resultados operativos antes de amortizaciones, financieros e impuestos)

La regla general es que ante un aumento del entorno competitivo, por la entrada de un nuevo operador y el aumento espectacular del número de

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



abonados, el nivel de EBITDA de los operadores presentes disminuya; sin embargo, en el último año 2000, los operadores con mayor presencia en el mercado español no sólo han mantenido sus niveles de resultados operativos sino que los han aumentado ligeramente (de acuerdo con información publicada el EBITDA del año 2000 se sitúa en torno al 37% cuando en 1999 era de 36%). Esto quiere decir que la política de precios y contención de los costes ha sido muy efectiva para los operadores, pero cabe preguntarse si esa mejora se traslada adecuadamente a los usuarios vía precios o no. Teniendo en cuenta el nivel de precios e ingresos por abonado que presenta España, puede afirmarse que la velocidad de traslado de los ahorros en coste a los precios es comparativamente reducida. La situación financiera de cada uno de los operadores resulta diferente:

* TSM: Situación de madurez con cuota de mercado consolidada y entrando en una etapa de negocio en la que se busca el incremento de ingresos y beneficios mediante la promoción del consumo.

* AIRTEL: En fase de consolidación de su cuota de mercado esforzándose en incrementar la rentabilidad de sus clientes.

* AMENA: Nuevo operador que completa de forma acelerada su proceso inversor de arranque y busca conseguir cuota de mercado mediante el incremento del tamaño del mercado (nuevos usuarios).

2.3.8.- Número de operadores

2.3.8.1.- Número de operadores presentes en cada país

| | | | |
|-----------|---|-------------|---|
| Austria | 4 | Italia | 4 |
| Bélgica | 3 | Holanda | 5 |
| Dinamarca | 4 | Noruega | 2 |
| Finlandia | 4 | Portugal | 3 |
| Francia | 3 | España | 3 |
| Alemania | 4 | Suecia | 3 |
| Grecia | 3 | Suiza | 3 |
| Irlanda | 2 | Reino Unido | 4 |



El número de operadores presentes en el mercado no resulta indicativo por sí solo para analizar el grado de competencia, sino que debe ser complementado con otros parámetros que determinen la capacidad del mercado.

Uno de estos parámetros puede ser lo que hemos denominado potencial de atracción del país a inversores, en relación con el mercado de telefonía móvil. Para su cálculo se tiene en cuenta el PIB per cápita del país y la densidad de población por km². El potencial de atracción de inversores resulta de dividir el PIB por km² por el número de operadores presentes en el mercado, de tal forma que cuanto menor sea el resultado menor es el atractivo de los inversores, como consecuencia de una rentabilidad potencial menor.

2.3.8.2.- Potencial de atracción de inversores

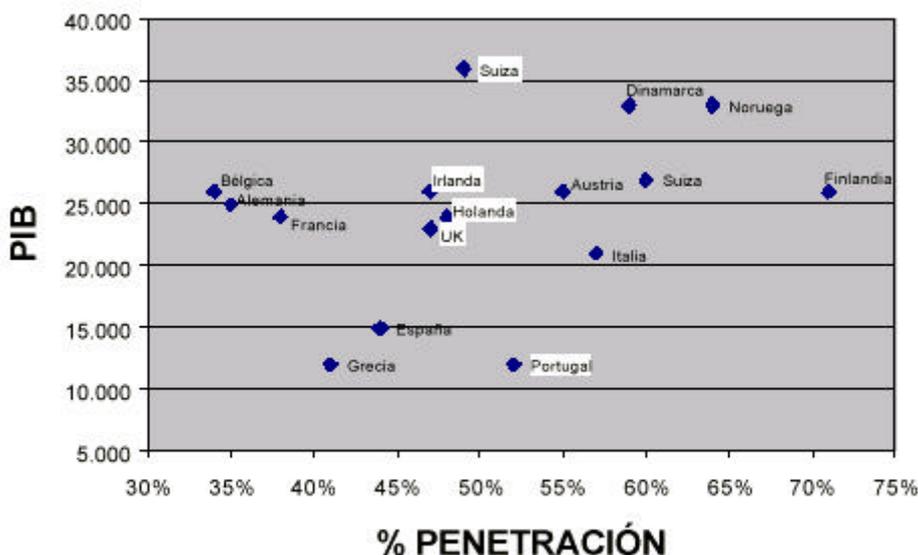
| | Alemania | UK | Italia | Holanda | Francia | España | Bélgica | Dinamarca | Suiza |
|---------------------------------------|----------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|-----------|--------|
| PIB per capita. Euros | 23.420 | 21.201 | 18.392 | 22.338 | 22.092 | 13.220 | 22.384 | 29.743 | 32.728 |
| Densidad (hab/Km ²) | 230 | 238 | 190 | 381 | 102 | 79 | 332 | 121 | 170 |
| PIB por Km ² Euros | 5,38 | 5,04 | 3,49 | 8,51 | 2,25 | 1,04 | 7,43 | 3,59 | 5,56 |
| Nº de operadores GSM | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| PIB por Km ² y operador | 1,34 | 1,26 | 0,87 | 1,70 | 0,75 | 0,34 | 2,47 | 0,90 | 1,85 |
| Ranking | 4 | 5 | 7 | 3 | 8 | 9 | 1 | 6 | 2 |

Como podemos observar España ocupa el último lugar en cuanto a grado de atracción de inversores, por lo que se debe tener especial atención al número de operadores presentes en el país con respecto a la rentabilidad que exigirán y podrán obtener, esos operadores al mercado.

A estos efectos es interesante el siguiente gráfico comparativo del PIB (en dólares USA) y el grado de penetración del mercado, donde se ven que el



potencial de crecimiento de nuevos operadores móviles de red resulta limitado con respecto a otros países.



Fuente: Informe Deutsche Bank

El cuadro anterior, como puede observarse, no incorpora los últimos datos sobre penetración del servicio en España, que de acuerdo con los datos disponibles se fija en 50,5 y que de reflejarse en el cuadro mejoraría notablemente la posición de nuestro País (debido al diferencial de crecimiento con respecto a Europa que ha tenido el servicio en el 2000) permitiéndonos afirmar que España ocupa una posición de cabeza en telefonía móvil, mientras que en telefonía fija ocurre todo lo contrario; según los últimos datos disponibles (año 98/ OMSYC) la penetración del servicio es de 42 líneas por cada 100 habitantes y la ocupación es de 12/15 minutos/día, una de las más bajas de la Unión Europea .

Esta gráfica también muestra “el esfuerzo de los operadores por extender el servicio” logrando que en un País con un PIB inferior a otros como Alemania y Francia se ha logrado una mayor cuota de mercado en base a

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



una fuerte promoción del servicio y a una disminución de las barreras para acceder al mismo (coste de los terminales y ofertas segmentadas).

Estos datos también nos indican posibles desventajas competitivas de los nuevos operadores entrantes frente a los ya establecidos. Efectivamente, los nuevos operadores que se puedan establecer en el mercado, al requerir de una inversión cuantiosa, se encontrarán en desventaja con respecto a los operadores ya establecidos, dado que requerirán de precios más altos para recuperarlas lo más rápido posible, (necesidad de amortizar las inversiones ante la llegada de nuevas tecnologías al mercado) permitiendo que los operadores ya presentes se beneficien de las economías de escala conseguidas hasta ese momento.

2.3.8.3.- Concentración del mercado

Las cuotas de mercado que poseen los operadores de telefonía móvil son las siguientes (datos diciembre 1999):

| | Telefónica Móviles | Airtel | Amena |
|--------------------------------|---------------------------|---------------|--------------|
| <i>Cuota de mercado</i> | 63% | 34% | 3% |
| | | | |

La concentración de mercado se puede evaluar a través del índice de Herfindahl – Hirschman (HHI). Este se calcula sumando los cuadrados de las cuotas de mercado de cada uno de los participantes, por lo que da un gran peso a las cuotas de mercado de las grandes empresas de acuerdo con su importancia relativa en las transacciones en competencia. Cuando el índice es inferior a 1000 se considera un mercado no concentrado, si resulta entre 1000 y 1800, está moderadamente concentrado y cuando el índice supera 1800 se considera que el mercado está muy concentrado.

Así de acuerdo a estos cálculos el mercado español se encuentra muy concentrado, al presentar un índice Herfindahl – Hirschman de 5134.

Igualmente se puede calcular el número de empresas equivalentes (con cuotas de mercado semejantes) que resultarían necesarias para obtener las mismas condiciones de mercado que se producen en la actualidad, calculando el inverso de dicho índice. En nuestro caso el resultado es que 2



empresas serían suficientes para obtener las condiciones de mercado actuales. La contrapartida es que la entrada en un mercado como el español de un tercero y siguientes es mucho más difícil por el nivel de concentración que en un mercado con situación más equilibrada.

No obstante, es preciso matizar que si bien el índice Herfindahl – Hirschman tiene un reconocimiento internacional, existen dudas razonables sobre la validez de su aplicación segmentada a nivel de país en un entorno de operadoras globales que obtienen economías de escala y de alcance de diversos mercados nacionales. En ese sentido, habría que especificar que la dificultad de entrada al mercado español se materializaría para operadoras de implantación exclusivamente nacional pero no para operadoras globales.

2.3.9.- Limitaciones del mercado móvil

Un aspecto que hay que considerar en el análisis del mercado de la telefonía móvil es su capacidad limitada impuesta por el espacio radioeléctrico.

Efectivamente, a diferencia de la telefonía fija donde no existen limitaciones “naturales” en el mercado de la telefonía móvil si existe, pudiéndose formular la siguiente ecuación:

Capacidad (número de usuarios y tráfico) = F (espacio radioeléctrico disponible, tecnología y nº de Estaciones Base).

Dadas unas condiciones determinadas de espacio radioeléctrico y una tecnología, cuanto mayor sea el número de usuarios menor tendrá que ser el tráfico medio total. En caso de aumentar este tráfico es necesario aumentar el número de células (la inversión en equipos) y reducir el tamaño de estas (dentro de los límites permitidos por la tecnología).

Es decir, dado un número fijo de usuarios, si estos aumentan su tráfico, supuesta una red correctamente dimensionada, será necesario aumentar el número de células (estaciones base) lo que supone unos mayores costes (inversiones), que en principio se contradice con una tendencia a la baja de los precios del servicio. Por tanto y en principio, parece que “incremento de tráfico de los usuarios” y “disminución de precios de servicios” son



parámetros que pueden comenzar a ser contradictorios si rebasan ciertos límites.

Así ocurría con la tecnología analógica, el sistema Etacs 900, cuyos niveles de saturación se fijaban en el entorno de 1,5 millones de usuarios. Por el contrario, la tecnología GSM ofrece una capacidad 15 veces superior de usuarios y la tecnología DCS 1.800 una capacidad aun superior al permitir esta última células más pequeñas.

Cuanto mayor sea el número de operadores con derecho a una cantidad de espacio radioeléctrico, más ineficiente es su utilización y menor es la cantidad de usuarios/tráfico capaz de soportar.

Dadas estas limitaciones, parece imposible alcanzar en la telefonía móvil con la tecnología actual niveles de tráfico similares a los de la telefonía fija. Recordemos que la media mensual en telefonía móvil es de 150 minutos/terminal y que en telefonía fija esta media mensual se estima en aproximadamente 400 minutos. Expertos de operadores móviles señalan que estas capacidades de uso pueden lograrse sólo con una tecnología UMTS evolucionada y estiman que será posible sobre el año 2.007.

Queda por tanto de manifiesto una diferencia importante con la telefonía fija, y es la limitada capacidad en cuanto a tráfico/usuario de los sistemas móviles que puede ser la causa de que la ecuación de la elasticidad de la demanda se interrumpa, no siendo posible formular de forma continuada el principio de que “a más tráfico menores precios”.

2.3.10.- Oferta de servicios

La oferta de servicios que actualmente presentan los operadores de telefonía móvil en España se puede considerar extensa y diversificada en comparación con la de otros operadores en Europa. El objetivo principal perseguido por los operadores a través de una cartera diversificada de servicios ha sido la captación de clientes, consiguiendo mayor cuota de mercado frente al resto de operadores. Hoy en día prácticamente todos los Operadores ofrecen los mismos servicios y es que las nuevas ofertas basadas en servicios que en un momento puede ser puesta en el mercado por un operador es igualada al poco tiempo por los restantes mediante servicios



similares y/o fórmulas equivalentes. Así ha ocurrido en la práctica totalidad de los servicios de valor añadido que se citan a continuación.

La variada tipología de servicios ofrecidos por los operadores móviles dificulta la tarea de su clasificación, ya que dependiendo de que variable se utilice para su clasificación podemos encontrarnos con mayor o menor número de servicios.

Así, si los clasificamos en función del contenido del servicio podemos diferenciar básicamente dos tipos:

1.- Servicio de voz que en estos momentos es el principal servicio que prestan todos los operadores y en el que los factores diferenciales se establecen principalmente alrededor de la cobertura del servicio y del precio. Es de destacar que otros aspectos relacionados con la calidad del servicio no están siendo utilizados hasta ahora como elementos de diferenciación, al menos en lo que al gran público se refiere.

2.- Servicios de Valor Añadido (servicio adicional al de voz que el operador puede prestar mediante la explotación de las posibilidades que ofrece su red).

Ejemplos de estos servicios son los siguientes.

- Servicio de gestión de llamada
- Buzón de voz
- Servicio de mensajería
- Servicios de información
- Servicios de ahorro: limitación de consumo, limitación de llamadas, conocimiento del consumo última llamada, etc.
- Servicio de Mensajes cortos
- Servicios para empresas
- Servicio de acceso a Internet con protocolo WAP

Este tipo de servicios de valor añadido suponen para el operador una ventaja competitiva, mejorando su imagen, a la vez que atienden de forma más exclusiva las necesidades de los diferentes segmentos de mercado. Al mismo tiempo aumentan los ingresos por el cliente mediante el mejor aprovechamiento de la red instalada, dando lugar a mayores economías de escala y rentabilidad de la infraestructura y facilitando las sinergias entre



operadores de red móvil y otros participantes en las industrias de la información, como son los proveedores de contenido, servicios de línea, etc..., reduciendo el coste de captación del cliente. El potencial para la creación de nuevos negocios se abre aún más con la aparición de nuevas tecnologías como UMTS.

En cuanto a servicios de valor añadido hay que señalar que los Operadores españoles pueden considerarse a la cabeza de los Operadores de la Unión Europea y pioneros en la puesta en servicio en la tecnología GSM. En este sentido y más recientemente cabe señalar el desarrollo del ticketing y del pago mediante el uso del teléfono móvil.

3.3.11.- Integración versus desintegración.

El modelo de integración vertical que hasta ahora ha sido característico del mercado de comunicaciones móviles tanto en Europa como en España tiene el inconveniente de limitar el efecto de la competencia en precios de los servicios, aunque por otro lado favorece la rentabilidad de las inversiones en red y por tanto la renovación tecnológica de los operadores con poder significativo de mercado.

- El modelo de competencia integrada de las comunicaciones móviles limita el número de operadores, establece un alto coste de entrada y produce un alto grado de concentración del mercado.
- El gran dinamismo que caracteriza al mercado de las comunicaciones móviles, los desequilibrios existentes a favor de los operadores móviles en contra de los fijos (ofertas integradas; nivel de competencia; precios fijo-móvil) y la superioridad tecnológica de las redes móviles sobre las fijas, están provocando un fenómeno de sustitución de la telefonía fija por la móvil que podría significar a medio plazo la inviabilidad de los operadores de telefonía fija y la exportación del poder de mercado de Operadores Móviles al resto del mercado español de las telecomunicaciones.

Este modelo de integración vertical que la telefonía móvil ha tenido en Europa y en España hasta hoy día y con unos resultados considerados por todos como “de éxito”, está poco a poco siendo revisado y modificado por la mayoría de los países de la UE en los siguientes aspectos:

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



- Introducción de subastas-concursos.
- Regulación “ex -ante”.
- Regulación de Operadores Móviles Virtuales (OMV)

La figura del OMV puede variar desde el revendedor del servicio hasta el operador de un servicio de telefonía móvil (con su propia marca y red fija) que alquila la parte de “red móvil” al operador móvil.

De acuerdo con los operadores de telefonía móvil, este nuevo escenario puede provocar:

- Altos costes de desarrollo de las redes (precios de los servicios altos).
- Desequilibrios entre regiones y entre países.
- Desinsentivación de la inversión.

Muchos expertos consideran que el nuevo escenario, con Internet como elemento clave del mismo, hace necesaria la desintegración vertical con objeto de evitar que la nueva cadena de valor donde el valor se desplazará desde los servicios de transporte y distribución hacia los portales, la provisión y agregación de contenido y servicios y dado que los operadores de telefonía móvil se proyectaran horizontalmente en la cadena de valor será necesario para garantizar la libre competencia (dentro de la cadena de valor) romper la actual integración vertical.

2.3.12. Internet Móvil

2.3.12.1.- El m-commerce

Como se apuntaba al comienzo de este análisis una de las razones por las que se considera importante la telefonía móvil en el escenario Internet es debido a la ventaja que Europa tiene en este servicio (incluida la cultura del uso de la telefonía móvil) frente a EE.UU. y por tanto su condición de

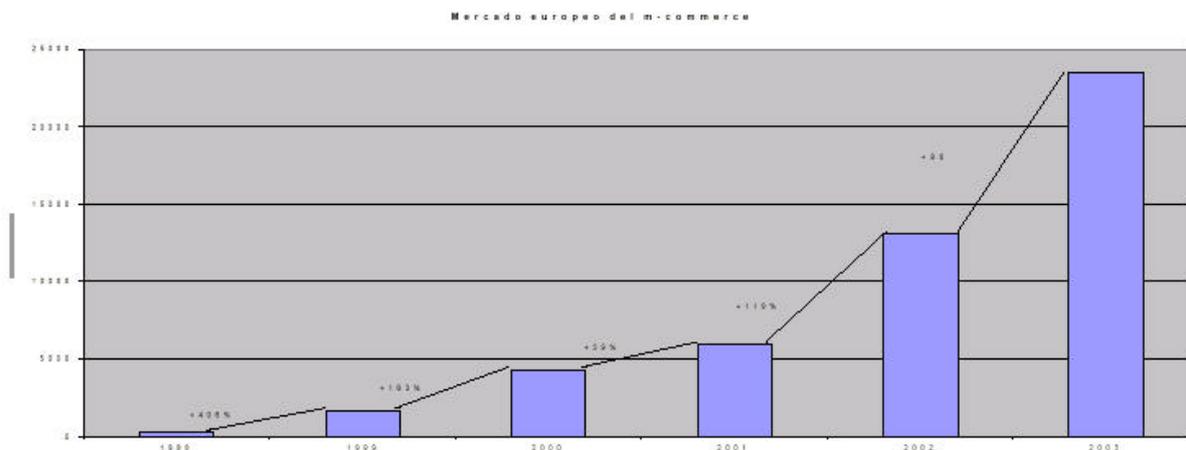


herramienta clave para reducir la desventaja que se tiene con este país en el uso de Internet.

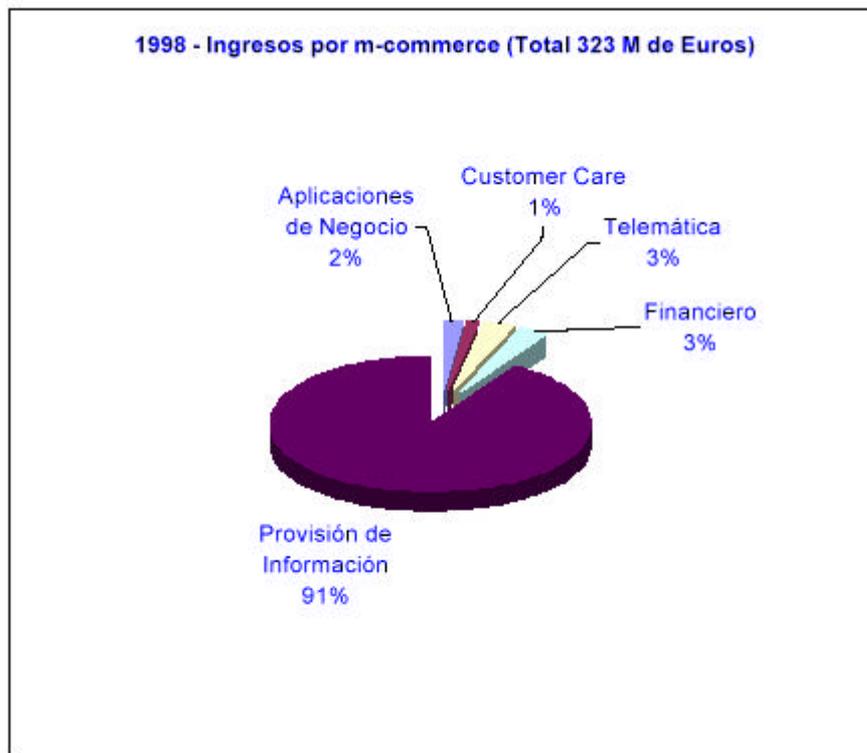
Es ya por todos aceptado que la telefonía móvil está dando origen “a una Internet diferente” que se conoce con el nombre de “Internet Móvil” que tiene múltiples aplicaciones y que como se ha indicado en el apartado anterior genera una nueva cadena de valor.

Dentro de Internet Móvil una de las aplicaciones que se consideran con más futuro es el “comercio electrónico móvil” también conocido como m-commerce.

Las perspectivas de este mercado se indican en la siguiente figura:



El m-commerce será una de las vías por las que la telefonía móvil capte valor de otros sectores de negocio. Una aproximación a las aplicaciones de m-commerce, se indica en la siguiente figura:



2.3.12.2.- El WAP: Necesidad de recuperar el tiempo perdido.

El sistema WAP, inicialmente diseñado para el acceso a la Web desde el móvil (Internet móvil), ha tenido poco éxito entre los usuarios. Después de más de un año disponible, en Europa hay menos de dos millones de terminales operativos. El fracaso de esta iniciativa hay que atribuirla, según los expertos, a su coste (coste del servicio) y a su lentitud.

Efectivamente, al estar basado en el sistema GSM (conmutación de circuitos) la velocidad de los datos viene limitada a 9,6 Kbits y el coste del servicio es equivalente al de la voz.

Europa, que había ganado la carrera del GSM, ha tenido en el WAP su primer fracaso y el desarrollo de Internet móvil se ha retrasado. Todo lo contrario de lo que ha ocurrido en Japón donde DoCoMo filial de NTT lanzó el servicio i-Mod (equivalente al GPRS) basado en la conmutación de paquetes y logrando 13 millones de usuarios para este servicio. Como consecuencia de este éxito DoCoMo se ha convertido en la primera empresa



de Internet móvil y produjo un crecimiento de los beneficios del 22% durante el primer semestre.

Hoy el i-mode (Internet móvil) es utilizado por más de 13 millones de usuarios en el Japón para enviar y recibir correos electrónicos; descargar canciones; cotizaciones en bolsa; caricaturas; etc., habiendo creado una industria floreciente de aplicaciones y servicios para Internet móvil.

El fracaso del WAP y las incertidumbres sobre las fechas en que el UMTS realmente se encuentre operativo hace pensar en que puede parecer razonable forzar la entrada en servicio del GPRS como una solución de tránsito para crear unas condiciones de mercado (industria y cultura) que posteriormente sirvan para acelerar el servicio UMTS.

2.3.13.- Mercados complementarios (GPRS) y mercados sustitutorios (UMTS).

En el análisis del modelo actual de la telefonía móvil no se puede olvidar la llegada de dos nuevas tecnologías y su impacto sobre el actual mercado GSM.

Una primera reflexión sobre el tema, nos lleva a pensar que mientras el mercado GPRS es complementario del actual mercado GSM no ocurre lo mismo con el mercado UMTS que parece ser claramente sustitutivo.

Es decir, mientras que el mercado GPRS contribuirá al aumento de la cuota de usuarios y al incremento del tráfico del actual sistema GSM, el sistema UMTS competirá con el GSM/GPRS por los clientes. La competencia que finalmente exista entre estos mercados dependerá en gran medida de los intereses que los distintos agentes (operadores; proveedores de servicios; fabricantes de aplicaciones; etc.) tengan en los mercados mencionados.

Bajo este supuesto, la competencia entre los distintos mercados será un elemento clave para garantizar “los mejores resultados”: rápido despliegue de nuevas redes; reducciones de precios; nuevos servicios; etc. y en suma la Internet móvil así como una segmentación de los mercados en función de precios y prestaciones.



Para conseguir estos objetivos está demostrado que la fórmula más eficaz es desarrollar una competencia entre mercados y esto se logra, entre otras fórmulas, disponiendo de operadores con intereses contrapuestos.

El GPRS se implementa a partir de las redes GSM y utiliza la práctica totalidad de las infraestructuras de estas redes por lo que su coste resulta ser más económico y requerir un menor tiempo. Hoy día y según manifiestan los operadores móviles esta tecnología se encuentra instalada y pendiente de disponer de terminales apropiados para ser lanzada en el mercado.

El hecho de que se base en la conmutación de paquetes, de forma similar a como lo hace el i-mode, hace pensar en que tenga un éxito similar y contribuya en un corto plazo de tiempo al desarrollo de Internet móvil.

Sobre el UMTS existen posiciones contradictorias. Desde aquellas que aseguran que a corto plazo estará disponible a otras que dicen “que no tan pronto” (Negroponte afirmaba recientemente que el UMTS sería superada por una 4G y que no tendría el éxito del GSM). Existe por tanto la posibilidad de que el UMTS adquiera su plenitud a medio plazo por lo que una opción razonable es acelerar el GPRS como la solución para la Internet móvil a corto plazo y que sirva como antesala del UMTS, así como desarrollar actuaciones que impulsen el desarrollo del UMTS, entre ellas p.e. facilitar la entrada de Xfera en el mercado GPRS y UMTS. En el primero para que adquiera cultura y experiencia (clientes, redes comerciales, etc.,) mediante acuerdos de roaming (como si se tratara de un operador móvil virtual), y en el segundo permitiéndole mantener estos acuerdos de roaming en las redes UMTS con objeto de facilitar la competencia, al menos en una primera etapa.



III. RESUMEN SOBRE LA SITUACION DEL MERCADO DE LA TELEFONIA MOVIL.

3.1. El mercado europeo se caracteriza por:

- Mantener una ventaja sustancial en la telefonía móvil GSM con respecto a EE.UU.
- Perder posiciones en el último año con respecto al Japón en el desarrollo de Internet móvil (bajo uso del WAP).
- La condición de la telefonía móvil de herramienta clave para el desarrollo de Internet Móvil y de la Sociedad de la Información.
- La importancia de Internet Móvil para el desarrollo de la Nueva Economía y reducir el diferencial actualmente existente con respecto a EE.UU. y Japón.
- Iniciativas de revisión del actual modelo de desarrollo de la telefonía móvil basado en la integración vertical.

3.2. El mercado español en el entorno Europeo se caracteriza por:

- Estar en la zona media en relación con los precios y los ingresos por abonado .
- Presentar uno de los niveles de concentración mayores del continente.
- Unos costes de desarrollo de las redes superior a la media europea
- Uso del servicio dentro de la media europea.
- Una penetración alta en relación con el PIB
- Presentar unos costes de inversión por abonado de los mas altos.
- Presentar unos niveles bajos de atracción para nuevos inversores en redes.



- Unos niveles de penetración ligeramente superiores a la media continental
- Un ritmo de crecimiento de abonados de los mas altos de la Unión Europea.
- Una oferta de servicios comparable a la de otros países europeos
- Un desequilibrio muy acentuado en la distribución geográfica de la población.
- Un consumo de telecomunicaciones “en general” por debajo de la media europea (como consecuencia de la baja utilización de la telefonía fija).

3.3. El mercado español en comparación consigo mismo se caracteriza por:

- El mercado: Se está acercando a la maduración en cuanto a penetración del servicio (abonados) si bien el impulso de fuerte crecimiento todavía se mantiene durante el año 2000 y principios del 2001.
- Un alto ritmo de crecimiento del volumen total del tráfico (debido al crecimiento del número de usuarios) y en particular a favor del móvil – móvil debido a las políticas comerciales de los operadores.
- Un proceso de reducción de precios que se ha iniciado en el pasado ejercicio de forma selectiva tras un estancamiento durante los dos años anteriores, como consecuencia de la irrupción en el mercado del tercer operador GSM, y que continua durante el año 2000.
- Riesgo de que se frene la tendencia a la bajada de los precios del servicio como consecuencia de alcanzar el techo de abonados.
- Baja utilización del servicio WAP.
- Incertidumbres en cuanto a la puesta en servicio del GPRS y del UMTS.



3.4. Los operadores del mercado español móvil se caracterizan por:

- Un grado muy diferente de situación en la evolución de sus negocios.
- Una gran libertad de actuación respecto al mercado por parte de los dos operadores con mayor cuota.
- Unas actuaciones comerciales muy similares en general, y homogéneas en determinados submercados principalmente en el de interconexión y en el tráfico móvil – fijo.
- Una orientación a clara a captar cuota con preferencia a captar tráfico.
- Un bajo nivel de diferenciación entre sus ofertas.

3.5. El mercado español de comunicaciones móviles en el marco del mercado nacional de telefonía al público se caracteriza por:

- Sus características oligopolísticas asentadas en un número reducido de operadores (inferior a la media europea) y en el poder de mercado de los dos operadores con mayor cuota, debido a la tardía incorporación al mercado del tercer operador.
- Un reparto de cuotas de mercado más equilibrado entre operadores que el que existe en la telefonía fija.
- Un mayor dinamismo del mercado debido a diferentes razones (servicios/promocionales) que junto con el mayor potencial tecnológico de las redes móviles favorecen la sustitución de la telefonía fija por la móvil.
- Una marcada ausencia de las guerras de precios tan comunes en la telefonía fija, debido al carácter todavía emergente del mercado móvil y quizás también a que todos los operadores de servicios son operadores de redes (integración vertical).
- La integración vertical del mercado de redes y el de servicios.



- Un grado de utilización del servicio (tráfico) por abonado muy inferior al de las redes fijas.
- Un desequilibrio entre mercados y operadores móviles y fijos con ventajas de los primeros sobre los segundos (precios y acceso a mercados).
- Mientras los Operadores de Servicios Móviles tienen resultados positivos, la gran mayoría de los Operadores de telefonía fija han teneido resultados negativos durante el ejercicio 99.

El conjunto de las características anteriormente mencionadas apunta a las siguientes consideraciones finales que caracterizan el mercado español de comunicaciones móviles:

Las telecomunicaciones móviles en España constituyen un mercado exitoso que disfruta de altos niveles de penetración y cobertura, un nivel tecnológico homologable con el resto de los países europeos, cuyo desarrollo se ha apoyado principalmente en un modelo de competencia en red (cobertura) y en captación de clientes de los servicios de voz. Este servicio puede ser la vía para que España recupere el diferencial negativo en consumo de telecomunicaciones que tradicionalmente ha tenido con otros países de la Unión Europea.

El modelo de competencia se ha basado en agentes integrados verticalmente (mercado de red y de servicios indistinguibles), que ha sido el más apropiado para abordar el esfuerzo de creación de mercado desde prácticamente cero hasta los probables 24 o 25 millones de abonados con los que se acabará el ejercicio del año 2000. Existen iniciativas en el seno de la Unión Europea para revisar este modelo.

La etapa de creación del mercado, en cuanto al número de usuarios se refiere, está prácticamente finalizada al llegar las cifras de penetración a una situación técnica de saturación en el inmediato presente.

La situación de madurez del mercado de comunicaciones móviles de voz, en cuanto al número de minutos de utilización (uso del servicio) aun esta lejos de lograrse si se compara con el uso que en la actualidad se hace de la telefonía fija. Otra cuestión es el aumento del tráfico dentro de las



posibilidades que permiten las tecnologías actuales y como consecuencia de las reducciones de tarifas que este hecho pueda suponer.

En este sentido parece que los operadores están dando sus primeros pasos, aunque tímidos, y en cualquier caso está aun por conocer si la política que desarrollaran durante el año 2001 continua por esta vía. Si así fuera, parece lógico que se acentuará la reducción de los precios de la telefonía móvil aunque no sea posible a priori conocer el grado y la rapidez en que este fenómeno se producirá, dado que a diferencia de la telefonía fija, en este caso, todos los operadores móviles han hecho grandes inversiones para desarrollar sus redes. La cuestión que aquí puede plantearse es si se debe esperar a que de una forma natural se produzca esta reducción de precios del servicio o por el contrario se debe acelerar, dados los riesgos que existen de que no se produzca como consecuencia de alcanzar la madurez del mercado en cuanto al número de usuarios.

No debe ocultarse el hecho de la aparición a corto y medio plazo de un nuevo mercado de comunicaciones de datos móviles basado en tecnologías nuevas (GPRS y UMTS) que va a requerir de unos esfuerzos de creación de mercado por parte de los operadores de dichas tecnologías, que en la mayoría de los casos son los mismos que están presentes en el mercado de la voz. La importancia de la telefonía móvil en la Nueva Economía hace aconsejable acelerar el despliegue de Internet Móvil y en particular la cuestión puede considerarse urgente dada la baja aceptación que está teniendo el sistema WAP.

También es importante resaltar que las tecnologías GPRS y UMTS permiten el desarrollo de servicios basados en la conmutación de paquetes, a diferencia del GSM, cuyos servicios se basaban en un número limitado de facilidades de red. Este hecho diferencial entre estas tecnologías resulta clave para el desarrollo de servicios en competencia, que no necesariamente tengan que ser ofrecidos por las operadoras como ha venido ocurriendo en el GSM.

Tampoco debe olvidarse que los usuarios de este nuevo mercado (creado por las tecnologías GPRS y UMTS) procederán en su gran mayoría del actual mercado GSM (son hoy día usuarios de la telefonía móvil GSM). En



este punto tiene una importancia capital “la competencia que finalmente se establezca entre los distintos mercados de telefonía móvil”.

Como consecuencia, la aparición a corto plazo del mercado GPRS y a medio plazo del mercado UMTS restará, en primer lugar, usuarios al GSM y luego al GPRS. Se producirá una migración de usuarios de unas tecnologías a otras (dado que no es posible en principio crecer en cuota de mercado) y esta migración dependerá de las políticas de los operadores.

¿Competirá el GSM con el GPRS y estos con el UMTS? ¿O por el contrario los servicios mencionados serán complementarios? Puede ocurrir que el mercado GSM se limite a la voz (mercado básico) y el mercado GPRS y el UMTS sean de medianas y altas prestaciones y, como consecuencia, difieran en servicios y precios. La migración de usuarios y la “convivencia de servicios” variará en función de que “agentes” controlen el mercado y de si estos sean “sólo los operadores de redes” o que sean “operadores de servicios”.

Finalmente, y a modo de recordatorio, relacionamos las cuestiones que por una u otra razón pueden representar un riesgo para el desarrollo del mercado de las telecomunicaciones móviles en nuestro país.

El grado de competencia.

El grado de concentración.

El desequilibrio entre operadores móviles.

El desequilibrio entre operadores fijos y móviles.

El desarrollo del WAP

El desarrollo del GPRS y UMTS



IV. Recapitulación sobre las fases de evolución del mercado de móviles.

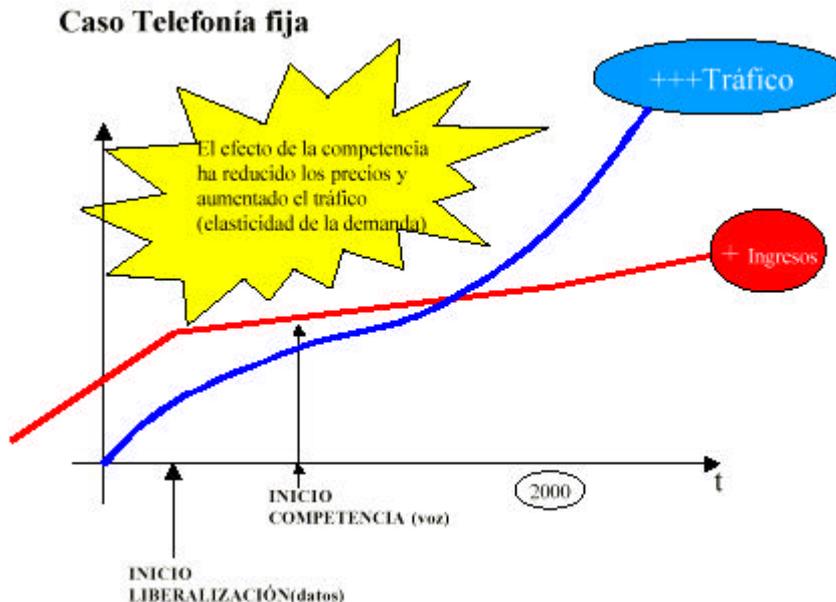
De la experiencia recogida tras la observación del desarrollo de los mercados de telecomunicaciones móviles, que se iniciaron a partir del servicio de voz, se llega a la conclusión que el modelo de integración vertical en un operador, como ya se ha dicho, ha sido positivo para la fase de desarrollo del mercado. Y ello es lógico porque, cuando se trata de impulsar una actividad que no existe previamente, es preciso estimular la demanda de forma coordinada con la implantación de la red. Además, en las fases de desarrollo del mercado, la capacidad de diferenciación en los servicios radica principalmente en la cobertura territorial, por lo que existe un importante estímulo para su desarrollo. En esta fase, tanto el esfuerzo inversor en red como el de promoción y estímulo de la demanda, como el carácter emergente del mercado (novedad), facilitan que los “suministradores” apliquen precios altos. En el caso de la telefonía móvil GSM durante esta etapa “la curva de ingresos superó en pendiente a la del tráfico” por la captación creciente de nuevos consumidores.

Cuando un mercado se aproxima a la saturación, se habla de madurez. Entonces las posibilidades de captación de clientes disminuyen de forma significativa y el esfuerzo inversor de los operadores deja de estar orientado a la extensión territorial del servicio, para concentrarse en la explotación del producto al máximo, introduciendo nuevos servicios que generen mayor tráfico y, consecuentemente, en adaptar la capacidad de la red al nuevo tráfico (que si bien requiere inversiones adicionales, al igual que en la telefonía fija, son menores comparadas con la fase de expansión en cobertura de las redes móviles). Esto a su vez reduce las ineficiencias. En ese momento la política comercial de los operadores se orienta a inducir el consumo y a mejorar la calidad de los clientes (mayor calidad = mayor ARPU), más que a captar mas cuota de mercado.

En el caso de la telefonía fija esta etapa de madurez (bajo crecimiento del número de consumidores) ha supuesto que “la curva de consumo” (minutos



de tráfico) creciera más rápidamente que “la curva de los ingresos”, según se muestra en la siguiente figura.

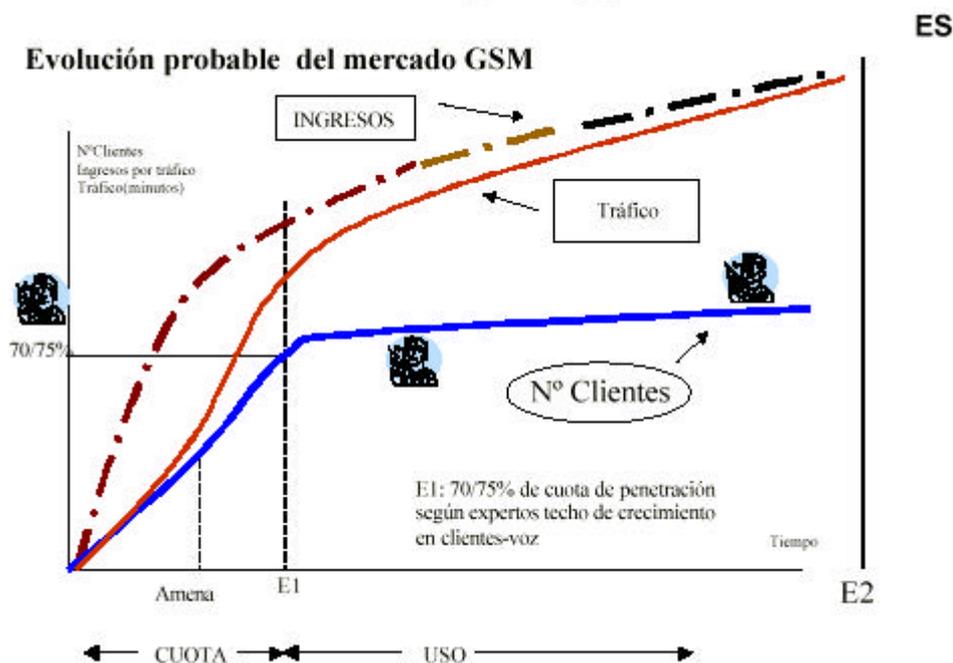


siendo necesario “muchos minutos de tráfico no tanto para incrementar los ingresos sino para mantener los mismos niveles de ingresos”. No obstante, en el caso de la telefonía móvil puede que no ocurra lo mismo. En una situación estacionaria en cuanto al número de operadores, y una vez alcanzada una cuota de mercado suficiente, en el caso de la telefonía móvil, el captar nuevos clientes mediante rebajas generalizadas de precios (guerras de precios) produciría una disminución neta de los márgenes de los operadores. Por este motivo, parece más lógico que en vez de bajar precios, como sería lo normal con los “productos maduros” de otros mercados, se produzca una diferenciación de las ofertas en base a servicios (no siempre posible como ha quedado demostrado cuando se comparaban los servicios de los diferentes operadores) dadas las características oligopólicas que presenta la telefonía móvil. En esa situación, las reducciones de precios tenderán a ser muy selectivas y segmentadas, dirigidas a promover el consumo (sin olvidar las limitaciones que en este sentido existen) mediante promociones específicas y planes de descuentos, a diferencia de como ha ocurrido en la telefonía fija, donde las reducciones de los precios han sido generales, rápidas y complementarias de planes y promociones dirigidos a segmentos concretos.



Desde el punto de vista de los usuarios y de la competencia, una situación de equilibrio en el mercado de la telefonía móvil como el que hemos descrito sería perjudicial si desincentivase la transferencia a los usuarios de los incrementos de eficiencia y de las ganancias de productividad que el incremento del consumo produce en las redes.

En el siguiente gráfico se muestra la posible evolución del mercado GSM de mantenerse la situación actual: Al compararlo con el de la telefonía fija se observa que las pendientes de las curvas de tráfico y de ingresos son similares, sin que se produzca una reducción de precios.



Llegados a tal situación, sólo la aparición de nuevos operadores, capaces de captar propia cuota de mercado, puede romper el equilibrio y estimular la competencia, situación que durará hasta que se vuelva a alcanzar un nuevo equilibrio.

Existe otro factor capaz de romper la situación de inmovilidad de precios y es la aparición de una nueva tecnología que bien permita producir el mismo servicio con menor coste, o bien facilite mejorar cualitativamente dicho servicio por vía de mejoras de calidad significativas o por incremento de las



ESTUDIO PROSPECTIVO DEL SECTOR

Página - 241 -

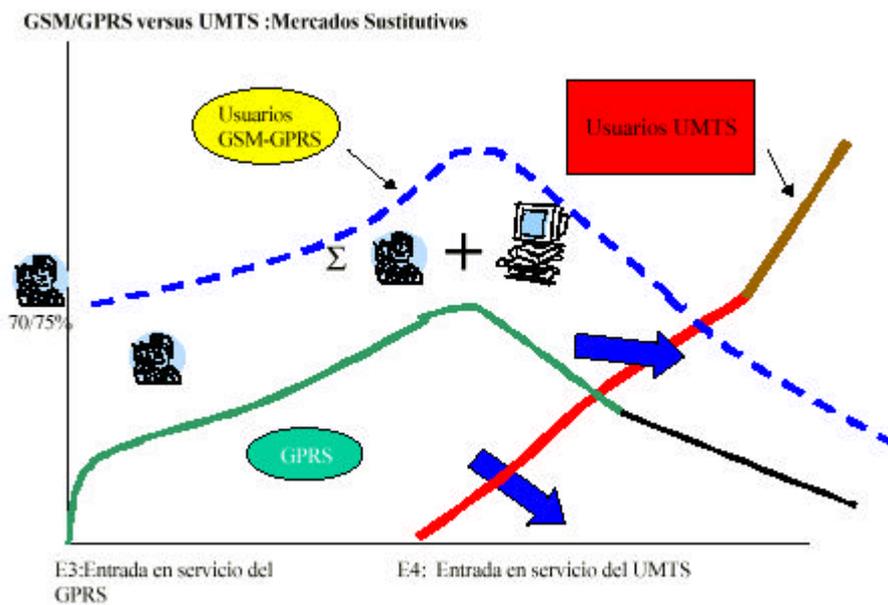
entre los distintos mercados. Hay un riesgo razonable de que esto no ocurra, en la medida en que los operadores actuales tengan capacidad para controlar la velocidad de evolución de los distintos mercados, dadas las dificultades que en general los nuevos operadores tienen para entrar en un mercado establecido y en particular en el mercado de la telefonía móvil.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de **Innovación Tecnológica** en comunicaciones Móviles: *Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.*



V. Planteamiento general de una solución basada en la competencia.



Los usuarios del GSM-GPRS migrarán al UMTS en función del grado de competencia entre estos mercados.

Barreras de entrada al mercado.

Los nuevos operadores en el mercado de comunicaciones móviles se encuentran con tres tipos de barreras de entrada: la primera y más obvia es la necesidad de una cantidad razonable de espectro radioeléctrico, la segunda la forman recursos financieros necesarios para iniciar la actividad y la tercera el poder de mercado de los agentes ya implantados.

El espectro

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



La capacidad de espectro está controlada en la actualidad, en una primera fase, por los poderes públicos y los procedimientos de distribución del recurso radioeléctrico (principalmente por la fijación del número de licencias en las que se reparte el espectro utilizable) y la existencia o no de restricciones normativas para que un mismo agente controle mas de una licencia (cuanto más se divide el espectro entre operadores mayor es la ineficiencia técnica que se introduce pero mayor es la competencia en el mercado, siendo necesario establecer un equilibrio entre el número de operadores técnicamente viables y la rentabilidad de las inversiones).

Los recursos financieros

La segunda barrera también es un elemento que está en gran parte condicionado por la regulación pública, en la medida que el procedimiento para adquirir la licencia se haga sobre la base de un esfuerzo económico (cobertura e inversiones en el caso de concurso, pagos iniciales o aplazados en el caso de las subastas recaudatorias u obligación de utilizar una determinada tecnología), y que este esfuerzo sea mayor que el realmente necesario para desarrollar la actividad de forma no regulada (p.ej. con un método de reparto de las frecuencias mediante sorteo como se hizo en algún momento en los EE.UU. y elección libre de la tecnología); además, no se debe olvidar que el mercado español de telefonía móvil ofrece baja atracción de inversiones (al menos en teoría) como se ha visto con anterioridad.

Poder de mercado de los agentes ya instalados

Por último, la tercera barrera consiste en la capacidad de los operadores antiguos, con poder de mercado, para establecer unas condiciones de entrada a los nuevos más costosas, como es la reducción de precios, que retrasan el punto de Break Even de las inversiones de los nuevos operadores, el control sobre alguno de los cuellos de botella de la actividad (red de distribución, mejores emplazamientos geográficos, campañas publicitarias masivas y costosas, etc..)

Desde un punto de vista de mercado, el efecto de los tres tipos de barreras sobre los nuevos operadores es similar: les resulta muy difícil ocupar posiciones en el mercado, lo cual trae como consecuencia la concentración del mercado en manos de los operadores antiguos. Cuanto mayor sea el

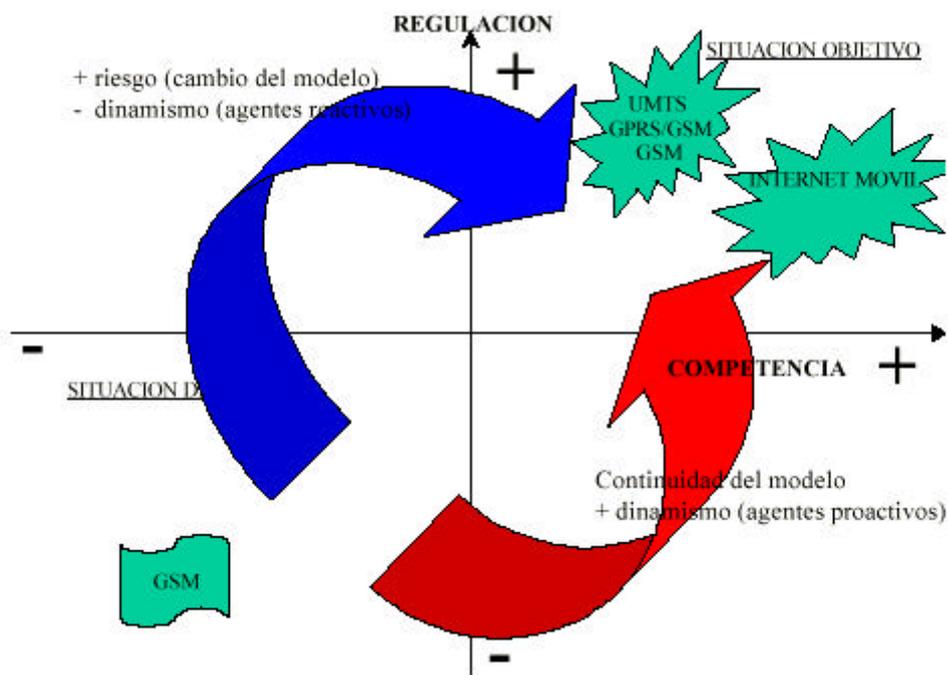


ESTUDIO PROSPECTIVO DEL SECTOR

Página - 244 -

coste generado por las restricciones impuestas por vía de la regulación, o sufridas para vencer el poder de mercado, el coste de entrada será mayor, el nivel de competencia menor y la posibilidad de encontrar situaciones de prácticas colusorias, cártel de precios y pactos restrictivos de la competencia, será mayor.

Sin embargo, en el entorno del mundo occidental desarrollado con un mercado libre de capitales, la barrera más efectiva es la primera ya que las otras son contestables, en la medida en que haya capital dispuesto a financiar la actividad, con unas expectativas suficientes de rentabilidad.



Entre estas dos posibles vías para alcanzar la situación objetivo, en principio parece razonable apostar por la vía de la competencia, en la medida en que a diferencia de la telefonía fija y tal como se ha indicado en distintos apartados del análisis, el mercado de la telefonía móvil ha sido desde sus orígenes un mercado de baja intensidad regulatoria y por tanto parece más razonable “intensificar la competencia” que “intensificar la regulación” aunque sin descuidar ésta última como garante de los derechos e intereses

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



ESTUDIO PROSPECTIVO DEL SECTOR

Página - 245 -

legítimos de los agentes involucrados en la libre competencia que propone esta vía.

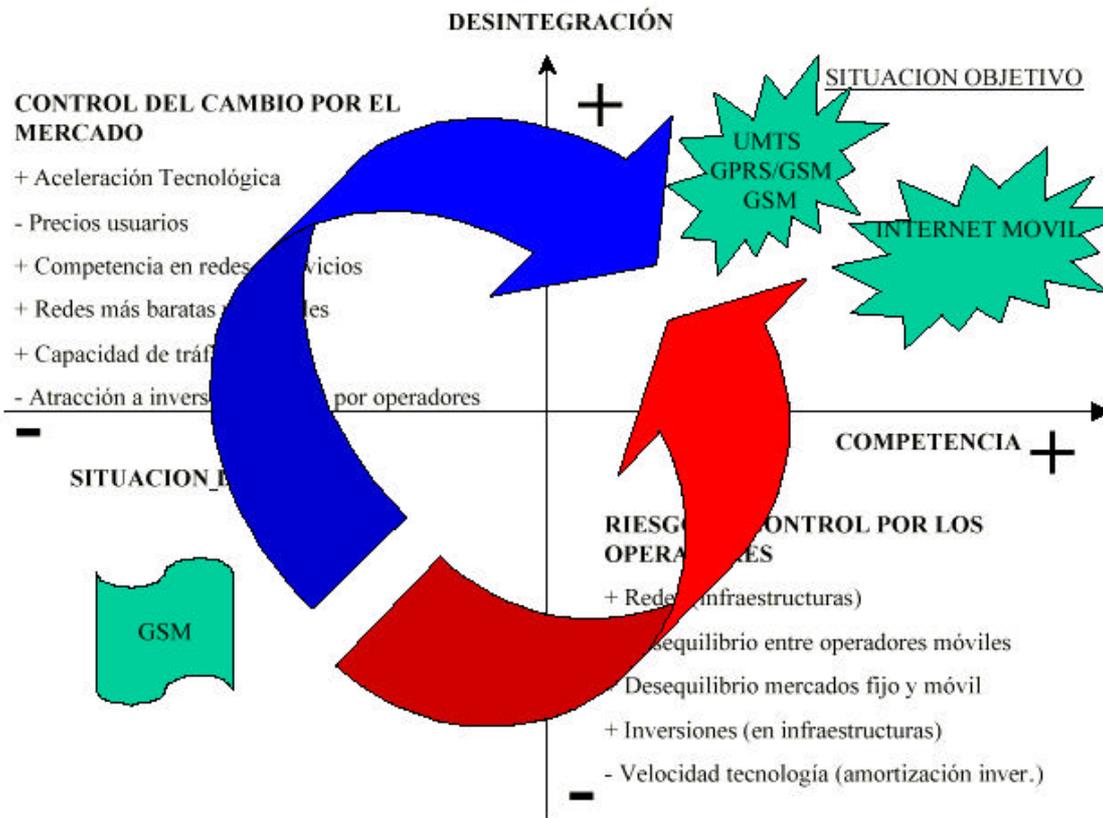
Las fórmulas para introducir competencia son muchas y diversas por lo que con objeto de simplificar y facilitar la exposición de las mismas, planteamos dos casos extremos:

- La vía de la ruptura de la integración (competencia en servicios).
- La vía de la introducción de nuevas redes (competencia en redes).

Entre estas dos vías extremas existen otras intermedias, cada una con sus pros y contras, tal y como se representan en el siguiente esquema. Entre las distintas vías es necesario elegir una, pues no debemos olvidar la necesidad que los Operadores tienen de disponer de “un marco estable” con arreglo al cual diseñar y planificar sus estrategias.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



La competencia en servicios:

A grandes rasgos, es posible decir que la vía basada en quebrar la integración (de redes y servicios) lleva implícita la figura de los Operadores Móviles Virtuales (entendiéndolos como cualquiera de sus múltiples formas, revendedores de servicio; proveedores de servicios y OMV propiamente dichos), y que esta vía parece que razonablemente permite afirmar que el cambio tecnológico que emprendan los operadores será consecuencia del mercado, dado que al dinamismo que tiene en la actualidad el mercado móvil se sumaría el dinamismo que imprimirían los nuevos OMV. Como aspecto negativo de esta vía es importante resaltar que representa una menor incentivación para la inversión de los operadores en redes (aquellos que tienen concesiones para crear infraestructuras propias), cuestión que se podría solventar estableciendo moratorias para la liberalización (apertura a otros operadores de servicios) de los nuevos mercados (GPRS y UMTS).



Entre las ventajas señaladas, destacamos:

- Mayor aceleración tecnológica, en la medida en que al existir un mayor número de fuerzas en el mercado su existencia dependerá de “utilizar la última tecnología” disponible como de hecho ocurre en otros muchos mercados.
- Menores precios de los servicios como resultado de una mayor competencia y de una “especialización de los mercados”.
- Entrada de nuevos agentes en la cadena de valor (competencia entre redes y servicios).
- Uso más eficiente del espectro. La utilización de las redes será más eficiente al aumentar sus aplicaciones y usos y consecuentemente se reducirá “el coste por unidad de uso”.
- Menor impacto medioambiental al no depender el número de operadores del número de redes.
- Acceso de los operadores fijos al mercado de la telefonía móvil.
- Menor gasto en infraestructuras en cuanto no aumenta el número de operadores de red.
- Se salva “la poca atracción de España para inversiones de nuevos operadores” y “el elevado grado de concentración que existe en la actualidad”.
- Se favorece a los operadores de infraestructuras más recientes (se reduce su desventaja) en la medida en que puede ofrecer un servicio a su clientes basados en un “mix” de sus propia red y la de los operadores tradicionales.

Por último y no por ello menos importante, una cuestión a tener presente es el riesgo que se corre al alterar sustancialmente el actual modelo de la telefonía móvil junto a la posible desincentivación de los operadores de redes en nuevas infraestructuras al disminuir la rentabilidad de las mismas



como consecuencia de la “obligatoriedad a abrirlas a otros operadores en condiciones predeterminadas por terceros”.

La competencia en redes.

La vía que hemos denominado de la introducción de nuevas redes conlleva la creación de nuevos operadores de red. En caso de elegir esta vía es necesario considerar que no se soluciona el problema de los Operadores fijos y que hay que crear “salvaguardas” para los nuevos operadores de redes móviles entrantes, que se encontrarán en desventaja con respecto a los ya establecidos.

El riesgo de esta vía está en su control por los Operadores que “legítimamente” tendrán el deseo de “obtener el máximo rendimiento de sus inversiones”. Una posible forma de aminorar este riesgo es asegurar en todo momento la existencia de operadores diferentes en los distintos mercados (al menos algunos). Cuando se habla de “una menor aceleración tecnológica” se hace en comparación con el modelo de “competencia en servicios” y en ningún momento se debe entender que este modelo no introduce “innovación tecnológica”.

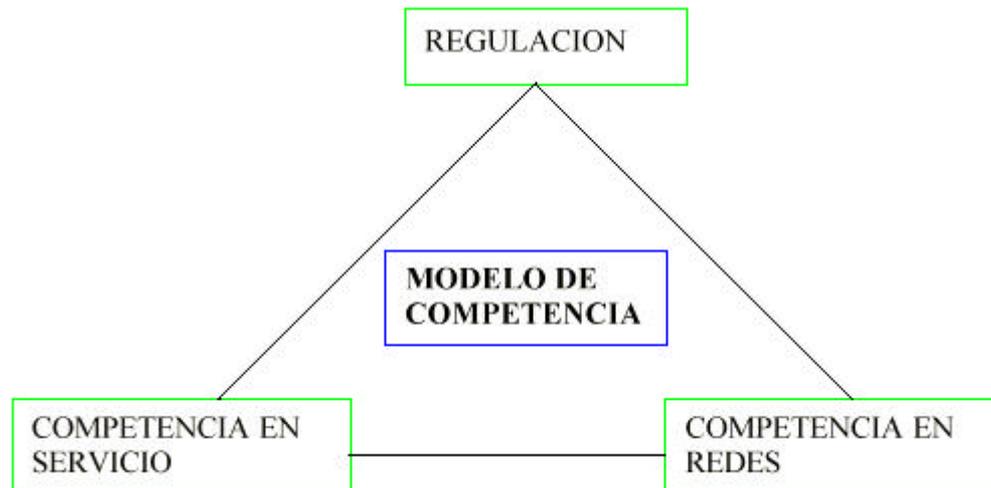
Cuando se cita “+ inversión en infraestructuras” es consecuencia de establecer el principio de “un operador una red”. El número de redes indudablemente será mayor que en el caso de “la competencia en servicios” sin que esto suponga “una mayor eficiencia por usuario”.

Esta vía tiene también a su favor el ser el que menos impacto tiene sobre el modelo actual de la telefonía móvil basado en el dejar hacer a los operadores móviles y que como es por todos reconocido, hasta ahora ha tenido buenos resultados.

Cada uno de los modelos expuestos tiene sus aspectos positivos y negativos. El modelo regulatorio puede implicar el riesgo de frenar el actual dinamismo del mercado. El modelo de competencia en servicio puede poner en riesgo el desarrollo de inversiones por parte de los operadores móviles y el modelo de competencia en redes puede hacer inviable a muchos operadores de telefonía fija. Consecuentemente el modelo que finalmente se decida, deberá



ser un mix de REGULACION-COMPETENCIA EN SERVICIOS-COMPETENCIA EN REDES .



BIBLIOGRAFÍA

- **The GSM System for Mobile Communications.** Michel Mouly. Marie-Bernadette Pautet.
- **CME 20 System Survey.** Ericsson Radio Systems AB.
- **The Mobile Radio Propagation Channel.** David Parsons. Wiley Pentech.
- **Comunicaciones Móviles de Tercera Generación.** José María Hernando Rábanos/Cayetano Lluch Meaquida. Telefónica Móviles.
- **Wideband CDMA for Third Generation Mobile Communications.** Tero Ojanperä/Ramjee Prasad. Artech House Publishers.
- **ATM Theory and Application.** David E. McDysan/Darren L. Spohn. McGraw-Hill International Editions.
- **Convergencia Fijo-Móvil.** Instituto de Estudios Tecnológicos.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.



ESTUDIO PROSPECTIVO DEL SECTOR

Página - 250 -

- **Commercial Strategies for Fixed-Mobile Convergence.** Susan Ablett.
- **Communications Outlook 1997 (I y II).** OCDE.
- **Comunicaciones Móviles.** José María Hernando Rábanos.
- **Converged Networks and Services. Interworking IP and the PSTN.** Faynberg.
- **Cordless Telecommunications Worldwide: The Evolution of Unlicensed PCS.** Walter Uttlebee H.W. (ed.).
- **El Impacto de la Telefonía Móvil en la Sociedad Española.** Amando de Miguel.
- **El Porqué y el Cómo de la Competencia en el Sector de las Telecomunicaciones.** Comisión Europea.
- **Estrategias de Marketing para el Sector de las Telecomunicaciones.** Conferencia celebrada en Madrid los días 8-9 Julio de 1999.
- **Fixed and Mobile Networks: The Business Opportunity for Convergent Services.** Mari Vahanissi/Malcolm Tott.
- **Future Cellular Terminals. Worlwide Technology& Market Developments 1998-2003.** ARC
- **Gestión de la Innovación Tecnológica.** Edward B. Roberts.
- **GSM & IS-95 CDMA: Documents useful for a comparative evaluation of GSM/DCS 1800/PCS 1900 and IS-95 CDMA.** Ericsson.
- **Informe del Sector Electrónico y de las Telecomunicaciones.** Aniel
- **Innovación y Competitividad en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en España: Valoración desde los Sectores Productores.** Manuel Gamella
- **International Strategies in Telecommunications: Model and Applications.** Anders Pehrsson.
- **Introducción al Fraude en Telecomunicaciones.** Grupo especial Ahciet de Control de Fraude.
- **La unión Europea y su Política de Telecomunicaciones.** Antonio Alabau.

Escuela Superior de Ingenieros-Ingeniería de Organización Industrial
Antonio Fco. Ramírez García.

Título: Aplicación de Innovación Tecnológica en comunicaciones Móviles: Compatibilización en el interfaz A-bis y Estudio Prospectivo del sector.