

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA DE
TELECOMUNICACIÓN DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA.**



Trabajo de Fin de Carrera

**Proyectos de Telecomunicaciones.
Telefonía Móvil Automática Digital G.S.M.
Volumen I**

Autor: Oswaldo Darías Negrín.
Tutor: Juan Manuel Cerezo Sánchez.
Especialidad: Radiocomunicación.
Fecha: Diciembre de 1.995.

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA DE
TELECOMUNICACIÓN DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA.**



Trabajo de Fin de Carrera

**Proyectos de Telecomunicaciones.
Telefonía Móvil Automática Digital G.S.M.
Volumen I**

Autor: Oswaldo Darías Negrín,

Tutor: Juan Manuel Cerezo Sánchez.

Diciembre del 1995.

Presidente:

Secretario:

Vocal:

AGRADECIMIENTOS.

El Proyecto de Fin de Carrera es el último paso en la conclusión de unos estudios. Al llegar a este punto, son muchos los momentos que recuerdo de toda la trayectoria recorrida.

Desde los primeros instantes he tenido la suerte de contar con unos magníficos compañeros de estudios. Quiero resaltar el agradecimiento a todos ellos por el apoyo, el ánimo y la unión mantenida siempre. Muy especialmente quiero destacar a Santiago Gubern Soyka.

También me gustaría mencionar el grato recuerdo que tengo de los profesores, por la confianza y amistad que me han ofrecido, sobre todo a los de la Especialidad de Radiocomunicación.

Durante la realización del Proyecto he recibido constatare ánimo, atención y colaboración de muchas personas. A compañeros, profesores, amigos y familiares me gustaría intentar corresponderles con estas palabras de profunda gratitud.

Quiero destacar especialmente la colaboración prestada por el compañero y amigo y, experto en la elaboración de Proyectos del Servicio Móvil Terrestre, Mario Martín Delgado, por su constante apoyo para la resolución de dudas planteadas en la realización de este Trabajo. Muchas gracias.

Quiero agradecer el apoyo desinteresado de Chicho Kessomal y David Molina en la explicación de diferentes aspectos del sistema G.S.M y en la resolución de dudas.

Por supuesto, destaco la labor del tutor y, sin embargo compañero, Juan M. Cerezo. Gracias por los esfuerzos que has realizado, por las muchísimas horas de dedicación, por los constantes ánimos, por la sabia dirección del trabajo, por los importantes consejos dados, por la ilusión con la que trabajas y por la capacidad de ilusionar a los que trabajan contigo y por mucho más, gracias.

También quiero agradecer a mi mujer, Maricruz, el constante apoyo moral demostrado siempre y durante la elaboración de este trabajo, su paciencia y dedicación además de su apoyo en trabajos necesarios para la conclusión de este Trabajo Fin de Carrera y, especialmente en los momentos de más agobio.

Por último, que no en último lugar, deseo expresar mi mayor agradecimiento a mis padres y hermanos por su constante apoyo en todos los órdenes. Casi todo se lo debo a ellos.

Muchas gracias a todos.

Oswaldo Darías Negrín

A mis padres, Juan Darías y Ana M^a Negrín.

RESUMEN.

En este trabajo de fin de carrera titulado PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES. TELEFONÍA MÓVIL AUTOMÁTICA DIGITAL G.S.M. se estudian todos los aspectos a tener en cuenta para la realización del ejercicio libre de la profesión por parte de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.

Asimismo se se hace una aplicación práctica de un proyecto técnico de una red local de telefonía móvil automática digital GSM en el área comercial de la zona del Puerto de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria.

En la parte de PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES se hace un estudio de las asignaturas de Proyectos impartidas en la E.T.S. de Arquitectura, E.T.S. de Ingenieros Industriales y en la E.U. Politécnica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria para extraer consecuencias que podrían ser útiles en la asignatura de Proyectos en la E.U. de Ingeniería Técnica de Telecomunicación de Las Palmas de Gran Canaria que se impartirá en breve plazo por imperativo legal.

Se destaca la necesidad de que estos conocimientos sean impartidos durante la carrera para dar a conocer a los estudiantes la legislación de telecomunicaciones que debemos atender para la realización de Proyectos técnicos como libre-ejercientes.

Se estudian las atribuciones profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación según sus respectivas especialidades y la relación con las atribuciones de otras profesiones técnicas tituladas en el campo de la Electrónica y la Informática.

En este trabajo se estudian los requisitos que se deben cumplir desde que se obtiene el título de Ingeniero Técnico de Telecomunicación hasta que se presentan los primeros proyectos profesionales ante la Administración correspondiente.

Una vez estudiados los requisitos legales, fiscales y del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicaciones se enumeran los trámites necesarios y los cálculos a realizar para elaboración de Proyectos Técnicos, Propuestas Técnicas, Memorias Técnicas y Documentos Técnicos que se puedan firmar por un Ingeniero Técnico de Telecomunicación.

Dentro de esta documentación técnica se destacan aquellas que son usualmente firmadas por los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación que se dedican al libre ejercicio de la profesión. Se estudian los proyectos técnicos más usuales tanto en la vertiente de cálculos necesarios para la elaboración de dichos proyectos como en la vertiente de tramitación ante los Organismos Oficiales competentes y los formularios necesarios para su redacción.

Se elabora una documentación amplia sobre los Proyectos Técnicos incluyendo una recopilación de información y formularios para su tramitación.

En la parte titulada TELEFONÍA MÓVIL AUTOMÁTICA DIGITAL G.S.M. se hace una introducción a los Servicios Móviles haciendo hincapié en los Servicios Móviles Terrestres para luego estudiar los sistemas de Telefonía Móvil Automática analógica con sus diferentes normas técnicas destacando las de utilización en España, la norma nórdica N.M.T.-450 (Nordic Mobile Telephone, en la banda de 450 Mhz) y la norma técnica británica T.A.C.S. (Total Access Communications System en la banda de 900 Mhz).

A continuación se hace una introducción a los sistemas de Telefonía Móvil Automática digital, sus características comunes y las diferentes normas existentes como el sistema norteamericano, el sistema japonés y finalmente el sistema paneuropeo G.S.M.

En el G.S.M. (Sistema Global para comunicaciones Móviles-Global System for Mobile Communications) se realiza un estudio exhaustivo del sistema, de sus características más importantes y novedades que presenta a la Telefonía Móvil Automática tradicional.

Finalmente, se hace la planificación de una red local de G.S.M. que de cobertura a la zona comercial de la zona del Puerto de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, como aplicación a los estudios realizados sobre cálculos y tramitación de proyectos técnicos profesionales, utilizando para ello la instrucción DGT/4 de la Dirección General de Telecomunicaciones y, los impresos de *“Solicitud de concesión de Dominio Público Radioeléctrico para la explotación de servicios de valor añadido a los que se refiere la Ley 31/87”*

ÍNDICE DE MATERIAS

PARTE I

INTRODUCCIÓN.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN.....	1.1
1.1. Peticionario.....	1.2
1.2. Antecedentes.....	1.2
1.3. Objetivo del proyecto.....	1.3
1.4. Ordenación de la memoria.....	1.5

PARTE II

PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES.

CAPÍTULO 2

PLANES DE ESTUDIO. ASIGNATURAS DE PROYECTOS.....	2.1
2.1. Introducción.....	2.2
2.2. Asignatura de Proyectos en la E.U.I.T.T. de Las Palmas de G.C.....	2.6
2.3. Asignaturas de Proyectos en la U.L.P.G.C.....	2.7
2.3.1. E.T.S. ARQUITECTURA.....	2.8
2.3.1.1. La formación jurídica de los Arquitectos en los diferentes planes de estudio.....	2.8
2.3.1.2. Las implicaciones jurídicas del ejercicio profesional del Arquitecto.....	2.9
2.3.1.3. Contenidos de la asignatura.....	2.9

2.3.2. E.T.S. I. INDUSTRIALES.....	2.18
2.3.2.1. Introducción.....	2.18
2.3.2.2. Conceptos y tipología.....	2.18
2.3.2.3. Proyecto tradicional y proyecto moderno.....	2.19
2.3.2.4. Aspectos formales en los proyectos.....	2.19
2.3.2.5. Desarrollo de un proyecto. Ingeniería básica e ingeniería de desarrollo.....	2.21
2.3.3. E.U.P. (I. T. INDUSTRIAL).....	2.24
2.3.3.1. Introducción.....	2.24
2.3.3.2. Legislación industrial.....	2.26
2.3.3.3. El proyecto técnico.....	2.27
2.3.4. Resumen de asignaturas de Proyectos en la U.L.P.G.C.....	2.38
2.4. Propuesta de estudios sobre proyectos de telecomunicaciones.....	2.39

CAPÍTULO 3

ATRIBUCIONES PROFESIONALES DE LOS INGENIEROS TÉCNICOS

DE TELECOMUNICACIÓN.....	3.1
3.1. Introducción.....	3.2
3.2. Ley de atribuciones profesionales de Arquitectos e Ingenieros Técnicos.....	3.4
3.3. Legislación sobre proyectos de telecomunicaciones.....	3.7
3.4. Documentos que el C.O.I.T.T. admite al visado.....	3.13
3.5. Antiguas atribuciones profesionales según especialidades.....	3.15
3.6. Atribuciones profesionales de otras titulaciones contiguas.....	3.19
3.6.1. Ingenieros de Telecomunicación.....	3.19
3.6.2. Ingenieros/Ingenieros Técnicos Industriales.....	3.21
3.6.3. Licenciados, Ingenieros, Diplomados e Ingenieros Técnicos en Informática.....	3.23

CAPÍTULO 4

LA PRÁCTICA DEL EJERCICIO LIBRE POR LOS INGENIEROS TÉCNICOS DE TELECOMUNICACIÓN..... 4.1

4.1. Consideraciones generales.....	4.2
4.2. Requisitos legales.....	4.2
4.2.1. Requisitos fiscales.....	4.3
4.2.1.1. Impuesto de Actividades Económicas (I.A.E.).....	4.3
4.2.1.2. I.R.P.F.....	4.4
4.2.1.3. I.G.I.C.....	4.5
4.2.2. Requisitos del C.O.I.T.T.....	4.7
4.2.2.1. Inclusión en el registro de libre-ejercientes.....	4.7
4.2.2.2. Requisitos para el visado de documentos.....	4.7
4.2.2.3. Circulares del C.O.I.T.T. relativas a la presentación de documentos.....	4.8
4.2.2.4. Minutas de honorarios a aplicar en la elaboración de documentos.....	4.9
4.2.2.5. Transferencia de fondos y datos de la cuenta bancaria del C.O.I.T.T.....	4.17
4.3. Libre ejercicio de la profesión.....	4.18
4.3.1. Tipos de proyectos más usuales.....	4.18
4.3.1.1. Antenas colectivas.....	4.20
4.3.1.2. Proyectos de instalación para recepción de señales de TV por satélite.....	4.40
4.3.1.3. Servicios de valor añadido que utilicen el Dominio Público Radioeléctrico.....	4.48
4.3.1.4. Emisoras de radiodifusión sonora en ondas métricas con modulación de frecuencia de gestión indirecta.....	4.93
4.3.1.5. Proyectos telemáticos.....	4.113
4.3.1.6. Certificados de homologación y de aceptación radioeléctrica.....	4.119
4.3.1.7. Peritaciones.....	4.125
4.3.1.8. Acondicionamiento acústico de locales	4.127

CAPÍTULO 5

EL INGENIERO TÉCNICO DE TELECOMUNICACIÓN Y EL MERCADO DE

TRABAJO.....	5.1
5.1. Introducción.....	5.2
5.2. Situación laboral.....	5.3
5.3. Características generales de la organización en la que trabajan los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.....	5.6
5.4. Libre ejercicio en Las Palmas.....	5.9

PARTE III

TELEFONÍA MÓVIL AUTOMÁTICA.

CAPÍTULO 6

TELEFONÍA MÓVIL AUTOMÁTICA (T.M.A.).....	6.1
6.1. Introducción.....	6.2
6.2. Servicios móviles.....	6.4
6.2.1. Clasificación de los servicios móviles.....	6.5
6.2.2. Servicio móvil terrestre.....	6.7
6.3. Introducción a los sistemas de T.M.A.....	6.9
6.3.1. Características de los sistemas de T.M.A.....	6.10
6.3.2. Bandas de frecuencia.....	6.15
6.3.3. Elementos básicos de una red de T.M.A.....	6.16
6.3.4. Estructura funcional de una red de T.M.A.	6.18
6.3.5. Funcionamiento de los sistemas de T.M.A.....	6.20
6.4. Estructura celular.....	6.23
6.5. Normas técnicas de los sistemas de T.M.A.....	6.29
6.5.1. Sistemas de T.M.A. analógicos.....	6.31
6.5.1.1. Sistemas utilizados en España.....	6.32
6.5.1.1.1. NMT-450.(Nordic Mobile Telephone en 450 MHz).....	6.33
6.5.1.1.2. TACS. (Total Access Communication System).....	6.38

6.6. Telefonía móvil automática digital.....	6.45
6.6.1. Servicios que prestan.....	6.48
6.6.2. Arquitectura común a todos los sistemas.....	6.49
6.6.2.1. Arquitectura de la red.....	6.50

CAPÍTULO 7

G.S.M. (SISTEMA GLOBAL para comunicaciones MÓVILES).....	7.1
7.1. Generalidades.....	7.2
7.1.1. Servicios.....	7.3
7.1.2. Aspectos relacionados con la seguridad.....	7.5
7.2. Arquitectura del GSM.....	7.7
7.2.1. El sistema de estación base.....	7.12
7.2.1.1. El controlador de estación base.....	7.13
7.2.1.2. La estación transceptora base.....	7.14
7.2.1.2.1. Funciones de la E.T.B.....	7.15
7.2.1.3. El interfaz A.....	7.16
7.2.1.3.1. El nivel físico.....	7.16
7.2.1.3.2. El nivel 2.....	7.23
7.2.1.3.3. El nivel 3.....	7.26
7.2.1.4. El interfaz A-bis.....	7.28
7.2.1.4.1. El nivel 1.....	7.28
7.2.1.4.2. El nivel 2.....	7.28
7.2.1.4.3. El nivel 3.....	7.29
7.2.1.5. El interfaz de radio.....	7.32
7.2.1.5.1. El canal físico del G.S.M.....	7.39
7.3. El sistema de conmutación.....	7.72
7.4. El sistema de operación y mantenimiento.....	7.74
7.5. Características de explotación.....	7.75

PARTE IV

PLANIFICACIÓN DE UNA RED LOCAL DE G.S.M. PARA LA ZONA COMERCIAL DEL PUERTO (LA ISLETA) DE LA ISLA DE GRAN CANARIA.

CAPÍTULO 8

PLANIFICACIÓN DE UNA RED LOCAL DE G.S.M.....	8.1
8.1. Introducción.....	8.2
8.2. Planificación de redes celulares.....	8.3
8.2.1. Estimación de la demanda de tráfico.....	8.5
8.2.2. Determinación de la zona de servicio de la estación base.....	8.7
8.2.3. Determinación del número de canales necesario.....	8.8

CAPÍTULO 9

EL SISTEMA DE ESTACIÓN BASE.....	9.1
9.1. Introducción.....	9.2
9.2. Función de control común (F.C.C.).....	9.3
9.2.1. Conexión entre tarjetas.....	9.4
9.2.2. GPROC.....	9.6
9.2.3. DRI.....	9.8
9.2.4. MSI.....	9.10
9.2.5. KSW.....	9.12
9.2.6. GCLK.....	9.14
9.2.7. TARJETAS EXTENSORAS.....	9.15
9.3. Subsistema de radio (TRX).....	9.18
9.4. Enlaces de comunicaciones.....	9.30
9.4.1. Bus LAN.....	9.31
9.4.2. Bus TDM.....	9.32
9.4.3. Bus MCAP.....	9.33

CAPÍTULO 10

PASOS Y REGLAS DE PLANIFICACIÓN DE UN SISTEMA DE ESTACIÓN

BASE	10.1
10.1. Introducción.....	10.2
10.2. Pasos y reglas de planificación de una estación transeptora base (E.T.B.).....	10.4
10.3. Pasos y reglas de planificación de un controlador de estación base (C.E.B.).....	10.13
10.4. Cálculo de las capacidades y requisitos de equipamiento del sistema.....	10.18
10.5. Resumen de la configuración del S.E.B. para la aplicación.....	10.37
10.6. Cálculo de la P.R.A.....	10.42
10.7. Cálculo de las U.R.R.....	10.47

PARTE V

CONCLUSIONES, PRESUPUESTOS Y BIBLIOGRAFÍA.

CAPÍTULO 11

CONCLUSIONES	11.1
11.1. Introducción.....	11.2
11.2. Conclusiones.....	11.2

CAPÍTULO 12

PRESUPUESTOS	12.1
12.1. Introducción.....	12.2
12.2. Presupuestos.....	12.3
BIBLIOGRAFÍA	13.1

PARTE VI
APÉNDICES

APÉNDICE A. SOLICITUD DE CONCESIÓN DE DOMINIO PÚBLICO RADIOELÉCTRICO PARA LA EXPLOTACIÓN DEL SERVICIO DE VALOR AÑADIDO DE TELEFONÍA MÓVIL AUTOMÁTICA EN SU MODALIDAD G.S.M.

APÉNDICE B. BOLETINES OFICIALES.

APÉNDICE C. INSTRUCCIONES, CIRCULARES E IMPRESOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE TELECOMUNICACIONES.

APÉNDICE D. IMPRESOS FISCALES.

APÉNDICE E. HOJAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS.

APÉNDICE F: MODELOS E INFORMACIÓN DEL C.O.I.T.T.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Sistema de producción de proyectos.....	2.28
Figura 2.2. Estudios previos o de viabilidad.....	2.31
Figura 4.1. Datos identificativos de la minuta de honorarios.....	4.10
Figura 4.2. Honorarios de la minuta por trabajos profesionales.....	4.13
Figura 4.3. Gastos y resumen de la minuta de honorarios.....	4.16
Figura 4.4. Nivel de entrada a los amplificadores.....	4.32
Figura 4.5. Nivel de señal en la toma más desfavorable.....	4.33
Figura 4.6. Desacoplo entre tomas.....	4.35
Figura 4.7. Relación S/N en la toma más desfavorable.....	4.36
Figura 6.1. Esquema básico de un sistema móvil.....	6.4
Figura 6.2. Estructura celular de la red móvil y conexión a la red fija.....	6.10
Figura 6.3. Transferencia de llamada en curso, hand-over.....	6.12
Figura 6.4. Reutilización de frecuencias.....	6.13
Figura 6.5. Jerarquía funcional de una red móvil.....	6.19
Figura 6.6. Llamada a un móvil.....	6.22
Figura 6.7. Estructura celular y atribución de canales a la E.B.....	6.24
Figura 6.8. Matriz de distribución de canales del sistema americano AMPS.....	6.26
Figura 6.9. Traslación de un grupo básico de células.....	6.27
Figura 6.10. Estructura celular según número de abonados.....	6.28
Figura 6.11. Tipos de canales del sistema NMT-450.....	6.34
Figura 6.12. Bandas de frecuencia del sistema NMT-450.....	6.35
Figura 6.13. Señales del interfaz de radio en el sistema TACS.....	6.39
Figura 6.14. Banda TACS.....	6.40
Figura 6.15. Banda ETACS.....	6.41
Figura 6.16. Arquitectura de una red celular digital.....	6.51
Figura 7.1. Arquitectura del G.S.M.....	7.7
Figura 7.2. Interfaces del sistema de estación base.....	7.12
Figura 7.3. Estructura de la trama M.I.C.....	7.20
Figura 7.4. Codificación HDB3.....	7.21
Figura 7.5. Emplazamiento del XCDR en la red G.S.M.....	7.22
Figura 7.6. Estructura de la trama M.I.C. con canales de tráfico a 16 Kbps.....	7.23
Figura 7.7. Estructura de mensajes del servicio de transporte básico.....	7.25
Figura 7.8. Estructura de mensajes del nivel 3 de la parte de gestión del sistema de estación base.....	7.27
Figura 7.9. Estructura de mensajes del nivel 2 en el Interfaz A-bis.....	7.28
Figura 7.10. Estructura de mensajes del nivel 3 en el interfaz A-bis.....	7.30

Figura 7.11. Mensaje transparentes y elementos de información del nivel 3 en el interfaz A-bis.....	7.31
Figura 7.12. Bandas de frecuencia G.S.M.....	7.33
Figura 7.13. Portadora e intervalos de tiempo.....	7.34
Figura 7.14. Jerarquía de los canales lógicos G.S.M.....	7.35
Figura 7.15. Diagrama de bloques del codificador vocal.....	7.41
Figura 7.16. Protección contra errores en los canales de tráfico.....	7.42
Figura 7.17. Protección contra errores en los canales de control.....	7.44
Figura 7.18. Principio de entrelazado de la señal de voz.....	7.46
Figura 7.19. Entrelazado de la señal de voz.....	7.47
Figura 7.20. Transmisión de ráfagas sucesivas de la misma señal de voz.....	7.48
Figura 7.21. Tipos de ráfagas G.S.M.....	7.51
Figura 7.22. Multitrama de los canales de voz constituida por 26 tramas.....	7.53
Figura 7.23. Multitrama de los canales de control.....	7.55
Figura 7.24. Intervalo de tiempo 0 de la ráfaga BCCH/CCCH.en el enlace descendente.....	7.56
Figura 7.25. Intervalo de tiempo 0 de la ráfaga BCCH/CCCH.en el enlace ascendente.....	7.56
Figura 7.26. Estructura usada para acomodar 8 SDCCHs.....	7.57
Figura 7.27. Estructura de la multitrama combinada.....	7.58
Figura 7.28. Supertramas e hipertramas.....	7.60
Figura 7.29. Adelanto del temporizador.....	7.61
Figura 7.30. Cambios de frecuencia.....	7.67
Figura 7.31. Actividad del móvil.....	7.69
Figura 7.32. Patrón de reutilización de emplazamientos con sectores de 60° con equipo compartido.....	7.71
Figura 7.33. El sistema de conmutación.....	7.73
Figura 7.34. El sistema de operación y mantenimiento.....	7.74
Figura 7.35. Llamada a un móvil. Establecimiento de la conexión.....	7.78
Figura 7.36. Hand-overs entre sistemas de estación base.....	7.80
Figura 7.37. Hand-over intra S.E.B.....	7.82
Figura 8.1. Tráfico por canal en función del número de canales.....	8.9
Figura 9.1. Esquema básico del S.E.B.	9.2
Figura 9.2. Trayectoria de los canales de tráfico y señalización en un S.E.B.....	9.4
Figura 9.3. Conexión entre las tarjetas del FCC y TRX en un S.E.B.....	9.5
Figura 9.4. Diagrama de bloques de la tarjeta GPROC.....	9.6
Figura 9.5. Diagrama de bloques de la tarjeta DRI.....	9.9
Figura 9.6. Diagrama de bloques de la tarjeta MSI.....	9.11
Figura 9.7. Diagrama de bloques de la tarjeta KSW.....	9.13
Figura 9.8. Características del amplificador de potencia.....	9.23
Figura 9.9. Duración de las ráfagas.....	9.24
Figura 9.10. Equipo común de recepción mínimo.....	9.25

Figura 9.11. Configuración de equipo compartido.....	9.26
Figura 9.12. Diversas combinaciones en transmisión.....	9.29
Figura 9.13. Extensión de LAN.....	9.31
Figura 9.14. Bus multiplexado por división de tiempo.....	9.32
Figura 9.15. Asociación lógica de los GPROC.....	9.33
Figura 10.1. Diagrama de planificación del S.E.B.....	10.3
Figura 10.2. Diferentes combinaciones de recepción.....	10.7
Figura 10.3. Diferentes configuraciones de transmisión.....	10.8
Figura 10.4. Subsistema de TRX.....	10.11
Figura 10.5. Conexión entre el TRX y el FCC.....	10.12
Figura 10.6. Controlador de estación base.....	10.17
Figura 10.7. Sistema de estación base.....	10.23

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1. Introducción a los proyectos de telecomunicación.....	2.4
Tabla 2.2. Asignatura de Arquitectura legal, Derecho Urbanístico y Valoración.....	2.17
Tabla 2.3. Asignatura de Proyectos de Ingeniería en la E.T.S. de I.I.....	2.23
Tabla 2.4. Asignatura de Oficina Técnica en la E.U. Politécnica.....	2.37
Tabla 2.5. Asignaturas de Proyectos en la U.L.P.G.C.....	2.38
Tabla 2.6. Propuesta de temario de la asignatura de Proyectos en la E. U. de Ingeniería Técnica de Telecomunicación de Las Palmas de G.C.....	2.41
Tabla 3.1. Fuentes de información sobre atribuciones profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.....	3.3
Tabla 3.2. Disposiciones legales sobre la firma de documentación técnica de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.....	3.12
Tabla 3.3. Documentos presentables al visado del C.O.I.T.T.....	3.14
Tabla 3.4. Antiguas atribuciones profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación según las especialidades cursadas.....	3.18
Tabla 4.1. Resumen de los requisitos fiscales para trabajar como libre-ejerciente.....	4.7
Tabla 4.2. Tarifas a aplicar en la redacción de documentos técnicos.....	4.17
Tabla 4.3. Derechos de visado, % sobre honorarios del C.O.I.T.T.....	4.18
Tabla 4.4. Relación de proyectos, organismo que autoriza y tipo de documento a presentar.....	4.20
Tabla 4.5. Tramitación de expedientes de antenas colectivas.....	4.24
Tabla 4.6. Anexo a la instrucción DGT/7.....	4.39
Tabla 4.8. Leyes, normas, informes y reglamentos aplicables a las antenas colectivas.....	4.40
Tabla 4.9. Normativa aplicable en la tramitación de redes de servicio de valor añadido.....	4.54
Tabla 4.10. Trámites y documentación necesaria para la instalación de redes del tipo I y del tipo II.....	4.59
Tabla 4.11. Contenidos de los proyectos técnicos de redes del tipo II.....	4.92
Tabla 4.12. Ejemplo de cálculo de la altura efectiva máxima de una antena.....	4.100
Tabla 4.13. Proyectos técnicos de emisoras de radiodifusión sonora en ondas métricas con modulación de frecuencias.....	4.106
Tabla 4.14. Normativa aplicable a los proyectos técnicos de emisoras comerciales de FM.....	4.107
Tabla 4.15. Estudio de las condiciones acústicas de los locutorios de las emisoras de radiodifusión sonora en ondas métricas con modulación de frecuencia.....	4.113
Tabla 4.16. Apartados propuestos para proyectos telemáticos.....	4.119
Tabla 4.17. Resumen de condiciones para la solicitud de certificados de aceptación radioeléctrica y de aceptación u homologación.....	4.125
Tabla 4.18. Peritaciones de telecomunicaciones.....	4.127

Tabla 4.19. Niveles de ruido máximos permitidos en el término municipal de las Palmas de G.C.....	4.129
Tabla 5.1. Situación laboral de los ingenieros técnicos de telecomunicación en España.....	5.3
Tabla 5.2. Distribución geográfica de la situación laboral de los I.T.T. en España.....	5.4
Tabla 5.3. Situación laboral de los I.T.T. por especialidades.....	5.5
Tabla 5.4. Organizaciones que absorben mayor número de I.T.T.s.....	5.6
Tabla 5.5. Titularidad jurídica de las organizaciones.....	5.7
Tabla 5.6. Distribución de sector económico de la organización por especialidad.....	5.8
Tabla 5.7. Documentos técnicos presentados ante la jefatura Provincial de inspección de telecomunicaciones de las Palmas.....	5.9
Tabla 6.1. Clasificación de los servicios móviles.....	6.6
Tabla 6.2. Diferentes servicios móviles terrestres y características principales.....	6.8
Tabla 6.3. Características de los sistemas de T.M.A.....	6.14
Tabla 6.4. Bandas de frecuencia de T.M.A. utilizadas en España.....	6.15
Tabla 6.5. Elementos básicos de una red TMA.....	6.17
Tabla 6.6. Canales disponibles en los sistemas de T.M.A. analógicos en España.....	6.23
Tabla 6.7. Normas técnicas de los sistemas de T.M.A.....	6.30
Tabla 6.8. Sistemas de T.M.A. analógicos.....	6.31
Tabla 6.9. Bandas de frecuencias del sistema NMT-450.....	6.35
Tabla 6.10. Bandas de frecuencia del sistema TACS.....	6.39
Tabla 6.11. Sistemas celulares digitales.....	6.45
Tabla 7.1. Servicios que presta el sistema G.S.M.....	7.4
Tabla 7.2. Características y elementos de seguridad del sistema G.S.M.....	7.6
Tabla 7.3. Arquitectura del sistema G.S.M.....	7.11
Tabla 7.4. Señalización en el nivel 3 del interfaz A-bis.....	7.29
Tabla 7.5. Tipos de canales del G.S.M.....	7.38
Tabla 7.6. Método de cifrado y descifrado.....	7.62
Tabla 8.1. Estimaciones de la relación de Erlangs/ abonado.....	8.6
Tabla 8.2. Relación entre grado de servicio y canal de tráfico.....	8.10
Tabla 9.1. Tarjetas del FCC.....	9.3
Tabla 9.2. Enlaces de comunicaciones en un S.E.B.....	9.30

PARTE I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. PETICIONARIO

Actúa de petionario de este Trabajo de Fin de Carrera la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación de Las Palmas de Gran Canaria.

1.2. ANTECEDENTES

En el catálogo de Proyectos de Fin de Carrera depositados en la biblioteca de electrónica y telecomunicación no figura ningún trabajo donde se recopile y estudie la legislación de telecomunicaciones, legislación sobre proyectos de telecomunicaciones y normativas, procedimientos, formalismos documentación y organismos oficiales asociados.

En este Trabajo de Fin de Carrera se desea aportar dicha información para que posteriores Trabajos que necesiten disponer de dicha legislación, normativa, organismos oficiales para tramitar Documentos Técnicos que, legalmente puedan ser firmados por Ingenieros Técnicos de Telecomunicación, tengan en este Trabajo dicha información recogida, además de un ejemplo de aplicación de dicha normativa.

1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es el de estudiar el libre-ejercicio de la profesión por parte de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación para clarificar lo máximo posible la trayectoria a seguir para poder realizar proyectos profesionales en nuestras respectivas especialidades de Telemática, Equipos Electrónicos, Radiocomunicación y Sonido e Imagen.

Para ello se hará un estudio de las atribuciones profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación en las diferentes especialidades y su relación con las competencias profesionales de otras titulaciones técnicas contiguas.

Se estudiarán los programas de las asignaturas de proyectos y libre ejercicio de la profesión de otras Escuelas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria para obtener conclusiones válidas para proponer un programa de la asignatura de proyectos que se impartirá con brevedad en la E.U.I.T.T.

Asimismo se estudiarán las normativas, procedimientos, formalismos, legislación relacionada tanto de la Estatal como de la Autonómica de Canarias como la de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria.

Se dará un recorrido por la documentación necesaria y los organismos oficiales ante los que se tramita la documentación técnica firmada por Ingenieros Técnicos de Telecomunicación que es fundamentalmente la Dirección General de Telecomunicaciones del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

Se tiene el objetivo de guiar a los estudiantes de Ingeniería Técnica de Telecomunicación y futuros profesionales sobre la legislación que deben guardar a la hora de realizar proyectos técnicos en el ámbito de las atribuciones profesionales legalmente reconocidas en el campo de sus respectivas especialidades.

A su vez otro objetivo que se desea cumplir es el de presentar la Telefonía Móvil Automática Digital G.S.M. a través de una introducción a los servicios móviles, el Servicio Móvil Terrestre y los sistemas de Telefonía Móvil Automática Analógicos.

Dentro de estos sistemas de T.M.A. se abundará principalmente en los sistemas de aplicación en España como son la norma técnica nórdica (N.M.T.-450, Nordic Mobile Telephone en la banda de 450 Mhz) y la norma técnica británica (TACS, Total Access Communications System, en la banda de 900 MHz)

En el estudio de la Telefonía Móvil Automática Digital se hará hincapié en el sistema paneuropeo G.S.M. de reciente implantación en España a través de las empresas Telefónica de España, S.A. y de la Alianza Internacional de Redes Telefónicas, S.A. (AIRTEL, S.A.)

Finalmente se hará una aplicación de estudio técnico de instalación de una Red Móvil para servicio TMA 900D ó GSM con cobertura de la zona comercial de la zona del Puerto de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria cumpliendo la legislación relacionada y las directrices emanadas de la Dirección General de Telecomunicaciones del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

1.4. ORDENACIÓN DE LA MEMORIA

La memoria del presente Trabajo de Fin de Carrera está organizada en varias partes bien diferenciadas.

La primera parte es de introducción, donde se comentan los pasos previos a la realización del trabajo. El capítulo de introducción se subdivide en: peticionario, antecedentes y los objetivos del proyecto

En la segunda parte se estudian los proyectos de telecomunicaciones. En el capítulo segundo se realiza un estudio de las asignaturas de proyectos actualmente impartidas en la Universidad de Las Palmas de G.C. para realizar una propuesta de temario de dicha asignatura en la E.U. de Ingeniería Técnica de Telecomunicación tomando referencias de la asignatura impartida en la E.U.I.T.T. de la Universidad Politécnica de Madrid. En el capítulo tercero se estudian las competencias profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación y la diferentes fuentes de información sobre este tema. En el capítulo cuarto se estudia la práctica del ejercicio libre de la profesión por los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación dando un repaso por los requisitos que se deben cumplir y los trámites y cálculos necesarios a realizar en la documentación técnica firmada por dichos profesionales con más asiduidad. En el capítulo quinto se repasa la situación laboral actual de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación y la realización de proyectos técnicos presentados ante la Jefatura Provincial de Telecomunicación de Las Palmas.

La tercera parte está dedicada al estudio de la Telefonía Móvil Automática. En el capítulo sexto se hace una introducción a los Servicios Móviles, a los Servicios Móviles Terrestres, a la Telefonía Móvil Automática analógica haciendo hincapié en los sistemas utilizados en España y por último se introduce la Telefonía Móvil Automática Digital. En el capítulo séptimo se estudia en el sistema de T.M.A. digital paneuropeo G.S.M.

La quinta parte está dedicada a la planificación de una red local de G.S.M. En el capítulo octavo se describe la determinación de los parámetros iniciales de la planificación. En el capítulo noveno se describen los equipos que componen el Sistema de Estación Base de la empresa fabricante Motorola. En el capítulo décimo se hacen los cálculos necesarios para la planificación de una red local de G.S.M. que dé cobertura al área comercial de la zona del Puerto de la Ciudad de Las Palmas de Gran Canaria.

La quinta y última parte la componen las conclusiones, la bibliografía y los diferentes apéndices.

PARTE II

PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES

CAPÍTULO 2

PLANES DE ESTUDIO. ASIGNATURAS DE PROYECTOS

2.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es el estudiar el mundo de los proyectos de telecomunicaciones en su vertiente académica.

Desde el punto de vista académico queremos destacar la necesidad de **estudios sobre proyectos de telecomunicaciones** de manera que los recién titulados tengan más claro todas las posibilidades de trabajo que el título de Ingeniero Técnico de Telecomunicación encierra, no sólo como trabajador por cuenta ajena en la nómina de cualquier empresa sino además por cuenta propia, realizando proyectos técnicos de telecomunicación que permiten las atribuciones profesionales de la citada titulación académica.

Desde el punto de vista del **autoempleo** se quiere enfatizar la necesidad de él debido a que entre nuestros titulados empieza a asomarse el “fantasma” del desempleo.

La realización de proyectos debe ser una alternativa válida de empleo, ahora que después de la gran expansión que hubo hace algunos años en el sector de las telecomunicaciones, las empresas del sector tienen ahora un crecimiento más moderado y por ello menos necesidad de aumentar el número de Técnicos titulados de su plantilla e incluso, el de reducir el número de los mismos.

Debido a que se ha dejado de lado este importante aspecto de la carrera como es el **ejercicio libre de la profesión**, es decir, lo que hasta ahora hemos denominado autoempleo o realización de proyectos de telecomunicación por cuenta propia, se han generado varios aspectos negativos:

1. **El intrusismo profesional** debido a que el ordenamiento jurídico sobre competencias profesionales es confusa, difusa y profusa e incluso **El Tribunal Supremo** ha denunciado, reiteradamente, las deficiencias de la situación actual de la normativa que define las **atribuciones de las profesiones técnicas tituladas**. Por ello otros titulados se benefician de esta indefinición para poder realizar proyectos en el área de telecomunicaciones que nos corresponde netamente a nosotros.
2. **Dejación por parte de algunas Administraciones** de la obligación de exigir que algunos proyectos de telecomunicaciones sean firmados por profesionales del área como son los **Ingenieros e Ingenieros Técnicos de Telecomunicación**.

Debido a estos aspectos, autoempleo, intrusismo profesional y dejación de las Administraciones es necesario reivindicar que en la Escuela exista una asignatura de **Proyectos** que muestre a los futuros Ingenieros Técnicos de Telecomunicación las posibilidades que ofrece el ejercicio libre de la profesión y presentar las **disposiciones legales, fiscales, etc.** que debemos atender para presentar proyectos ante la Administración correspondiente, fundamentalmente ante la **Dirección General de Telecomunicaciones del Gobierno Central**.

Para desarrollar la parte de proyectos de telecomunicaciones se ha dividido en tres capítulos que desarrollen a su vez diferentes aspectos de los mismos.

- A. **Asignatura de proyectos en la E.U.I.T.T.** Se comentará la propuesta de temario haciendo un recorrido previo por asignaturas similares en Escuelas de otras profesiones técnicas tituladas de nuestra Universidad.
- B. **Atribuciones profesionales.** Se estudiarán las de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación y de titulaciones contiguas.
- C. **La práctica del ejercicio libre de la profesión.** Se estudiarán sus requisitos legales y los diferentes tipos de proyectos y su tramitación.

VERTIENTE ACADÉMICA	Necesidad de los conocimientos.
ESTUDIOS SOBRE LOS PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES	Asignatura de proyectos en la E.U.I.T.T.
	Atribuciones profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación
	La práctica del ejercicio libre de la profesión
VERTIENTE PROFESIONAL	Autoempleo como libre-ejercientes
ASPECTOS NEGATIVOS DEL DESCUIDO DEL EJERCICIO LIBRE	Intrusismo profesional
	Dejación de las Administraciones Públicas para exigir el cumplimiento de la normativa sobre proyectos de telecomunicaciones

Tabla 2.1. Introducción a los Proyectos de Telecomunicaciones

Antes de entrar de lleno en el contenido de lo que podría ser los estudios sobre proyectos de telecomunicaciones en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación se procederá a estudiar la asignatura que normalmente sirve de referencia sobre los temas de proyectos técnicos y el ejercicio libre de la profesión en las otras Escuelas de Ingeniería y Arquitectura de nuestra Universidad.

En los programas de estas asignaturas se destacan una serie de aspectos básicos comunes que se repiten en cada una de ellas entre los que podemos destacar

- A. El estudio de las propias profesiones y de la legislación que los futuros profesionales necesitarán para el desempeño de sus respectivos trabajos.**
- B. El contenido de los diversos proyectos técnicos a realizar por sus titulados en el campo de sus atribuciones profesionales.**
- C. La tramitación de estos proyectos ante las diferentes Administraciones según sus competencias en la materia tales como la Administración Local, Insular, Autonómica y Nacional.**
- D. Las atribuciones profesionales de las respectivas profesiones técnicas tituladas contiguas**

2.2. ASIGNATURA DE PROYECTOS EN LA E. U. I. T. TELECOMUNICACIÓN DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA.

En esta Escuela hasta ahora no formaba parte del curriculum académico la asignatura de proyectos ni ninguna otra donde se tratasen los proyectos de telecomunicaciones.

Dicha asignatura se impartirá en breves cursos por imperativo legal emanado de los Reales Decretos de 1.991 de 30 de Agosto de 1.991 (1.451, 1.453, 1.454, 1.455) por lo que se regulan los planes de estudios para la obtención de los títulos de **Ingeniero Técnico en Sistemas Electrónicos, Ingeniero Técnico en Sonido e Imagen, Ingeniero Técnico en Telemática e Ingeniero Técnico en Sistemas de Telecomunicación** respectivamente.

En una reciente sentencia del Tribunal Supremo se estima el recurso presentado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación (C.O.I.T.T) por el que se cambia la denominación de las anteriores titulaciones por las de **Ingeniero Técnico de Telecomunicación** y a continuación se menciona la especialidad de que se trate.

En los Reales Decretos ya mencionados se definen las asignaturas troncales de esta carrera y dentro de ellas considera la de **Proyectos** definida como metodología, formulación y elaboración de proyectos, tendrá seis créditos y se englobará dentro de las **Áreas de Conocimiento** siguientes: **Ingeniería Telemática, Tecnología Electrónica y Teoría de la Señal y Comunicaciones.**

2.3. ASIGNATURAS DE PROYECTOS EN LA UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE G.C.

Antes de abordar la asignatura en Ingeniería Técnica de telecomunicación haremos un breve recorrido por las distintas **asignaturas de proyectos** o asignaturas relacionadas que estudian otras profesiones técnicas tituladas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Los esudiantes y recién titulados se estas otras profesiones técnicas tituladas tienen también la necesidad de conocer la legislación que les afecta para la realización de sus proyectos técnicos profesionales y los requisitos necesarios para realizar el libre ejercicio de su respectiva profesión.

Estudiando estas asignaturas se sacarán ideas acerca de como desarrollan estos temas que nos son comunes en otras Escuelas similares a la E.U.I.T.T.

2.3.1. E.T.S. ARQUITECTURA: ARQUITECTURA LEGAL, DERECHO URBANÍSTICO Y VALORACIÓN

Dentro de esta asignatura, que se imparte en el quinto curso de la carrera, nos vamos a centrar en la parte de **Arquitectura legal** que es donde se estudia el **ejercicio profesional del Arquitecto**, que por ser también una profesión técnica titulada que queremos destacar en este trabajo.

Antes de entrar en el contenido de la asignatura el profesor destaca la necesidad de que la formación jurídica forme parte del curriculum académico del Arquitecto para que éste sea consciente de sus derechos y sus responsabilidades jurídicas.

En el programa de esta asignatura se destaca que debido a las disposiciones jurídicas que hay que atender para realizar proyectos técnicos es necesario, que desde el trabajo universitario, se apoye una mayor presencia de los estudios de **Arquitectura Legal** en la Escuelas de **Arquitectura**.

2.3.1.1. LA FORMACIÓN JURÍDICA DE LOS ARQUITECTOS EN LOS DISTINTOS PLANES DE ESTUDIO

La **arquitectura legal** se define como el conjunto ordenado de preceptos legales y disposiciones de carácter civil y administrativo que regula el arte de construir y el ejercicio de la profesión de arquitecto y comprende los aspectos jurídicos que regulan la **Arquitectura**, así como el **ejercicio profesional del arquitecto, atribuciones, requisitos, deberes y derechos**.

La formación jurídica de los arquitectos ha sido una constante en la historia, desde el primer plan de estudios de 1.844-45 hasta nuestros días los aspectos jurídicos han estado recogidos en la totalidad de los planes de estudios de la **Historia de la Enseñanza de la Arquitectura en España**, y su ubicación se ha situado entre los últimos cursos de la carrera.

2.3.1.2. LAS IMPLICACIONES JURÍDICAS DEL EJERCICIO PROFESIONAL DEL ARQUITECTO.

Se explica desde la asignatura que el Arquitecto desde que sale de la Escuela con el título hasta que concluye el primer edificio habrá de atender muchas **disposiciones de contenido jurídico**. Se destaca que sea necesario desde el trabajo universitario una creciente aportación a la sensibilización acerca de una mayor presencia de los estudios de Arquitectura Legal en las Escuelas de Arquitectura.

El titular de la asignatura aboga por que la formación científica, técnica y humanística de los arquitectos vaya acompañada de una especial formación **jurídica** que les haga ser conscientes de sus derechos y responsabilidades en el orden profesional, civil, administrativo y penal.

2.3.1.3. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Los contenidos de la asignatura se ha estructurado en los siguientes bloques: **el marco constitucional y estatutario como referente, el derecho urbanístico, el derecho de la construcción, el derecho ambiental y la profesión de arquitecto**. En este Trabajo de Fin de Carrera se considerará más detalladamente el primer y el último bloque que son los de máximo interés desde el punto de vista de la asignatura de Proyectos de la E.U. de Ingeniería Técnica de Telecomunicación.

A. El marco constitucional y estatutario

Inicialmente como el alumno no ha tenido acceso durante la carrera ni durante estudios anteriores ni siquiera al lenguaje jurídico se precisa afrontar una **introducción al Derecho** que se inicia con una breve argumentación de la justificación de la existencia del Derecho como instrumento de ordenación social

El Derecho es un conjunto de normas que vienen caracterizadas por regular relaciones humanas, exteriorizables, de índole imperativas y generales, que puede imponerse coactivamente.

El Derecho además es un conjunto de valores que tiene su máxima expresión y garantías en soportes como la **Constitución Española de 1.978** que se estudia como marco del ordenamiento jurídico español.

Se termina esta introducción con el estudio del **Estatuto de Autonomía de Canarias** con atención especial en todo lo referente a la ordenación al territorio, el urbanismo, la vivienda y el patrimonio arquitectónico.

B. Derecho urbanístico.

Se entiende por Derecho urbanístico no sólo las disposiciones normativas de carácter abstracto sino también los planes y normas concretas que regulan el uso del suelo.

En Canarias el **Estatuto de Autonomía** en su artículo 29.11 dispone como competencia exclusiva de la ordenación del territorio, urbanismo y vivienda. No obstante, el urbanismo tiene su eje vertebrador en las actuaciones de los Ayuntamientos.

El artículo 214 de la **Ley del Suelo** dispone: “Las competencias urbanísticas de los Ayuntamientos comprenderá todas las facultades que siendo de índole local no hubiesen sido expresamente atribuidas por la presente Ley a otros Organismos.”

Donde el ordenamiento jurídico urbanístico precisó con mayor claridad el carácter concurrencia de las competencias urbanísticas ha sido en el procedimiento de aprobación del planteamiento urbanístico o territorial. En el ámbito no superior al municipio el órgano encargado de su promoción, elaboración, información pública, etc. es el Ayuntamiento, pero su actuación quedará concretada únicamente hasta la fase de aprobación provisional. La aprobación definitiva será competencia de la **C.U.M.A.C (Comisión de Urbanismo y Medio Ambiente de Canarias)**, o del consejero de Política Territorial del Gobierno de Canarias, según los casos que explica dicha Ley.

En el año 1.975 se aprobaron dos leyes importantes, la Ley 15/1.975, sobre Espacios Naturales Protegidos y la Ley 19/1.975 de Reforma de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana. Las dos disposiciones suponen la regulación del suelo desde perspectivas diferentes, aunque sin fronteras precisas creando dificultades de interpretación. Recientemente la Ley 4/1.989 de 27 de Marzo de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y la Fauna ha derogado la Ley 15/1.975.

En el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias, se han aprobado la siguientes leyes que desde diferentes puntos de vista regulan el suelo: Ley 5/1.987, de 7 de Abril, sobre la Ordenación urbanística del suelo rústico en la Comunidad Autónoma de Canarias; la Ley 1/1.987, de 13 de Marzo, reguladora de los Planes Insulares de Ordenación; la Ley 6/1.987, de 7 de Abril, sobre sistema de actuación de urbanización diferida, Ley de Declaración de Espacios

Naturales de Canarias; la Ley 8/1.990 sobre Reforma del Régimen Urbanístico y Valoraciones del Suelo.

C. El Derecho de la Construcción

La separación del Derecho de la Construcción del Urbanismo permitirá incorporar temas que no tienen encaje en éste tales como la regulación jurídica de las Viviendas de Protección Social, la rehabilitación y renovación arquitectónica y urbana, el referente civilista de la edificación, la valoración y la fiscalidad de los inmuebles, etc.

Se inicia el Derecho de la Construcción con las **Ordenanzas de la Edificación** como expresión del aprovechamiento urbanístico que el propietario puede o ha podido patrimonializar. A continuación se entra en uno de los aspectos más descuidado, tanto por el ciudadano como por la Administración como es la conservación de las urbanizaciones y edificaciones. Cierra el bloque de este Derecho lo relativo a la **ordenación jurídica de la vivienda** (donde la Administración ha realizado y realiza un claro papel de fomento) y a la **regulación de la rehabilitación y renovación urbana**.

D. El Derecho ambiental

Desde el punto de vista jurídico, la protección del medio ambiente se presenta a través de una creciente tendencia al desarrollo legislativo de normas medioambientales. A ello contribuye la incorporación de España a la Comunidad Europea. La armonización del Derecho comunitario ambiental en el caso español supone una profunda revisión del marco legislativo.

E. La profesión de arquitecto.

En este bloque temático se estudia al arquitecto desde las **tres perspectivas interrelacionadas: formación, atribuciones y responsabilidades**. El estudio de la formación del arquitecto permitirá conocer los pormenores a través de la historia y el panorama actual. Saber el contenido formativo de los arquitectos ayudará a entender el marco competencial, en permanente disputa con otros profesionales. Finalmente, las responsabilidades de los arquitectos, la parte de este bloque con mayor contenido jurídico.

E.1. La formación de Arquitecto.

Se hace un estudio histórico de los diferentes planes de estudios de los arquitectos desde la Academia de Bellas Artes de San Fernando (1.744-1.844) hasta el presente, pasando por la Escuela Especial de Arquitectura de 1.844 y su incorporación a la Universidad en el año 1.857, etc..

E.2. LAS ATRIBUCIONES DE LOS ARQUITECTOS Y LAS DISTINTAS FORMAS DE EJERCICIO PROFESIONAL

La situación del **ordenamiento jurídico** que define la delimitación de las atribuciones competenciales de las profesiones técnicas tituladas es **profusa, confusa y difusa**, según el autor, con algunas disposiciones de vigencia centenaria, lo cual está generando conflictos, algunos muy recientes, con motivo de la elaboración y aprobación de la Ley de Atribuciones Profesionales de Ingenieros y Arquitectos Técnicos.

La lucha por la conservación de las atribuciones históricas, ha tenido diversas etapas. Primero fue la delimitación de competencias respecto de los **maestros de obras**, formados en la propia Academia de San Fernando; luego la etapa más larga, el siglo XIX, una fuerte polémica con los ingenieros. A medida que se produce la necesaria especialización en la producción edificatoria, surgen nuevas profesiones tituladas, que demandan un campo específico de atribuciones muchas de las cuales los arquitectos entienden como de su competencia.

Las diferentes especialidades de la Ingeniería suponen un estrechamiento del círculo de atribuciones de los arquitectos. Así se irá perdiendo la competencia en materia de: caminos, canales, puentes, etc.

Esta lucha por las atribuciones profesionales, jugarán y juegan un papel importante, las organizaciones profesionales, antes los gremios, ahora los **Colegios Profesionales**.

Este proceso se ha avivado en los últimos años, primero con la Ley sobre Regulación de la Atribuciones Profesionales de los Ingenieros y Arquitectos Técnicos, ahora con los planes de estudio y la propuesta de Ley de Ordenación de la Edificación.

La instancia última que regula las atribuciones profesionales de los diferentes titulados es el **Tribunal Supremo** que resuelve en sentencias a demandas de los distintos Colegios Profesionales sobre competencias profesionales. El mismo Tribunal Supremo ha denunciado, reiteradamente, las deficiencias de la situación actual de la normativa que define las atribuciones de las profesiones técnicas tituladas.

E.3. LA RESPONSABILIDAD DE LOS ARQUITECTOS.

El arquitecto en el ejercicio de su profesión se ve afectado por una responsabilidad cuatridimensional: **civil, penal, administrativa y corporativa**

E.3.1. La responsabilidad administrativa y corporativa de los arquitectos

El Derecho Disciplinario de los Colegios de Arquitectos, y la mayoría de los Colegios Profesionales, es de un nivel técnico y jurídico bajísimo. Los conflictos de los Arquitectos en el ámbito de los Colegios de Arquitectos son numerosos. Estos Colegios proveen muchos casos al Tribunal Supremo. Estudios de sus sentencias son necesarios para introducir un mínimo de sistema al Derecho Disciplinario de los Arquitectos.

E.3.2. La responsabilidad civil

El texto base que regula la responsabilidad civil es el Código Civil, en especial su artículo 1.591, que data de más de un siglo. Dicho texto ha sido superado por las condiciones técnicas, sociales y económicas, haciéndose urgente una modificación, lo cual es demandado por la doctrina científica y el propio colectivo de arquitectos.

La presencia de los arquitectos en procesos civiles ha sido por lo general más por exigencias de responsabilidades definidas “ex lege” que por incumplimiento de obligaciones de carácter contractual.

E.3.3. La responsabilidad penal.

Los hechos y omisiones por los que define la responsabilidad penal de los arquitectos son muy similares a los que dan lugar a la responsabilidad civil. La Jurisprudencia está definiendo unas misiones del arquitecto en las obras que le hace ser responsable desde la **seguridad del edificio** hasta todo tipo de **accidentes laborales**.

Si se confirma la máxima titulación universitaria para el ejercicio de la profesión de constructor, éste debería asumir las responsabilidades derivadas de los accidentes laborales como agente que debe optimizar los medios humanos y materiales.

En la Tabla 2.2 se muestra resumidamente el programa de esta asignatura de la E.T.S. de Arquitectura

FORMACIÓN JURÍDICA	La formación jurídica y la necesidad de ésta.			
IMPLICACIONES JURÍDICAS	Implicaciones y disposiciones jurídicas de la edificación.			
PROYECTO DOCENTE	Marco constitucional y estatutario	Introducción al Derecho. Estudio de la Constitución y Estatuto de Autonomía.		
	Derecho Urbanístico	Disposiciones que regulan el uso del suelo		
	Derecho de la Construcción	Ordenanzas de la Edificación, conservación de edificaciones.		
	Derecho Ambiental	Legislación sobre protección del medio ambiente.		
	La Profesión de Arquitecto	La formación	Formación del arquitecto	
		Las atribuciones	Arquitectos y profesiones contiguas.	
		La responsabilidad	Corporativa	C.O. Arquitectos
civil			Código Civil	
penal	Seguridad edificio. Accidentes laborales.			

Tabla 2.2. Asignatura de Arquitectura Legal, Derecho Urbanístico y Valoración.

2.3.2. E.T.S. INGENIEROS INDUSTRIALES: PROYECTOS DE INGENIERÍA

En la Escuela de Ingenieros Industriales se imparte esta asignatura durante el sexto curso y en todas las especialidades. Está dividida en cinco temas: **introducción, conceptos y tipologías, el proyecto tradicional y el proyecto moderno, aspectos formales y desarrollo de un proyecto. Ingeniería básica y de desarrollo.**

2.3.2.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se presenta la asignatura, se la encuadra dentro de la carrera y se describen los **aspectos históricos** de los proyectos de ingeniería. En un segundo apartado se considera el ámbito de la Ingeniería Industrial, las **atribuciones profesionales del Ingeniero Industrial en España** y la relación de éste con otras profesiones contiguas.

2.3.2.2. CONCEPTOS Y TIPOLOGÍA

Estudio de los principios y conceptos y, la relación con el medio, del proyecto industrial. Además se considera la **morfología o partes integrantes del proyecto (planeamiento, estudio de viabilidad, anteproyecto y proyecto definitivo)**; las definiciones clásicas y actuales de proyecto y proyecto industrial y su **tipología (Inversión, Instalaciones y Plantas Industriales, Edificaciones, Maquinarias, Equipos, Planeamiento)**; y su clasificación según la estructura del proyecto.

A continuación se estudian los criterios de diseño y aspectos **estéticos y compositivos** del proyecto de ingeniería y el diseño industrial con sus aspectos históricos, sus tendencias actuales y los factores humanos, ambientales y estéticos a considerar.

2.3.2.3. PROYECTO TRADICIONAL Y PROYECTO MODERNO

Se estudian las diferentes etapas que constituían el primero y el origen del proyecto su relación con las instituciones, su organización: **ingeniería básica e ingeniería de desarrollo** y su planificación, administración y control. Además se estudia la dirección facultativa de obras y la dirección integrada de obras.

2.3.2.4. ASPECTOS FORMALES DE LOS PROYECTOS

En los aspectos formales de los Proyectos se enumeran los **documentos integrantes en los proyectos de ingeniería** (Memoria, Planos, Pliego de Condiciones, Presupuestos y Documentos para los distintos tipos de Proyectos). A partir de ahí se hace un estudio pormenorizado de cada uno de ellos:

Memoria: donde se presentan las partes en que se divide. Se estudian cada una de ellas como antecedentes y objetivos del proyecto, los Servicios e infraestructura existente.

En ella se hace la **descripción y la justificación de la solución adoptada**, descripción del proyecto (procesos, maquinarias, instalaciones), el estudio económico y la reglamentación relacionada, estudios de Seguridad e Higiene e Impacto Ambiental, resumen del presupuesto y datos estadísticos y complementarios.

En un sub-apartado se relacionan los cálculos y los anejos de la memoria.

Planos: Se hace un estudio previo sobre la expresión gráfica en los proyectos, visualización total del proyecto y se hace una clasificación y ordenación de los planos de un proyecto. Los diferentes planos que pueden integrar un proyecto son: los planos **generales**, planos de **definición** de objetos del proyecto, planos **estructurales** y **constructivos**, de instalaciones, de detalles y elementos y los requeridos por la normativa específica del proyecto de que se trate.

Pliego de condiciones: Partes que intervienen en él, condiciones generales, técnicas (materiales y ejecución), facultativas, económicas y legales.

Presupuesto: donde se consideran las unidades de obra, estado de mediciones, cuadros de precios, presupuestos parciales, presupuesto de ejecución material y presupuesto de ejecución por contrata, además del presupuesto total.

Otros documentos: que dependen de la naturaleza del proyecto concreto y pueden ser estudios geotécnico del terreno, viabilidad, de mercados, económico, elección del emplazamiento de la actividad.

Dentro de los aspectos formales también se estudian la **legislación industrial** que recoge las disposiciones de más frecuente uso, las normas de redacción de proyectos y relación entre proyectos y la legislación

En la parte de presentación y tramitación de proyectos se estudian diversas técnicas de presentación de proyectos tales como maquetas, animación, color. Asimismo se estudia la tramitación de proyectos industriales y de planeamiento ante los organismos oficiales.

2.3.2.5. DESARROLLO DE UN PROYECTO. INGENIERÍA BÁSICA Y DE DESARROLLO

Este último tema, se divide en varios capítulos donde se detallan las diferentes etapas de un proyecto.

Estudios previos: recogida de información, viabilidad del proyecto, datos de la propiedad, del emplazamiento, transferencia de tecnología y permisos y autorizaciones.

Estudio de mercados: recopilación de antecedentes, análisis de las demandas actuales y futuras, además de la proyección de la demanda.

Tamaño del proyecto: factores que influyen en él árboles de decisión, sensibilidad al tamaño y punto de nivelación.

Localización: factores que influyen en ella tales como las materias primas, mano de obra, energía, productos acabados, zonas industriales y análisis de impacto ambiental. Aspecto este último donde se estudia la legislación específica, el tipo de proyectos que han de incluir un estudio de impacto ambiental, identificación y valoración de impactos y propuesta de medidas.

Aspectos económicos del proyecto: estimación de inversión, financiación, presupuestos de gastos e ingresos y la evaluación, selección y análisis de los proyectos.

Ingeniería del proceso: estudio y criterios de diseño del proceso así como diagramas, balances, maquinaria y elementos.

Distribución en planta: tipos existentes, los factores que intervienen, las necesidades espaciales además de diagramas y esquemas.

En el capítulo de la **Ingeniería Civil** en los proyectos industriales se estudia la infraestructura y dentro de ella la distribución general. los accesos, la red viaria, las redes de evacuación, las acometidas e instalaciones y obras especiales.

En el apartado de **Arquitectura y Construcción** se adentra en las normas, reglamentos, ordenanzas, aspectos funcionales y estéticos, cimentaciones, estructuras, cerramientos, cubiertas, pavimentos, carpinterías, acabados.

A continuación se estudian otras parcelas de la **Ingeniería Industrial** como la **maquinaria e instalaciones mecánicas, instalaciones eléctricas; tuberías e instrumentación**

Finalmente se estudia la **construcción y el montaje del proyecto** donde se destaca la ejecución material, las condiciones locales, supervisión de la construcción y el montaje del proyecto, la organización de la obra y pruebas, puesta en marcha y puesta en operación del proyecto.

A continuación se muestra resumidamente en la **Tabla 2.3.** los contenidos del programa de esta asignatura de la **E.T.S. de I. Industriales**

INTRODUCCIÓN	El Ingeniero Industrial	Atribuciones profesionales.
CONCEPTOS Y TIPOLOGÍA	Morfología del Proyecto	Partes integrantes del Proyecto.
	Definición del Proyecto	El Proyecto Industrial
	Tipologías de proyectos	Tipos de proyectos industriales
	Diseño y Proyecto	Estética y composición
PROYECTOS TRADICIONAL Y MODERNO	Proyecto tradicional	Etapas del proyecto tradicional
	Proyecto moderno	Organización del Proyecto
	Dirección de obras	Dirección facultativa de obras
ASPECTOS FORMALES	Memoria, y anejos.	Contenidos de las Memorias.
	Planos.	Tipos de planos
	Pliego de condiciones	Condiciones integrantes
	Tramitación de proyectos	Ante organismos oficiales
	Legislación industrial	Proyecto y legislación
DESARROLLO DE UN PROYECTO INGENIERÍA BÁSICA Y DE DESARROLLO	Estudios previos	Viabilidad, datos, autorizaciones
	Estudio de mercados	Análisis de la demanda
	Tamaño del Proyecto	Factores que influyen
	Localización	Factores que incluyen en ella
	Impacto ambiental	Estudio, valoración y legislación
	Aspectos económicos	Inversión, financiación,...
	Ingeniería del proceso	Diseño, maquinaria y elementos
	Distribución en planta	Tipos y factores que intervienen
	Ingeniería Civil.	Accesos, instalaciones, obras
	Arquitectura y Construcción	Normas, cimentaciones, etc.
	Instalaciones mecánicas	Equipos, maquinaria, etc
	Instalaciones eléctricas	Alta y baja tensión
	Tuberías e instrumentación	Diseño. instrumentación y control
	Construcción y montaje	ejecución material del proyecto

Tabla 2.3. Asignatura de proyectos de ingeniería en la E.T.S. I. Y.

2.3.3. E.U.P. (INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL): OFICINA TÉCNICA.

Esta asignatura de **Oficina Técnica** forma parte del curriculum académico de las carreras de las Ingenierías Técnicas Industrial, Topografía, y Naval de la Escuela Universitaria Politécnica.

Esta asignatura se halla dividida en siete temas: introducción, legislación industrial, el proyecto técnico, la tramitación del proyecto técnico, la ejecución del proyecto técnico, otros trabajos técnicos y finalmente el proyecto fin de carrera.

2.3.3.1. INTRODUCCIÓN

El tema de introducción está dividido a su vez en dos capítulos, la exposición del programa y el capítulo denominado el **Ingeniero Técnico Industrial** donde se hace un recorrido histórico sobre de la titulación, de la Escuela de Las Palmas y de las leyes de atribuciones profesionales de estos Ingenieros Técnicos.

La normativa se ha ido modificando y corrigiendo por el Tribunal Supremo, sentándose como cuerpo de doctrina de que las **atribuciones profesionales de los Arquitectos e Ingenieros Técnicos serán plenas en el ámbito de respectiva especialidad**. Aceptándose este criterio y para dar cumplimiento a lo previsto en el Art. 36 de la Constitución Española las Cortes Generales aprobaron la **Ley 12/1.986 de 1º de Abril, sobre Regulación de las Atribuciones y Facultades Profesionales de los Arquitectos e Ingenieros Técnicos**.

En esta Ley se aborda la regulación de competencias de aquellas titulaciones que se corresponden con la superación del primer ciclo de las enseñanzas técnicas universitarias (Ley Orgánica 11/1.983 de 25 de Agosto sobre Reforma Universitaria) y se toman como referencia de sus respectivas especialidades las que figuran enumeradas en el Decreto 148/1.969, sin perjuicio a lo que se pudiera establecer en el futuro por la Comunidad Europea o por los avances tecnológicos.

En el apartado del **ejercicio libre de la profesión** se menciona el **Impuesto de Actividades Económicas** al que todo profesional independiente debe estar dado de alta, se comentan las **tarifas de honorarios regulados** en leyes del Estado (Decreto de la Presidencia del Gobierno 1.998/1.961, de 19 de Octubre y Orden del mismo Departamento de 9 de Diciembre de 1.961), en normas de la **Comisión Nacional del Ejercicio Libre**.

Finalmente se explica la función y normas internas de los **Colegios y Asociaciones Profesionales** y en el Boletín Oficial de Canarias nº 48 de 15 de Abril de 1.991 se publicaron los nuevos honorarios mínimos y coeficientes reductores a percibir por los Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales en los trabajos a particulares y que entraron en vigor el 15 de Mayo de 1.991.

Concluyendo este capítulo se estudian los **Colegios Profesionales** (Ley 10/1.990 de 23 de Mayo). Para desarrollar el libre ejercicio de la profesión es indispensable estar colegiado como así lo ha recogido el Tribunal Supremo. Asimismo se recogen los fines y las funciones de estos Colegios Profesionales.

2.3.3.2. LEGISLACIÓN INDUSTRIAL

Este segundo tema está dividido en dos capítulos denominados **legislación básica y legislación específica**. En el primer capítulo, legislación básica, se afirma que el Ingeniero proyectista debe estar debidamente informado de la legislación vigente o normativa legal que le atañe, para la mejor realización de su cometido. La legislación va apareciendo en el Boletín Oficial del Estado y en el Boletín Oficial de Canarias.

Existe un gran número de disposiciones acerca de las edificaciones y las instalaciones industriales. La mayor parte de la dedicada a la última corresponde al **Ministerio de Industria y Energía**, aunque también existen normas aplicables de otros Ministerios tales como el de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, el Ministerio de Trabajo, etc.

A la hora de realizar cualquier proyecto industrial, se debe tomar en especial consideración la legislación o normativa que le puede ser de aplicación. Es conveniente, no obstante, que el ingeniero proyectista consulte previamente los **criterios de aplicación de la normativa con aquellos técnicos de la Administración que tengan algo que ver con la supervisión y control del proyecto**.

Existen una serie de disposiciones de carácter general que se destaca por su importancia y su frecuente uso, dentro de la ingeniería industrial que serán objeto de análisis durante el curso

Según el Profesor de la asignatura, establecer una relación ordenada y meticulosa de las disposiciones y reglamentos aplicables a los proyectos industriales, se considera una tarea cuasi-imposible ya que continuamente se publican normas, decretos, etc. que varían o modifican la legislación de ese momento. No obstante para cada proyecto en concreto el titulado ha de estudiar con detalle la normativa o legislación que es de aplicación.

Finalmente se estudian las normas tecnológicas de la edificación y las disposiciones legales relacionadas con la protección contra incendios en los edificios.

En el capítulo dedicado a la legislación específica se estudian las normativas relativas a industrias, edificaciones industriales, instalaciones y procedimientos.

2.3.3.3. EL PROYECTO TÉCNICO

Este tema se halla dividido en varios capítulos: introducción, estudios previos, anteproyecto, el proyecto definitivo, redacción del proyecto, la memoria, los planos, el pliego de condiciones, el presupuesto, otros documentos y el proyecto con ayuda del ordenador.

A. Introducción:

A.1. Definición de proyecto técnico: combinación de recursos humanos y no humanos, reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito determinado. Se define el proyecto industrial como la combinación de todos los recursos necesarios, reunidos en una organización temporal, para la transformación de una idea en una realidad industrial.

A.2. Tipos de proyectos industriales destacan estos grupos: grandes proyectos de inversión industrial; instalaciones y plantas industriales; líneas y procesos de producción industrial; máquinas, equipos y sus elementos. Prototipos.

A.3. Sistema de producción de proyectos ha de tener un sistema u orden lógico preestablecido (Ver figura 2.1.):

1. Estudio de planeamiento.
2. Estudio previo.
3. Anteproyecto.
4. Proyecto.

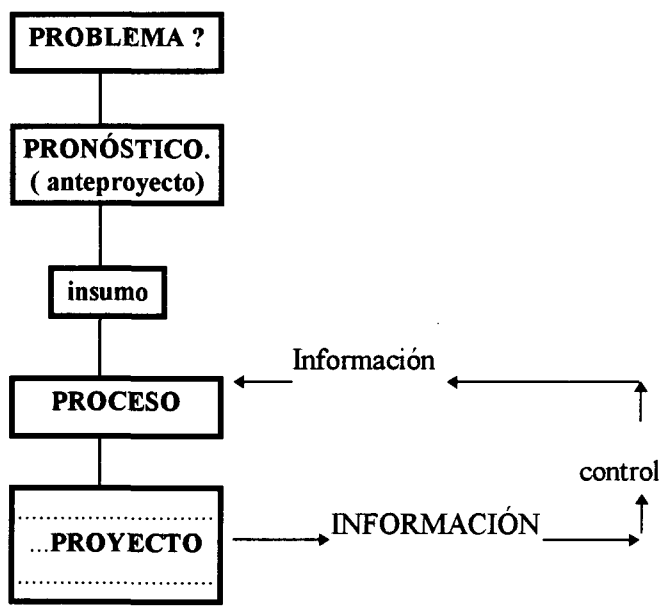


Figura 2.1. Sistema de producción de proyectos.

A.4. Factores condicionantes: la calidad, coste y plazo deben constituir un trinomio armónico.

1. **calidad de un proyecto se define en función de su adecuación planteado y la de la obra depende de la calidad del proyecto. La calidad de los diversos elementos de la obra queda plasmada en el pliego de condiciones.**
2. **costes de un proyecto son de diversa índole: costes fijos, costes variables, directos, indirectos, etc.**

3. El plazo de ejecución de las obras queda definido en el proyecto así como la programación de las mismas.

A.5. El proyectista y el director de obra

1. Ingeniero proyectista se dedicará preferentemente a combinar calidad, coste y plazo, con soluciones estéticas. La firma del proyecto por el ingeniero autor del mismo y su visado por el Colegio Oficial correspondiente cierra una etapa del mismo.

2. El Director Facultativo es el responsable de la obra y actúa como árbitro entre las otras dos partes de la misma, la Propiedad y el Contratista que actúa como constructor. La dirección facultativa es personal y sólo la pueden ejercer titulados ingenieros inscritos en sus respectivos Colegios Profesionales y dados de alta como libre ejercientes

a) funciones de la dirección facultativa de obras son:

dirección técnica de la obra, aprobación de cualquier modificación del proyecto, aprobación de los precios contradictorios, aprobación de las Certificaciones realizadas, firma del alta de recepción provisional y firma del Acta de recepción definitiva

b) responsabilidades de la dirección facultativa: éstas son de índole técnica, civil y penal:

técnicas: Responsabilidad de que la obra se ejecute en correspondencia directa con el proyecto, incluyendo las modificaciones introducidas por él. No es el responsable ni de los plazos de ejecución ni de los costes.

Civil: responsabilidad de mantener el buen estado de las obras durante la fase de construcción, evitando que cualquier actuación de los contratistas perjudique dicho buen estado. Son responsabilidades de tipo económico, por daños directos o consecuencias que pueden producirse a su cliente a causas de errores que acarreen superiores costes de producción, que den lugar a siniestros o causen daños a terceros. Esta responsabilidad civil puede limitarse entre las partes y además cubrirse con una póliza de seguros.

Penal: responsabilidad de cualquier accidente que por su imprevisión pueda acaecer durante la realización de los trabajos. La responsabilidad penal deriva de daños a personas y es de aplicación el Código Penal con sanciones tanto económicas como de privación de libertad, sin que puedan cubrirse estos daños con pólizas de seguros.

B. El estudio previo

se dice que éste es la fase anterior del proyecto y es donde se efectúan todos los estudios, tomas las investigaciones e informes necesarios para poder tomar decisiones en relación con la realización o no del proyecto.

Los estudios previos se reducen en la mayoría de la ocasiones a argumentar la **viabilidad del proyecto** en sus tres vertientes (**técnica, económica y financiera**) como se muestra en la figura 2.2. Un estudio serio de viabilidad requiere la realización de los siguientes estudios parciales:

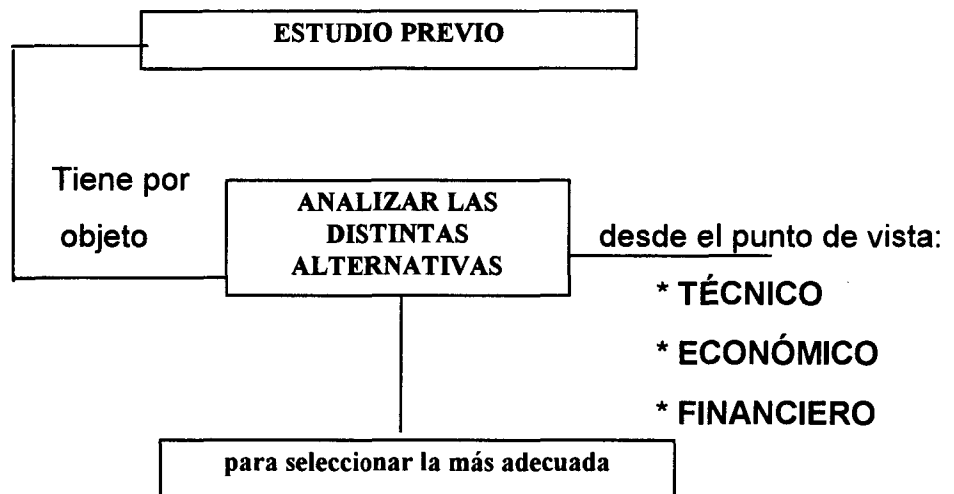


Figura 2.2. Estudios previos o de viabilidad

- B.1. **Estudio de mercado:** se estudia la demanda y como esta depende del precio del bien o servicio que se va a proyectar se hacen estudios para distintos precios limitándolos geográficamente para determinar el tamaño del mercado y la distribución de los posibles consumidores. La conclusión de este estudio será la posible demanda y los posibles precios de mercado.
- B.2. **Tamaño del proyecto y procesos aplicables:** el estudio de mercado nos indica el tamaño del proyecto.
- B.3. **Localización, emplazamiento e impacto ambiental:** la mejor localización y emplazamiento sea aquel donde se obtenga mejores resultados económicos analizando, costes de

transportes de materias primas, recursos, factores humanos, etc. Un factor importantes para determinar la localización es su posible impacto ambiental, que se produce cuando el ejercicio de una actividad altera el medio ambiente. Su evaluación exige definir tres situaciones distintas: Estado cero, Estado futuro sin proyecto y Estado futuro con proyecto

- B.4. Estimación de la inversión. Financiación:** para fijar de la forma más exacta la inversión requerida hay que estimar el capital necesario para el proyecto y el capital requerido para el funcionamiento normal de la instalaciones. Las fuentes de financiación del proyecto pueden ser internas, generadas por actividades anteriores o externas, acciones, préstamos, subvenciones, etc.
- B.5. Presupuesto de gastos e ingresos:** los gastos se generan por los costes de la producción (materias primas, materiales, servicios auxiliares, mano de obra, seguros, impuestos, etc.) y la amortización de la inversión (reponer la depreciación y obsolescencia de las instalaciones). Los ingresos dependen del volumen de producción y de los precios de venta de los productos. La diferencia entre ingresos y gastos determina el beneficio bruto del proyecto.
- B.6. Evaluación, selección y análisis de proyectos:** este proceso se basa en elegir producir unos bienes y servicios u otros, manera de producirlos y en que momento.

C. El anteproyecto

El anteproyecto queda definido en el Real Decreto de 19 de Octubre de 1.969 por el que se aprobaron las tarifas de honorarios de Ingenieros en trabajos a particulares, en su punto tercero dice: *“se entiende por anteproyecto los documentos necesarios para definir en líneas generales la obra o trabajo, de tal forma que permita formarse una idea del conjunto y deducir un presupuesto aproximado. Constará de una memoria descriptiva, unos planos a gran escala y unas valoraciones aproximadas).*

El anteproyecto como tal es poco usual en el mercado de la ingeniería. Su objeto es definir los criterios de evaluación, determinar el orden de prelación, analizar las diferentes alternativas, describir la solución elegida e intuir su comportamiento en el tiempo.

El anteproyecto consta de los mismos documentos que el proyecto: **Memoria** (justifica las soluciones adoptadas y plantea posibles alternativas), **Planos** (son muy generales y muestran la implantación adoptada), **Pliego de Condiciones** (generalmente se omite) y **Presupuesto** (establece unos costes aproximados).

D. El proyecto definitivo

se estudian su definición, la toma de decisiones, los cálculos constructivos, los materiales, el presupuesto. a la redacción del proyecto se presenta su necesidad técnica y legal, su aspectos formales (Memoria, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto) y su metodología y el proceso general.

- D.1.** La memoria se describe ésta como la **exposición detallada del proyecto**, la recopilación total de los datos, estudios y cálculos realizados en la confección del mismo. En ella se justifican todos los elementos proyectados y la propia del proyectista.

La memoria consta de **cuatro partes fundamentales**: memoria descriptiva, memoria justificativa, planificación y anejos:

Memoria descriptiva: incluye los datos de partida proporcionados por el Cliente y los del proyectista para su uso en diferentes cálculos, características del proceso tecnológico seleccionado y las razones para elegirlo, alternativas barajadas a soluciones globales del proyecto y parciales, descripción detallada de los soluciones elegidas.

Cálculos justificativos: justifican la decisiones tomadas para la definición final de instalaciones, maquinaria, equipos y materiales.

Planificación: incluye la planificación general del proyecto, en sus fases de ingeniería, fabricación o construcción y puesta en servicio.

Anejos: Según el tipo de proyectos puede ser necesario preparar anejos sobre aspectos concretos del mismo como impacto ambiental, seguridad, etc.

- D.2. Los Planos** son la representación gráfica y exhaustiva de todos los elementos del proyecto, la representación en el plano de todas las construcciones y acciones elaborados en el mismo. Definen las obras que ha de desarrollar el contratista.

Los planos son los documentos más usados de los que componen un proyecto. Han de contener todos los detalles y ser lo suficientemente descriptivos para la realización de las obras.

tipos de planos: planos de situación y emplazamiento son aquellos que muestran la ubicación de las obras que define el proyecto en relación con su entorno; planos topográficos y de replanteo; planos de geología y geotécnica; planos de planta general; planos de planta; alzados; secciones; esquemas; definiciones geométricas; detalles;

- D.3. El pliego de condiciones** regula las relaciones entre el promotor del proyecto y los contratistas que lo van a ejecutar, describe las condiciones generales del trabajo, los planos que lo definen y su emplazamiento. Habitualmente el Pliego de Condiciones se divide en tres partes: **pliego de condiciones generales** (legales y administrativas), **pliego de prescripciones técnicas particulares** (especificaciones de materiales y equipos y especificaciones de ejecución) y **pliego de cláusula administrativas particulares** (condiciones económicas).
- D.4. El presupuesto** es la valoración económica de la obra. El documento Presupuesto conjuntamente con los documentos Planos y Pliego de Condiciones conforman los documentos de carácter legal del proyecto.

Los cuatro apartados del presupuesto son: **mediciones** (conjunto de todos los conceptos necesarios para la ejecución de la obra, agrupando por separado todas aquellas unidades que sean objeto de igual precio), **cuadro de precios-1** (precios totales de cada una de las unidades que haya en la obra), **cuadro de precios-2** (descomposición con el mayor detalle de cada uno de los precios que figuran en el cuadro de precios-1) y **presupuesto** (figuran las unidades obtenidas en la medición, el precio que la corresponde en el cuadro de precios-1 y el producto de ambas en pesetas)

La suma de las distintas partidas forma lo que se llama **presupuesto de ejecución material**, y añadiendo los gastos generales y el beneficio industrial se obtiene el presupuesto de ejecución por contrata. Finalmente el **presupuesto de licitación** es el presupuesto que la Empresa que licita se compromete a realizar la obra.

- E. Tramitación del proyecto técnico ante Organismos Oficiales y se estudian los casos de las Administraciones Local, Autonómica, del Estado y Otras Administraciones.**

- F. Ejecución del proyecto se estudian diferentes protagonistas de ella como el contratista y el director de obra además del control de calidad en la misma y las modificaciones al proyecto inicial durante el transcurso de la obra.**

- G. Proyectos de fin de carrera: normas de presentación de los proyectos fin de carrera en esa Escuela Universitaria Politécnica.**

En la Tabla 2.4. se muestran resumidos los contenidos del programa de esta asignatura de la E.U. Politécnica

INTRODUCCIÓN	El Ingeniero Técnico Industrial	Atribuciones profesionales. Ejercicio libre
LEGISLACIÓN	Legislación básica y específica	Normas de Edificación, Seguridad e Higiene. Legislación sobre instalaciones industriales
EL PROYECTO TÉCNICO	Estudios previos. Anteproyecto. El proyecto definitivo	Elementos constitutivos de ellos: la memoria, los planos, el pliego de condiciones, y los presupuestos
LA TRAMITACIÓN DEL PROYECTO TÉCNICO	Tramitación ante Organismos Oficiales	Administraciones Local, Insular, Autonómica, del Estado y Otras Administraciones
LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO TÉCNICO	Contratista, Director de obra, calidad, modificaciones	Figuras presentes en la obra: director facultativo, promotor y propiedad. Calidad en la edificación y modificaciones del proyecto inicial
OTROS TRABAJOS	Informe técnico, dictámenes	Características y tipos. Certificados, valoraciones, etc.
PROYECTO FIN DE CARRERA	Normas de redacción	Estructura, contenidos y defensa.

TABLA 2.4. Asignatura de Oficina Técnica de la E.U. Politécnica.

2.3.4. RESUMEN DE ASIGNATURAS DE PROYECTOS EN U.L.P.G.C.

En la tabla 2.5 se muestra un resumen de las asignaturas de proyectos o que tienen relación con ellos y el ejercicio libre de las diferentes profesiones técnicas tituladas estudiadas en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

En este resumen se destacan las similitudes con que cuentan y que puede ser una referencia a la asignatura de Proyectos que próximamente empezará a impartirse en la E.U. de Ingeniería Técnica de Telecomunicación de Las Palmas de Gran Canaria. Ellas son el estudio de la profesión, las atribuciones profesionales, el ejercicio libre de la profesión los diferentes tipos de proyectos, sus contenidos y su tramitación ante la Administración correspondiente.

ESCUELA	ASIGNATURA	TEMARIO
E.T.S. Arquitectura	Arquitectura Legal	Profesión de Arquitecto, atribuciones profesionales, juridización, profesiones contiguas.
E.T.S. I. Industriales	Proyectos de ingeniería	Profesión de Ingeniero Industrial, atribuciones profesionales, profesiones contiguas, tipos de proyectos, parte fundamentales de los proyectos.
E.U. Politécnica	Oficina Técnica	Profesión de Ingeniero Técnico Industrial, atribuciones profesionales, profesiones contiguas, tipos de proyectos, partes fundamentales de los proyectos, Colegios y Asociaciones profesionales.

Tabla 2.5. Asignaturas de proyectos en la U.L.P.G.C.

2.4. PROPUESTA DE ESTUDIOS SOBRE PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES

Una vez constatada la necesidad de estos conocimientos e incluso, la inclusión legal dentro de las asignaturas troncales de la carrera de Ingeniería Técnica de Telecomunicación de la asignatura de Proyectos en apartados anteriores se hace una propuesta de contenidos en esta asignatura basándonos en:

- A** Conocimientos necesarios de adquirir para desarrollar el libre ejercicio de la profesión haciendo hincapié en las lagunas que se tienen acerca de los proyectos tales como ante quién se tramita, cuando se ha de realizar un proyecto técnico o una memoria técnica o cualquier otro tipo de documento técnico y qué diferencia existe entre ellos, cuando se necesita el visado del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación

- B** Estructura de otras asignaturas impartidas desde hace años en otras Escuelas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria con los mismos objetivos que esta nueva asignatura.

Resumiendo, se quiere explicar detalladamente en estos contenidos las disposiciones legales, fiscales y de cualquier otra índole que se han de seguir desde que se sale de la Escuela con el título de Ingeniero Técnico de Telecomunicación hasta que se presentan los primeros proyectos profesionales ante la Administración correspondiente.

Después del estudio de otra asignatura, se consideran los siguientes contenidos que son necesarios estudiar dentro de la formación académica y que el Ingeniero Técnico deberá conocer antes de enfrentarse al mundo laboral (competitivo y real)

A. Atribuciones profesionales.

Atribuciones profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación y profesiones tituladas contiguas como Ingenieros de Telecomunicación, Ingenieros e Ingenieros Técnicos Industriales e Ingenieros e Ingenieros Técnicos de Informática.

Relación entre las atribuciones profesionales entre todos los profesionales de las Telecomunicaciones, la Electrónica y la Informática.

B. Ejercicio libre de la profesión.

Definición de ejercicio libre. Requisitos legales, fiscales y del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.

C. Tipos de proyectos técnicos a presentar.

relación de proyectos técnicos, memorias técnicas, valoraciones y otros documentos técnicos firmados por Ingenieros Técnicos de Telecomunicación y sus contenidos.

D. Tramitación de los proyectos técnicos.

Organismos oficiales ante los que se han de tramitar cualquier documento técnico firmado por un Ingeniero Técnico de Telecomunicación y sus normas de tramitación.

E. Legislación de telecomunicaciones.

Legislación sobre Ordenación de las Telecomunicaciones.
Legislación sobre proyectos técnicos. Emanada fundamentalmente del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente y su Dirección General de Telecomunicaciones

Legislación de la Comunidad Autónoma de Canarias y de la Ciudad de Las Palmas de G.C. que afecten a las telecomunicaciones o a la elaboración de documentos técnicos de telecomunicaciones.

F. Expectativas laborales

Estudio de las expectativas laborales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.

Atribuciones profesionales	Atribuciones profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación y de titulados de profesiones contiguas
Ejercicio libre	Requisitos fiscales, legales y del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación (C.O.I.T.T.)
Tipos de proyectos de telecomunicaciones	Tipos de proyectos que presentan los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación al visado del C.O.I.T.T.
Organismos oficiales	D.G.Telecomunicaciones, Telefónica de España S.A., Administración de Justicia, Particulares
Legislación de telecomunicaciones	Legislación del Estado, de la Comunidad Autónoma de Canarias, Resoluciones de la D.G.Telecomunicaciones
Expectativas laborales	Empresas en las que normalmente trabajan los I.T.T.

Tabla 2.6. Propuesta de temario de la asignatura de Proyectos en la E.U.I.T.T. de Las Palmas de G.C.

CAPÍTULO 3

ATRIBUCIONES PROFESIONALES DE LOS INGENIEROS TÉCNICOS DE TELECOMUNICACIÓN

3.1. INTRODUCCIÓN

Las situación de las atribuciones profesionales es confusa, difusa y profusa y ha tenido altos niveles de conflictividad jurídica. El Tribunal Supremo en sus sentencias ha denunciado reiteradamente las deficiencias de la situación actual de la normativa que define las atribuciones de las profesiones técnicas tituladas.

En el caso de los Ingenieros y Arquitectos Técnicos el marco general de sus atribuciones profesionales viene especificado en la **Ley 12/1.986 de 1 de Abril de Regulación de Atribuciones Profesionales de Arquitectos e Ingenieros Técnicos**, donde se expone fundamentalmente que estos profesionales tendrán competencias completas en el ámbito de su especialidad.

Esta Ley es de carácter general y para poder especificar más el tipo de trabajos técnicos que podemos desempeñar necesitaríamos contar con una legislación específica para los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación en sus diferentes especialidades.

Sin embargo esta legislación específica que demandada no existe por lo que se debe consultar otra fuentes legales para acotar nuestras competencias profesionales. Estas fuentes (Tabla 3.1) son las siguientes:

- A. Legislación emanada de Organismos Oficiales que en el caso de las Telecomunicaciones, es el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (M.O.P.T.M.A.) y su Dirección General de Telecomunicaciones (D.G.Tel.) donde especifica los documentos técnicos que ha de firmar un Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones para poder ser tramitados a través de dicha Dirección General.**

- B. Cualquier documento técnico firmado por nosotros ha de ser visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación (C.O.I.T.T.) por lo que recurriremos a su normativa sobre presentación de documentos al visado para conocer el tipo de documentos técnicos que admite para dicho visado.

- C. Las antiguas atribuciones profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación según el Decreto 2479/1971 de 13 de Agosto para tener una visión cualitativa sobre competencias específicas según las distintas especialidades de nuestra Ingeniería Técnica.

FUENTES	CONTENIDOS
Ley de Atribuciones Profesionales de Ingenieros y Arquitectos Técnicos	Marco general de Atribuciones Profesionales
Dirección General de Telecomunicaciones	Documentos Técnicos que se tramitan con firma de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación	Tipo de Documentos Técnicos que se admiten al visado.
Antigua legislación sobre atribuciones de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación	Información cualitativa sobre atribuciones profesionales según la distintas especialidades

TABLA 3.1. Fuentes de información sobre Atribuciones Profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación

3.2. LEY DE ATRIBUCIONES PROFESIONALES DE ARQUITECTOS E INGENIEROS TÉCNICOS

Las competencias profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación junto a los demás Ingenieros y Arquitectos Técnicos están plasmadas en la Ley 12/1986 de 1 de Abril, sobre Regulación de las Atribuciones Profesionales de dichos titulados. Los aspectos fundamentales de esta ley se detallan a continuación:

- A. Los Ingenieros Técnicos tienen plenitud de facultades y atribuciones en el ejercicio de su profesión dentro del ámbito de su especialidad respectiva, sin otra limitación cualitativa que la que se derive de la formación y los conocimientos de la técnica de su propia titulación y sin que, por tanto, puedan válidamente imponérseles limitaciones cuantitativas o establecerse situaciones de dependencia en su ejercicio profesional respecto de otros técnicos universitarios.**

A tales efectos se toman como referencia de sus respectivas especialidades, no obstante su eventual y necesaria reforma en virtud de las cambiantes circunstancias de orden tecnológicas, académicas o de demanda social, las que figuran en el Decreto 148/1969 de 13 de febrero donde se regulan las diferentes especialidades de los Ingenieros Técnicos y dentro de ellos los de Telecomunicación. Estas especialidades son:

Instalaciones telegráficas y telefónicas: la relativa a la construcción, instalación, puesta a punto, mantenimiento y utilización de centrales, equipos y líneas de comunicación telegráficas y telefónicas.

Equipo Electrónico: la relativa a la construcción, instalación, puesta a punto, mantenimiento y utilización de equipos y dispositivos electrónicos.

Radiocomunicación: la relativa a la construcción, instalación, puesta a punto, mantenimiento y utilización de centrales y equipos de radiocomunicación.

Sonido: la relativa a la construcción, instalación, puesta a punto, mantenimiento y utilización de equipos acústicos, electroacústicos y de grabación y reproducción de sonido.

B. Corresponden a los Ingenieros Técnicos dentro de su respectiva especialidad, las siguientes atribuciones profesionales:

1. **La redacción y firma de proyectos** comprendidos por su naturaleza y características en la técnica propia de cada titulación
2. **La dirección de las actividades** objeto de los proyectos, incluso cuando los proyectos hayan sido elaborados por un tercero
3. **La realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, etc.**
4. **La dirección de toda clase de industrias o explotaciones**
5. **El ejercicio de la docencia** en diversos grados conforme a lo dispuesto a la Ley Orgánica 11/1983 de 25 de Agosto de Reforma Universitaria

6. Otros derechos y **atribuciones profesionales** reconocidos en el ordenamiento jurídico y las disposiciones reguladoras que reconocían a los antiguos **Peritos y Ayudantes de Ingenieros**.
- C. El Gobierno modificará las especialidades definidas en el Decreto 148/1.969 de 13 de Febrero en atención a las necesidades del mercado, a los correspondientes a las variaciones de los planes de estudio de las Escuelas Universitarias y a las exigencias de las directivas de las Comunidades europeas.

Por este motivo en los Reales Decretos 1.451, 1.453, 1.454 y 1.455 de 30 de Agosto de 1.991 se cambiaron las denominaciones de las diferentes especialidades de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, llamándose cada una de ellas **Ingeniería Técnica en Telemática, Ingeniería Técnica en Sonido e Imagen, Ingeniería Técnica en Sistemas Electrónicos e Ingeniería Técnica en Sistemas de Telecomunicación** en donde se han adaptado a tiempos actuales las antiguas especialidades de telecomunicación.

Para estas nuevas especialidades no existen competencias profesionales especificadas como el caso de las antiguas. Se ha de hacer una asimilación de las atribuciones de éstas y repartirlas entre las nuevas.

Más recientemente una sentencia del **Tribunal Supremo** ha concluido que el nombre de las ingenierías técnicas anteriormente citadas son especialidades de la **Ingeniería Técnica de Telecomunicación**, por los que sus titulados serán **Ingenieros Técnicos de Telecomunicación** y tendrán la especialidad correspondiente conforme a las denominaciones apuntadas en el párrafo anterior

3.3. LEGISLACIÓN SOBRE PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES

Las atribuciones profesionales de los diferentes tipos de ingenieros como ya se ha comentado es confusa, es una frontera no perfectamente trazada. Para acotar lo máximo posible las competencias de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación se tendrá que consultar otras fuentes de información además de la Ley de atribuciones profesionales de Ingenieros y Arquitectos técnicos ya que ésta no lo aclara suficientemente.

Los diferentes Organismos Administrativos fijan los diferentes tipos de titulaciones necesarios para firmar los distintos tipos de proyectos técnicos, lo que nos ayudará para establecer el tipo de proyectos que podrán realizar los Ingenieros técnicos de Telecomunicación.

En el campo de las telecomunicaciones, el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente y dentro de él la Dirección General de Telecomunicaciones dictan la mayoría de la legislación donde se contempla que sea necesario la firma de un Ingeniero o Ingeniero técnico de Telecomunicación para la aceptación de cualquier documento técnico para su tramitación en la citada Dirección General.

La Dirección General de Telecomunicaciones además dicta una serie de instrucciones para la tramitación de documentos técnicos donde figura como necesaria la firma de un Ingeniero o Ingeniero técnico de telecomunicaciones y el sello del visado del Colegio Oficial correspondiente. Todo lo anterior se muestran en la tabla 3.2.

- A. Disposiciones sobre Radiodifusión y televisión que afecten a competencias profesionales de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación:**

- A.1. Antenas colectivas:** Los proyectos de instalación de antenas colectivas irán firmados por un Ingeniero, Perito o Ayudante de Telecomunicación (Orden de 23/1/67)
 - A.1.1. Certificación de que la instalación se ajusta a la propuesta técnica de la antena colectiva firmada por un Ingeniero o Ingeniero Técnico de Telecomunicación.** (Instrucción DGT/7 de la D.G.Tel.).

- A.2. Distribución de la señal por cable y circuito cerrado de televisión.** Proyecto técnico de la instalación firmado por facultativo competente según legislación vigente, 1.970 (Orden de 13/3/70 del Ministerio de Información y Turismo)

- A.3. Estaciones radioeléctricas receptoras de programas de TV por satélite de uso individual y para conectarse a antenas colectivas.** Proyecto firmado por Ingeniero o Ingeniero técnico de Telecomunicación. (Orden de 30 de Diciembre de 1.986)
 - A.3.1. Certificación de estaciones radioeléctricas receptoras de programas de TV por satélite de uso individual y para conectarse a antenas colectivas firmada por un Ingeniero o un Ingeniero técnico de Telecomunicación.** (R.D. 1201/1986 de 6 de Junio)

- A.4. Radiodifusión sonora en ondas métricas (hctométricas).** Proyecto técnico firmado por técnico facultativo competente .(R.D. 765/1993 de 21 de Junio)

- A.5. Radiodifusión sonora en ondas métricas con Modulación de frecuencia.** Proyecto técnico de la emisora tramitado ante la Dirección General de Telecomunicaciones. (R.D. 169/1989 de 10 de Febrero). (sellado por el Colegio Oficial de Ingenieros o Ingenieros Técnicos según la Instrucción DI-2 de la DGTel.).
- B. Disposiciones sobre servicios de telecomunicación de valor añadido,** que afecten a las competencias profesionales de los Ingenieros técnicos de Telecomunicación.

En el formulario de la Dirección General de Telecomunicaciones sobre *“Solicitud de concesión de dominio público radioeléctrico y de concesión para la explotación de servicios de valor añadido que utilicen dicho dominio, a los que se refiere el artículo 23 de la Ley 31/1987”* de 18 de Diciembre de Ordenación de las telecomunicaciones se dice que es necesario la firma de un Ingeniero o un Ingeniero Técnico de Telecomunicación y el sello del Colegio Oficial correspondiente (C.O.I.T. o C.O.I.T.T.)

- B.1. Radiobúsqueda de ámbito nacional.** Se presentará proyecto técnico ante el Ministerio de Obras Públicas y Transportes para su aprobación. (Orden de 17 de Febrero de 1992).
- B.2. Sistemas locales de radiobúsqueda.** Presentación de un proyecto técnico en la Dirección General de Telecomunicaciones. (Orden de 30 de Septiembre de 1.993)
- B.3. Radio-comunicaciones móviles terrestres en grupos cerrados de usuarios.** Presentación de un proyecto técnico ante la DGTel. (Orden de 30 de Septiembre de 1.993).

- B.4. Telefonía móvil automática en su modalidad G.S.M. Presentación de proyecto técnico ante la D.G.Tel para la asignación de frecuencias e inspección de las estaciones radioeléctricas. (Orden de 26 de Septiembre de 1.994)**

- B.5. Redes de radiocomunicaciones del servicio móvil terrestre y servicio fijo utilizadas por particulares. Proyecto técnico compuesto por memoria, pliego de condiciones, planos y presupuesto firmado por un Ingeniero o Ingeniero técnico de Telecomunicación. (Documento DI-1 y DI-2 de la D.G.Tel. sobre “normas para la elaboración de proyectos de redes de radiocomunicaciones del servicio móvil terrestre y servicio fijo utilizadas por particulares”)**
 - B.5.1. Certificación de red de radiocomunicación privada firmada por un Ingeniero o Ingeniero Técnico de Telecomunicación de que se ajusta al proyecto técnico presentado.**

- C. Disposiciones sobre certificación de equipos que afecten a los Ingenieros técnicos de Telecomunicación**
 - C.1. Certificación de aceptación u homologación. Presentación de memoria técnica ante la D.G.Telecomunicaciones firmada por técnico titulado competente. (R.D. 166/1989 de 28 de Agosto).**

 - C.2. Certificado de aceptación radioeléctrica. Presentación ante la D.G.Tel. de memoria técnica por un Técnico titulado competente. (Orden de 12 de Diciembre de 1.986).**

- D. Acondicionamiento acústico de locales.** Certificado del aislamiento acústico efectuado, redactado y firmado por Técnico competente. (Ordenanza Municipal sobre Protección del Medio Ambiente contra la Emisión de Ruidos y Vibraciones de 24 de Febrero de 1.989).

Es de destacar que al ser ésta una competencia municipal depende del Ayuntamiento en particular de que se trate, nosotros hemos elegido como referencia el Municipio de Las Palmas de Gran Canaria

En la **Tabla 3.2** se muestra un resumen de la legislación y normativa legal que nos permite realizar proyectos ante Organismos Oficiales.

MATERIAS	PROYECTOS	LEGISLACIÓN	DOCUMENTO
RADIODIFUSIÓN Y TELEVISIÓN.	Antenas colectivas	Ley 49/1966 de 23/7	Proyecto técnico.
	Certificación de antenas colectivas	Instrucción DGT/7 de la D.G.Tel.	Certificación
	Distribución de señal por cable y circuito cerrado de TV	Orden de 13/3/70	Proyecto técnico.
	Estaciones radioeléctricas, receptoras de TV por satélite	R.D. 1201/1986 de 6 de Junio	Proyecto técnico
	Certificación de Estación Receptora de TV por satélite	Orden de 30 de Diciembre de 1986	Certificación.
	Emisoras de F.M.	Instrucción DI-2 de la D.G.Tel.	Proyecto de las instalaciones
SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN DE VALOR AÑADIDO	Radiobúsqueda nacional	Orden de 17/2/92	Proyecto técnico
	Radiocomunicación móvil terrestre en grupos cerrados de usuarios	Orden de 30 de Septiembre de 1993	Proyecto técnico
	Radiobúsqueda local	Orden de 30/11/93	Proyecto técnico
	T.M.A. en norma G.S.M.	Orden de 26/9/94	Proyecto técnico
CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS	Certificado de homologación	R.D. 166/89 de 2 de Diciembre	Memoria técnica
	Certificado de Aceptación Radioeléctrica (C.A.R.)	Orden de 2/12/86	Memoria técnica
INSONORIZACIÓN DE LOCALES	Acondicionamiento acústico de locales	O.Municipal Las Palmas de 24/2	Certificación

Tabla 3.2. Disposiciones legales sobre la firma de documentación técnica de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación

3.4. DOCUMENTOS QUE EL C.O.I.T.T. ADMITE AL VISADO.

Otra fuente de conocimiento concreto de las atribuciones profesionales lo constituye el **Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación (C.O.I.T.T.)** que visa todo documento firmado cualquier colegiado.

Dicho Colegio admite al visado cualquier documento relativo a equipos, sistemas o instalaciones de telecomunicación redactado por uno o varios Ingenieros Técnicos de Telecomunicación. A título orientativo se cuentan los siguientes (Ver Tabla 3.3) :

A. Estudio y redacción de:

- Propuestas.
- Proyectos o alguno de los documentos que lo componen.
- Anteproyectos.
- Presupuestos.
- Certificaciones.
- Informes, Dictámenes, Estudios, Peritaciones.
- Arbitrajes, Consultas, Tasaciones, Valoraciones.
- Reconocimientos, Inspecciones, etc.

A.1. Sobre los siguientes campos:

- Antenas colectivas
- Instalaciones de recepción de señales de TV vía satélite
- Distribución de señales de TV por cable
- Televisión en circuito cerrado
- Centro emisores y reemisores de TV
- Emisores de Radiodifusión
- Instalaciones de Radiotelefonía móvil

- Enlaces Hertzianos
- Instalaciones de telemando
- Instalaciones de telealarmas
- Instalaciones Electrónicas de Seguridad
- Sonorización de locales y espacios abiertos
- Informatización de oficinas
- Cualquier otra instalación en la que esté implicada la transmisión a distancia de información (Equipos y Medios de Transmisión)

B. Dirección técnica de las instalaciones y Certificaciones de final de obra

C. Estudio y redacción de Memorias técnicas de equipos de telecomunicación para solicitar el Certificado de Aceptación Radioeléctrica (C.A.R.)

D. Realización de medidas acústicas y de ruidos. Estudios para ejecutar los acondicionamientos acústicos necesarios.

DOCUMENTOS	CAMPO DE ACTIVIDAD
Proyectos, Anteproyectos, Certificaciones, Informes...	Antenas, Distribución de señales de TV, Emisores de Radio y TV, Enlaces hertzianos, Instalaciones de telemando, telealarmas, Informatización de oficinas
Dirección y certificación	Instalaciones y de fin de obra
Memorias técnicas	Para obtención del Certificado de Aceptación Radioeléctrica (C.A.R.)
Estudios y medidas	Acústicos, ruido y acondicionamiento acústico de locales

Tabla 3.3. Documentos que se pueden presentar al visado del C.O.I.T.T.

3.5. ANTIGUAS ATRIBUCIONES PROFESIONALES SEGÚN ESPECIALIDADES.

Se exponen aquí las antiguas especialidades de los Ingenieros técnicos de Telecomunicación porque es el único documento donde aparecen expuestas sus atribuciones profesionales según las diferentes especialidades cursadas durante la carrera y porque dan una cierta visión cualitativa sobre el campo de actuación de las diversas especialidades.

No obstante hay que hacer constar que las nuevas especialidades tienen diferente denominación que las antiguas. Además este Decreto 2479/1971 de 13 de Agosto pone limitaciones cuantitativas al ejercicio de nuestra profesión y actualmente como hemos visto en la Ley 12/1986 de 1 de Abril no existen estas restricciones.

En este Decreto después de definir las atribuciones profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación en su conjunto pasa a enumerar las concretas de cada especialidad.

A. Instalaciones telegráficas y telefónicas.

Instalaciones telegráficas privadas (teleimpresores, facsímil, telefotográfica y datos), instalación de centrales telefónicas privadas (manuales y automáticas), Construcción de líneas telegráficas y telefónicas (cable aéreo, subterráneo o hilo desnudo), montajes de equipos y dispositivos de telecontrol.

B. Equipos electrónicos.

Instalación de estudios para emisoras de radiodifusión moduladas en amplitud y en frecuencia, antenas colectivas para recepción de televisión y radiodifusión modulada en frecuencia, instalación de enlaces de televisión en circuito cerrado, montaje de equipos, dispositivos o instrumentos electrónicos de medida en instalaciones de control de procesos de fabricación, instalación de ordenadores electrónicos digitales.

C. Radiocomunicación.

Instalaciones de emisoras de radiodifusión moduladas en amplitud y moduladas en frecuencia. Instalaciones de estaciones emisoras de radiocomunicación, manipuladas o moduladas en cualquier sistema, de doble banda lateral, de banda lateral única o de banda lateral independiente. Antenas de emisión para radiodifusión modulada en amplitud o modulada en frecuencia y televisión. Instalaciones de recepción radioeléctrica para onda media y corta. Antenas de recepción, individuales o colectivas de cualquier clase o tipo, tanto para radiodifusión y televisión como para radiocomunicación.

D. Sonido.

Instalación de equipos de grabación, reproducción y mezcla de señales acústicas en cualquier forma y sistema. Instalación megafónica de locales y espacios abiertos. Acondicionamiento acústico de locales cerrados.

Como se aprecia de la enumeración de las diferentes especialidades y sus correspondientes atribuciones profesionales, éstas y aquellas han quedado obsoletas.

Sin embargo es la única fuente sobre atribuciones profesionales concretas de las diferentes especialidades de Ingeniería Técnica de Telecomunicación.

Para definir el campo concreto de actuación de cada especialidad sólo cabe interpretar este Decreto y e intentar actualizarlo a las actuales especialidades y al desarrollo de las Telecomunicaciones desde el año 1.971 hasta nuestros días.

En las especialidades de Instalaciones telegráficas y telefónicas y de Radiocomunicación cabe actualizarlas como las nuevas especialidades de Telemática y Sistemas de Telecomunicación respectivamente y absorber sus competencias profesionales y actualizarlas a nuestros días.

Las especialidades que presentan mayor problemática son las de **Equipos Electrónicos y Sonido** puesto que pudiera parecer que la primera tiene algunas competencias profesionales que pudieran recaer sobre la nueva especialidad de Sonido e Imagen.

A la especialidad de Sonido e Imagen se le ha añadido desde el año 1.971 no sólo la actualización debida al desarrollo de las telecomunicaciones sino además se le ha añadido un nuevo campo de actuación como lo es el de la Imagen sobre la que no hay referencia anterior alguna de competencias profesionales.

Fuentes del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación aseguran que este problema de indefinición se soluciona con la asimilación de las competencias a las nuevas especialidades.

A continuación se muestran las antiguas especialidades y sus competencias profesionales resumidas en la tabla 3.4.

ESPECIALIDAD	CONTENIDO	ATRIBUCIONES
Instalaciones telegráficas y telefónicas	Centrales, equipos y líneas de comunicación telegráficas y telefónicas	Estaciones telegráficas, centrales telefónicas, líneas telegráficas y telefónicas y montaje de equipos de telecontrol.
Equipos electrónicos	Equipos y dispositivos electrónicos	Estudios para emisoras de radiodifusión, antenas colectivas, enlaces de televisión en circuito cerrado, equipos electrónicos de control e instalación de ordenadores digitales
Radiocomunicación	Centrales y equipos de radiocomunicación	Emisoras de radiodifusión, de radiocomunicación, antenas de emisión para radiodifusión y TV, estaciones receptoras, Antenas de recepción
Sonido	Equipos acústicos, electroacústicos y de grabación y reproducción del sonido	Equipos de grabación, reproducción y mezcla, megafonía de locales cerrados y espacios abiertos y acondicionamiento acústico de locales.

Tabla 3.4. Antiguas atribuciones profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación según las especialidades cursadas.

3.6. COMPETENCIAS PROFESIONALES DE OTRAS TITULACIONES CONTIGUAS

En este capítulo tiene por objeto el despejar algunas dudas y establecer de una manera lo más precisa posible cual es el ámbito de nuestras competencias y cual es el de las profesiones contiguas en el campo de las telecomunicaciones. la electrónica y la informática.

Centraremos el estudio en los Ingenieros de Telecomunicación (2º ciclo) , los Ingenieros e Ingenieros Técnicos Industriales y los titulados de 1^{er} y 2º Ciclo en el área de Informática.

3.6.1. INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

Aunque en la disposición final tercera de la Ley de Atribuciones Profesionales de Arquitectos e Ingenieros Técnicos se dice “ *El Gobierno remitirá al Congreso de los Diputados un proyecto de Ley por el que se regularán las atribuciones profesionales de los Técnicos titulados del segundo ciclo*”, esto no se ha producido aún y sigue en vigor el Real Decreto 119/1.931 de 10 de Enero sobre competencias profesionales de los Ingenieros de Telecomunicación.

Estas atribuciones de los Ingenieros de Telecomunicación vigentes desde el año 1.931, básicamente, son las siguientes:

- A.** Proyectar toda clase de instalaciones y centrales telegráficas, telefónicas y radioeléctricas, líneas y dispositivos de comunicación eléctrica a distancia y todas aquellas aplicaciones cuyos elementos son semejantes a los empleados en Telecomunicación, como la Cinematografía sonora.

- B.** Dirigir la instalación y explotación de cualquier clase de comunicación eléctrica anteriormente descrita.

- C.** Proyecto y dirección de instalación o explotación de redes neumáticas urbanas o situadas en el interior de edificios destinadas al transporte de mensajes telegráficos o telefónicos.

- D.** Proyectar y dirigir la instalación y explotación de todas las industrias que produzcan, modifiquen o reparen los medios, aparatos o dispositivos de Telecomunicación.

- E.** Proyectar y dirigir la construcción y explotación de las fábricas de abastecimiento o transformación de energía eléctrica cuando se utilice exclusivamente en los servicios de Telecomunicación.

- F.** Redactar y firmar proyectos, presupuestos, informes dictámenes y peritaciones con validez oficial ante Tribunales de Justicia y Corporaciones oficiales.

Se podrá concluir que las competencias profesionales de los Ingenieros de Telecomunicación son generales a todo el área de las telecomunicaciones, en contraposición con las de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación que tienen circunscritas las atribuciones al marco de su respectiva especialidad.

3.6.2. INGENIEROS/INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES

Dentro de las competencias profesionales de estos profesionales nos centraremos primordialmente en las áreas donde puedan confluir con las atribuciones profesionales de los Ingenieros técnicos de Telecomunicación.

A. Ingenieros Técnicos Industriales.

A esta titulación también le afecta la **Ley 2/1986 de 1 de Abril** donde se reconocen atribuciones plenas a todos los Ingenieros Técnicos en el área de su especialidad.

Las **especialidades** de esta carrera se recogen en el Decreto 148/1971 de 13 de Febrero. Desde el punto de vista de la electrónica destaca la especialidad **Eléctrica** que es definida como la fabricación de máquinas eléctricas, centrales eléctricas, líneas de transporte y distribución, dispositivos de automatismo mando, regulación y control electromagnético y electrónico para sus **aplicaciones industriales**, así como sus montajes, instalaciones y utilización respectivos.

Asimismo se dice que las Escuelas podrán facilitar mediante asignaturas optativas una mayor especialización en aspectos de **Electrónica Industrial**.

Las **antiguas competencias profesionales** siempre aclaratorias cualitativamente a las atribuciones concretas se definen en el Real Decreto 2541/1971 de 13 de Agosto se dice que los Ingenieros técnicos Industriales podrán formular y redactar propuestas técnicas de obras e instalaciones hasta un límite de potencia de 250 CV y un tope máximo de 45.000 voltios

B. Ingenieros Industriales

Los Ingenieros Industriales (2º ciclo) en el área eléctrica tienen las mismas competencias profesionales que los Ingenieros Técnicos Industriales de especialidad eléctrica que antes hemos comentado.

Siguiendo con la norma de que los Ingenieros (2º ciclo) tienen todas las competencias profesionales de su ingeniería los Ingenieros Industriales contarán además con las competencias profesionales de las demás áreas de la ingeniería industrial, pero éstas no afectan a las competencias profesionales de los Ingenieros e Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.

3.6.3. LICENCIADOS, INGENIEROS, DIPLOMADOS E INGENIEROS TÉCNICOS EN INFORMÁTICA

En el año 1.990 el Gobierno mediante los Reales Decretos 1.459, 1.460 y 1.461 de 26 de Octubre creó las titulaciones de Ingeniero en Informática, Ingeniero Técnico en Informática de Gestión e Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas.

Sin embargo estas titulaciones no tienen atribuciones profesionales definidas en el ordenamiento jurídico español.

Los Ingenieros Técnicos de Informática de Gestión y de Informática de Sistemas tendrán como atribuciones profesionales todas las de su especialidad según la Ley de Atribuciones Profesionales de Ingenieros y Arquitectos Técnicos pero sin que estén perfectamente definidas dichas especialidades.

En el caso de los Ingenieros Informáticos no existe legislación escrita alguna sobre sus atribuciones profesionales pero en general se entiende igualmente que todos los Ingenieros de 2º ciclo tienen atribuciones profesionales en todo el ámbito de su ingeniería.

Los Licenciados y Diplomados en Informática al igual que el resto de Licenciados y Diplomados no disponen de atribuciones profesionales para la realización de proyectos técnicos

CAPÍTULO 4

LA PRÁCTICA DEL EJERCICIO LIBRE POR LOS INGENIEROS TÉCNICOS DE TELECOMUNICACIÓN

4.1. CONSIDERACIONES GENERALES.

Se define al Ingeniero Técnico de Telecomunicación de **ejercicio libre** como aquel profesional que realiza trabajos proyectuales para terceros sin que medie contrato laboral alguno entre las partes. Es decir, el Ingeniero Técnico no forma parte de la Empresa que contrata el proyecto o documento técnico.

El ejercicio libre de la profesión está regulado por una disposiciones legales que limitan las competencias y atribuciones al campo de las especialidades de cada ingeniero técnico de telecomunicación.

4.2. REQUISITOS LEGALES.

Para la práctica del ejercicio libre de la profesión es necesario estar colegiado en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación (C.O.I.T.T.) sito en C/ Los Madrazo 28, 4º en Madrid. Teléfono: 91-521 83 96. Fax: 91-522 81 30.

Además se han de cumplir las siguientes normas fiscales y del Colegio Oficial que se detallan a continuación.

4.2.1. REQUISITOS FISCALES.

Para poder realizar el primer proyecto técnico debemos darnos de alta en el **Impuesto de Actividades Económicas (I.A.E)** en la Delegación de Hacienda de la Administración del Estado y en el **Impuesto General Indirecto Canario (I.G.I.C.)** en la Consejería de Hacienda de la Administración Autonómica. Además la inclusión en el registro del I.A.E. trae consigo la presentación trimestral del **Impuesto sobre el Rendimiento de Las Personas Físicas (I.R.P.F.)**. A continuación se detallan los pormenores de estos trámites para los diferentes impuestos reseñados.

4.2.1.1. IMPUESTO de ACTIVIDADES ECONÓMICAS (I.A.E.)

Como ya se ha mencionado para poder actuar como libre ejercientes es necesario darse de alta en el Impuesto de Actividades Económicas (I.A.E.) en la Delegación de Hacienda de la localidad en donde se resida. (**Ley 39/88 de 18 de Diciembre del Impuesto de Actividades Económicas. R.D. 1162/91 de 16 de Julio de desarrollo de dicha Ley**). En Las Palmas de Gran Canaria esta Delegación se encuentra en la Plaza de los Derechos Humanos s/n.

Para darse de alta en este impuesto se ha de cumplimentar los impresos que se detallan a continuación:

1. Modelo 037: Declaración censal (epígrafe de Ingeniero Técnico de Telecomunicación: 222)

2. Modelo 845: Cuota municipal

Las tarifas a pagar en el año 1.995 son las siguientes:(Las tarifas cambian en la ley de presupuestos generales del Estado de cada año normalmente según el Índice de Precios al Consumo, I.P.C.).

1. 24.700 pts + 81 pts x m² de despacho (en caso de tenerlo) + impuestos municipales.
2. Los primeros 5 años se paga el 50% de los impuestos municipales y la mitad de la cuota inicial lo que daría un total de 18.525 pts + 81pts x m² del despacho si lo hubiera.

4.2.1.2. IMPUESTO del RENDIMIENTO de PERSONA FÍSICAS (I.R.P.F.)

Al trabajar como libre ejerciente además de realizar la Declaración de la Renta anual hay que realizar la trimestral sin tener que darse de alta previamente en este impuesto.

Dentro del I.R.P.F. en su Declaración anual el libre ejercicio de la profesión queda englobado en el concepto de rendimientos de actividades empresariales o profesionales. La ley del Impuesto sobre la Renta considera como rendimientos profesionales aquellos que procediendo del trabajo personal supongan por parte del sujeto pasivo la ordenación por cuenta propia de medios de producción y de recursos humanos o de uno de ambos, con la finalidad de intervenir en la distribución o producción de bienes y servicios.

La facturación de trabajos profesionales, obliga al cliente (Persona o Empresa que contrata al Ingeniero Técnico de Telecomunicación) a realizar una retención del 15% sobre los honorarios profesionales. Esa retención figurará en la Declaración trimestral.

Están sujetos a retención de I.R.P.F. también estos conceptos: honorarios profesionales y gastos de desplazamiento.

Independientemente de otros ingresos que pueda tener, en la Declaración de la Renta anual debe hacerse constar como ingresos todos aquellos facturados a clientes, indicando los datos y la cantidades retenidas en cada uno de los casos.

Para las declaraciones trimestrales y anuales existen los siguientes modelos en la Delegación de Hacienda

Modelo 130: Declaración-liquidación trimestral.

Modelo 101: Declaración de la Renta anual

4.2.1.3. IMPUESTO GENERAL INDIRECTO CANARIO (I.G.I.C.)

Para ejercer la profesión como libre ejerciente también es necesario darse de alta en el Impuesto General Indirecto Canario. Para ello se ha de cumplimentar los siguientes modelos:

Modelo 400: Declaración censal de comienzo, modificación o cese (necesario darse de alta para ejercer la actividad)

Modelo 420 ó 421: Declaración trimestral y declaración trimestral de régimen simplificado respectivamente

Modelo 425: Declaración-resumen anual.

Las tarifas a cobrar y a liquidar serán las siguientes:

El primer año no se hace la liquidación de este impuesto en la Consejería de Hacienda ni se cobra a los clientes. Los siguientes años se cobrará el 4% (prestación de servicios) si el nivel de ingresos brutos del año anterior ha superado los 3.300.000 pts. Cada año se cambia esta cifra de acorde con el índice de precios al consumo (IPC). (Reglamento del I.G.I.C.: B.O.E. nº 313 de 31 de Diciembre de 1.994. R.D. 2.538/94)

El resumen de los requisitos fiscales para el libre ejercicio de la profesión están recogidos en la tabla 4.1.

IMPUESTO	OPERACIÓN	MODELOS A CUMPLIMENTAR
I.A.E.	Darse de alta	Modelo 037: Declaración censal
		Modelo 845: Cuota municipal
	Liquidación	Recibo del Ayuntamiento por el importe que corresponda
I.G.I.C.	Darse de alta	Modelo 400: Declaración censal
	Liquidación	Modelo 420: Declaración trimestral
		Modelo 421: Declaración trimestral en régimen simplificado
	Modelo 425: Declaración-resumen anual	
I.R.P.F.	Liquidación	Modelo 130. Declaración trimestral
		Modelo 101. Declaración anual

Tabla 4.1. Resumen de los requisitos fiscales para trabajar como libre-ejercientes.

4.2.2. REQUISITOS DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS DE TELECOMUNICACIÓN (C.O.I.T.T.).

Los requisitos del C.O.I.T.T. son básicamente el estar incluido en el registro de libre-ejercientes y seguir unas determinadas pautas para pasar el visado de documentos técnicos.

4.2.2.1. INCLUSIÓN EN EL REGISTRO DE LIBRE-EJERCIENTES.

Es necesario la inclusión en el registro de libre-ejercientes del C.O.I.T.T. mediante un formulario que existe en ese Colegio donde se han de indicar los datos personales y bancarios del colegiado además de aportar fotocopia de los impresos del impuesto de actividades económicas diligenciados por la Delegación de Hacienda de donde resida el futuro libre-ejerciente.

4.2.2.2. REQUISITOS PARA EL VISADO DE DOCUMENTOS.

Los requisitos para el visado de documentos de los colegiados inscritos en el registro de libre-ejercientes son los siguientes:

1º. Presentar cada documento con el número de ejemplares necesarios.

2º. Acompañar minuta de honorarios por triplicado.

- 3º. Presentar copia del resguardo de la orden de transferencia del importe de la minuta, hecha por el cliente al Banco del Colegio. Banco Popular Oficina Principal (Clave: 0075/0001) cuenta 60/63074-59 sita en C/ Alcalá 26, 28014 Madrid.

- 4º. Si el colegiado desea que el Colegio solicite la provisión de fondos al cliente, deberá hacer esta indicación por escrito.

- 5º. Cuando el documento haya de tramitarse con urgencia (24 horas hábiles) deberá rellenarse este concepto en la minuta.

- 6º. Si el documento ha de ser enviado a un destino distinto del domicilio del colegiado o por un medio distinto del correo certificado, deberá venir indicado en nota firmada por el colegiado.

4.2.2.3. CIRCULARES DEL C.O.I.T.T. RELATIVAS A LA PRESENTACIÓN DE DOCUMENTOS.

Las circulares del C.O.I.T.T. son variaciones de modelos anteriores o énfasis en determinados apartados del trabajo de los libre-ejercientes. Las circulares más importantes las detallaremos en los apartados correspondientes al tipo de proyectos técnicos de que se trate.

4.2.2.4. MINUTAS DE HONORARIOS A APLICAR EN LA ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS.

Las minutas de honorarios (tienen valor como factura) por trabajos realizados por Ingenieros Técnicos de Telecomunicación han de seguir las normas dictadas al efecto por el C.O.I.T.T. y en el formulario facilitado por dicho Colegio Oficial. Dicho formulario está dividido en varios apartados:

1. DATOS IDENTIFICATIVOS

En este apartado se rellenarán los datos expuestos en la figura 4.1. Los clases de trabajos incluidos pueden ser: Proyectos, Propuestas, Memorias técnicas, Certificaciones, Informes, etc.

Don.....	Colegiado nº.....	con	N.I.F
nº.....	con	domicilio	en
c/.....	Población.....		Código
postal.....	Provincia.....	extiende esta MINUTA DE HONORARIOS por la ejecución de los	
siguientes		
.....		encargados	
por			
D.....	C.I.F./N.I.F.....		
....	con	domicilio	en
c/.....	Población.....		código
postal.....	Provincia.....		

Figura 4.1. Datos identificativos de la Minuta de Honorarios

2. HONORARIOS

Los honorarios están contenidos en la segunda parte de la minuta y se pueden ver en la figura 4.2.

En la primera columna se inscribe la **clase** de documento y las claves que el Colegio Oficial dispone: antenas colectivas (AC), antenas parabólicas individuales (SATI), homologación de centralitas telefónicas (HCT), etc.

En la columna de **referencia del autor** se rellenará nº de colegiado/año en curso/nº de orden del trabajo que el colegiado realiza durante el año en cuestión.

La referencia del C.O.I.T.T. la pondrá el Colegio cuando lo asigne el proceso informático

En el apartado **presupuesto** se incluirá el de la instalación excepto cuando se trate de Memorias Técnicas o Informes.

En el apartado de **tarifas** éstas se aplican según la tabla 4.2. facilitada por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación

El **coeficiente de reducción** se aplicará según cuando proceda según la tabla 4.2. El **coeficiente de bonificación** se aplicará cuando la instalación que se proyecta sea para un Organismo de la Administración: Municipal, Insular, Autonómica o del Estado.

En la columna de importe de honorarios éstos se calcularán de una de estas maneras:

a) Cuando esté contemplado el presupuesto del proyecto en la columna (5) se aplicará a éste el 7%. A este resultado se le aplicarán, en su caso, las bonificaciones y reducciones que procedan. Si esta cifra es menor que el mínimo aprobado por el Colegio se consignará el mínimo, en caso contrario se pondrá el valor calculado.

b) Cuando es una de las excepciones enumeradas en el apartado de presupuestos se procederá de la forma:

b₁) Memorias Técnicas: Se consignará la cifra que corresponda a la tabla 4.2

b₂) Proyecto o Propuestas de Antenas Colectivas: Se calcularán los honorarios según la fórmula de la tabla 4.2. En caso de que sea mayor o igual al mínimo del Colegio se anotará esta cifra.

b₃) Certificaciones de Antenas Colectivas: Se procederá igualmente al caso de los Proyectos y Propuestas de Antenas Colectivas, aplicando además un 20% de bonificación si el autor del proyecto y de la Certificación es el mismo Ingeniero Técnico siempre que sea superior al mínimo del Colegio.

b₄) Informes: Si se utiliza la valoración de tiempo empleado en su elaboración se utilizará la fórmula de la tabla 4.2. Éste valor ha de ser mayor al mínimo; en caso contrario se pondrá el valor de éste

En el apartado de suma de honorarios se pondrá el valor de la suma de los valores de la columna 9.

HONORARIOS							
DATOS DEL DOCUMENTO				TARIFA	COEFICIENTES		H
CLASE (2)	REF. DEL AUTOR (3)	REF. C.O.I.T.T. (4)	PRESUPUESTO "P" (5)	APLICADA (6)	REDUCCIÓN (7)	BONIFICACIÓN (8)	IMPORTE DE HONORARIOS (9)
(10) H = SUMA DE HONORARIOS							

Figura 4.2. Honorarios de la Minuta por trabajos profesionales

3. GASTOS

En la primera columna se pondrá la referencia del autor a igual que en el caso de los honorarios.

Los gastos de gestión tiene tres apartados diferentes:

- a) **Dietas:** son gastos de estancia fuera de su lugar de residencia del autor del proyecto para la toma de datos para la confección de éste.
- b) **Viajes:** son los gastos de desplazamiento del supuesto anterior.
- c) **Varios:** gastos para la realización de actividades o gestiones no necesarias para la confección del proyecto.

$$\text{"G"} = \text{Suma (14)} = 11 + 12 + 13$$

En el apartado de administración y envío se consideran los siguientes capítulos:

- a) **Administración y envío:** incluye los conceptos de preparación, empaquetado y envío por correo certificado al destinatario que el Colegiado indique. (1.200 pts envío normal y 2.600 pts urgente)
- b) **Urgencias:** cuando así lo indique el Colegiado o el cliente (2.600 pts normal y 4.000 pts urgente en envío por mensajería)

En la columna 18 se consignará la suma de los conceptos "G", "A" y "U".

4. RESUMEN

Los gastos suplidos son los gastos del Colegiado para el pago de canon o tasas cuando haga esta gestión encomendado por el cliente. Se separan de los gastos de gestión ya que no están afectados por el I.V.A.

Las empresas clientes tienen la obligación de retener al Colegiado de sus minutas un porcentaje en concepto de I.R.P.F.

La transferencia es el importe que el cliente del Colegiado deberá transferir a la cuenta del Banco del C.O.I.T.T.

5. NÚMERO DE EJEMPLARES

Éstos serán los siguientes:

- 1 ó 2 para el cliente
- 1 para el Colegiado
- 1 para el Colegio

GASTOS								
REFERENCIA	G = GESTIÓN				ADMINISTRACIÓN Y ENVÍO			G+A+U
DEL AUTOR (3)	DIETAS (11)	VIAJES (12)	VARIOS (13)	SUMA "G" (14)	A (15)	U (16)	A + U (17)	SUMA (18)
	(19) SUMA DE H+G+A+U..... (20) SP = GASTOS SUPLIDOS (21) IMPORTE H+G+A+U+SP (22) I.V.A. DE H+G+A+U (23) S1 = SUMA (21) + (22) (24) R = RETENCIONES POR I.R.P.F. (25) S2 = SUMA S1 - R = IMPORTE DE LA MINUTA.... (26) T = IMPORTE DE LA TRANSFERENCIA							

Figura 4.3. Gastos y Resumen de la Minuta de Honorarios

En la tabla 4.2 se muestra el porcentaje sobre honorarios de los derechos de visado del C.O.I.T.T.

CLAVES	CLASE DE DOCUMENTO	H = HONORARIOS		
		MÍNIMO	FÓRMULA	NORMAL
A	PROYECTOS O PROPUESTAS DE ANTENAS COLECTIVAS	32.000	$H = 18.000 (1+K) + 700 N$ (2) (1)	
B	ANTENAS PARABÓLICAS COLECTIVAS	63.000		(1) 7%
C	ANTENAS PARABÓLICAS INDIVIDUALES	39.000		(1) 7%
D	OTROS PROYECTOS	48.000		(1) 7%
E	MEMORIAS TÉCNICAS PARA CERTIFICADOS DE ACEPTACIÓN (HOMOLOGACIONES)			
	- CENTRALITAS TELEFÓNICAS	209.000		
	E-1 de menos de 50 LÍNEAS	231.000		
	E-2 de menos de 200 LÍNEAS	254.000		
F	E-3 de más de 200 LÍNEAS			
G	- TERMINALES O SISTEMAS DE CONEXIÓN A CENTRALITA CON FUNCIONES ADICIONALES			
H	(integradas a centralita)	46.000		
	- TERMINALES FACSIMIL Y OTROS	165.000		
	- RESTO DE EQUIPOS	88.000		
I	CERTIFICACIONES FINAL DE OBRA		$H = 18.000 (1+K) + 700 N$	(1) 7%
	I-1 ANTENAS COLECTIVAS (3)	43.000	(2) (1)	
	I-2 RESTO DE INSTALACIONES	=PROY.		
J	TRABAJOS TARIFADOS POR TIEMPO EMPLEADO	30.500	$H = H_n \cdot 0,09750 + H_o \cdot 1,0500$ (4) (1)	

NOTAS: (1) Bonificación del 20% a los Organismos de la Administración
(2) K = N° de amplificadores sin tener en cuenta el cabecera. N = n° de tomas incluidas las previsiones
(3) las Certificaciones de Antenas Colectivas tendrán una bonificación del 20%.
Los Honorarios se calculan sobre el presupuesto del Proyecto o Documento salvo en el caso de aplicación de las fórmulas (2) y (4)
(4) H = HONORARIOS, H_n = HORAS EN JORNADA NORMAL. H_o = HORAS FUERA DE JORNADA
En todos los casos hay que aplicar el I.G.I.C. cuando corresponda

Tabla 4.2. Tarifas a aplicar en la redacción de documentos técnicos

4.2.2.5. TRANSFERENCIA DE FONDOS Y DATOS DE LA CUENTA BANCARIA DEL C.O.I.T.T.

Los datos de la cuenta bancaria del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación son los siguientes:

Beneficiario: C.O.I.T.T.

Domicilio: C/ Los Madrazo 28 4ª planta

Cuenta: 0075/0001/60/63074-59

Oficina: Banco Popular Oficina Principal. C/ Alcalá 26. 28014 Madrid

A continuación se muestran los derechos de visado del C.O.I.T.T. como porcentaje sobre honorarios

CLAVES	CLASE DE DOCUMENTO	DERECHOS DE VISADO % SOBRE HONORARIOS
A	PROYECTOS O PROPUESTAS DE ANTENAS COLECTIVAS	13
B	ANTENAS PARABÓLICAS COLECTIVAS	10
C	ANTENAS PARABÓLICAS INDIVIDUALES	10
D	OTROS PROYECTOS	10
E	MEMORIAS TÉCNICAS PARA CERTIFICADOS DE ACEPTACIÓN (HOMOLOGACIONES) - CENTRALITAS TELEFÓNICAS E-1 de menos de 50 LÍNEAS E-2 de menos de 200 LÍNEAS E-3 de más de 200 LÍNEAS	15
F	-TERMINALES O SISTEMAS DE CONEXIÓN A CENTRALITA CON FUNCIONES ADICIONALES (integradas a centralita)	
G	- TERMINALES FACSIMIL Y OTROS	
H	- RESTO DE EQUIPOS	
I	CERTIFICACIONES FINAL DE OBRA I-1 ANTENAS COLECTIVAS (3) I-2 RESTO DE INSTALACIONES	10 10
J	TRABAJOS TARIFADOS POR TIEMPO EMPLEADO	10

Tabla 4.3. Derechos de visado % sobre honorarios del C.O.I.T.T.

4.3. LIBRE EJERCICIO DE LA PROFESIÓN

El libre ejercicio de la profesión consiste en realizar trabajos proyectuales para terceros sin que medie contrato alguno entre las partes. Los proyectos que se realizan para la Empresa en la cual se es trabajador por cuenta ajena no son considerados de libre ejercicio.

A continuación se estudiarán la tramitación y confección de los documentos técnicos más habituales dentro de nuestra profesión.

4.3.1. TIPOS DE PROYECTOS MÁS USUALES Y DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

En el apartado de los requisitos de Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación se estudió la tramitación de los diferentes documentos técnicos ante dicho Colegio para su visado.

En este apartado se estudiará la tramitación de los documentos técnicos ante los Organismos Oficiales fundamentalmente ante la Jefatura Provincial de Inspección de la Dirección General de Telecomunicaciones.

En la tabla 4.4. de la página siguiente se muestran resumidas los documentos técnicos más usuales a presentar en las diversas áreas de las telecomunicaciones y los Organismos Administrativos ante los que hay que tramitar estos documentos técnicos.

ORGANISMO OFICIAL	ACTIVIDAD	DOCUMENTOS TÉCNICOS A PRESENTAR
DIRECCIÓN GENERAL DE TELECOMUNICACIONES	Antenas colectivas	Propuesta técnica
	Certificado fin de obra	Documento Técnico
	Radiotelefonía móvil	Proyecto / propuesta técnica
	Certificado de fin de obra	Documento Técnico
	Radioenlaces	Proyecto técnico
	Certificado de fin de obra	Documento Técnico
	Telealarmas	Proyecto técnico
	Buscapersonas	Proyecto /propuesta técnica
	Líneas microfónicas	Proyecto /propuesta técnica
	Emisoras de FM	Proyecto técnico
	Certificados de aceptación	Memoria técnica
	Radioenlaces de programas	Documento Técnico
	Sistemas TRUNKING	Proyecto técnico
Recepción de TV por satélite	Proyecto técnico	
TRIBUNALES DE JUSTICIA	Dictámenes y peritaciones	Documento Técnico
AYUNTAMIENTOS	Sonorización de locales	Certificado
PARTICULARES	Dictámenes e informes	Documento Técnico

Tabla 4.4. Relación de proyectos, Organismo que autoriza y tipo de documento a presentar

4.3.1.1. ANTENAS COLECTIVAS (Y TELEDISTRIBUCIÓN)

Para tramitar expedientes de antenas colectivas la norma general que incluye todos los requisitos para la tramitación y corrección de las propuestas técnicas de antenas colectivas vienen reflejados en la Instrucción DGT/7 sobre tramitación de expedientes de antenas colectivas, la Instrucción de la Dirección General de Telecomunicaciones modificando los puntos 2e y 2g de la Instrucción DGT/7 y el Anexo a la Instrucción DGT/7 de instrucciones para la corrección de propuestas técnicas de instalaciones de antenas colectivas

A. TRAMITACIÓN DE EXPEDIENTES DE ANTENAS COLECTIVAS

Para tramitar una Propuesta Técnica de Antena Colectiva los pasos más importantes que hay que dar son los siguientes (Instrucción DGT/7):

- a) El propietario, constructor o promotor del inmueble presentará la propuesta técnica por duplicado ejemplar en la Jefatura Provincial de Inspección (la Jefatura Provincial de Las Palmas se halla ubicada en la Plazoleta Comandante Franco, 1, 4ª Planta. 35071 Las Palmas de Gran Canaria - sucursal de Correos del Puerto de la Luz-); en cada ejemplar de la propuesta se incluirán 2 copias del esquema eléctrico debiendo estar sellados por el Colegio Oficial correspondiente (de Ingenieros o de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación), todos los planos de la propuesta.

A la presentación de la propuesta se deberán abonar los derechos de tramitación de expediente (Impreso 460) de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 1017/89, de 28 de Julio (B.O.E. de 5 de Agosto).

En algunas Jefaturas Provinciales de Inspección exigen además la autorización del Promotor para indicar el destino donde se deben remitir los impresos que se generan durante el procedimiento.

- b) A cada solicitud presentada se le asignará un código de referencia indicando la provincia, el año, la numeración correlativa de cinco cifras atendiendo a la llegada de la solicitud de cada año y el código de tipo de expediente (AC, antena colectiva)
- c) La Jefatura de Inspección procederá al estudio y evaluación de la propuesta técnica presentada.

Si la propuesta técnica es aprobada, se le remitirá el impreso PA de aprobación y el ejemplar de la propuesta técnica que incluye el plano de obra civil, quedando el otro ejemplar archivado en la Jefatura de Inspección.

- d) Si la propuesta técnica es rechazada se remitirá al interesado el impreso PD, donde se detallarán las causas del rechazo. La propuesta técnica una vez corregida se remitirá a la misma Jefatura de Inspección que realizó la evaluación inicial.

De acuerdo con la Instrucción de la Dirección General de Telecomunicaciones por la que se modifican los apartados 2e y 2g de la Instrucción DGT/7 éstos quedan como sigue:

e) Aprobada la propuesta técnica y finalizada la instalación del interesado deberá remitir a esa Jefatura de Inspección **certificación, firmada por un Ingeniero o Ingeniero Técnico de Telecomunicación**, de que la instalación se ajusta a la propuesta técnica en cuanto a la distribución (número de ramales, tomas provisionales, etc.) y material instalado.

Como anexo a la certificación se adjuntará el **impreso PM** con los resultados de las mediciones que se relacionan a continuación, efectuadas en la condiciones y las tolerancias indicadas en dicha hoja.

Las mediciones a las que se refiere el párrafo anterior son las siguientes:

- **Señal a la entrada de los amplificadores**; anotándose, en el caso de TV, los valores de ambas portadoras

- **Señales en tomas primeras, intermedias y últimas de cada ramal**, anotándose igualmente los valores de ambas portadoras. En el caso de instalaciones con pocas tomas por canal, será suficiente la medida en las primeras y últimas tomas.

- **Continuidad y resistencia de la toma de tierra**, que no deberá ser superior a 30 ohmios con la sección del cable será igual o mayor a 6 mm² .

- **La respuesta en frecuencia**, para cualquier canal de TV, desde la entrada de amplificadores será de 3 dB, cualesquiera que sean las condiciones de carga de la instalación.

f) si la instalación no presenta deficiencias, se cumplimentará y remitirá al interesado el impreso IAU autorizando la instalación.

g) Si la instalación no está correctamente realizada se indicarán al interesado las deficiencias encontradas para su adecuada corrección. Una vez se considere, por certificación o reconocimiento técnico posterior, que la instalación es correcta, se actuará de acuerdo con el apartado f).

El resumen de todo lo expuesto en este apartado de la tramitación de expedientes de antenas colectivas se expone resumidamente en la tabla 2.14. siguiente

PASOS	PERSONA/ENTIDAD	CONTENIDOS
1. PRESENTACIÓN	El Promotor del inmueble	Propuesta técnica sellada por COITT
		Pago impreso 460
2. RECEPCIÓN	D.G.Tel.	Domicilio para recibir documentación
		Asigna código de referencia a la solicitud
3. ESTUDIO Y VALORACIÓN	D.G.Tel.	Si aprueba la propuesta (impreso PA)
		Si no aprueba la propuesta (impreso PD)
4. CERTIFICACIÓN	I./I.T. Telecomunicación	Impreso PM con las medidas obtenidas en la instalación.
5. AUTORIZACIÓN	D.G.Tel.	Envío del impreso IAU de autorización de la instalación

Tabla 4.5. Tramitación de expedientes de antenas colectivas.

B. Contenido de la Propuesta Técnica

El contenido de la propuesta técnica está definido en el anexo a la Instrucción DGT/7 “Instrucciones para la corrección de propuestas técnicas de instalaciones de antenas colectivas”. En ella se dice que la propuesta ha de tener como mínimo los siguientes datos:

B.1. PRESENTACIÓN Y CONTENIDO DE LA PROPUESTA

Datos administrativos varios. Los datos que se requieren son los siguientes:

Nombre y razón social, domicilio y, en su caso, teléfono de:

Empresa instaladora.

Empresa promotora.

Empresa/s fabricante/s del material

Autor de la propuesta, con indicación además de su número de colegiado.

Determinación exacta de la ubicación de la instalación con indicación en su caso de Bloque/s y/o Portal/es

Datos técnicos varios:

Relación completa de todos y cada uno de los elementos componentes de la instalación con referencias de homologación e indicación de fabricante, marca y modelo, así como de las principales características técnicas de cada elemento y, en su caso, canal o banda de uso.

Canales de recepción, razonando su elección cuando no se correspondan con los del emisor o reemisor más próximo

Tensiones de radiofrecuencia medidas en el emplazamiento de las antenas, sobre antenas asimétricas y adaptadas a 75Ω , medidas en $\text{dB}\mu\text{V}$.

Tensiones de radiofrecuencia previstas en las tomas más desfavorables de cada ramal.

Indicación del número exacto de tomas y previsiones de que consta la instalación.

Esquema eléctrico: deberá ser completo, utilizando simbología libre, pero adecuada, y ajustándose a lo siguiente:

Con firma original del autor y sello del Colegio Oficial correspondiente (C.O.I.T.-C.O.I.T.T.)

Acotación de cada tramo de cable o cables.

Identificación precisa de cada elemento.

Reflejará todas las posibilidades reales de conexión de cada elemento (alimentación, entradas y salidas de RF, puesta a tierra, etc.)

Las previsiones se diferenciarán claramente del resto de la instalación (usando, por ejemplo, trazos discontinuos.)

Las salidas de RF no utilizadas o que den paso a las previsiones se cerrarán con resistencias terminales de 75Ω .

Planos: 1 juego de planos de la obra civil que indican a continuación, las copias serán de papel opaco.

Plano de situación y emplazamiento: indicará el punto de instalación (situación) y su delimitación (emplazamiento); sólo se incluirá si la instalación no está ubicada en una calle determinada.

Plano de alzado del inmueble: indicando escala y con la representación de la ubicación de toda la instalación (antenas, amplificadores, canalización, derivadores, etc.)

Plano de todas las plantas distintas del inmueble: incluidas cubiertas, áticos y sótanos, que dispongan de elementos de la instalación y donde se representará íntegramente la parte de la instalación que corresponda.

B.1.1. CONDICIONES MECÁNICAS DE LA INSTALACIÓN

Se detallan las características técnicas que han de tenerse en cuenta en los distintos elementos indicando las normativas que las establecen. Estas normativas emanan principalmente de las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) para las Instalaciones Audiovisuales: Antenas (IAA) y para las Instalaciones de Electricidad: Baja tensión (IEB) del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

Antenas y mástiles:

La antena máxima del mástil será de 6m. Para antenas superiores se usarán torretas siguiendo la norma NTE-IAA punto 13.

La ubicación del mástil o torreta será tal que haya una distancia mínima de 5m al obstáculo más próximo; la distancia mínima a instalaciones de redes eléctricas será 1,5 veces la longitud del mástil de acorde con la Ley 49/1966 de 23 de Julio.

La colocación de las antenas en el mástil respetará las siguientes condiciones:

Antena UHF: la distancia a la antena más próxima en el mismo mástil no será menor que 1m según la norma NTE-IAA punto 3

Antena VHF: se instalará debajo de la antena de UHF. Igualmente que la anterior la distancia a la antena más próxima en el mismo mástil será mayor que 1m. La distancia mínima con el muro o elemento de anclaje del mástil será de 1m (norma NTE-IAA punto 4)

Antena FM: La distancia a la antena más próxima del mismo mástil no será menor que 1m (NTE-IAA-5)

Otros elementos

El equipo de cabecera (amplificador, mezclador, distribuidor...) estará en lugar accesible y de uso común (NTE-IAA-14)

Los elementos de la instalación que sean de uso común (distribuidores, derivadores) se instalarán en zonas de uso común (NTE-IAA-16)

No se instalará ningún elemento en huecos de ascensores, chimeneas o próximos a cualquier elemento que pueda dañarlos o producir interferencias.

Toda la instalación será empotrada, separada de las conducciones eléctricas un mínimo de 30 cm y 5 cm de las conducciones de fontanería, saneamiento, telefonía y gas (NTE-IAA-15)

El ϕ interior del tubo de protección PVC será de 16 mm y se alojará en el interior de la roza penetrando 5 mm en el interior de cada una de las cajas. (NTE-IEB-11)

El conductor de puesta a tierra tendrá 6 mm² de sección y se conectará al mástil, al equipo de amplificación y a la toma de tierra del edificio (NTE-IEB-32)

B.1.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN

Se indican en este apartado las principales características técnicas que han de ser tenidas en cuenta por el autor de la propuesta técnica para la corrección de ésta.

Antenas

Las antenas utilizadas serán no balanceadas y adaptadas a 75Ω . La instalación incorporará una antena de FM aunque no exista recepción de estas emisoras en la zona.

La elección de las antenas se hará según la intensidad de campo que haya en el emplazamiento deseado. La ganancia de la antena será tal que el nivel de señal mínimo a la entrada del 1^{er} amplificador sea de 0,5 mV sobre 75Ω . (1000 μ V sobre 240Ω).

Amplificadores

La instalación deberá contar con un amplificador de FM obligatoriamente aunque no se disponga de emisoras en la zona.

No se usarán amplificadores de banda ancha si a su entrada no se incorporan los filtros de canal correspondientes.

No se sobrepasará el nivel de saturación del amplificador. Si fuera necesario se instalarán atenuadores, filtros, etc. a la entrada del amplificador

Tomas

Cada vivienda llevará al menos una toma en el salón y cada local comercial una toma o su canalización.

Los derivadores o tomas para posibles ampliaciones serán de paso y se cerrarán con una resistencia terminal de 75Ω .

El desacoplo entre tomas de antena será mayor o igual a 26 dB para las de TV y de 46 para las de FM.

En la toma más desfavorable la relación señal/ruido será mayor o igual que 43 dB para la señal de TV con un nivel de señal mínimo de 0,5 mV sobre 75 Ω. y máximo de 25 mV.

B.1.3. CÁLCULOS

Para realizar los cálculos se utilizarán los datos de los certificados de aceptación del material y si no se dispone de ellos de los datos suministrados por el fabricante. Los valores de la señal se expresarán en dB μ V cuya relación de conversión es la siguiente:

$$\text{Señal en dB}\mu\text{V} = 20 \log \text{Señal en } \mu\text{V}$$

Cálculos a realizar

- Nivel de entrada de los amplificadores
- Nivel de señal en la toma más desfavorable.
- Desacoplo entre tomas.
- Relación señal/ruido en la toma más desfavorable.

Nivel de entrada de los amplificadores

Objeto del cálculo: comprobar que el nivel de entrada a los amplificadores de cada canal recibido no es insuficiente ni exceso de la misma (saturación)

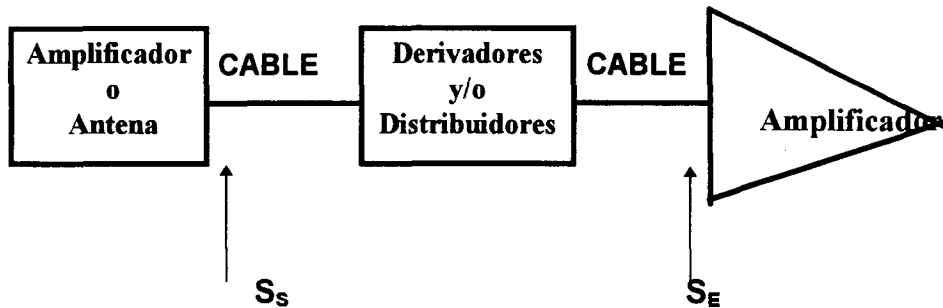
Parámetros que se utilizan:

Atenuación de derivación y/o distribución (dB)

Atenuación/100 m de cable (dB)

Señal de salida del amplificador precedente o de las antenas (dB μ V)

Ejemplo ilustrativo:



$$\text{Nivel de entrada, } S_e = S_s - \text{Atenuación cable}/100\text{m} \times (\text{metros cable}/100) - \text{Atenuación de derivación/distribución} \times \text{n}^\circ \text{ derivadores/distribuidores}$$

Figura 4.4. Nivel de entrada a los amplificadores

Nivel de señal en las tomas más desfavorables

Objeto del cálculo: comprobar que en las tomas más desfavorables el nivel de la señal se encuentra entre 0,5-25 mV (sobre 75 Ω)

Parámetros a utilizar:

Atenuación de derivación sobre toma (dB)

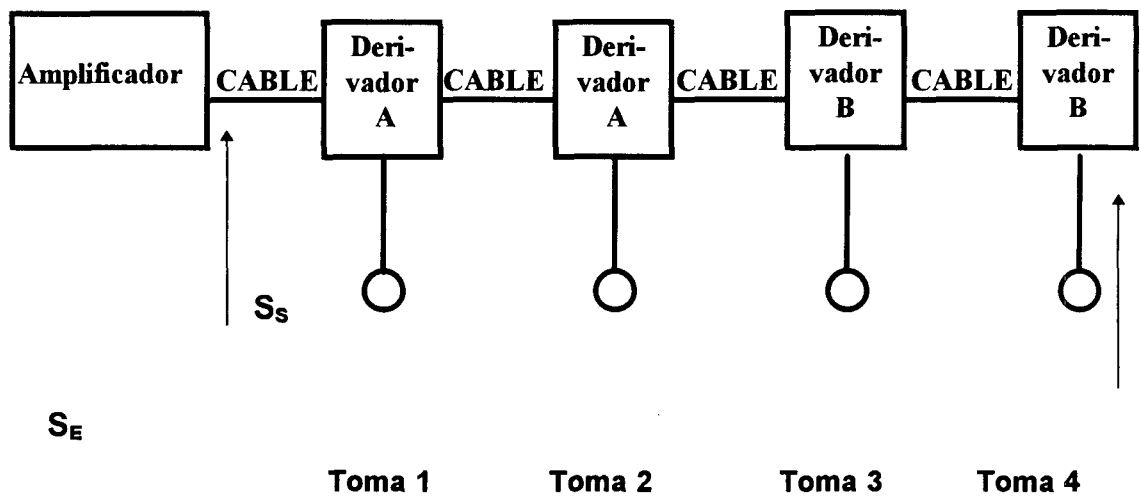
Atenuación de paso del derivador (dB)

Atenuación de derivación del derivador (dB)

Atenuación/100m del cable (dB)

Señal de salida del amplificador precedente (dB μ V)

Ejemplo ilustrativo:



Señal Toma 4: $S_E = S_S - \text{Atenuación cable}/100\text{m} \times (\text{metros cable}/100) - 2 \times \text{Atenuación de paso derivador A} - \text{Atenuación derivación derivador B} - \text{Atenuación de derivación de la Toma 4}$

Figura 4.5. Nivel de señal en la toma más desfavorable

Observaciones:

El ramal más desfavorable en una instalación con varios ramales es normalmente el que tiene mayor número de derivadores. La primera toma (para el valor máximo) y la última (para el valor mínimo) son las tomas más desfavorables de un ramal.

Para comprobar el nivel de señal en los distintos puntos de un ramal, los derivadores más alejados del amplificador que lo alimenta tienen más atenuaciones por derivación más bajas que las de los próximos.

Desacoplo entre tomas

Objetivo del cálculo: comprobar que el desacoplo entre tomas en el caso más desfavorable (tomas consecutivas) sea como mínimo de 26 dB para los de TV y 46 dB para los de FM.

Parámetros a utilizar:

Atenuación de derivación del derivador (dB).

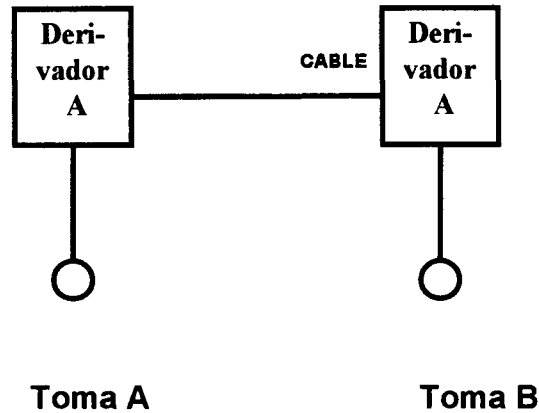
Atenuación de derivación de la toma (dB).

Atenuación/100m del cable (dB).

Desacoplo entre líneas del derivador (dB).

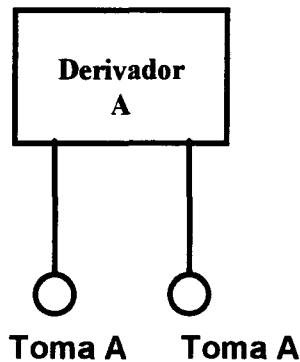
Ejemplo ilustrativo: Dependiendo del tipo de instalación tendremos 2 posibilidades:

A)



Desacoplo entre tomas = 2 x Atenuación derivación toma + 2 x Atenuación derivación derivador + Atenuación/100 x (total metros cable/100)

B)



Desacoplo entre tomas = 2 x Atenuación derivación toma + Desacoplo entre líneas del derivador + Atenuación/100m x (total metros cable/100)

FIGURA 4.6. Desacoplo entre tomas

Relación señal/ruido en la toma más desfavorable

Objeto del cálculo: verificar que en la toma más desfavorable (normalmente la de menor nivel de señal) la relación S/N es mayor o igual que 43 dB

Parámetros a utilizar:

Ruido térmico ($\text{db}\mu\text{V}$)

Figura de ruido de cada red (dB)

Ganancia de cada red (dB)

Nivel de señal en salida de antenas ($\text{db}\mu\text{V}$)

Ejemplo ilustrativo:

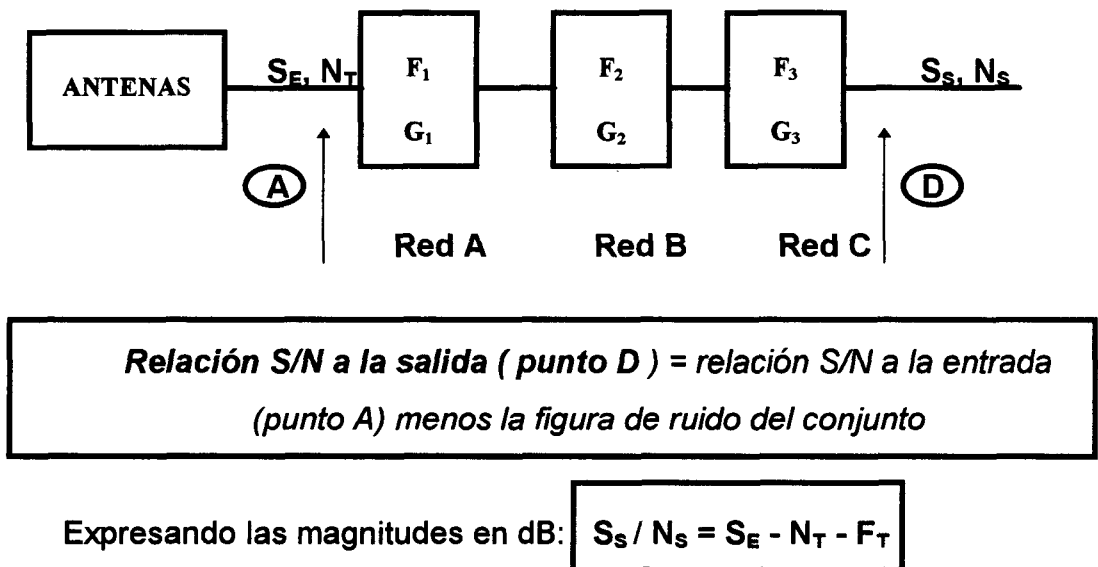


FIGURA 4.7. Relación S/N en la toma más desfavorable

Siendo F_T el factor de ruido de n etapas en cascada viene dado por :

$$F_T = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots + \frac{F_n - 1}{G_1 G_2 \dots G_{n-1}} \quad (1)$$

Observaciones:

Para un canal de TV se considera usualmente $N_T = 1,8$ dB μ V (1,23 μ V). Para una red pasiva se verifica que $F = -G$ ambos expresados en dB.

Para aplicar la fórmula (1) se ha de pasar los valores F y G , si vienen expresados en dB, a magnitud lineal según

$$F_{\text{lineal}} = f = \text{antilog} (F/10), \quad G_{\text{lineal}} = g = \text{antilog} (G/10)$$

C. Confección de la propuesta técnica

El croquis definitivo obtenido en los cálculos con los materiales definidos se incluirá en la Propuesta Técnica. Además en el modelo facilitado por la Jefatura Provincial de Inspección se rellenará de la siguiente forma (ver Tabla 4.6):

- 1. En la portada de la Propuesta Técnica se indicarán los datos identificativos de la obra, del Promotor, del Instalador, del Ingeniero Técnico y del Fabricante o fabricantes del material.**
- 2. En la primera hoja interior se incluirán todos los materiales utilizados en la instalación (antenas , amplificadores, derivadores, distribuidores, tomas, cables, etc.**
- 3. En la segunda hoja interior se expresan las señales calculadas máxima y mínima, así como las que se reciben en el emplazamiento**
- 4. En la contraportada se pueden poner las normas tecnológicas como recordatorio para el instalador.**

PRESENTACIÓN Y CONTENIDO	Datos Administrativos	Instalador, Promotor, Fabricantes, Ingeniero y Ubicación de la instalación
	Datos Técnicos	Componentes de la instalación, canales de Rx, señal en antena y en tomas
	Esquema eléctrico	Acotación de cables, identificación y conexiones de cada elemento.
	Planos	Situación y emplazamiento. Alzado del inmueble. Plantas distintas del inmueble.
CONDICIONES MECÁNICAS	Antenas y Mástiles	Distancia al obstáculo más próximo. Colocación de antenas VHF, UHF y FM
	Otros elementos	Separación con otras conducciones Tubos de protección, puesta a tierra.
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	Antenas	Antenas no balanceadas y adaptadas 75 Ω . Ganancia según nivel de entrada
	Amplificadores	Condiciones utilización amplificadores de banda ancha
	Tomas	1 por vivienda y en locales comerciales
CÁLCULOS	Nivel entrada amplificadores	no saturar a los amplificadores.
	Nivel toma más desfavorable	Entre 0,5 y 25 mV sobre 75 Ω
	Desacoplo entre tomas	> 26 dB en TV y > 46 dB en FM
	S/N toma más desfavorable	> 43 dB.

Tabla 4.6. Anexo a la Instrucción DGT/7.

D. Leyes, normas, informes y reglamentos aplicables a las antenas colectivas

Informe 624-4 del C.C.I.R.	Características de los sistemas de televisión
Ley 49/1.966 de 23 de Julio	Obligatoriedad de instalación de las antenas colectivas
Orden de 23 de Enero de 1967	Normas para instalar antenas colectivas firmadas por un Ingeniero o Ingeniero Técnico de Telecomunicación
Orden de 8 de Agosto de 1967	Antenas colectivas en viviendas de protección oficial
Orden de 8 de Agosto de 1967	Cédula de habitabilidad
Orden de 20 de Septiembre de 1973	Norma Tecnológica de la Edificación NTE IAA 1973 Instalaciones audiovisuales: Antenas
Decreto de 18 de Octubre de 1957	Instalación de antenas receptoras en el exterior de los inmuebles.
Orden de 13 de Marzo de 1970	Distribución de la señal por cable y circuito cerrado. Proyecto técnico firmado por facultativo competente
Decreto 1309/74 de 2 de Mayo	Instalación en inmuebles sistemas de distribución de la señal de televisión por cable
Orden de 22 de Septiembre de 1975	Sistemas de televisión por cable en VHF. Proyecto técnico firmado por facultativo competente
Orden de 28 de Julio de 1977	Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IAV/1977 Instalaciones audiovisuales: Vídeo en circuito cerrado

TABLA 4.8. Leyes, normas, informes y reglamentos aplicables a las antenas colectivas

4.3.1.2. PROYECTOS DE INSTALACIÓN PARA RECEPCIÓN DE SEÑALES DE TELEVISIÓN POR SATÉLITE

La normativa legal que regula este tipo de Proyectos es la siguiente:

- **R.D. 1201/1986 de 6 de Junio de procedimiento para la obtención de autorizaciones administrativas para la instalación y funcionamiento de estaciones radioeléctricas, receptoras de programas de televisión por satélite**

- **Orden de 30 de Diciembre de 1986 por la que se desarrolla el Real Decreto 1201/1986 de 6 de Junio.**

Básicamente esta normativa legal destaca lo siguiente:

- a) **Su ámbito de aplicación abarca las estaciones terrenas receptoras de uso individual y las que están destinadas a conectarse a instalaciones de antenas colectivas.**

- b) **La solicitud de Autorización Administrativa para la instalación y funcionamiento de la estación terrena se dirigirá a la Dirección General de Telecomunicaciones indicando:**
 - **Nombre, dirección, teléfono y N.I.F. del solicitante o representante**

 - **Ubicación de la instalación**

 - **Indicar si su uso va a ser individual o para conectar a antena colectiva**

- Aceptación de la normativa legal.

- Lugar y fecha

- Firma o sello del solicitante del solicitante o representante

c) Las características técnicas que han de cumplir las estaciones terrenas para la obtención del **Certificado de Aceptación Radioeléctrica** contenidas en la Orden de 30 de Diciembre de 1986.

d) las condiciones de **conexión** de estaciones terrenas receptoras a las instalaciones de antenas colectivas son básicamente las siguientes:

1. La conexión no producirá interferencias o desadaptaciones de impedancias que perturben la recepción de las señales de TV recibidas por los transmisores terrenales autorizados

2. El equipo de amplificación de la señal de satélite incluirá un **filtro de canal o canales** a su salida y será independiente al de la instalación de antena colectiva, uniéndose a ésta mediante un sumador o mezclador disponiendo ambas instalaciones de la misma toma de tierra.

3. La **distribución** a través de la antena colectiva de los **canales** recibidos por la estación terrena podrá realizarse:

3.1. En las bandas I (47-68 Mhz), III (174-223 Mhz), IV (470-582 Mhz) y V (582-830 Mhz) de televisión

3.2. En espacio interbandas, bandas S(1) (111-174 Mhz),S(2) (230-450 Mhz) y V-bis (830-860 Mhz) incluyéndose los conversores de frecuencia necesarios para restituir los valores indicados en 3.1. en las tomas de los usuarios.

3.3. En la primera F.I. (frecuencia intermedia, 950-1.700 Mhz)

- 4. El nivel de los canales procedentes de la estación terrena será idéntico a los procedentes de los transmisores terrenales en el punto de conexión de ambas señales**
- 5. La unidad interior y el modulador deberán estar colocados en lugar accesible y de uso común, siempre que sea posible. Si se encuentra en la intemperie estará protegido contra la humedad y blindado con cerradura, puesta a tierra y hermético**
- 6. La antena, unidad exterior y modulador se conectarán a la línea principal de tierra del edificio. Si no fuera posible se construirá una toma de tierra mediante conductor de cobre con al menos 10 mm² de sección y según El Reglamento Electrónico de Baja Tensión e Instalaciones Complementarias**
- 7. La relación portadora/ruido (C/N) obtenida del conjunto antena-unidad exterior será mayor o igual a 11 dB.**
- 8. No se admitirán moduladores de doble banda lateral en aquellas distribuciones que utilicen canales adyacentes**

9. La estabilidad de la portadora de vídeo de los modulares deberá ser menor de 20 Khz , entre 10° C y 45° C.

- e) Una vez aprobado el Proyecto la Dirección General de Telecomunicaciones expedirá una autorización administrativa que habilitará al titular de la misma para la instalación y funcionamiento de la estación terrena receptora y, en su caso, para la conexión a una antena colectiva.**

- f) En el plazo de un año se deberá remitir a la DGTel. certificación expedida por un Ingeniero o Ingeniero técnico de Telecomunicación, atestiguando que la instalación realizada corresponde estrictamente al proyecto aprobado.**

1. Cálculos a realizar e incluir en el Proyecto de Instalación para recepción de señales de TV por satélite

A. Cálculo de la relación portadora/ruido (C/N)

PIRE (Potencia Isótropa Radiada Equivalente) = $P_0 G_i$ (dBw)

P_0 : Potencia entregada a la antena

G_i : Ganancia de la antena respecto de la isótropa

Fd (Flujo de potencia) = $PIRE / 4\pi d^2$ radiado por el satélite

$4\pi d^2$: Superficie radiante

C (Carrier, Portadora recibida) = Fd x Se

Se (Superficie efectiva de la antena receptora) = $\eta \pi D^2 / 4$

D: diámetro de la parábola (antena receptora)

$$C = \frac{PIRE}{4 \pi d^2} \times \frac{G \lambda^2}{4} = \frac{\lambda}{4d} \frac{PIRE \times G}{A}$$

A: atenuación en el espacio libre

Potencia recibida por la Antena = PIRE x G - A

B. Ruido

El valor cuadrático medio del ruido blanco es $N = 4KTRB$

K: constante de Boltzmann = $1,38 \cdot 10^{-23}$

T: temperatura en °Kelvin

B: ancho de banda

R: carga resistiva

La potencia máxima de ruido es $P = KTB$

La figura de ruido en un receptor es $F_n = (S/N)_i / (S/N)_o$.

$(S/N)_i$ = Relación señal/ruido a la entrada del Rx

$(S/N)_o$ = Relación señal/ruido a la salida del Rx

$$N_o = KTB G F_n = (KTB) G + N_i$$

$$N_i = KTBG (F_n - 1) = KTBG T_e$$

T_e : Temperatura equivalente de ruido

C. Cálculo de la relación S/N

Para TV directa por satélite una vez conocidas la potencia de portadora recibida (C) y la de ruido (R) la relación señal/ruido se obtiene de la siguiente manera:

$$S/N = 33,53 + C/N$$

La distancia al satélite será

$$d = 35,786 \sqrt{1 + 0,41999 (1 - \cos \beta)}$$

$$\cos \beta = \cos \alpha \cos \gamma$$

α : Latitud de la Estación receptora

γ : Longitud (Estación receptora) - (Longitud satélite)

La atenuación en el Espacio Libre es $A = 22 + 20 \log (D/\lambda)$

D = distancia al satélite

La potencia de portadora es $C = \text{PIRE} + G - A$

La potencia de ruido N (dB) = $K + T + B$

$$T = 10 \log (T_a + T_c)$$

T_a : temperatura de ruido de la antena

T_c : temperatura de ruido del conversor

La relación C/N (dB) = $\text{PIRE} + G - A - (K + T + B)$

La relación S/N (dB) = $33,53 + C/N$ (dB)

D. Factor de calidad G/T

El factor de calidad o factor de mérito de la instalación definido como la relación G/T (dB/°K) debe ser mayor que 16 según las recomendaciones del C.C.I.R.

E. Apuntamiento de la antena receptora parabólica

1. Cálculo del ángulo de azimut de la antena parabólica

El ángulo del azimut se expresa trigonométricamente por la siguiente ecuación:

$$\alpha = \text{tg}^{-1} \frac{\text{tg } \phi}{\text{sen } \vartheta}$$

ϑ : Diferencia de grados entre la longitud de la estación receptora y la longitud del satélite

ϕ : Latitud de la estación receptora

2. Cálculo del ángulo de elevación de la antena receptora

Este ángulo viene expresado trigonométricamente para su cálculo de la siguiente forma:

$$\gamma = \text{tg}^{-1} \frac{\cos \vartheta \cos \phi - (R/R+H)}{1 - \cos \vartheta \cos \phi}$$

ϕ : diferencia en grados entre la longitud de la antena receptora y la del satélite

ϑ : latitud en grados de la estación radioeléctrica receptora

R: Radio de la Tierra = 6.370 Km

H: altura a la que se encuentra situado el satélite geostacionario = 35.736 Km

Los cálculos para conectar esta estación radioeléctrica receptora de programas de TV por satélite a una antena colectiva serán idénticos a los descritos en dicho apartado.

4.3.1.3. SERVICIOS DE VALOR AÑADIDO QUE UTILICEN EL DOMINIO PÚBLICO RADIOELÉCTRICO

Los servicios de valor añadido aquí referidos son aquellos que necesitan instalar redes de telecomunicación distintas de las de los titulares de los servicios finales y portadores y por ello precisan de una concesión administrativa (Artículo 23 de la Ley 31/1987 de Ordenación de las Telecomunicaciones)

La tramitación de expedientes de concesión de Dominio Público Radioeléctrico y de concesión para la explotación de servicios de valor añadido que utilicen dicho dominio, a los que se refiere el artículo 23 de la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (**sistemas radioeléctricos de buscapersonas, telemando, telemedida, teleseñalización, telealarmas, comunicaciones móviles en grupos cerrados de usuarios, telefonía móvil automática**) cuando el titular y el usuario sea la misma persona física o jurídica está reflejado en la Instrucción DGT/4 de la Dirección General de Telecomunicaciones.

Cuando el titular y el usuario no son la misma persona, es decir, cuando el sistema es de prestación a terceros ha de haber una concurrencia ante el Estado. Éste decidirá el numero de licencias que concederá a cada servicio móvil y el nombre de las empresas beneficiadas por estas licencias.

En el caso de la telefonía móvil automática digital el Estado ha concedido dos licencias de explotación de este servicio a las empresas Telefónica de España, S.A. y AIRTEL (Alianza Internacional de Redes Telefónicas), S.A.

A. PROCEDIMIENTO DE TRAMITACIÓN DE NUEVAS INSTALACIONES

La tramitación de expedientes de concesión de Dominio Público Radioeléctrico y de concesión para la explotación de servicios de valor añadido a los que se refiere el artículo 23 de la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones cuando el titular y el usuario son la misma persona física o jurídica viene especificada en la Instrucción DGT/4.

a) En respuesta a cualquier solicitud de concesión o de información la Jefatura Provincial de Inspección (la Jefatura Provincial de Las Palmas se halla ubicada en la Plazoleta Comandante Franco, 1, 4ª Planta. 35071 Las Palmas de Gran Canaria - sucursal de Correos del Puerto de la Luz-); proporcionará al solicitante el Documento Informativo DI-1 y el impreso de solicitud de concesión.

Una vez tramitada la solicitud la Jefatura de Inspección podrá proponer el valor de la o las frecuencias que pueden asignarse.

Al presentar la solicitud se abonará la tasa por prestación de servicios que corresponda (R.D. 1017/1989 de 28 de Julio)

b) A cada solicitud se le asignará un código de referencia donde figura al código de la provincia donde se presenta la solicitud, código de la provincia donde se realizará la instalación, el año en curso y el número de orden. Además el código del tipo de expediente según sea para red de servicio fijo (RPF) o (RPM) para red de servicio móvil.

- c) La Subdirección General de Concesiones y Gestión del Espectro Radioeléctrico estudiará la solicitud y remitirá un escrito de contestación a la Jefatura Provincial.

El tipo de contestación dependerá del tipo de red según se indica:

c.1) Tipo de red I (Redes del servicio móvil terrestre con un máximo de 2 estaciones fijas - Base + repetidor - y redes del servicio fijo con un solo vano): escrito de denegación o aprobación de la solicitud. Se señalarán en dicho escrito los valores de frecuencia reservados y demás características y el plazo de instalación que será de 6 meses

c2) Redes del tipo II (Las no incluidas en el tipo I): Escrito de denegación o aprobación señalando las condiciones específicas como banda de frecuencias y potencia máxima y el plazo máximo de presentación del proyecto que será de 4 meses. Además en este tipo de redes facilitará al interesado el *Documento Informativo DI-2* de normas de elaboración de proyectos de redes de radiocomunicaciones.

- d) En las redes de tipo II en el plazo de 4 meses se presentará el proyecto de la instalación por duplicado, firmado por un Ingeniero o un Ingeniero Técnico de Telecomunicación y sellado por el Colegio Oficial correspondiente

La Jefatura Provincial verificará que el proyecto se ha realizado conforme a la normativa vigente y remitirá un

ejemplar a la Subdirección General de Concesiones y Gestión del Espectro Radioeléctrico

- e) La citada Subdirección General remitirá un escrito a la Jefatura Provincial comunicando la aprobación o denegación del proyecto técnico presentado, indicando en el primer caso las frecuencias asignadas.

La Jefatura Provincial comunicará al interesado que puede proceder a la instalación señalando las características aprobadas y el plazo máximo para la realización de la misma de 6 meses.

- f) En los plazos indicados para ambos tipos de redes se deberá remitir a la Jefatura de Inspección certificación de la instalación firmada por un Ingeniero o un Ingeniero Técnico de Telecomunicación

- g) 1. La Jefatura de Inspección remitirá a la Subdirección General antes citada una copia de la certificación de la instalación y, en caso de realizarse, el acta favorable del reconocimiento realizado por dicha Jefatura.

2. Si el reconocimiento técnico comprueba la disconformidad entre lo instalado y lo realizado se comunicará al interesado las diferencias encontradas y el plazo máximo para su corrección (2 meses)

3. Una vez corregidas las anomalías se actuará conforme al apartado g.1.

- h) Si se incumplen los plazos indicados en los apartados d, e y g se procederá a suspender la tramitación del expediente anulándose las actuaciones habidas hasta entonces.**

La Jefatura de Inspección notificará al interesado que deberá desmontar la instalación y comunicará asimismo a la Subdirección General de Concesiones y Gestión del Espectro Radioeléctrico y a la Subdirección General de Control e Inspección de Servicios de Telecomunicación.

- i) La Subdirección General de Concesiones y Gestión del Espectro Radioeléctrico, cumplidos los trámites y asignada la frecuencia, remitirá la doble concesión administrativa. La Jefatura de Inspección expedirá las correspondientes licencias y remitirá ambas al interesado. Éste deberá satisfacer los cánones anuales por reserva del dominio público radioeléctrico.**

La normativa aplicable a esta tramitación de nuevas instalaciones de redes de servicios de valor añadido que utilicen el Dominio Público Radioeléctrico se muestra en la tabla 4.9.

DISPOSICIÓN	CONTENIDO
R.D. 2704/1982 de 3 de Septiembre	Tenencia y uso de equipos y aparatos radioeléctricos y establecimiento y régimen de redes radioeléctricas
R.D. 789/1986 de 11 de Abril	Modificación parcial del R.D. anterior
Orden de 17/12/1985	Características técnicas de equipos radioeléctricos usados en el S.M.T. para la obtención del C.A.R.
Resolución de 27/5/86 de la D.G.Tel.	Normas para la comprobación de las características técnicas de equipos eléctricos utilizados en el S.M.T.
Resolución de 27/5/86 de la D.G.Tel.	Modelo para solicitud del C.A.R. de equipos y aparatos utilizados en el S.M.T.
Ley 37/1986 de 18/12	Ordenación de las Telecomunicaciones
R.D. 844/1989 de 7 de Julio	Desarrollo de la Ley 37/1986 en relación a servicios de valor añadido que usen el Dominio Público Radioeléctrico
R.D. 1017/1989 de 28 de Julio	Tasas y cánones establecidos en al Ley 37/1986
R.D. 1066/1989 de 28 de Agosto	Desarrollo de la Ley 37/1986 en relación con equipos, aparatos y dispositivos.

Tabla 4.9. Normativa aplicable en la tramitación de redes de servicios de valor añadido

B. INSTALACIÓN DE REDES TIPO I Y TIPO II

La instalación de redes tipo I y Tipo II definidas en el apartado anterior se rige por el Documento Informativo DI-I de la Dirección General de Telecomunicaciones denominado *“Instalación de redes que utilizan el dominio público radioeléctrico para la explotación de servicios de valor añadido a que se refiere el artículo 23 de la Ley 31/1987, cuando el titular y el usuario son la misma persona”*

B.1. DOCUMENTACIÓN Y TRAMITES NECESARIOS PARA SOLICITAR NUEVAS CONCESIONES

1. Presentación en la Jefatura de Inspección de la siguiente documentación:

1.1. Impreso de solicitud de concesión de dominio público radioeléctrico y de concesión para la explotación de servicios de valor añadido que utilicen dicho dominio, a los que se refiere el artículo 23 de la Ley 31/1987 incluyendo los Anexos de carácter técnico. El Anexo I será necesario incluirlo para todo tipo de redes. El Anexo II sólo será necesario en el caso de redes del servicio fijo. (Ver apartado C)

1.2. Fotocopia compulsada de la Licencia Fiscal correspondiente. Las cooperativas y Asociaciones presentarán fotocopia compulsada de sus Estatutos.

A la presentación de la solicitud se justificará el abono de las tasas por prestación de servicio y canon inicial. (R.D. 1017/89, de 28 de Julio)

2. En el caso de **redes del tipo II** se presentará el **Proyecto firmado por Ingeniero o Ingeniero Técnico de Telecomunicación** y sellado por el Colegio Oficial correspondiente en un plazo de 4 meses a partir de la notificación de la Jefatura de Inspección con las características técnicas que debe cumplir el sistema
3. Realización de la instalación en el plazo de 6 meses desde la notificación de la Jefatura de Inspección y presentación de la siguiente documentación:

3.1. a) REDES TIPO I: Certificación firmada por Ingeniero o Ingeniero Técnico de Telecomunicación de que la instalación cumple las características técnicas indicadas por la Jefatura de Inspección expresando los siguientes datos:

- **Frecuencias y potencia de salida de los diferentes tipos de estaciones.**
- **Tipo, ganancia y azimut de las antenas y tipo, longitud y atenuación, de los cables utilizados en las estaciones fijas.**
- **Altura de las antenas sobre el suelo, cota, coordenadas geográficas y ubicación de los emplazamientos de las estaciones fijas**

- **Número de estaciones móviles y portátiles**

- **Marca, modelo, número de C.A.R. y número de serie de los equipos, indicando en el caso de móviles, matrícula del vehículo correspondiente.**

- **Características técnicas de equipos sin C.A.R. como antenas, estaciones del servicio fijo, etc.**

3.1. b) REDES TIPO II: Certificación firmada por Ingeniero o Ingeniero Técnico de Telecomunicación de que la instalación se ha realizado conforme al escrito de aprobación del proyecto, indicando relación de marca, modelo, número de serie del equipo instalado en cada vehículo e indicación de matrícula correspondiente.

3.2. Si el sistema comprende equipos instalados en vehículos:

- **Fotocopia compulsada del permiso de circulación de cada vehículo.**

- **Si el vehículo auto-taxi fotocopia compulsada de la licencia municipal para este servicio**

- **Si el vehículo no es propiedad del peticionario fotocopia compulsada del impreso TC2 de la Seguridad Social para empleados del peticionario**

- Para otros casos acta de manifestaciones ante notario haciendo constar el tiempo de cesión del vehículo y el equipo radioeléctrico se destina exclusivamente al uso del peticionario con el fin expresado en esta solicitud.

4. Si finalizada la instalación la Jefatura de Inspección comprobara la disconformidad entre lo instalado y lo autorizado, se deberán corregir las anomalías en el plazo máximo de 2 meses.

5. Abonar los cánones correspondientes periódicamente en los plazos y de acuerdo al procedimiento establecido en el R.D. 1017/89 de 28 de Julio

B.2. DOCUMENTACIÓN Y TRÁMITES NECESARIOS PARA OTRAS SOLICITUDES

En estos otro tipo de solicitudes sólo vamos a contemplar las que requieran la firma de un Ingeniero o Ingeniero técnico de Telecomunicación.

1. Ampliación o modificación de la red

Al modificar la red esta puede cambiar de tipo I ó II. Dicha consideración se tomará según la configuración final de la misma.

Se seguirá el mismo procedimiento que en el apartado B.1. excepto el apartado B.1.1.2. Dependiendo de la complejidad de la ampliación o modificación de la red puede ser suficiente la presentación del cuestionario de solicitud, de un anexo al proyecto inicial o incluso un proyecto nuevo.

Si sólo se amplía el número de estaciones móviles se presentará el cuestionario de solicitud y la documentación descrita en el apartado B.1.3.2.

DOCUMENTACIÓN Y TRÁMITES PARA NUEVAS CONCESIONES	PRESENTACIÓN	Cuestionario solicitud con Anexos Técnicos
		Licencia fiscal promotor
		Abono impreso 460
	PROYECTO TÉCNICO	Firmado por Ingeniero o Ingeniero Técnico de Telecomunicación
	CERTIFICACIÓN FIN DE OBRA	Redes tipo I: frecuencia, potencia salida, antenas, cables y E.M.
		Características técnicas o C.A.R. de los equipos
		Redes tipo II: indicando que la instalación cumple con el Proyecto. Equipos instalados en vehículos
DOCUMENTACIÓN	De Vehículos	
ABONO	Cánones correspondientes	
OTROS TRÁMITES	AMPLIACIÓN DE RED	Anexo al proyecto o proyecto nuevo. No licencia fiscal
	AMPLIACIÓN N° VEHÍCULOS	Cuestionario solicitud y documentación vehículos

Tabla 4.10. Trámites y documentación necesaria para la instalación de Redes del Tipo I y del Tipo II

C. SOLICITUD DE CONCESIÓN DE DOMINIO PÚBLICO RADIOELÉCTRICO Y CONCESIÓN PARA LA EXPLOTACIÓN DE SERVICIOS DE VALOR AÑADIDO PARA REDES DEL TIPO I Y DEL TIPO II DEL SERVICIO FIJO Y DEL SERVICIO MÓVIL TERRESTRE.

Este cuestionario de solicitud es necesario cumplimentarlo para cualquier tipo de red (tipos I y II sean del servicio fijo o del servicio móvil terrestre) que proyectemos y tengamos que tramitar ante la Jefatura Provincial de Inspección de la Dirección General de Telecomunicaciones.

En él se han de incluir los siguientes datos:

1. Datos relativos a la persona o empresa que solicita la autorización (Nombre, Domicilio, C.I.F....)
2. Actividad que desarrolla la persona o entidad solicitante (Transportes, servicios, seguridad, construcción.....)
3. Justificación de la necesidad de la red de radiocomunicación en relación con la actividad desarrollada por la entidad.

Indicar si dicha red va a ser utilizada como autoprestación (grupo cerrado de usuarios de la misma empresa) o como prestación a terceros (a cualquier persona que se abone al servicio).

C.1. ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA TÉCNICA PARA CUALQUIER TIPO DE RED (TIPO Y TIPO II DEL SERVICIO FIJO Y DEL SERVICIO MÓVIL TERRESTRE)

En esta propuesta técnica contenida en el Anexo I del impreso de solicitud descrito en el apartado anterior cuenta con los siguientes apartados:

1. Características generales

1.1. Banda de frecuencias propuesta y denominación de la emisión.

a) Para proponer la banda de frecuencias habrá que consultar el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (C.N.A.F.). (Orden de 29 de Diciembre de 1989, B.O.E. de 1 de Enero de 1990) para las frecuencias que determina para los diferentes tipos de servicios.

En este caso atenderemos las atribuciones para los Servicio Fijo y Servicio Móvil Terrestre y la frecuencia de trabajo de los equipos que vayamos a utilizar.

b) Las emisiones se denominan conforme a la anchura de banda necesaria y a su clase.

1. La anchura de banda necesaria (B_n) para un tipo de emisión dada es definida en el Reglamento de Radiocomunicaciones como la anchura de la banda de frecuencias estrictamente necesaria para asegurar la

transmisión de la información a la velocidad y con la calidad requerida en condiciones especificadas.

A. La anchura de banda necesaria se determina conforme al apéndice 6, parte B del Reglamento de Radiocomunicaciones.

En este apéndice al RR se dan las fórmulas para el cálculo de este ancho de banda para todos los tipos de emisiones. Aquí transcribiremos sólo las emisiones más significativas.

- Telegrafía por onda continua

$$B_n = B K$$

B= Velocidad de modulación, en baudios

K= Factor numérico que varía según la emisión y depende de la distorsión admisible de la señal.
(K=3 para circuitos sin desvanecimiento y K=5 con desvanecimiento)

- Telefonía de Doble Banda Lateral

$$B_n = 2 M$$

M=3.000 Hz para calidad comercial

**- Radiodifusión sonora de Doble Banda Lateral
(Modulación en amplitud)**

$$B_n = 2 M$$

M puede variar entre 4.000 y 10.000 según la calidad deseada

- Radiodifusión sonora (Modulación en frecuencia)

$$B_n = 2M + 2DK$$

D (Excursión de frecuencia de cresta, la mitad de la diferencia entre los valores máximo y mínimo de la frecuencia instantánea). K=1 (valor típico);

- Emisión de impulsos no modulados

$$B_n = 2K/t$$

K depende de la relación entre la duración del impulso y el tiempo de subida del mismo. Su valor está comprendido entre 1 y 10.

B. El ancho de banda necesario se expresa mediante 3 cifras y una letra que ocupará la coma decimal y representa la unidad de anchura de banda:

Entre 0,001 y 999 Hz (letra H)

Entre 1,00 y 999 Khz (letra K)

Entre 1,00 y 999 Mhz (letra M)

Entre 1,00 y 999 Ghz (letra G)

Por ejemplo 0,002 Hz será H002, 2,4 Khz será 2K40.

2. Clase de emisión. Ésta se nombrará con 3 símbolos:

1º. El primer símbolo indica el tipo de modulación de la portadora principal:

- N:** Portadora no modulada
- A:** Doble banda lateral
- H:** Banda lateral única, portadora completa
- R:** B.L.U., portadora reducida o variable
- J:** B.L.U., portadora reducida
- B:** Bandas laterales independientes
- C:** Banda lateral residual
- F:** modulación en frecuencia
- G:** modulación en fase
- D:** Modulación en amplitud y angular
- P:** Impulsos no modulados
- K:** Impulsos modulados en amplitud
- L:** impulsos modulados en anchura/duración
- M:** Impulsos modulados en posición/fase
- Q:** Modulación angular durante el impulso
- V:** Combinación de técnicas precedentes
- W:** Casos no comprendidos aquí y resultante de combinaciones secuencialmente o simultáneamente.
- X:** Casos no previstos

2º. Segundo símbolo: naturaleza de la señal (o señales) que modula (n) la portadora principal:

- 0:** Ausencia de señal moduladora
- 1:** Un solo canal con información cuantificada o digital, sin utilizar una subportadora moduladora
- 2:** Un solo canal con información cuantificada o digital, utilizando una subportadora moduladora

- 3:** Un solo canal con información analógica
- 7:** 2 ó más canales con información cuantificada o digital
- 8:** 2 ó más canales con información analógica
- 9:** Sistema compuesto, con 1 ó más canales con información cuantificada o digital, junto con 1 ó más canales con información analógica
- X:** Casos no previstos

3º. El tercer símbolo representa el tipo de información que se va a transmitir.

- N:** Ausencia de información transmitida
- A:** Telegrafía (para recepción acústica)
- B:** Telegrafía (“ recepción automática)
- C:** Facsímil
- D:** Transmisión de datos, teledata, telex
- E:** Telefonía (incluida radiodifusión sonora)
- F:** Televisión (vídeo)
- W:** Combinación de los procedimientos anteriores
- X:** Casos no previstos

Por ejemplo en el caso del servicio de buscapersonas **6K00A3E** indicará:

- 6K00:** Ancho de Banda 6 Khz
- A:** Doble Banda Lateral
- 3:** 1 canal de información analógica
- E:** Telefonía

Así se compondría la clase de emisión de cada Servicio Fijo o Servicio Móvil Terrestre

1.2. Naturaleza de la radiocomunicación

a) Telefonía, Buscapersonas, Telemida, telemando, datos, radiodifusión, telealarmas.

b) Unidireccional o bidireccional

c) Código C.C.I.R.

2. Tipos de servicio y tipo y número de estaciones necesarias

2.1. Servicio Fijo

Número de estaciones fijas y estaciones repetidoras

2.2. Servicio Móvil Terrestre

Número de estaciones base, estaciones repetidoras, estaciones a bordo de vehículos y estaciones portátiles

2.3. Otros tipos de Servicios radioeléctricos

3. Cálculo de la P.R.A. y características de radiación

de cada estación que mejor adopte la zona de servicio a la cobertura requerida.

Se considerarán como límites de la zona de servicio los puntos en los que la intensidad de campo disminuya hasta el valor umbral previamente establecido, calculados sobre radiales espaciados 30° (A partir del Norte geográfico) en torno a la estación de cobertura.

Los cálculos técnicos correspondientes se basarán en los informes y recomendaciones del C.C.I.R. y no tendrán en cuenta protección frente a interferencias.

Para los enlaces Base-Repetidor y en general punto a punto se estará a lo dispuesto en el apdo. 6.5 de las condiciones generales que debe tener en cuenta el solicitante.

Para los cálculos se emplean las Recomendaciones 525-1, 341-2, 562-1 y 370-5 así como los Informes 358-5, 358-3, 715-3, 239-7 y 567-4, recogidos en la XVII Asamblea Plenaria del C.C.I.R. (Düsseldorf 1990).

El campo mínimo necesario es función del campo mínimo utilizable y las correcciones necesarias para vencer el ruido multitrayecto e industrial y el tiempo y las ubicaciones Δ, C :

$$E_{MN} = E_{MU} + \text{Correcciones y degradaciones}$$

Para receptores normales, según el C.C.I.R. I-358-5 apartado 1.4. una fuerza electromotriz de $0,7 \mu\text{V}$ permite una relación de SINAD de 12 dB a la salida que expresada en dBm resulta $S = -116 \text{ dBm}$.

En estas condiciones y según la figura 3 de la I-385-5:

$$E_{mu} = -41 + \text{degradación (dB)} + 20 \log f \text{ (dB } \mu\text{V/m)}$$

Por lo cual la expresión del campo mínimo necesario será:

$$E_{MN} = -41 + 20 \log f + d + \Delta, C + \text{otros}$$

d es la degradación para nota 4 (efecto de la interferencia perceptible pero conversación comprensible) o nota 3 (efecto de la interferencia molesto pero conversación comprensible) que se obtiene de la citada figura 3 o figura 4 respectivamente del I-358-3

Otros puede ser atenuación debida a vegetación y otra contempladas en el I-239-7 así como pérdidas en los edificios contempladas en el I-567-4.

Δ, C se define como:

$$\Delta, C = \text{SQR} ((K(pe) * \sigma_L)^2 + (K(pt) * \sigma_i)^2)$$

El CCIR para VHF recomienda $\sigma_i = 3$ dB y $\sigma_L = 8$ dB (I-567-4), y los valores típicos de K son 0, 1'28 y 2'32 para el 50%, 90% y el 99% del tiempo y los emplazamientos respectivamente. (Habitualmente la D.G.Tel. recomienda que los cálculos se efectúen para el 50% de las ubicaciones y el 90% del tiempo.

Así obtendremos el valor de Δ, C

En estas condiciones ya se puede conocer el E_{MN} que es:

$E_{MN} =$ con la curva C de la figura 3

Ahora se establecerá el cuadro con los radiales en función de la distancia deseada a cubrir y la altura efectiva del transmisor definida como:

$$h_{ef} = C + h - h_m$$

h_{ef} : Altura efectiva de la antena transmisora

C : Cota del emplazamiento de la antena del Tx

h : Altura del centro de radiación sobre el suelo

h_m : nivel medio del terreno entre dos distancias d_1 y d_2 en función de:

$$1 \leq d \leq 8 \text{ Km}$$

$$d_1 = d/4 \quad d_2 = d$$

$$8 \leq d \leq 15 \text{ Km}$$

$$d_1 = 3 \text{ Km} \quad d_2 = d$$

$$15 \leq d$$

$$d_1 = 3 \text{ Km}, \quad d_2 = 15 \text{ Km}$$

d es la distancia a cubrir

$$\text{Si } C \leq h_m \Rightarrow h_{ef} = h \text{ según el I-567-4}$$

(la D.G.Tel. recomienda que se calcule la cota cada kilómetro en el intervalo definido a partir de los planos topográficos).

Con los datos obtenidos se construye la siguiente tabla:

	d (Km)	h _m (m)	h _{ef} (m)	E (dB)	E _{MN} (dB)	Δ,C	P.R.A. (dBw)
0°							
30°							
60°							
90°							
120°							
150°							
180°							
210°							
240°							
270°							
300°							
330°							

Para obtener la P.R.A. del cuadro anterior se utiliza la figura 1 del Informe 567-4 (Para altura receptora h₂ = 3m.) que en función de la distancia a cubrir y la altura efectiva nos el valor de E (dB) para 1 Kw de P.R.A. por tanto:

$$P.R.A. (dBw) = E_{MN} (dB) - E (dB) + 30$$

De los valores de P.R.A. obtenidos se elige el mayor para dar el servicio requerido y se procede en ese momento a dar la zona de cobertura condicionada por la P.R.A. solicitada, invirtiendo el proceso realizado anteriormente.

Para ello calcularemos los valore de la siguiente tabla:

	P.R.A. (dBw)	E (dB)	d _{COBERTURA} (km)
0°			
30°			
60°			
90°			
120°			
150°			
180°			
210°			
240°			
270°			
300°			
330°			

Para el cálculo de potencia de salida de los equipos se utiliza la siguiente expresión:

$$P_{\text{salida equipo Tx}} = P.R.A. \text{ (dBw)} + L_{\text{cables Tx-Antena Tx}} \text{ (dB)} + L_{\text{adicionales}} \text{ (dB)} - G_{\text{antena Tx}} \text{ (dB)}$$

4. Características de las estaciones móviles

4.1. En vehículos

a) Línea de transmisión: longitud, atenuación y pérdidas totales

b) Antenas: tipo y ganancia sobre el dipolo $\lambda/2$

- c) **Potencia radiada aparente y potencia de salida de equipo de transmisión**

4.2. Portátiles

- a) **Antenas: tipo y ganancia sobre el dipolo $\lambda/2$**

- b) **Potencia radiada aparente y potencia de salida de equipo de transmisión**

5. Características de las estaciones cuyo emplazamiento es fijo (Estaciones Fijas, Estaciones Base y Estaciones Repetidoras)

5.1. Datos de la Ubicación

- a) **Coordenadas geográficas, Domicilio, lugar geográfico y cota del terreno sobre el nivel del mar.**

- b) **Altura de la antena sobre terreno y altura efectiva máxima**

5.2. Datos de la Instalación

- a) **Línea de transmisión: longitud, tipo, atenuación y pérdidas totales**

- b) **Antena: tipo, acimut y ganancia sobre el dipolo $\lambda/2$ y apertura del Haz (puntos a -3 dB)**

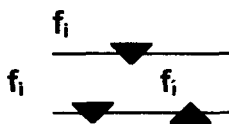
- c) **Potencia: radiada aparente y de salida del equipo transmisor**

- d) **Distancia de la estación base a la repetidora**

6. Esquema de utilización de la red

Se utilizarán los siguientes símbolos:

- Estaciones Fijas o de Base
- ▲ Estaciones Repetidoras
- Estaciones Móviles a bordo de vehículos
- Estaciones móviles de uso portátil



Enlace unidireccional entre estaciones

Enlace bidireccional entre estaciones. f_i y f_r son las frecuencias de emisión de cada estación. y es el subíndice para designar cada frecuencia

7. Evaluación del número de unidades de reserva radioeléctrica (U.R.R.) necesarias según el Anexo I del reglamento de Desarrollo de la Ley 31/87 de Ordenación de las Telecomunicaciones

Este cálculo dependerá del tipo de servicio de que se trate el proyecto en cuestión. En este trabajo reflejaremos el cálculo de los servicios más habituales.

A. Servicio Fijo

A.1. Frecuencias menores de 30 Mhz

$$N (\text{URR}) = M (\text{URR/Khz}) * B (\text{Khz})$$

M viene reflejado en la tabla B es el ancho de banda necesario de la emisión

A.2. Frecuencias entre 30 Mhz y 470 Mhz

I. Servicio fijo punto a punto de 1 o varios vanos.

$$n_i (\text{URR}) = d^2 (\text{Km}) * a/2 (\text{radianes}) * B(\text{Khz})$$

n_i es el número de U.R.R. de cada vano

d es la distancia entre las antenas transmisora y receptora

a es el ángulo de abertura del lóbulo principal de radiación de la antena emisora sobre el plano horizontal

B es el ancho de banda necesario de la emisión

El número total de U.R.R. será la suma de los n_i de todos los vanos del servicio:

$$N (\text{URR}) = \sum n_i (\text{URR})$$

- II. Servicio fijo punto a multipunto (telefonía rural, telealarmas, etc.)

$$N (\text{URR}) = M (\text{URR/Khz}) * B (\text{Khz}) * nf$$

nf es el número de frecuencias utilizadas por el sistema.

A.3. Frecuencias mayores que 830 Mhz

- I. Servicio fijo punto a punto de 1 o varios vanos.

$$n_i (\text{URR}) = d^2 (\text{Km}) * a/2 (\text{radianes}) * B(\text{Khz})$$

Igual que en A.2 n_i será el número de unidades de reserva radioeléctricas de cada vano. En caso de que el ángulo a no esté registrado como parámetro en la concesión se aplicará el valor del cuadro de la figura 5 del R.D. 844/1989 en función de la ganancia de la antena de la estación emisora en dBi.

El número total de U.R.R. será la suma de los n_i de todos los vanos del servicio:

$$N (\text{URR}) = \sum n_i (\text{URR})$$

II. Servicio fijo punto a multipunto (telefonía rural, telealarmas, etc.)

$$N \text{ (URR)} = M \text{ (URR/Khz)} * B \text{ (Khz)} * nf$$

nf es el número de frecuencias utilizadas por el sistema.

B. Servicio Móvil Terrestre, de Operaciones Portuarias y de Movimiento de Barcos

Para los sistemas de telemando, telealarmas, micrófonos inalámbricos y otros similares, con potencias menores a 10 mw. y que utilicen frecuencias de uso común, la magnitud de Dominio Público Radioeléctrico ocupado es tal que no resulta relevante por lo que el número de URR asignado a dichos equipos es nulo.

B.1. Frecuencias inferiores a 26 Mhz

$$N \text{ (URR)} = 504.000 \text{ (Km}^2\text{)} * B \text{ (Khz)}$$

504.000 Km² es el territorio nacional. En caso de que el servicio no lo cubra todo se reduciría en la parte proporcional.

B es la anchura de banda necesaria del servicio

B.2. Frecuencias entre 26 Mhz y 470 Mhz

I. Servicios de telemando, teledemida, teleseñalización, o micrófono inalámbrico y servicio móvil terrestre para uso en un recinto.

$$N (\text{URR}) = 3,14 * d^2 (\text{Km}) B (\text{Khz})$$

$3,14 * d^2$ es la superficie del círculo que tiene como radio el del servicio autorizado (d)

B es la anchura de banda necesaria

II. Servicios no contemplados en I (fonía, datos, buscapersonas no restringidos a recinto, etc.)

La estación principal será la definitoria de la zona de cobertura del servicio. La altura de la antena emisora se define como la diferencia de alturas entre la antena de la estación principal la antena de más baja altura del sistema.

$$N (\text{URR}) = M (\text{URR/Khz}) * B (\text{Khz}) * nf$$

M se obtiene de la figura 7 del R.D. 844/1989

B es la anchura de banda necesaria

nf es el número de frecuencias del sistema

a) Caso de compartición de frecuencias

El número total de U.R.R. para cada servicio y cada usuario

$$N_{\text{compartida}} (\text{URR}) = N_{\text{sin compartir}} (\text{URR}) * (\text{neq}/70)$$

$N_{\text{sin compartir}}$ el número total de U.R.R. total sin compartición

$(\text{neq}/70)$ es el coeficiente de utilización. neq es el número de equipos de usuario que pueden generar tráfico. **70** es el número máximo de equipos generadores de tráfico que se planifican en una frecuencia compartida es

B.3. Frecuencias mayores que 830 Mhz

I. Servicios de telemando, telemedida, teleseñalización, o micrófono inalámbrico y servicio móvil terrestre para uso en un recinto.

$$N (\text{URR}) = 3,14 * d^2 (\text{Km}) B (\text{Khz})$$

$3,14 * d^2$ es la superficie del círculo que tiene como radio el del servicio autorizado (d)

B es la anchura de banda necesaria

II. Servicios no contemplados en I (fonía, datos, buscapersonas no restringidos a recinto, etc.)

La estación principal será la definitiva de la zona de cobertura del servicio.

$$N (\text{URR}) = M (\text{URR/Khz}) * B (\text{Khz}) * nf$$

M se obtiene de la figura 8 del R.D. 844/1989

B es la anchura de banda necesaria

nf es el número de frecuencias del sistema

C. Servicio de Radiodifusión

C.1. Radiodifusión Sonora

I. Ondas Kilométricas (Frecuencias entre 30 y 300 Khz)

$$N (\text{URR}) = M (\text{URR/Khz}) * CF * B (\text{Khz})$$

M se obtiene en la figura 12 del R.D. 844/1989

B es el ancho de banda necesario

CF es el factor de corrección de frecuencia de la subbanda debido a las diferencias de propagación de las diversas frecuencias dentro de la subbanda. Su valor es:

$$CF = 1 / (2 - (279 - F) / 126)^2$$

F es la frecuencia central de la emisión expresada en kilohertzios

II. Ondas Hectométricas (Frecuencia entre 300 y 3000 Khz. Subbanda de utilización 526,5-1606,5)

$$N (\text{URR}) = M (\text{URR/Khz}) * CF * B (\text{Khz})$$

M se obtiene en la figura 13 del R.D. 844/1989

B es el ancho de banda necesario

CF es el factor de corrección de frecuencia de la subbanda debido a las diferencias de propagación de las diversas frecuencias dentro de la subbanda. Su valor es:

$$CF = 1 / (2,5 - 1,5 * 1602 - F / 1071)^2$$

F es la frecuencia central de la emisión expresada en kilohertzios

III. Ondas Decamétricas (Frecuencias entre 3 y 30 Mhz)

$$N (\text{URR}) = M (\text{URR/Khz}) * B (\text{Khz})$$

M se obtiene en la figura 14 del R.D. 844/1989

B es el ancho de banda necesario

**IV. Ondas Métricas (Frecuencias entre 30 y 300 Mhz.
Subbanda de utilización 87,5-108 Mhz)**

$$N \text{ (URR)} = M \text{ (URR/Khz)} * B \text{ (Khz)} * E_{ai}/360$$

M se obtiene en la figura 15 del R.D. 844/1989

B es el ancho de banda necesario

E_{ai}/360 es el factor correspondiente a la directividad donde **E_a** es el ángulo de abertura de cada lóbulo útil de radiación del sistema radiante sobre el plano horizontal, expresado en grados sexagesimales.

C.2. Televisión

**I. Ondas métricas (Bandas de utilización 47-68 Mhz;
174-223 Mhz)**

$$N \text{ (URR)} = M \text{ (URR/Khz)} * B \text{ (Khz)} * E_{ai}/360$$

M se obtiene en la figura 16 del R.D. 844/1989

B es el ancho de banda necesario de emisión para la señal de imagen más la de sonido

E_{ai}/360 es el factor correspondiente a la directividad donde **E_a** es el ángulo de abertura de cada lóbulo útil de radiación del sistema radiante sobre el plano horizontal, expresado en grados sexagesimales.

II. Ondas Decimétricas (Banda de utilización 470-830 Mhz)

$$N (URR) = M (URR/Khz) * B (Khz) * Eai/360$$

M se obtiene en la figura 17 del R.D. 844/1989

B es el ancho de banda necesario de emisión para la señal de imagen más la de sonido

Eai/360 es el factor correspondiente a la directividad donde Ea es el ángulo de abertura de cada lóbulo útil de radiación del sistema radiante sobre el plano horizontal, expresado en grados sexagesimales.

8. Presupuesto estimado

8.1. Estación Base o Fija: Equipos emisores y receptores, fuente de alimentación, antena, mástil y equipo asociado

8.2. Estación Repetidora: Equipo reemisor, antena, mástil y equipo asociado

8.3. Estaciones Móviles: Equipos emisor/receptor y antenas

8.4. Estaciones Portátiles: Equipos emisor/receptor

8.5. Instalación y ajuste de los equipos incluyendo material y mano de obra

9. Representación topográfica de los emplazamientos fijos.

En los mapas siguientes se señalará los emplazamientos de las estaciones fijas, de base, o repetidoras de que conste la red

9.1. Planos urbanos de escala mínima 1:20.000

9.2. Planos topográficos de escala 1:20.000 y 1:50.000

10. Cobertura requerida en el caso de una área del servicio móvil

Sobre los mismos planos topográficos del apartado 9 se señalarán los límites de la zona que se quiere cubrir, así como la zona de servicio, calculada por integración de los límites calculados sobre los radiales especificados en el apartado 3.

Sobre cada radial se indicará la altura efectiva del transmisor en esa dirección

11. Horario y tráfico previstos de la Red.

Indicar si la utilización es permanente o el horario de utilización así como el período de máxima utilización y la duración típica de una llamada.

C.2. ANEXO PARA LAS REDES DEL SERVICIO FIJO

Las redes del Servicio Fijo independiente de que se trate de redes del tipo I o redes del tipo II no utilizarán los apartados 10 y 11 del cuestionario de solicitud descritos en el apartado C.1. y cumplirán además con el **Anexo II (Propuesta Técnica)** de la solicitud de concesión del Dominio Público Radioeléctrico.

Este anexo especifica que las Propuestas Técnicas de redes del Servicio Fijo han de incluir además lo siguiente:

1. Datos del uso a que se destina la red de radiocomunicación

Descripción detallada de las necesidades a satisfacer y justificación de las mismas, capacidad del sistema, tipo de información a transmitir (telefonía, datos, telex, telealarma, telemedida,...) y si se trata de una red aislada o con acceso a otras redes tanto privadas como públicas (señalando el procedimiento de acceso)

2. Datos de la red propuesta

2.1. Plano que contenga el **diagrama de bloques** de la red, indicando:

- Capacidad de cada enlace

- Puntos de interconexión, si existen otras redes

- **Nodos de comunicación, concentración, distribución, almacenamiento, etc.**

- **Equipos de multiplexación**

2.2. Plano de ruta de la red solicitada con indicación de:

- **Puntos de origen y destino a enlazar**

- **Longitud de cada vano**

- **Azimut de cada transmisor**

2.3. Configuración por vanos indicando si es en:

- **Isofrecuencia**

- **Heterofrecuencia**

- **Diversidad de espacio**

Así como la Denominación de las emisiones según el Artículo 4 del Reglamento de Radiocomunicaciones.

2.4. Sistema radiante a utilizar en cada estación, con indicación de:

- **Tipo de antena y diámetro de la misma si es parabólica**

- **Ganancia con respecto a un radiador isotrópico(dBi)**

- Abertura del Haz

- Diagrama de radiación

2.5. Detalle minucioso de los puntos de origen y destino de la información a cursar por la red (incluir mapa geográfico de escala mínima 1:1.000.000 donde se resalten los siguientes puntos):

Punto A

- Denominación

- Coordenadas geográficas

- **Características de las señales a transmitir, detallando para cada servicio (voz, datos, telealarma,...):**

- Número de canales

- Tipo de canales (analógicos o digitales)

- Ancho de banda o velocidad de transmisión de los canales

- Otras características de interés

- Punto de destino de cada canal

- **Características de las señales a recibir**, detallando para cada servicio (voz, datos, telealarma,...)

- **Número de canales**

- **Tipo de canales (analógicos o digitales)**

- **Ancho de banda o velocidad de transmisión de los canales**

- **Otras características de interés**

- **Punto de origen de cada canal**

Para el resto de puntos a enlazar hay que consignar los mismos puntos anteriores

2.6. Calidades requeridas para los enlaces y canales (según normas CCIR y CCITT) o especíquese otras calidades.

Finalmente ha de firmar el Ingeniero o Ingeniero Técnico autor de la Propuesta Técnica y aparecer el sello del visado del Colegio Oficial correspondiente

C3. ANEXO PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE REDES DEL TIPO II

Estas normas de elaboración de proyectos están contenidas en el Documento Informativo DI-2 de la Dirección General de Telecomunicaciones, *“Normas para la elaboración de proyectos de redes de radiocomunicaciones del servicio móvil terrestre y servicio fijo relativas a servicios de valor añadido a que se refiere el artículo 23 de la Ley 31/1987”*

C.3.1. ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Todo proyecto estará compuesto por la Memoria, Pliego de Condiciones, Planos y Presupuesto (ver tabla 4.11)

a) MEMORIA

Contendrá una descripción de la red de radiocomunicaciones y su funcionamiento, sus objetivos y una justificación de su necesidad.

Se realizará el cálculo de la potencia de equipo necesaria y del nivel de señal en la zona de servicio contando con: (Ver apartado C.1.3)

- **Informes del C.C.I.R.** (XVI Asamblea Plenaria, Dubrovnik 1986) que sean de aplicación.
- **Datos técnicos aplicables** (ganancias, emplazamientos, etc,)
- **Potencia radiada aparente, P.R.A., máxima**

permitida y banda de frecuencia de operación

En cualquier caso se considera imprescindible la inclusión de la siguiente información.

- **Diagrama de bloques y esquemas de funcionamiento del sistema especificando utilización, funcionamiento y frecuencia de trabajo de cada estación.**
- **Número y ubicación de las estaciones fijas con expresión de sus coordenadas con respecto al meridiano de Greenwich e indicación de la calle y número o descripción del sitio.**
- **Tipo, longitud y atenuación del cable utilizado desde la antena a los equipos**
- **Tipo de antena y ganancia expresada respecto al radiador isotrópico o al dipolo $\lambda/2$. Si se trata de una antena directiva se expresará el azimut de máxima radiación**
- **Si se trata de una modificación de una red ya instalada se especificará ésta y los componentes afectados por su modificación.**
- **Descripción de sistema de red de tierra de la instalación y dispositivos de protección contra incendios y descargas eléctricas**

- Descripción de los equipos utilizados en el caso de **compartición de frecuencias**

b) PLIEGO DE CONDICIONES

Contendrá las especificaciones técnicas de todos y cada uno de los equipos y componentes utilizados en la instalación debiendo figurar la potencia máxima que pueden proporcionar los equipos transmisores utilizados.

En el caso de que los equipos dispusieran del Certificado de Aceptación Radioeléctrica expedido por la Dirección General de Telecomunicaciones bastará con mencionar su número de Certificado.

c) PLANOS

Se confeccionará el número de planos suficientes para la comprensión de toda la red, incluidos planos de instalación y exterior. Deberán figurar como mínimo los siguientes:

- **Mapas originales escala 1:50.000** señalizadas todas las **estaciones con emplazamiento fijo** y los límites del área de servicio deseada.
- En su caso **mapa urbano escala 1:10.000** señalando las ubicaciones de las **estaciones fijas** e indicando los **edificios próximos más altos** cuya

consideración sea conveniente para el cálculo de enlaces

- Diagrama de radiación de las antenas

- Perfiles más significativos en cuanto a condiciones extremas del enlace, levantados sobre retículas de radio $4/3$ para distancias superiores a 20 Kms

- Croquis de planta del local de ubicación de la estación, con indicación de la situación del equipo

- Croquis de la estructura del mástil soporte y de la cubierta del edificio donde se instale indicando dimensiones, situación de la base del mástil y de otros sistemas de antenas así como riostras y anclajes

d) PRESUPUESTO

Contendrá la valoración total de la instalación y la individual de cada equipo utilizado y de la mano de obra requerida.

ESTRUCTURA	CONTENIDOS
MEMORIA	Diagrama de bloques, esquemas de funcionamiento y frecuencia de trabajo
	Número y ubicación de las estaciones
	Referencias del cable de antena-equipos
	Referencias de antenas
	Descripción de la red de tierra y protección contra incendios y descargas eléctricas
	Cálculo de potencia de equipo necesaria y nivel de señal en área de servicio deseada a través de Recomendaciones del C.C.I.R. aplicables
PLIEGO DE CONDICIONES	Especificaciones técnicas de los equipos y componentes
	o su C.A.R y potencia máxima de los equipos transmisores.
PLANOS	Mapa escala 1 : 50.000 donde aparezcan estaciones fijas así como el área de servicio
	Mapa urbano escala 1 : 10.000 indicando estaciones fijas y altura de los edificios próximos
	Diagramas de radiación de las antenas
	Croquis de planta del local y situación de los equipos en ella
	Croquis del mástil soporte y cubierta del edificio, situación de la base del mástil y de otras antenas existentes.
PRESUPUESTO	Valoración total de la instalación
	Valoración de cada tipo de equipo o componente

Tabla 4.11. Contenidos de los proyectos técnicos de redes del tipo II

C.3.2. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

- El Proyecto se presentará por duplicado ejemplar

- La Memoria, Pliego de Condiciones y Presupuesto se realizarán en hojas de formato **DIN-A4** a doble espacio por una cara y dejando un margen izquierdo mínimo de 3 cm. Todas las hojas serán perfectamente legibles y numeradas correlativamente

- Las copias de los planos serán de papel opaco, serán recuadrados con margen izquierdo para su encuadernación rotulados en tamaño adecuado; llevarán cajetín en el figurará el número del plano, autor y firma, título y escalas como mínimo

- La encuadernación será en tapas duras figurando en su tapa título del proyecto; nombre y número de colegiado del autor, mes y año

- Previamente a la Memoria se incluirá un **índice detallado** de todo el proyecto con indicación de los apartados y epígrafes del mismo y el número de página correspondiente

- Cada una de las partes componentes del proyecto se indicará mediante una solapilla que destaque del conjunto.

4.3.1.4. EMISORAS DE RADIODIFUSIÓN SONORA EN ONDAS MÉTRICAS CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA DE GESTIÓN INDIRECTA (No gestionada directamente por la Administración del Estado)

Para la elaboración de estos Proyectos Técnicos la Dirección General de Telecomunicaciones ha editado un Documento Informativo que contiene las normas de elaboración de estos proyectos.

Este Proyecto Técnico ha de ser firmado por facultativo competente (Ingeniero o Ingeniero Técnico de Telecomunicación) y visado por el Colegio Oficial correspondiente

A. NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS TÉCNICOS DE EMISORAS DE RADIODIFUSIÓN SONORA EN ONDAS MÉTRICAS CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA DE GESTIÓN INDIRECTA

Estas normas establecen determinadas directrices que faciliten tanto al Ingeniero como a la Administración sus respectivos cometidos. En todos los proyectos presentados ante la Dirección General de Telecomunicaciones, deberán figurar al menos los datos y cálculos indicados a continuación:

1. DATOS REFERENTES A LA UBICACIÓN DEL CENTRO EMISOR

1.1. Características del emplazamiento

El emplazamiento del centro emisor deberá situarse en el término municipal de la localidad correspondiente, pero fuera del casco urbano, con objeto de evitar sobre los servicios de telecomunicaciones legalmente establecidos.

Los emplazamientos de las emisoras correspondientes a aquellas localidades del Plan Técnico en las cuales figura la letra D en la columna DF (características de radiación) deberán elegirse de tal forma que el acimut de máxima radiación (que deberá coincidir con la dirección de la localidad) esté incluido dentro del sector que se indica en la columna SECTOR del Plan Técnico para dichas emisoras.

El Proyecto deberá incluir un estudio que demuestre la compatibilidad radioeléctrica con otras estaciones de radiocomunicaciones que se encuentren en las proximidades del emplazamiento.

Este estudio deberá tener en cuenta los productos de intermodulación de hasta el 5º orden que puedan producirse, así como la desensibilización de los receptores por saturación

En todo caso se consultará previamente con la Jefatura Provincial de Telecomunicaciones para detallar lo máximo posible el cálculo.

La interferencia de emisiones no esenciales se produce cuando el receptor responde a componentes de la señal de F.M. introducidas en las bandas de frecuencia aeronáuticas, y por tanto dentro de la respuesta de Frecuencia Intermedia del receptor.

Ésta puede producirse cuando:

$$\text{P.I.R.E.} - \text{Ld} - \text{Sr} > \text{Rs}$$

Donde:

P.I.R.E.: Potencia Isótropa Radiada Equivalente de la Estación de F.M. en dBm

Ld: Pérdida de transmisión en el espacio libre (dB)

$$\text{Ld (dB)} = 32,45 + 20 \log d(\text{Km}) + 20 \log \text{Fr (Mhz)}$$

Fr (Mhz): Producto de intermodulación de frecuencia interferente

Sr: Límite de la atenuación de las emisiones no esenciales, en dB, por debajo de la portadora.

Sr = 60 dB, según normas en España.

Rs: Nivel mínimo en el receptor aeronáutico en dBm. Valor típico -97 dBm

La desensibilización de los receptores aeronáuticos se puede llegar a producir con niveles de entrada del receptor comprendidos entre 0 y -10 dBm. Esto se produce cuando la sección de radiofrecuencia del receptor pasa a funcionar de forma no lineal debido a señales de F.M. de gran potencia.

La distancia de contorno de protección -10 dBm (el nivel de señal mínimo que desensibiliza los receptores aeronáuticos) se calcula de la siguiente manera:

$$Dc = \frac{\text{antilog}(P.I.R.E. - P - 32,4 - Lr)/20}{f}$$

Donde:

Dc: distancia de contorno de protección

f: frecuencia central del transmisor de la Emisora

P: Nivel de potencia en el límite del contorno (-10dBm)

Lr: Rechazo fuera de banda de la antena receptora ≥ 3 dB

En el caso de que del estudio se deduzca la posibilidad de que otras estaciones de radiocomunicaciones puedan resultar afectadas por interferencias, el ingeniero autor del proyecto determinará e indicará las soluciones que se adoptarán para la eliminación de tales interferencias

1.2. Datos geográficos

Se consignarán las coordenadas geográficas en grados, minutos y segundos sexagesimales de arco del emplazamiento elegido para el centro emisor. Dichas coordenadas se referirán al meridiano de Greenwich y al Ecuador.

Se especificará la cota geográfica de la base de la antena respecto del nivel del mar

Se reflejará el emplazamiento elegido sobre un plano topográfico de escala 1:50.000 y se adjuntará un plano de detalle.

Se consignará el nombre del lugar o paraje correspondiente al emplazamiento del centro emisor.

2. DATOS REFERENTES AL SISTEMA RADIANTE DEL CENTRO EMISOR

2.1. Altura de la antena sobre el suelo

Ésta se define como la altura del centro eléctrico de la antena sobre el nivel del terreno en su base (altura de la antena con respecto de la base más la cota de dicha base)

2.2. Altura efectiva de la antena

Se define como la altura del centro eléctrico de la antena sobre el nivel medio del terreno entre las distancias de 3 y 15 Km a partir de la base de la antena, y en la dirección de que se trate.

Este parámetro deberá calcularse para un mínimo de 12 radiales, separados 30° entre sí comenzando con el radial de acimut 0° y continuando en el sentido de las agujas del reloj.

En el caso de diagrama de radiación directivo además se calculará en el radial que coincida con la dirección de máxima radiación y en otra que pueda resultar de interés.

2.3. Altura efectiva máxima de la antena

Se define como el valor de máximo del parámetro de la altura efectiva y deberá indicarse su valor así como el azimut correspondiente.

2.3.1. Ejemplo de aplicación

Suponiendo que la cota del terreno sea 885 m., la altura desde el terreno a la base de la torreta 9 m y la distancia de la base de la torreta al centro de radiación 15 m. tendríamos:

La altura total de la antena será $H_{antena} = 909$ m.

La altura efectiva de la antena en cada radial será:

$$H_{ef} = H_{antena} - H_m$$

En el caso de haber obtenido las alturas efectivas de los diferentes radiales de la tabla 1.20. la altura efectiva máxima sería:

$$H_{ef} (\text{máx}) = H_{antena} - H_m (\text{mín}) = 909 \text{ m.} - 708 \text{ m.}$$

$$H_{ef} (\text{máx}) = 201 \text{ m.}$$

$$H_{ef} (\text{máx}) = 201 \text{ m para el radial } 180^\circ.$$

RADIAL	Hantena	Hm	Hef.
Radial a 0°	909 m.	945 m.	-36 m.
Radial a 30°	909 m.	1.036 m.	-127 m.
Radial a 60°	909 m.	962 m.	-53 m.
Radial a 90°	909 m.	772 m.	137 m.
Radial a 120°	909 m.	738 m.	171 m.
Radial a 150°	909 m.	712 m.	197 m.
Radial a 180°	909 m.	708 m.	201 m.
Radial a 210°	909 m.	801 m.	108 m.
Radial a 240°	909 m.	875 m.	34 m.
Radial a 270°	909 m.	926 m.	-17 m.
Radial a 300°	909 m.	1.019 m.	-110 m.
Radial a 330°	909 m.	932 m.	-23 m.

Tabla 2.20. Ejemplo de cálculo de la altura efectiva máxima de una antena

2.4. Características de radiación de la antena

En el caso que en el Plan Técnico figure la letra D en la columna DR (características de radiación) para la emisora en cuestión deberá instalarse un sistema radiante con un diagrama cuyo lóbulo principal tenga como máximo una abertura igual a la que figura en la columna SECTOR. Se significa que los valores extremos que define el Sector son puntos de p.r.a. mitad (-3 dB)

El Proyecto deberá incluir al menos los siguientes datos:

- Descripción detallada del sistema radiante

- Representación polar del diagrama de radiación de la antena en el plano horizontal, indicando los valores de ganancia con relación al dipolo $\lambda/2$ y los acimutes en los diferentes radiales trazados.
- Diagrama de radiación en el plano vertical.

2.5. Polarización de la emisión

La polarización podrá ser horizontal, vertical o mixta pero la suma de las potencias radiadas en cada plano de polarización no puede ser superior al valor indicado en la columna PRA (w) del Plan Técnico.

El tipo de polarización elegido deberá figurar en el Proyecto.

2.6. Cálculos estructurales y protecciones de seguridad

Deberán realizarse las hipótesis, cálculos y justificaciones necesarias que justifique la seguridad estructural del sistema radiante.

Los mástiles deberán dotarse de la señalización diurna y balizaje nocturno que fije la Administración aeronáutica. La Dirección General de Telecomunicaciones comunicará dicha Administración las características del emplazamiento elegido.

Deberán detallarse las protecciones que se adopten para eviten daños producidos por descargas eléctricas, tales como pararrayos, toma de tierra del mástil, de los equipos e instalaciones eléctricas, cercado del recinto, etc.

Asimismo se detallarán los sistemas de prevención, detección y extinción de incendios.

La situación y altura del mástil serán de tal forma que la distancia del mismo a la línea de transporte de energía eléctrica más próxima sea mayor que 1,5 veces la altura total del mástil.

Concluida la instalación el concesionario remitirá a la DGTel un certificado de seguridad eléctrica y mecánica del mástil firmado por facultativo competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente

3. CÁLCULO DE LA POTENCIA RADIADA APARENTE (p.r.a.)

3.1. Límites de la p.r.a. y de la altura efectiva de antena

La potencia radiada aparente reflejada en la columna PRA (w) del Plan Técnico es la suma de las potencias radiadas en cada plano de polarización.

Este valor de p.r.a. constituye el valor máximo a utilizar correspondiente a la altura efectiva máxima de la antena que figura en la columna HEFM del citado Plan Técnico.

Si la altura efectiva máxima de la antena en el emplazamiento propuesto tiene un valor superior al que figura en la columna HEFM se efectuará una corrección de la p.r.a. máxima a utilizar sobre la que figura en el Plan Técnico, reduciéndose de la siguiente forma:

$$\frac{(p.r.a. \text{ máx})_i}{(p.r.a. \text{ máx})_{PT}} = \left[\frac{(h_{ef} \text{ máx})_{PT}}{(h_{ef} \text{ máx})_i} \right]^2$$

Donde:

$(p.r.a. \text{ máx})_i$: es la potencia radiada aparente máxima de la instalación

$(p.r.a. \text{ máx})_{PT}$: es la potencia máxima aparente que figura en el Plan Técnico

$(h_{ef} \text{ máx})_{PT}$: es la altura efectiva máxima de la antena fijada en el Plan Técnico

$(h_{ef} \text{ máx})_i$: es la altura efectiva máxima de la antena en el emplazamiento elegido

En el caso de altura efectiva mayor que la especificada en el Plan Técnico y sin perjuicio de la reducción de la p.r.a. según el párrafo anterior la DGTel podrá aceptar el emplazamiento propuesto, dictaminar una nueva p.r.a. o fijar un diagrama de radiación directivo o denegar el emplazamiento propuesto.

Para valores inferiores a la p.r.a. indicada en el Plan Técnico no se podrá efectuar el aumento de la p.r.a. máxima respecto de la prevista en el plan.

3.2. Cálculo de la potencia de salida del equipo emisor

Este cálculo se efectuará tomando como base la p.r.a. del Plan Técnico para la emisora en cuestión o la calculada en el apartado anterior, y teniendo en cuenta el tipo de polarización elegido así como para las antenas, líneas de transmisión, y demás elementos los datos y características que figuren en sus respectivos C.A.R. o en su defecto en las características del fabricante.

La potencia de salida del transmisor se calcula a partir de la P.R.A. definida por la DGTel de la siguiente forma:

$$P_s \text{ (dBw)} = P.R.A. \text{ (dBw)} - G_a \text{ (dB)} + L_a \text{ (dB)} + L_1 \text{ (dB)} + L_c \text{ (dB)}$$

Donde:

P.R.A. es la definida por la DGTel para la emisora.

G_a: Ganancia del sistema radiante

L_a: Pérdida de la línea de transmisión equipo-antena

L₁: Pérdidas en latiguillos flexibles

L_c: Pérdidas en conectores

No se aceptará que el equipo emisor, configuración del sistema radiante y demás elementos de la instalación que permitan conseguir por ajustes en las mismas una p.r.a. superior en un 50% a la calculada en el apartado 3.1.

3.3. Diagrama polar de la p.r.a.

En el caso de utilizar sistemas radiantes directivos se adjuntará un diagrama polar en el plano horizontal de la p.r.a. indicando sus valores en las direcciones de los radiales trazados y direcciones de máxima radiación.

4. OTROS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

Por tratarse de un servicio público esencial se deberá dotar a los centros emisores de sistemas que garanticen la continuidad de la emisión en caso de fallos en el suministro de energía eléctrica y en el caso de fallos del equipo transmisor, etc.

Deberá incluirse en el Proyecto las soluciones adoptadas para los caos anteriores.

5. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Se consignarán las referencias a los Certificados de Aceptación Radioeléctrica de los equipos y demás elementos de la instalación o en su defecto las características técnicas de los mismos.

El resumen de todo lo relacionado con Proyectos Técnicos de Emisoras de Radiodifusión Sonora en Ondas Métricas con Modulación en Frecuencia de Gestión Indirecta se muestra en la tabla 4.13.

DATOS DE LA UBICACIÓN DEL EMISOR	Características del emplazamiento	Interferencias y desensibilización de Rx's
	Datos geográficos	Referidos al Meridiano de Greenwich y Ecuador
DATOS DEL SISTEMA RADIANTE	Altura de la antena sobre el suelo	Cota del terreno, alturas mástil y antena
	Altura efectiva de la antena	En 12 radiales separados 30° desde 0°
	Altura efectiva máxima de la antena	Valor y dirección
	Características de radiación de la antena	Representación polar del diagrama de radiación
	Polarización de la emisión	Horizontal, vertical o mixta
	Cálculos estructurales y de seguridad	Tomas de tierra, anclajes , etc.
CÁLCULO DE LA P.R.A.	Límites de P.R.A. y altura efectiva de la antena	Cuando sean superiores al valor definido por la DGTel
	Cálculo de la potencia de salida del transmisor	$P_s = P_s (P.R.A.)$
	Diagrama polar de la P.R.A.	En el plano horizontal
OTROS ELEMENTOS	Continuidad de la emisión	Cortes de suministro eléctrico y fallo del Tx
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	Certificados de Aceptación y Homologación	De todos los equipos y dispositivos empleados en la instalación

Tabla 4.13. Proyectos Técnicos de Emisoras de Radiodifusión Sonora en Ondas Métricas con Modulación de Frecuencia

B. NORMATIVA APLICABLE

La normativa aplicable a este tipo de Proyecto de Emisora de F.M. se muestra en la tabla 4.14.

DISPOSICIÓN LEGAL	CONTENIDO
R.D. 1273/1992 de 23 de Octubre	Regulación del otorgamiento de concesiones y asignación de frecuencias para la explotación del servicio público de radiodifusión sonora en ondas métricas con modulación de frecuencia por las Corporaciones Locales
R.D. 169/1989 de 10 de Febrero	Plan nacional de radiodifusión sonora en ondas métricas con modulación de frecuencia
Ley 11/1991 de 8 de Abril	Organización y control de las emisoras municipales del servicio de radiodifusión sonora.
R.D. 202/1991 de 5 de Noviembre	Regulación de concesión de gestión indirecta por parte de las Corporaciones Municipales del servicio de radiodifusión sonora en ondas métricas con modulación en frecuencia

Tabla 4.14. Normativa aplicable a los Proyectos Técnicos de Emisoras comerciales de F.M.

B. ESTUDIOS DE BAJA FRECUENCIA

A los estudios realizados en el apartado A se le añaden normalmente Proyectos Acústicos de los Estudios de Baja Frecuencia de la Emisora.

Los estudios de B.F. se componen de locutorio, control central y las dependencias de discoteca, redacción, archivo, administración, etc.

1. Condiciones acústicas a cumplir por los locutorios.

Estas condiciones afectan a dos problemas independientes entre sí. De un lado, aislamiento respecto a fuentes de sonido no deseadas procedentes del exterior del locutorio. De otro, acondicionamiento interno del mismo de manera que proporcione una calidad adecuada al sonido recogido por el micrófono o micrófonos

1.1. Aislamiento

Todo sonido procedente del exterior del locutorio debe sufrir una atenuación en su camino hacia el interior, de al menos 60 dB.

Esta cifra garantiza una relación señal/ruido aceptable en cualquier eslabón de la cadena que ha de recorrer la señal del programa. En la práctica se han de tener en cuenta los siguientes:

- a) **Paredes:** La atenuación necesaria se conseguirá con la disposición que se describe a continuación. Desde el exterior al interior la pared consistirá en distintas capas de calidades y espesores siguientes:

- 1º Tabique de medio pie de ladrillo denominado doble hueco
- 2º Plancha de material aislante tipo poliestireno expandido o lana mineral prensada, de 5 cm. de espesor, ligeramente comprimido entre tabiques.
- 3º Tabique de panderete
- 4º Las superficies exteriores del muro irán enlucidas con espesor mayor que 1 cm.

En la construcción de tabique hay que tener en cuenta que las zonas donde se propagan principalmente los ruidos o sonido indeseables a través de los tabiques son aquellas donde atraviesan las tuberías o canalizaciones eléctricas.

Por ello habrá de interponer un fieltro asfáltico en los orificios donde el tabique sea atravesado por dichas canalizaciones.

- b. **Puertas:** los 2 valores determinantes del valor de la atenuación de las puertas son:
 1. grado de absorción del sonido que está relacionado con los materiales empleados y la masa de los mismos. Cuanto más peso tenga más atenuará el ruido.

Las soluciones para este problema varían según las condiciones ambientales. Un tipo de solución sería utilizar una puerta constituida por doble tablero de

madera aglomerada de un espesor de 1 cm. y con una separación entre ambos de 4,5 m.

El espacio interior entre tableros estará completado con los siguientes materiales:

-Capa de fieltro aislante de 1 cm. de espesor

-Tablero de aglomerado de madera de 1,5 cm. de espesor

-Panel de material aislante tipo lana mineral prensada, con un espesor de 1,5 m.

2. hermeticidad de cierre. Ésta se consigue disponiendo de los 4 cantos de la puerta en bisel en todo el espesor de la misma.

La puerta encajará en un marco completo, que incluye la parte inferior de la puerta, en bisel adecuado para el encaje mutuo.

Los encajes biselados se cubrirán de una capa de unos 3 cm. de goma semidura.

Se proveerá de una palanca de cierre a presión del estilo de las cámaras frigoríficas situada en la parte interna del estudio.

- c. **Visores:** Deben evitarse los de gran superficie. En la mayoría de los casos basta con un visor de 0,8 m. de altura por 1,3 m. de anchura

El visor estará construido por doble luna de cristal de unos 5 mm. como mínimo de espesor. La luna del lado de control estará dispuesta de forma vertical y la del lado del locutorio irá inclinada para reflejar el sonido hacia el techo.

Ambas lunas irán sobre marco de madera y encajadas mediante juntas de goma semidura en forma de "U" que abarcará los 4 bordes. La terminación del visor consistirá en el sellado completo respecto del marco.

- d. **Suelos y techos:** Este problema se aborda en función de la clase de ruidos procedentes de los pisos superior e inferior.

En el caso más favorable bastaría con colocar una moqueta gruesa sobre el suelo propiamente dicho. Con respecto al techo bastaría con escayola acústica adosada al techo real.

En casos menos favorables se puede mejorar la situación de la siguiente manera:

1. **Suelos:** Instalando pavimento de caucho natural.
2. **Techos:** Instalando paneles acústicos de PVC sobre el falso techo dejando una cámara de aire de unos 20 cm. de espesor y una capa de lana de vidrio en mantas de unos 5 a 10 cm. de grueso, preferiblemente adosadas al techo mediante tela metálica o medio análogo.

1.2. Acondicionamiento interior de los locutorios

La práctica actual especifica la obtención de un tiempo de reverberación lo más baja posible dado que cada vez se impone el uso de efectos especiales de reverberación, eco, etc. por medio de procedimientos electrónico/mecánicos.

Se instalarán en las paredes e interiores y techos paneles acústicos tipo Solclip y en el suelo moqueta de caucho para conseguir esa velocidad baja de reverberación.

Con estas soluciones se pretende conseguir un nivel ruidos o sonidos no deseados en el interior de los locutorios de unos 60 dB por debajo de la señal útil recogida por el micrófono o micrófonos.

Sabiendo que el valor 0 dB de referencia para presiones acústicas es de 10^{-16} w/cm² no se pueden permitir en el interior de los estudios fuentes de sonido indeseados que sobrepasen 6 dB sobre este nivel de referencia.

AISLAMIENTO	Paredes	Tabiques de doble hueco y de panderete
		Material aislante entre tabiques
		Superficies exteriores enlucidas
	Puertas	Grado de absorción: capa de fieltro, aglomerado y aislante
		Hermeticidad de cierre: biseles y cierre a presión
	Visores	Tipo de lunas
		Sellado de lunas
Techos y suelos	Suelos: pavimento de caucho	
	Techos: paneles acústicos	
ACONDICIONAMIENTO INTERIOR	Paredes interiores y techos	Paneles acústicos
	Suelos	Moqueta de caucho

Tabla 4.15. Estudio de las condiciones acústicas de los locutorios de las Emisoras de radiodifusión sonora en ondas métricas con modulación de frecuencia

4.3.1.5. PROYECTOS TELEMÁTICOS

No existe en la una normativa específica dedicada a los Proyectos Técnicos Telemáticos, ni como se han de desarrollar ni ante que Organismo Oficial tramitarlos.

Lo único que hace referencia a este tipo de proyectos es un perfil propuesto de Proyecto Telemático presentado por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (C.O.I.T.) y que será propuesto próximamente a la Administración del Estado para su estudio.

Este perfil de proyecto está dividido en una serie de apartados que son los que constituyen normalmente el proyecto tradicional.

1. INTRODUCCIÓN

Este apartado consistirá en realizar una exposición global de los objetivos a cumplir y una introducción a los sistemas de cableado, según su naturaleza y topología física, presentando las ventajas e inconvenientes según la naturaleza de las señales a transmitir, envergadura del proyecto, su coste, etc.

Se introduce también una explicación de las diferentes topologías lógicas de la red así como las ventajas y posibles servicios añadidos por el uso de dichos sistemas.

A continuación se propone el siguiente esquema de este apartado para un proyecto de red basado en un par trenzado.

2. OBJETIVOS

- Integración de los servicios informáticos y telemáticos, instalados o en vías de instalación

- Posibilidad de integrar otros servicios telemáticos futuros de acuerdo con los estándares para "transmisión de datos en redes locales

- Supervisión y mantenimiento centralizado de todos los sistemas

- El diseño del cableado ha de ser tal que permita la independencia, en lo posible, de la tecnología y naturaleza de los sistemas a conectar.

3. SISTEMAS DE CABLEADO

A Clasificación según su naturaleza:

- Par trenzado
- Coaxial
- Fibra óptica
- Otros (especiales)

B Clasificación según su topología física:

- Distribución en estrella (concentradores)
- Distribución en anillo
- Distribución en bus
- Distribución en árbol

C. Clasificación según topología lógica

- Topología en bus
- Topología en anillo.
- Otras (token bus, etc.)

4. INFORME DE DIAGNÓSTICO

Este informe nos permitirá conocer el estado actual de la infraestructura informática.

La metodología de elaboración será toma de información de los usuarios, inspección de equipamiento y la realización del análisis de la información y la elaboración del informe final.

Los elementos a inventariar y a analizar serán los siguientes:

- Hardware
- Software: Básico, específico
- Comunicaciones
- Documentación
- Seguridad
- Otros aspectos

5. MEMORIA

Constituye el cuerpo fundamental del Proyecto, incluyendo el diseño propiamente dicho según la especificación de materiales a utilizar, la caracterización y/o modelización de los diferentes subsistemas, llegándose a la generación de planos, diagramas de tareas y

planificación en el tiempo y la definición del sistema de certificación a utilizar:

Un ejemplo esquemático sería el siguiente:

- Especificaciones globales. Distribución vertical
- Especificaciones particulares. Distribución horizontal
- Especificaciones de material a utilizar
 - Elementos pasivos
 - Elementos activos
- Cálculos
- Diseño
- Especificaciones de Certificación. Medidas a realizar por punto.
- Ejecución material. Dirección de obra

6. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

En este apartado se recogen las normas y estándares de los sistemas de cableado estructurado. Los sistemas comerciales elegidos deberán adaptarse a dichas normas.

Se proponen los siguientes parámetros:

- Caracterización del sistema de cableado y los elementos de interconexión a 4, 10, y 16 Mhz, indicando fundamentalmente la atenuación y la diafonía
- Características técnicas de los Concentradores a utilizar

- Configuración del pineado en conectores, tomas, distribuidores, concentradores, etc.

Por último se incluyen los catálogos y hojas técnicas de los fabricantes

7. PRESUPUESTO

Siguiendo el modelo tradicional conviene distinguir entre el coste de los materiales, instalación del equipamiento, ingeniería y dirección de obra y coste de certificaciones y homologaciones

8. CERTIFICACIONES Y HOMOLOGACIONES

En la certificación de fin de obra se realizarán una comprobación minuciosa de la instalación, se verificarán todos los parámetros indicados en la Memoria y en el Pliego de Condiciones Técnicas.

Asimismo se indicará la instrumentación utilizada y la metodología y condiciones de medida.

En la tabla 4.16 se resumen los diversos apartados de un Proyecto Telemático.

OBJETIVOS	Exposición de objetivos
	Introducción sistemas de cableado y topologías
SISTEMAS DE CABLEADO	Según su naturaleza
	Según sus topologías física y lógica
INFORME DE DIAGNÓSTICO	Hardware
	Software básico y específico
	Comunicaciones
	Documentación y Seguridad
MEMORIA	Especificaciones globales y particulares
	Especificaciones de material
	Cálculo y Diseño
	Especificaciones de Certificación
	Ingeniería y Dirección de Obra
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	Características del sistema de cableado y sistemas de interconexión
	Características técnicas de los concentradores
	Configuración de pineado de conectores, etc.
	Catálogos
PRESUPUESTO	Coste de materiales
	Instalación
	Ingeniería y Dirección de Obra
	Certificaciones
CERTIFICACIONES	Comprobación minuciosa de la instalación
	Instrumentación utilizada para la Certificación

Tabla 4.16. Apartados propuestos para Proyectos Telemáticos

4.3.1.6. CERTIFICADOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE ACEPTACIÓN RADIOELÉCTRICA

A. Certificado de Aceptación Radioeléctrica (C.A.R.)

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 3º del decreto 2704/1982 de 3 de Septiembre para cada tipo de modelo de equipo radioeléctrico deberá obtenerse el certificado de aceptación radioeléctrica correspondiente.

Según la Orden de 2 de Diciembre de 1.986 la documentación a acompañar a la solicitud de C.A.R. será la siguiente:

1. Memoria técnica, redactada en castellano y firmada por un Técnico titulado competente, de los equipos y aparatos cuya aceptación radioeléctrica se pretende con inclusión de:

- Esquemas
- Lista de componentes
- Características técnicas certificadas por el fabricante
- Instrucciones de manejo

2. Fotografías de los equipos y aparatos, suficientes para poder identificar cada tipo o modelo de los mismos

3. Fotocopia, en su caso de la licencia de importación correspondiente

Una vez aceptada la documentación la DGTel remitirá al solicitante la relación de Centros autorizados para realizar las pruebas necesarias para este tipo de equipos y aparatos y comunicará el número de unidades que deberán ser sometidas a pruebas de aceptación radioeléctrica así como el plan de pruebas a realizar.

Entre los Centros relacionados, el solicitante elegirá los necesarios para la total realización del plan de pruebas mencionado en el párrafo anterior.

El Centro autorizado emitirá un dictamen técnico sobre las pruebas realizadas en el que se refleje el resultado de los análisis y pruebas a que han sido sometidos los equipos y aparatos y se lo remitirá a la Dirección General de Telecomunicaciones.

La DGTel una vez recibido el dictamen favorable emitirá el C.A.R. correspondiente

B. Certificado de Aceptación u homologación

En el Real Decreto 166/1989 de 28 de Agosto se define el procedimiento para solicitar el certificado de aceptación u homologación de equipos electrónicos.

- 1. Se presentará la solicitud según modelo, ante la Dirección General de Telecomunicaciones por la persona natural o jurídica que desee obtenerlo. Las solicitudes deberán contener:**

- Nombre y apellidos del interesado así como la identificación del medio preferente o del lugar que se señale a efectos de notificaciones.
- Hechos, razones y petición en que se concrete, con toda claridad, la solicitud.
- Lugar y fecha.
- Firma del solicitante o acreditación de la autenticidad de su voluntad expresa por cualquier medio.
- Órgano, centro o unidad administrativa a la que se dirige

1.1. La solicitud de Certificado de Aceptación deberá ir acompañada de una Memoria con la siguiente documentación:

a) Ejemplar Triplicado de una Memoria Técnica, redactada en castellano firmado por un Técnico titulado competente y visada por el Colegio Oficial correspondiente, de los aparatos, equipos, dispositivos o sistemas cuyo Certificado de Aceptación se pretenda con inclusión de:

- Planos
- Esquemas
- Lista de componentes
- Características técnicas declaradas por el fabricante

- Instrucciones de manejo
- Fotografías suficientes para poder identificarlo

b) Si se trata de un representante legal de una persona jurídica: acreditación fehaciente

c) Fotocopia del pago del concepto A de la tasa de certificación correspondiente, en virtud de la disposición adicional séptima de la Ley 31/1987 de 18 de Diciembre de Ordenación de las Telecomunicaciones. Éstas corresponden a:

- 6.259 pts. a ingresar en el Tesoro a través de las entidades colaboradoras, las cuales efectuarán el ingreso en el Banco de España en la cuenta "Tesoro Público. Tasas y Exacciones Parafiscales: Tasa por prestación de servicios previstos en la Ley 31/1987, de Ordenación de las Telecomunicaciones". Subcuenta 24.16.1. Utilizando para ello el modelo 460 según se especifica en la Orden de 16 de Febrero de 1.990.

2. Recibida la solicitud, la Administración notificará al interesado los defectos hallados, si los hubiese, otorgándole un plazo de 10 días para su subsanación. En caso contrario, o una vez subsanados los defectos se le notificará:

a) Número de unidades a presentar. Pudiendo ser elegidas por personal de la Administración si se estima oportuno.

b) Reglamentación que recoja las especificaciones técnicas que deba cumplir.

c) Orden por el que se determina el método o métodos de ensayo.

d) Relación de Centros Autorizados (Laboratorios), en los que puedan presentarse las muestras elegidas para realizar las pruebas

A dicha notificación se adjuntará un ejemplar de la documentación requerida en el apartado de memoria técnica, sellado por la DGTel., con objeto de que sea todo ello utilizado por el Laboratorio que haya de realizar las pruebas.

3. El solicitante comunicará a la Administración el Centro o Centros autorizados por los que se haya optado de los de la realización dispuesta por la DGTel.

4. La Administración dispondrá de un plazo de 15 días desde la comunicación para dictar resolución denegatoria fundándose en la vinculación de tipo profesional, familiar o personal que pueda afectar a los principios de independencia y neutralidad del Centro

5. El solicitante remitirá a la Administración de Telecomunicaciones el dictamen o dictámenes técnicos emitidos por los Centros Autorizados.

6. Caso de ser considerado el dictamen como favorable, expedirá el Certificado de aceptación, remitiéndolo al solicitante y publicándolo en el "Boletín Oficial del Estado".

En la tabla 4.17. se resumen los aspectos más característicos de las solicitudes de Certificados de Aceptación Radioeléctrica y de Certificados de Homologación de aquellos equipos no radioeléctricos

CERTIFICADOS DE ACEPTACIÓN RADIOELÉCTRICA Y HOMOLOGACIÓN	Memoria Técnica	Esquemas, Lista de componentes, características, instrucciones de manejo
		Firma del autor de la Memoria Técnica
		Sello del Colegio Oficial del autor
	Documentos diversos	Fotografías de los equipos y modelos
		Fotocopia de Licencia de Importación
		Fotocopia del pago del Modelo 460
		Dictamen favorable del Laboratorio utilizado

Tabla 4.17. Resumen de condiciones para la solicitud de Certificados de Aceptación Radioeléctrica y de Aceptación u Homologación

4.3.1.7. PERITACIONES

Según las leyes vigentes sobre competencias profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación, éstos pueden realizar mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos con validez oficial ante las Oficinas Públicas, Tribunales de Justicia y Corporaciones Oficiales (Ley 12/1986 de Abril y Decreto 2479/1971 de 13 de Agosto)

Las peritaciones son uno de los tipos de trabajo que constituyen la realización del Ejercicio Libre.

Presentan una gran variedad de temas, materiales y circunstancias de trabajo que requiere conocimientos y formación específica para poder realizar esta labor con la profesionalidad que precisa para su correcta ejecución.

La mayoría de los trabajos solicitados a Ingenieros e Ingenieros técnicos de Telecomunicación se refieren a daños producidos por la rotura de infraestructura propia que afectan al cable de pares, cable coaxial de tubos y al cable de fibra óptica

En ocasiones, el daño no se concreta sólo en la reposición del material afectado, sino también a las pérdidas comerciales ocasionadas por interrupción de tráfico o servicio, el denominado lucro cesante, que valora la no prestación del servicio telefónico básico.

Esto obliga a analizar la capacidad de la red dañada para continuar prestando el servicio en una vía principal, valorando el impacto ocasionado por la pérdida del tráfico no cursado y estudiando las posibilidades de utilización de rutas alternativas, así como evaluar el aumento de tráfico o desbordamiento en estas vías alternativas debido a la interrupción de servicio en la vía principal.

Los informes periciales deben contener los elementos básicos, el análisis exhaustivo y la valoración correcta del daño originado, no limitándose a una evaluación somera de los materiales.

Si está afectada por el impacto del lucro cesante hay que calcularlo con el conocimiento de que es un proceso que implica la realización de una auténtica auditoría, con la comprobación de las bases de tráfico, del contenido de los circuitos, así como del cálculo estadístico preciso.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las Peritaciones de Telecomunicaciones.

ESTUDIO DE LOS DAÑOS PRODUCIDOS	1. Estudio del coste de la reposición del material afectado	
	2. Estudio del lucro cesante	Análisis de capacidad de la red dañada para continuar dando servicio
		Posibilidades de utilización de rutas alternativas
	Desbordamientos de esas rutas alternativas	

Tabla 4.18. Peritaciones de Telecomunicaciones

4.3.1.8. ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE LOCALES

Este tipo de documentación técnica no requiere el trámite ante La Dirección General de Telecomunicaciones, ya que obviamente no tiene relación alguna con el espectro radioeléctrico.

Las Administraciones que tiene competencias sobre el acondicionamiento acústico de locales son las Corporaciones Locales. En nuestro caso estudiaremos las normativa del **Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria**.

El Ayuntamiento de la capital grancanaria aprobó el 24 de Febrero de 1986 la **Ordenanza Municipal sobre Protección del Medio Ambiente contra la Emisión de Ruidos y Vibraciones** (publicado en el Boletín Oficial de la Provincia de Las Palmas el día 24 de Julio de 1989) donde se expone la normativa sobre acondicionamiento acústico de locales.

Dicha Ordenanza dice en su artículo 16º lo siguiente:

En los proyectos de instalaciones industriales, comerciales y servicios afectadas por esta Ordenanza (instalaciones, aparatos, construcciones, obras, vehículos, medios de transporte y en general todos los elementos, actividades y comportamientos que produzcan ruidos y vibraciones) y con independencia de la exigida por la **Norma Básica de la Edificación NBE-CA-82 (Condiciones Acústicas)**, se incluirá un estudio justificativo de que la protección acústica y antivibratoria suministrada por muros, tabiques, forjados y otros elementos es suficiente para cumplir esta Ordenanza (Ver tabla 4.19)

NIVELES SONOROS MÁXIMOS	Nivel sonoro exterior máximo (dBA)	Zona de recepción excepto en zona industrial	De 08.00 a 22.00 horas 55 (30 en dormitorios)
			De 22.00 a 08.00 horas 45 (30 en dormitorios)
		Zona industrial	de 08.00 a 22.00 horas 65
			De 22.00 a 08.00 horas 60
	Nivel sonoro interior máximo (dBA)	Zona de recepción excepto en zona industrial	De 08.00 a 22.00 horas 55 (30 en dormitorios)
			De 22.00 a 08.00 horas 45 (30 en dormitorios)
		Zona industrial	de 08.00 a 22.00 horas 65
			De 22.00 a 08.00 horas 60

Tabla 4.19. Niveles de ruido máximos permitidos en el Término Municipal de Las Palmas de Gran Canaria

El contenido mínimo de este Proyecto Acústico será el siguiente:

1. Memoria Técnica:

- Definición del tipo de actividad y horario previsto
- Niveles sonoros de emisión a un metro de los focos de ruido o nivel sonoro reverberante
- Nivel sonoro de recepción que señala la presente Ordenanza
- Descripción de los aislamientos y silenciadores (tipos, características, etc.)
- Tipo de aislamiento

- Pared simple: Masa
- Pared compuesta: Descripción

2. Planos:

- De situación con respecto a otros locales del edificio y viviendas
- De aislamiento acústico a escala 1:50 y detalles a escala 1:5 de los aislamientos, juntas, etc., con especial atención al estudio de los huecos (Puertas, ventanas, patios interiores, etc.)

También se acompañará certificado del aislamiento acústico efectuado, redactado y firmado por Técnico competente.

CAPÍTULO 5

EL INGENIERO TÉCNICO DE TELECOMUNICACIÓN Y EL MERCADO DE TRABAJO

5.1. INTRODUCCIÓN

En un artículo publicado en la revista Antena, en su número 125 de los meses Abril/Mayo/Junio de 1.995, editado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación (C.O.I.T.T.) y la Asociación Nacional de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación (A.N.I.T.T.) y titulado *“Situación laboral y características generales de la organización en la que trabaja actualmente el Ingeniero Técnico de Telecomunicación”* se realiza un estudio sobre el tema basado en estadísticas elaboradas por dicho Colegio Oficial.

De este estudio se resaltarán las estadísticas más importantes para clarificar en lo posible la situación laboral de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación en España y el tipo de empresas que absorben un mayor número de estos titulados.

Por otra parte se han recibido las estadísticas de la Documentación Técnica firmada por Ingenieros e Ingenieros Técnicos de Telecomunicación y presentada para su trámite en la Jefatura Provincial de Inspección de Las Palmas de la Dirección General de Telecomunicaciones.

En estas estadísticas se destacan los tipos de Proyectos Técnicos y Propuestas Técnicas que se presentan en la Jefatura de Inspección de la provincia de Las Palmas y el tipo de Técnicos Titulados que los presentan.

5.2. SITUACIÓN LABORAL DE LOS INGENIEROS TÉCNICOS DE TELECOMUNICACIÓN

La situación laboral de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación en el último trimestre del año 1.993 se muestra en la tabla 5.1. El porcentaje de profesionales activos era del 84,3% y, 4 de cada 5 Ingenieros trabajaban como asalariados bien en la Administración Pública bien en la Empresa Privada. Por el contrario, el número de profesionales que tienen su propia empresa o desempeñan el Ejercicio Libre es muy reducido. El 4,1% del Colectivo de ingenieros Técnicos de Telecomunicación dice tener un segundo empleo

En lo que respecta a los titulados no activos cabe destacar que hay un 6,5% de ingenieros desocupados, bien por estar en busca del primer empleo o por estar desempleados. Un 5,8% continúa realizando estudios, en su mayoría Ingeniería de Segundo Ciclo.

SITUACIÓN LABORAL DE LOS I.T.T.	PORCENTAJE POR ACTIVIDAD
Empleo por cuenta ajena	61,7
Administración Pública	17,8
Otros estudios	5,8
Empresario	3,6
Búsqueda primer empleo	3,3
Desempleado	3,2
Servicio Militar	1,7
Ejercicio Libre	1,2
Jubilado	1,5
Labores del hogar	0,1

Tabla 5.1. Situación laboral de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación en España

En la tabla 5.2. se muestra la distribución geográfica de la situación laboral. El hecho más destacable es que casi la mitad de los titulados activos (44,6%) trabaja en Madrid o en sus proximidades. Cataluña absorbe la mitad de los Ingenieros Técnicos que Madrid (22,5%) y el tercer lugar lo ocupan los que trabajan en Canarias con un 9.8%.

Se puede establecer un cierto paralelismo entre los porcentajes de titulados empleados y la ubicación geográfica de las respectivas Escuelas donde estudiaron, ya que un 80% de los actuales titulados han estudiado en la Comunidad de Madrid (Alcalá de Henares y Madrid), un 14,8% han estudiado en Cataluña (La Salle Bonanova o Villanova) y un 4% han estudiado en Las Palmas de Gran Canaria

Región	Porcentaje de I.T.T.
Madrid	42,1%
Cataluña	22,5%
Canarias	9,8%
Castilla-León	4,9%
Comunidad Valenciana	3,2%
Andalucía Oeste	2,9%
Proximidad de Madrid	2,5%
Galicia	2,6%
Andalucía Este	2,6%

Tabla 5.2. Distribución geográfica de la situación laboral de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación en España

En la tabla 5.3. se muestra la situación laboral en función de la especialidad de Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones cursada. En dicha tabla se han agrupado las diferentes situaciones laborales en tres grupos:

- I. **Activos:** Ejercicio Libre, Empresario, Empleado de la Administración Pública y por cuenta ajena.
- II. **Parados:** Desempleados y en búsqueda del primer empleo
- III. **Otros no activos:** Servicio Militar, Otros estudios, Labores del hogar y Jubilados

En esta tabla se pone de manifiesto que los ingenieros de la especialidad de Telefonía y Transmisión de Datos son los que tienen menos problemas a la hora de encontrar empleo y que los de la especialidad de Radiocomunicación son los que con mayor frecuencia continúan estudios de Segundo Ciclo.

	ACTIVOS	PARO	OTROS NO ACTIVOS	TOTAL
Equipos Electrónicos	86,4%	7,3%	6,3%	100%
Telefonía y T. de datos	96,4%	0%	3,6%	100%
Radiocomunicación	66,7%	6,2%	27,1%	100%
Sonido e Imagen	86,1%	6,3%	7,6%	100%

Tabla 5.3. Situación laboral de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación por especialidades cursadas

5.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ORGANIZACIÓN EN LA QUE TRABAJAN LOS INGENIEROS TÉC. DE TELECOMUNICACIÓN

Un rasgo que caracteriza el entorno laboral es la escasez de núcleos de concentración en los que trabajen un número significativo de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación. Así sólo hay ocho Organizaciones en la que la concentración de ingenieros sea mayor que el 2% del colectivo.

En la tabla 5.4 se detalla el nombre de estas organizaciones y el tanto por ciento de titulados que absorben. El número total de organizaciones en la que trabajan los encuestados son 280. Dicha tabla pone de manifiesto que en el 3% de las organizaciones se aglutinan el 35% de los titulados.

ORGANIZACIÓN	FRECUENCIA	% VÁLIDO
Telefónica de España	72	12,7%
Alcatel	39	6,9%
Ericsson	21	3,7%
Ministerio de Educación y Ciencia	20	3,5%
TV Española	14	2,5%
Retevisión	13	2,3%
Universidad Politécnica de Madrid	12	2,1%
Universidad Politécnica de Cataluña	11	2,0%

Tabla 5.4. Organizaciones que absorben mayor número de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación

En la tabla 5.5 se muestra otra característica de la organización en la que trabajan los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación como es la titularidad jurídica de la misma, poniendo de relieve el peso específico que tiene la empresa Telefónica de España, S.A. como empleador.

TITULARIDAD JURÍDICA DE LA ORGANIZACIÓN EMPLEADORA	PORCENTAJE DE I.T.T. QUE TRABAJAN EN ELLA
Empresas Privadas Nacionales	35,2
Empresas Privadas Extranjeras	22,8
Administración Pública	17,0
Telefónica de España, S.A.	12,7
Empresa Pública	12,4

Tabla 5.5. Titularidad jurídica de la organización

En la tabla 5.6 se describe con mayor detalle el tipo de empresas que absorben Técnicos titulados de nuestro colectivo.

En la 1ª columna se describe la frecuencia relativa de cada una de las actividades en la que se han dividido los diferentes sectores económicos cuando no se tienen en cuenta las especialidades cursadas por los ingenieros.

En las cuatro columnas siguientes se describe para las mismas actividades el porcentaje correspondiente a cada una de las cuatro especialidades impartidas en las Escuelas de Ingeniería Técnica de Telecomunicación: **Equipos Electrónicos, Telefonía y Transmisión de Datos, Radiocomunicación y Sonido e Imagen.**

Esta tabla resulta un indicador de la correlación existente entre la actividad de la organización en la que trabaja y la especialidad cursada.

SECTOR ECONÓMICO	Total (%)	Equipos Electrónicos (%)	Telemática (%)	Radiocomunicación (%)	Sonido e Imagen (%)
Sector primario	3,4	4,4	0	1,6	1,4
Sector secundario: Fabricación y comercialización de Equipos electrónicos.	6,3	6,3	5,6	4,7	8,7
Fabricación y comercialización de equipos informáticos.	2,1	2,6	1,9	1,6	0
Fabricación y comercialización de equipos de telecomunicaciones.	11,5	10,2	17,0	20,3	7,3
Fabricación y comercialización de otros productos relacionados con la técnica informática.	1,3	1,9	0	0	0
Fabricación y comercialización de otros productos no relacionados con la técnica informática.	4,6	5,4	1,9	3,1	3,0
Sector secundario: varias actividades	2,8	2,6	0	4,7	4,4
Sectores secundario y terciario.	8,5	8,8	15,0	4,7	4,3
Sector terciario: Servicios informáticos	3,9	4,4	5,7	1,6	1,4
Servicios de telecomunicación.	19,2	16,3	26,4	21,9	29,0
Administración Pública.	3,1	2,3	11,3	3,1	1,4
Docencia universitaria.	6,3	7,5	0	4,7	5,8
Docencia no universitaria.	6,5	6,7	3,8	1,5	11,6
Organismos destinados a I+D.	0,5	9,3	1,9	0	1,4
Consultoría e Ingeniería.	3,1	3,0	0	7,8	1,5
Otros servicios relacionados con las técnicas de la información.	2,6	1,4	0	3,1	11,6
Otros servicios no relacionados con las técnicas de la información.	4,1	5,1	1,9	1,6	1,4
Sector terciario: varias actividades.	6,2	7,5	3,8	3,1	1,4
Sectores terciario y cuaternario.	1,1	1,2	0	3,1	0
Sector cuaternario: Organización dedicada a proveer informes, estudios.o servicios de valor añadido.	1,1	0,7	1,9	1,6	2,9
Otras combinaciones.	1,9	1,4	1,9	6,2	0
TOTAL	100	100	100	100	100

Tabla 5.6. Distribución de Sector Económico de la Organización por Área de especialidad

5.4. LIBRE EJERCICIO EN LAS PALMAS

En la tabla 5.7. se muestran estadísticas elaboradas por la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones de Las Palmas de la Dirección General de Telecomunicaciones sobre Documentación Técnica presentada ante dicho Organismo Oficial por Ingenieros e Ingenieros Técnicos de Telecomunicación como consecuencia de la realización del Libre Ejercicio de la Profesión de ambos Colectivos de Técnicos Titulados en la Provincia de Las Palmas.

En dicha tabla que se transcribe literalmente la información recibida por la Jefatura de Inspección se detallan el número total de Proyectos/Propuestas Técnicos/as presentadas y su división en trabajos relacionados con Antenas Colectivas (Propuestas Técnicas/Certificaciones de Fin de Obra) y relacionados con el Servicio Fijo y el Servicio Móvil Terrestre (Proyectos Técnicos/Certificaciones de Fin de Obra)

Asimismo se detalla el número de Documentos Técnicos firmados por titulados de Primer y Segundo Ciclos.

	ANTENAS COLECTIVAS	SERVICIO MÓVIL TERRESTRE Y SERVICIO FIJO	TOTAL
INGENIEROS TÉCNICOS	61	80	141
INGENIEROS SUPERIOR	53	24	77
TOTAL	114	104	218

Tabla 5.7. Documentos técnicos presentados ante la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones de Las Palmas

De la lectura de la anterior tabla se pueden extraer varias conclusiones. Una de ellas es que hay más Ingenieros Técnicos que Ingenieros dedicados al ejercicio libre, debido posiblemente a la mayor antigüedad de los estudios de Ingeniería Técnica de Telecomunicación que los de Ingeniería de Telecomunicación en Las Palmas de Gran Canaria y el mayor número de titulados de Primer Ciclo con respecto a los de Segundo Ciclo.

Otra conclusión que se puede obtener de la lectura de estas estadísticas es el relativo bajo número de documentación presentada a trámite en esta provincia, si bien hay que considerar que cuando las empresas de ámbito nacional presentan proyectos técnicos de instalaciones de telecomunicaciones para todo el territorio nacional, los suelen presentar en la Jefatura Provincial de Madrid enviando ésta una copia a las diferentes Jefaturas Provinciales correspondientes.

En cuanto al número de propuestas técnicas de antenas colectivas presentadas hay que considerar que depende de las nuevas construcciones de viviendas, instalaciones turísticas, etc. que se realicen en la provincia. Presentar estas propuestas técnicas es necesario para recibir estas viviendas la cédula de habitabilidad. Por ello el número de este tipo de propuestas es igual al número de construcciones realizadas.

PARTE III

TELEFONÍA MÓVIL AUTOMÁTICA

CAPÍTULO 6

TELEFONÍA MÓVIL AUTOMÁTICA

6.1. INTRODUCCIÓN

Antes de estudiar el sistema fundamental en esta parte del presente Trabajo Fin de Carrera que es el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (G.S.M.), el Sistema de Telefonía Móvil Automática (T.M.A.) Digital paneuropeo recién introducido en España se hará una introducción a la telefonía móvil automática analógica.

Se verá lo importante que ha resultado la realización de una única norma europea elaborada por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (E.T.S.I.) para poder conseguir traspasar las fronteras nacionales en Europa conservando el mismo equipo telefónico contratado en cualquier parte del continente y, consiguiendo por tanto, una Red Móvil Telefónica Pública Internacional.

Además este sistema ha supuesto un avance considerable en el campo de la telefonía móvil automático poniendo estos sistemas a la altura de la Red Digital de Servicios Integrados, la más novedosa de las Redes Públicas Telefónicas "Fijas".

Previamente para centrar la telefonía móvil automática se dará la definición de **servicios móviles**, y dentro de ellos se abundará especialmente en los **servicios móviles terrestres** más destacados como la radiotelefonía privada, la radiomensajería y la radiotelefonía de corto alcance y la propia telefonía móvil automática.

En un capítulo posterior se entrará de lleno en las características básicas en todos los sistemas de T.M.A. Continuaremos con los sistema de Telefonía Móvil Automática analógicos y en las normas técnicas utilizadas en Europa, Japón y en Norteamérica.

Dentro de los sistemas analógicos se estudiarán con más detalle los utilizados en España, el **NMT-450** (Nordic Mobile Telephone en la banda de 450 Mhz) y el **TACS** (Total Access Communications System, Sistema británico en la banda de 900 MHz)

Se detallará las características comunes de los sistemas de T.M.A. digitales que existen actualmente que son fundamentalmente los sistemas americano, japonés y el paneuropeo (**G.S.M.**).

Finalmente se hará un estudio exhaustivo de este último sistema de norma europea.

6.2 INTRODUCCIÓN A LOS SERVICIOS MÓVILES.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones, U.I.T., define el servicio móvil como el servicio de telecomunicaciones realizado por medio de ondas radioeléctricas, que permite establecer comunicaciones con **estaciones móviles** (situados en vehículos) o **estaciones personales** (portátiles de tamaño bolsillo).

Los elementos básicos para poder establecer las comunicaciones en los servicios móviles son las **estaciones base** y las **estaciones móviles**. La estación base es la estación de radiocomunicaciones fija, y la estación móvil la que puede estar en movimiento.

Las estaciones son un conjunto de transmisores, receptores, antenas y equipo asociados que son necesarios para el establecimiento de las comunicaciones radioeléctricas. Un esquema básico de un sistema móvil se muestra en la figura 6.1.

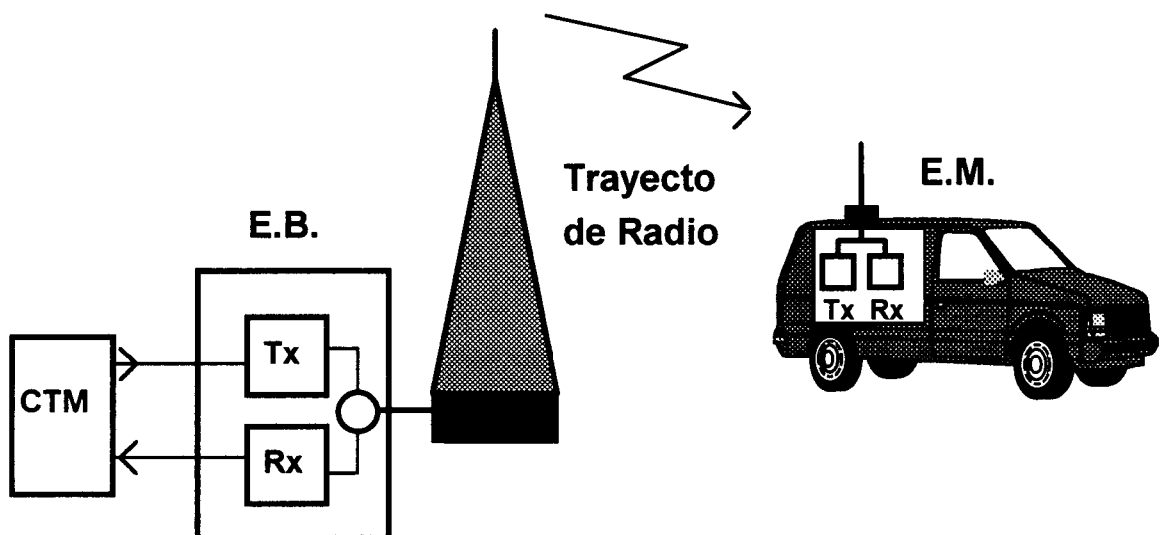


Figura 6.1. Esquema básico de un sistema móvil.

6.2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS MÓVILES.

Los Servicios Móviles se pueden clasificar de diferentes formas atendiendo a diferentes criterios según vemos en la tabla 6.1. Según el modo de explotación se dividen en **símplex**, **semidúplex** y **dúplex**.

- 1. símplex** cuando la transmisión a través de un canal radioeléctrico se hace alternativamente en uno u otro sentido (estación base a móvil o viceversa) cambiando por medio de un control manual denominado P.T.T. (Pulse To Talk-pulse para hablar). En este modo sólo se requiere, por tanto, de una frecuencia para ambos sentidos de la comunicación.
- 2. dúplex** la transmisión puede hacerse simultáneamente en los dos sentidos. Se necesitan por tanto dos frecuencias, una para cada sentido de la comunicación.
- 3. semidúplex** cuando en un extremo del enlace, que generalmente es la estación base, se puede operar en modo dúplex y en el otro extremo, generalmente la estación móvil, sólo puede operarse en modo símplex. En este modo de explotación también se requieren dos frecuencias. Su principal desventaja es que las estaciones móviles solamente pueden comunicarse con la estación base y no con otros móviles.

Dependiendo del **ámbito geográfico** en el que se mueva el vehículo con el que se desee comunicar el servicio móvil puede ser **terrestre, marítimo o aeronáutico**.

Igualmente, si la **estación base se halla a bordo de un satélite** se dice que los servicios móviles son terrestre, marítimo o aeronáutico por satélite.

En la siguiente tabla podemos observar la clasificación de los servicios móviles según las diversas consideraciones que hemos citado.

Servicios Móviles	Según modo de explotación	Símplex Semidúplex Dúplex
	Según ámbito geográfico	Terrestre/terrestre por satélite Marítimo/marítimo por satélite Aeronáutico/aeronáutico por satélite

Tabla 6.1. Clasificación de los servicios móviles.

6.2.2. SERVICIO MÓVIL TERRESTRE.

Según se ha visto en el apartado anterior el servicio móvil terrestre, S.M.T., es un sistema móvil donde las estaciones base y móviles son terrestres. Por su aplicación los servicios móviles terrestres pueden clasificarse en:

- A. **Sistemas de TMA:** Se definen como sistemas móviles terrestres con acceso a la red telefónica pública conmutada, RTPC. Por tanto un usuario del servicio móvil puede ponerse en comunicación con cualquier abonado de la red telefónica "fija". Su modo de operación es dúplex.
- B. **Radiotelefonía privada.** Estos sistemas permiten establecer comunicaciones entre un grupo cerrado de usuarios móviles sin conexión con la red telefónica pública conmutada.
- C. **Radiomensajería:** Es un sistema unidireccional, de estación base a móvil, de transmisión de mensajes cortos que pueden ser numéricos, alfanuméricos o mensajes hablados. La principal característica del sistema es la sencillez del equipo de abonado ya que sólo consta de un receptor.
- D. **Radiotelefonía de corto alcance:** La característica común a todos estos sistemas es su corto alcance. Existen varios tipos, teléfono sin cordón que funcionan como un teléfono supletorio cualquiera; telepunto que ofrece servicio telefónico, vía radio, en una zona de un centenar de metros alrededor de la estación base del sistema.

El sistema europeo DECT (Digital European Cordless Telecommunications) que tiene las mismas propiedades de los anteriores sistemas pero usando un sólo equipo terminal.

En la siguiente tabla se muestran resumidos los principales servicios móviles terrestres y sus características más destacadas.

SERVICIOS MÓVILES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
TELEFONÍA MÓVIL AUTOMÁTICA	Telefonía móvil con acceso a la red telefónica pública conmutada y a la red móvil telefónica pública
TELEFONÍA MÓVIL PRIVADA	Telefonía móvil para un grupo cerrado de usuarios sin acceso a la red telefónica pública conmutada.
RADIOMENSAJERÍA	Servicio unidireccional de mensajes cortos numéricos, alfanuméricos o hablados.
RADIOTELEFONÍA DE CORTO ALCANCE	Telefonía sin cordón o sin hilos.
	Telepunto, telefonía de corto alcance (100 m. de la base del sistema) vía radio
	Sistema DECT que reúne las características de las anteriores sistemas de corto alcance

Tabla 6.2. Diferentes Servicios Móviles Terrestres y características principales

6.3. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE T.M.A.

Los sistemas de TMA son aquellos que permiten a los usuarios móviles iniciar, mantener y recibir llamadas telefónicas dirigidas a, o procedentes de cualquier abonado de la red telefónica fija. Además los abonados al servicio pueden comunicarse con el resto de usuarios móviles. Su modo de operación es dúplex.

Los usuarios de este servicio disponen de un número de teléfono exclusivo e independiente de su localización geográfica que les permite estar en contacto con la red telefónica pública conmutada siempre que se encuentren dentro de la cobertura radioeléctrica del sistema.

La zona de cobertura del sistema es el conjunto de las zonas de cobertura de las diferentes estaciones base que conforman el sistema. La zona de cobertura de una E.B. es el área geográfica en la que el nivel del campo radioeléctrico creado por ella es superior a un valor denominado campo mínimo utilizable, que permite a un receptor captar la señal, demodularla y recuperar la señal original con una calidad aceptable.

6.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE TMA.

Las características más importantes de los sistemas de telefonía móvil automática son los siguientes:

A. Continuidad de la cobertura: La cobertura radioeléctrica de las zonas de interés se realiza con muchas estaciones base. Se obtiene la cobertura de la zona que se desea como la unión de las zonas de cobertura de las estaciones base del área. De esta manera se consigue salvar los posibles obstáculos geográficos que haya en la zona y que prácticamente no existan zonas de sombra o sin cobertura en el área de interés.

La zona cubierta por cada estación base se denomina **célula o celda** y el conjunto de la zona de cobertura es un conjunto de celdillas como se muestra en la figura 6.2. Este sistema se denomina **celular** y se estudia con mayor detalle en el apartado 6.4.

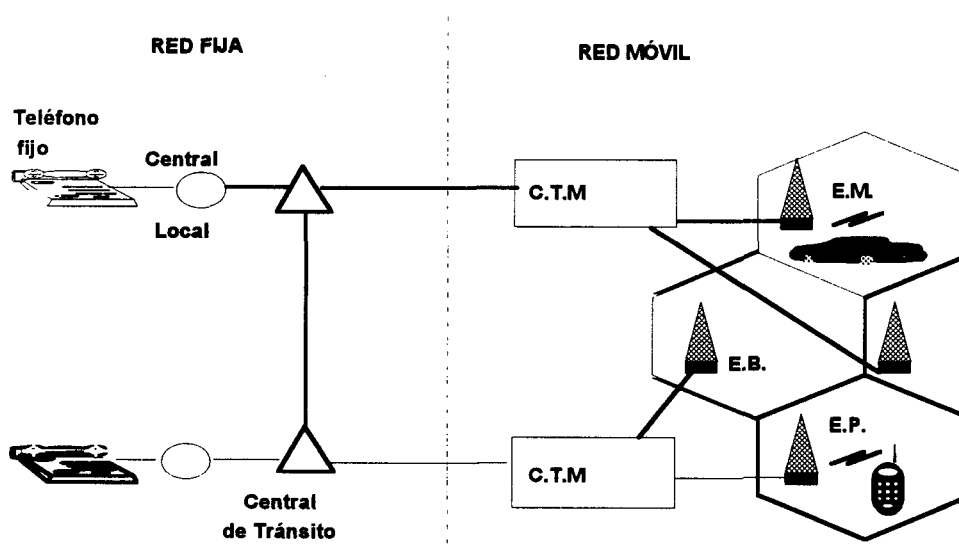


Figura 6.2. Estructura celular de la red móvil y conexión con la red fija.

B. Transferencia de llamada en curso (Hand-over): es la posibilidad de continuar la comunicación en curso entre la estación móvil que va cambiando de área geográfica y la red. El móvil que está desarrollando una llamada telefónica a través de un canal de una E.B. al salirse de su área de cobertura y hacerse más débil la señal recibida conmuta a un canal de una E.B. adyacente a la inicial donde recibe mejor nivel de señal.

El proceso de hand-over lo realiza la central de conmutación móvil, la cual recibe una petición en tal sentido de la estación base inicial.

Los criterios más comunes para realizar esta operación son el basado en la intensidad de la señal recibida y el basado en la relación portadora/ruido. Para el primer criterio el nivel umbral de la señal para iniciar el hand-over es de -100 dBm, en el segundo tipo el valor de la relación portadora/ruido debe ser de 18 dB.

Al transferirse la comunicación a la otra estación base se mantiene la llamada en curso sin que disminuya la calidad del servicio.

La forma concreta en que se realiza esta transferencia depende de la norma técnica elegida y se tratará en cada caso con más detalle en los sistemas que más adelante se estudiarán. La figura 6.3 ilustra el hand-over entre dos estaciones base debido al cambio de zona de cobertura del móvil.

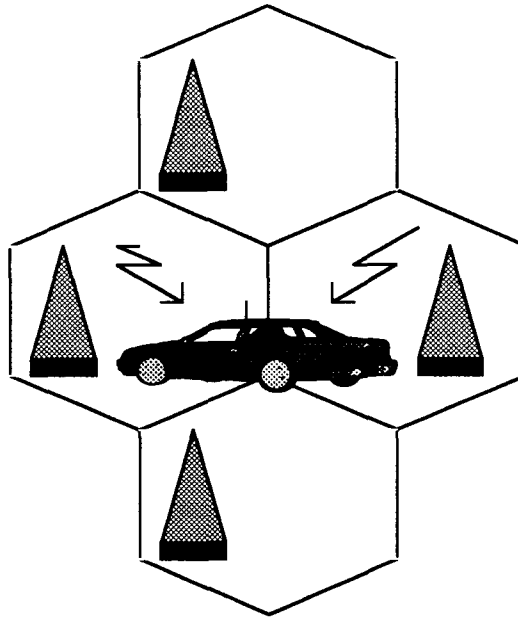


Figura 6.3. Transferencia de llamada en curso, Hand-over.

C. Localización del móvil (Roaming): es la capacidad del sistema de conocer la ubicación de todos los móviles que estén en servicio, de forma que al realizarse una llamada sobre ellos la central telefónica móvil sólo envíe la orden de búsqueda al área de localización que en ese momento se encuentre el móvil.

La central de conmutación móvil dispone de un **registro de posición** que contiene la información del área de localización donde se encuentra un móvil concreto. Este procedimiento se inicia desde que el terminal esté encendido y depende del sistema de TMA que se utilice.

D. Reutilización de frecuencias: Toda la zona de cobertura se obtiene mediante la traslación reiterativa de una configuración de celdas denominada **grupo básico**. A cada celda se le asignan un conjunto de frecuencias o canales para operar con los móviles.

Estos canales son diferentes para cada célula que forma el grupo básico para evitar las interferencias entre ellos.

Además al diseñar el sistema se deberá de evitar la **interferencia cocanal** o interferencia entre dos canales de la misma frecuencia. A la distancia donde esta interferencia es mínima se le llama distancia cocanal o distancia de reutilización, ya que esta será la distancia mínima para poder reutilizar la frecuencia de un canal.

En la figura 6.4 se muestra un ejemplo de la traslación del grupo básico compuesto en este caso por 7 células, donde R es el radio de la célula y D la distancia cocanal o **distancia de reutilización**.

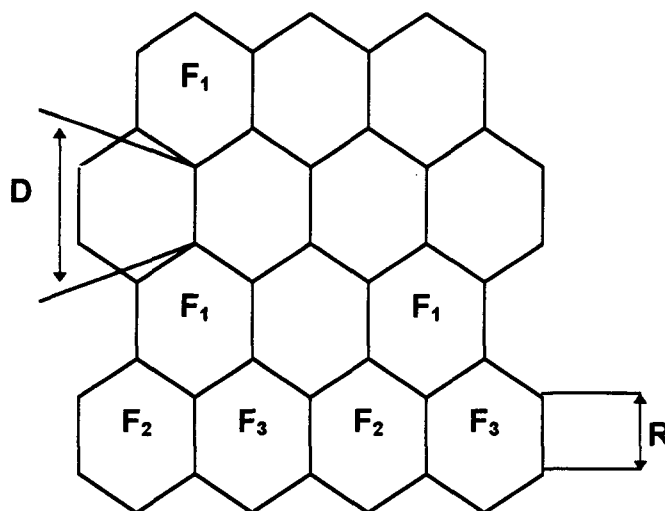


Figura 6.4. Reutilización de frecuencias. D = distancia de reutilización. R= radio de cada célula

A continuación en la tabla 6.3. se muestran resumidas las características básicas de los sistemas de T.M.A.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE T.M.A.	
Continuidad de la cobertura	Unión de las zonas de cobertura de todas las estaciones base (células).
“Handover”	Continuidad de las comunicaciones al pasar de una célula a otra
“Roaming”	Registro de posición contiene la información de ubicación del móvil siempre
Reutilización de frecuencias	traslación iterativa de un grupo llamado básico de células cada una con un grupo de frecuencias disponible.

Tabla 6.3. Características de los sistemas de T.M.A.

6.3.2. BANDAS DE FRECUENCIA

En el C.N.A.F. (Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias) que se basa en el Reglamento de Radio comunicaciones del Convenio Internacional de Telecomunicaciones se atribuyen al servicio de telefonía móvil automática las bandas de frecuencia de 450 MHz y 900 MHz para los sistemas analógicos y la banda de 900 MHz para los sistemas digitales según se muestra en al Tabla 6.4.

De todas las bandas de frecuencias atribuidas al Servicio Móvil Terrestre estas son las que más disponibilidad de canales tienen y las más inmunes al ruido industrial presente en las aglomeraciones urbanas, zonas donde los sistemas de TMA tienen más incidencia.

Atribución de Servicios	Banda de frecuencias	Atribución Nacional de Frecuencias
TMA 450 (Analógico)	450 MHz	454,3125 a 458,8125 MHz para E.M. 464,3125 a 468,8125 MHz para E.B.
TMA 900 (Analógico)	900 MHz	890 a 905 MHz para Tx de E.M. 935 a 950 MHz para Tx de E.B.
TMA 900 (Digital)	900 MHz	905 a 914 MHz para Tx de E.M. 950 a 959 MHz para Tx de E.B.

Tabla 6.4. Bandas de frecuencia de TMA utilizadas en España.

6.3.3. ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA RED TMA.

La estructura general de los sistemas de TMA se muestra en la figura 6.2. El sistema está constituido básicamente por (ver tabla 6.5.):

1. **Estaciones base (E.B.):** son los equipos de radio que, ubicados estratégicamente en puntos dominantes respecto a la zona geográfica a cubrir, contienen transmisores y receptores a través de los cuales se establecen las comunicaciones radioeléctricas con las estaciones móviles.
2. **Central Telefónica del servicio Móvil (C.T.M.):** esta central realiza funciones idénticas a las centrales de conmutación de la red fija y sirve de interfaz con la RTPC. Igualmente realiza funciones específicas de la red móvil como el control de la ubicación del móvil, supervisión de la calidad de la comunicación radioeléctrica, etc. A esta central están conectadas las estaciones base.
3. **Estaciones móviles:** son los equipos de radio montados en los vehículos, o bien los portátiles con los que el usuario del servicio tiene acceso al servicio de TMA.
4. **Interfaces:** son las conexiones entre los elementos ya citados entre sí y con la red fija.

4.1. Interfaz de aire: interfaz entre la estación base y las estaciones móviles , también denominado de radio. Este interfaz depende del sistema de telefonía móvil automática utilizado y en el se portan **datos de usuario** (voz o datos) y **datos de señalización** (información necesaria para el establecimiento, control y **supervisión** de la comunicación entre las estaciones base y móvil.

4.2. Interfaz entre la red fija y la móvil (C.T.M. - R.T.P.C.) quedadefinida en la recomendación Q.70 del Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía, CCITT.

4.3. Interfaz entre C.T.M. y las estaciones base. Los enlaces entre la central telefónica móvil y las estaciones base son similares a los enlaces de voz utilizados en la red telefónica básica y además se dispone de enlaces de datos que proporcionan la supervisión de la calidad de las comunicaciones en el interfaz de radio.

ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA RED T.M.A.	CARACTERÍSTICAS
ESTACIONES BASE	Equipos de radio que dan cobertura a una zona geográfica para comunicación con los móviles
CENTRALES TELEFÓNICAS DEL SERVICIO MÓVIL	Conmuta comunicaciones entre móviles y da paso a las comunicaciones de móviles y fijos. Además controla y supervisa el enlace de radio
ESTACIONES MÓVILES	Equipos de radio en el interior de vehículos o tamaño bolsillo que se comunican con E.B.
INTERFACES	Interfaz de radio entre E.B. y E.M., de red móvil a red fija y entre C.T.M. - E.B.

Tabla 6.5. Elementos básicos de una Red T.M.A.

6.3.4. ESTRUCTURA FUNCIONAL DE LA RED TMA

La jerarquía funcional de la red TMA o móvil se muestra en la figura 6.5 y es la siguiente:

- 1. Área de servicio TMA:** Es la zona geográfica donde los abonados al servicio de TMA pueden establecer comunicaciones con un mínimo de calidad predefinido, campo mínimo utilizable, con otros abonados al servicio móvil o al servicio telefónico fijo.

- 2. Área de central telefónica móvil:** Es la parte del área de servicio que está gestionada por una CTM determinada

- 3. Área de localización:** Zona geográfica que engloba a un conjunto de E.B., normalmente provincial, en que el sistema tiene localizado a cualquier móvil en todo momento.

- 4. Área de cobertura de una E.B.:** zona cubierta radioeléctricamente por una E.B. En ella se establecen las comunicaciones a través de sus canales de radiofrecuencia.

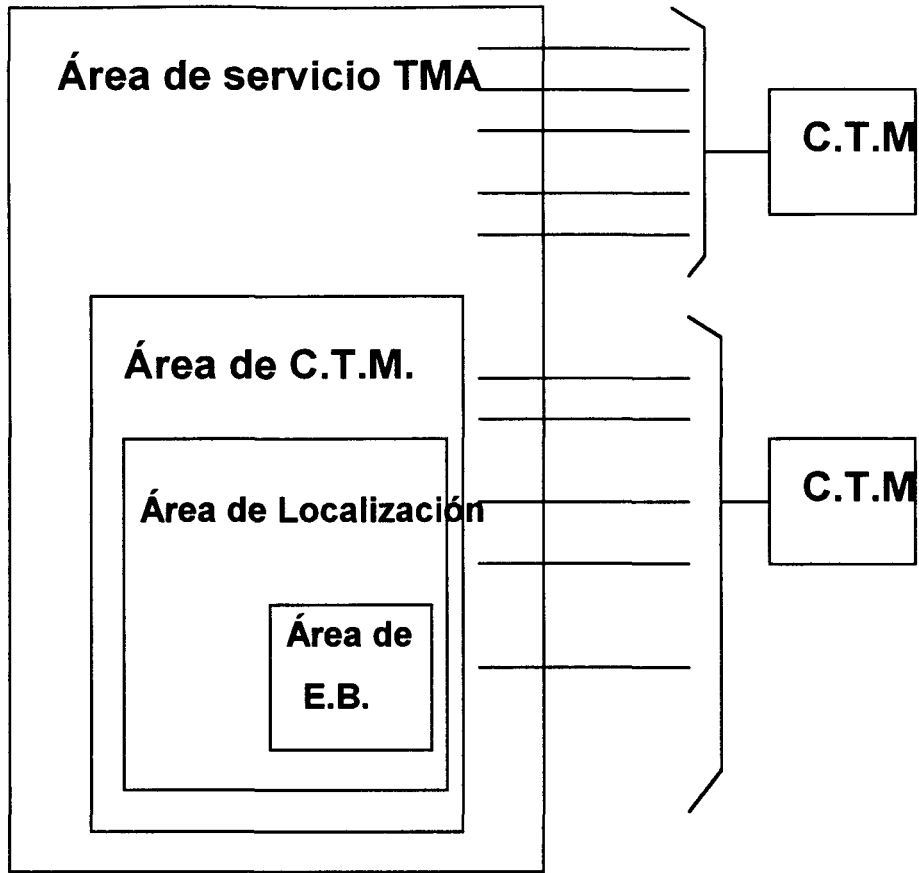


Figura 6.5. Jerarquía funcional de la red móvil.

6.3.5. FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE TMA

El funcionamiento de una red de TMA, independientemente de la banda de frecuencias y la norma técnica elegidas es el siguiente:

A. Llamada dirigida a un móvil: La red de telefonía básica reconoce por los dígitos marcados que se trata de una llamada dirigida a un móvil, y encamina la llamada hacia una central de conmutación móvil. Existen dos formas de encaminamiento:

A.1. Se dirige la llamada a la central móvil en la que el abonado móvil está registrado (**central residente**) que se reconoce por los dígitos marcados. Ésta consulta en su **registro de posiciones** la situación del móvil y si éste se encuentra entre sus áreas de tráfico, envía una orden de **búsqueda** por las células del área de localización del móvil. La respuesta del móvil se recibe por una sola estación base. En ese momento la central selecciona un **radiocanal de tráfico** de esa estación y establece la conexión.

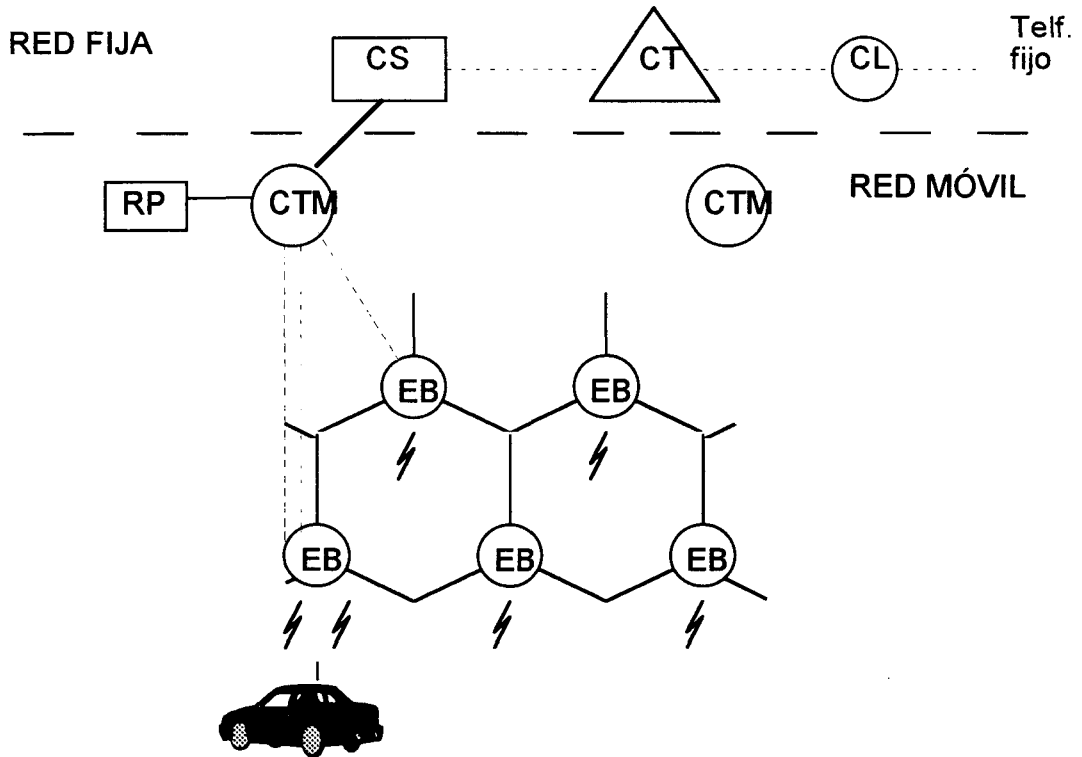
Si el móvil no está en ninguna de sus áreas de tráfico transfiere la llamada a la central móvil que controle la zona donde se encuentra en ese instante el móvil (**central visitada**) y esta central realizará la búsqueda como se ha descrito anteriormente.

A.2. La otra posibilidad es que la red telefónica básica envíe la llamada a la central móvil más cercana. Esta consulta con la central residente del móvil la posición actual de éste para a continuación encaminar la llamada hacia la central telefónica móvil en que se encuentre y allí se inicia el proceso de búsqueda ya comentado.

B. Llamada originada por un abonado móvil. La llamada desde un móvil comienza cuando éste marca el número deseado y aprieta el botón de transmisión. A través de un canal (el tipo de canal dependerá del sistema de TMA) se hace llegar esta información a la central móvil, que tras ciertas comprobaciones pasa la comunicación a la red fija.

En ese momento la central de conmutación móvil selecciona un canal de tráfico en la estación base y ordena a la estación móvil que pase a él para iniciar la conversación.

En la figura 6.6. se muestran los pasos que realiza el sistema para localizar a un móvil que es llamado por un abonado desde un teléfono fijo.



- | | | | |
|----------|-------------------------------------|------------|-----------------------------|
| — ... —: | Señalización dentro de la red fija. | CT: | central de tránsito fija |
| _____: | Consulta del registro de posiciones | CL: | central local de la RTPC |
| -----: | Búsqueda del móvil | CS: | central secundaria fija |
|: | Respuesta del móvil | RP: | registro de posición de CTM |

Figura 6.6. Llamada a un móvil

6.4. LA ESTRUCTURA CELULAR

Los sistemas de telefonía móvil automática también se denominan sistemas celulares porque hacen uso de la técnica celular. Esta técnica se utiliza para obtener amplias cobertura y capacidad de tráfico con el limitado número de frecuencias disponible debido a lo escaso del espectro radioeléctrico, obteniendo así una utilización eficaz del espectro.

Los sistemas de TMA utilizados hasta ahora en España disponen de 180 canales el NMT-450 (Nordic Mobile Telecommunication System en la banda de 450 MHz) y el TACS (Total Access Communication System) 920 por lo que la saturación del sistema se produciría con muy pocos abonados con respecto al elevado número de usuarios para los que se han diseñado los sistemas de TMA.

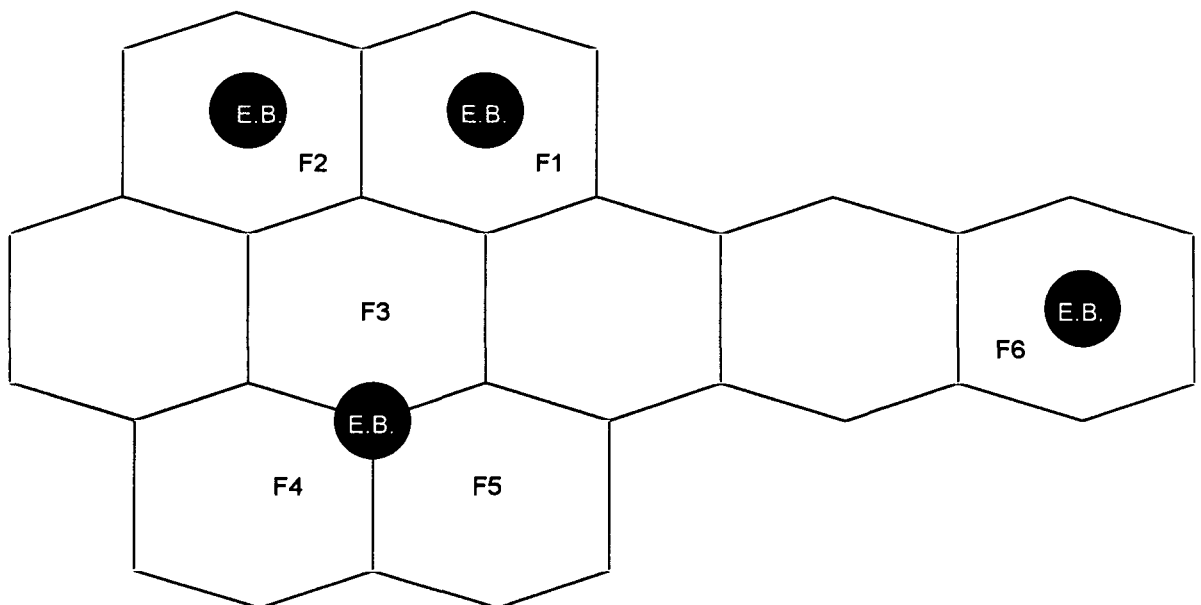
Norma técnica	Banda de frecuencia	Número de canales
Nordic Mobile Telephone (NMT)	450 MHz	180
Total Acces Communication System (TACS)	900 MHz	920

Tabla 6.6. Canales disponibles en los sistemas de TMA analógicos usados en España

La técnica celular se basa en dividir la zona de servicio pretendida en un cierto número de zonas más pequeñas, llamadas celdas o células. Conceptualmente el área de las celdas es hexagonal aunque en la práctica dependerá de la orografía del terreno, etc. A cada celda se asigna una o varias estaciones base, cada una de ellas con un cierto número de frecuencias o canales.

El número de E.B. por celda dependerá si éstas son **omnidireccionales** (transmiten en todas las direcciones por igual en el plano horizontal) o **sectoriales** (transmiten sólo en ciertos sectores). Si las E.B. son sectoriales se sitúan en los vértices de la célula y si son omnidireccionales estarán situadas en el centro de las mismas como vimos en la figura 6.5.

Si la E.B. es omnidireccional su zona de cobertura será una única celda y si es direccional y se ha dividido en sectores de 120° (3 sectores) la estructura celular será como se indica en la figura 6.7.



F1, F2, F5: grupos de canales

Figura 6.7. Estructura celular y atribución de canales a las E.B.

En cada celda estarán disponibles unos canales de radio (pares de frecuencias de transmisión y recepción) cuyo número vendrá dado por la cantidad de abonados que deambulen por la zona.

Si la E.B. transmite omnidireccionalmente ésta dará servicio sólo a una celda con su grupo de canales asignados. Si la E.B. transmite sectorialmente dará cobertura a 3 celdas cada una con un grupo de canales diferentes.

Para ilustrar la configuración Un ejemplo de estructura celular se ilustra en la figura 6.8. En ella se visualiza la la matriz de distribución de canales disponibles en el sistema de telefonía móvil automática norteamericano AMPS (American Mobile Phone System).

Este sistema dispone de 666 canales. La matriz de distribución puede ser considerada formada por 21 grupos de canales, donde los 15 primeros tienen 32 canales y los 6 grupos restantes 31 canales. A cada celda se le asignan tres grupos de los 21 que dispone el sistema a los que se les llama A, B, y C. Esto nos indica que las estaciones base utilizadas en este sistema son sectoriales.

MATRIZ DE DISTRIBUCIÓN DE CANALES

																					1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	1C	2C	3C	4C	5C	6C	7C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21																					
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42																					
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63																					
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84																					
85	86	87	88															103	104	105																					
106	107	108	109															124	125	126																					
127	128	129	130															145	146	147																					
148	149	150	151															166	167	168																					
169	170	171	172															187	188	189																					
190	191	192	193															208	209	210																					
211	212	213	214															229	230	231																					
232	233	234	235															250	251	252																					
253	254	255	256															271	272	273																					
274	275	276	277															292	293	294																					
295	296	297	298															313	314	315																					
316	317	318	319															334	335	336																					
337	338	339	340															355	356	357																					
358	359	360	361															376	377	378																					
379	380	381	382															397	398	399																					
400	401	402	403															418	419	420																					
421	422	423	424															439	440	441																					
442	443	444	445															460	461	462																					
463	464	465	466															481	482	483																					
484	485	486	487															502	503	504																					
505	506	507	508															523	524	525																					
526	527	528	529															544	545	546																					
547	548	549	550															565	566	567																					
568	569	570	571															586	587	588																					
589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609																					
610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630																					
631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651																					
652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666																											

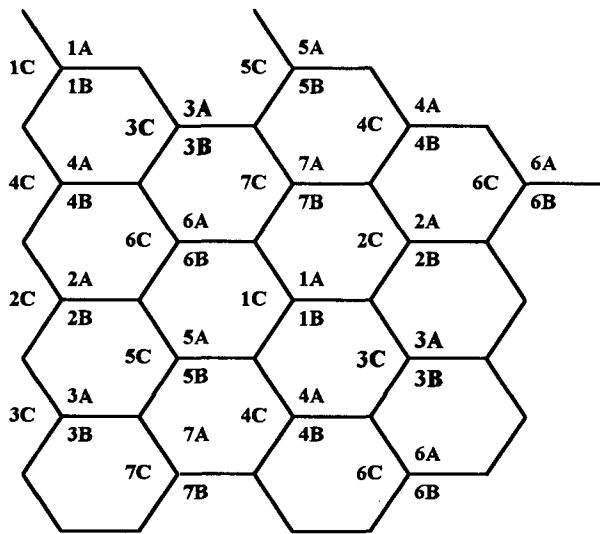


Figura 6.8. Matriz de distribución de canales del sistema americano, AMPS

La distribución de canales mostrada en la figura anterior asegura que la asignación de las frecuencias de los canales dentro del área geográfica de una célula dada no interferirá con la frecuencia de los canales asignados en las células adyacentes.

Esta sería la estructura del grupo básico de este sistema de TMA que se irá trasladando hacia toda su área de servicio.

En la figura 6.9 se muestra un ejemplo de la traslación del grupo básico compuesto en este caso por 7 células, donde R es el radio de la célula y D la distancia cocanal o distancia de reutilización y los números 1,2,3... representan los grupos de canales que hay en cada célula.

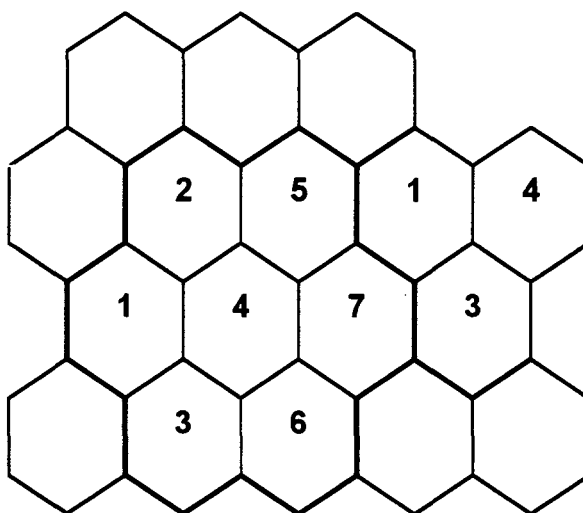


Figura 6.9.Traslación de un grupo básico de células.

El sistema más clásico de establecimiento de un sistema celular es partir con pocas células de gran tamaño e ir reduciéndolas y, por consiguiente, aumentando el número de canales disponibles según vaya aumentando el tráfico telefónico móvil en la zona.

En el caso de la cobertura de una zona que cubra un núcleo urbano, en el centro de éste la densidad de tráfico será máxima y por ello el área de la célula será mínima y se irá aumentando el tamaño de la celda en el camino hacia las afueras de la ciudad según vaya disminuyendo la densidad de tráfico telefónico móvil. En la figura 6.10 se muestra la estructura celular típica de las ciudades y sus suburbios.

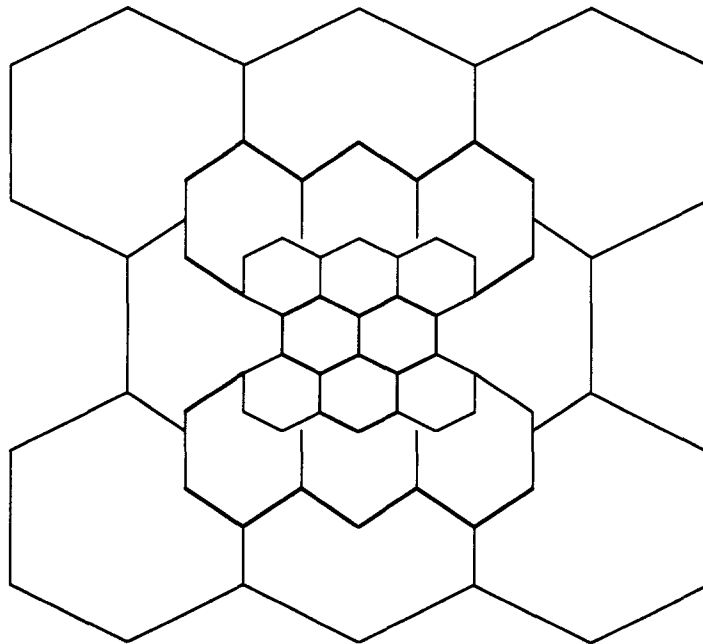


Figura 6.10. Estructura celular según número de abonados.

6.5. NORMAS TÉCNICAS DE LOS SISTEMAS DE TMA

Los sistemas de TMA se pueden dividir básicamente en analógicos y digitales según la tecnología que utilicen según se muestra en la tabla 6.7. Dentro de los analógicos se pueden dividir según la banda de frecuencias en que trabajen, 450 ó 900 Mhz.

Los sistemas digitales trabajan todos de momento en la banda de 900 MHz aunque en un futuro inmediato utilizarán también la banda de 1,8 GHz. Las normas técnicas que definen los sistemas de TMA han surgido en Norteamérica, Europa y Japón.

En los sistemas de TMA analógicos existen varias normas técnicas en Europa, principalmente las normas nórdicas (Dinamarca, Suecia, Noruega y Finlandia) en las bandas de 450 y 900 MHz (NMT-450 y NMT-900) que se han usado fuera de sus fronteras, la banda de 450 MHz, en los países del Benelux (Holanda, Bélgica y Luxemburgo) en España, etc. Además existen los sistemas C (Alemania), RTMS (Italia) en la banda de 450 y el TACS (Gran Bretaña) en la banda de 900 Mhz.

Para los sistemas digitales se usa una norma europea del Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación llamado GSM, para evitar la proliferación de normas técnicas en Europa y que un abonado móvil pueda recorrer toda Europa sin tener que cambiar de aparato telefónico móvil.

En Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) se ha desarrollado el AMPS (sistema telefónico móvil perfeccionado) como sistema analógico y como sistema digital se ha desarrollado a partir de aquél un sistema dual que da servicio tanto a los abonados del sistema analógico como a los del sistema digital.

En **Japón** se han desarrollado dos sistemas analógicos (MCS-L1 y MCS-L2) el segundo con servicios mejorados y mayor capacidad de canales con respecto del primero. El sistema digital japonés es aplicable tanto a las bandas de 900 MHz como de 1,5 GHz.

Sistemas de TMA	Sistemas Analógicos	Banda de 450 MHz	Sistemas europeos (NMT-450, RTMS, C)
		Banda de 900 MHz	Sistemas europeos (NMT-900, TACS)
			Sistema americano AMPS
	Sistemas Digitales	Banda de 900 MHz	Sistemas japoneses (MCS-L1, MCS-L2)
			Sistema paneuropeo (GSM)
			Sistema norteamericano
		Sistema japonés	

Tabla 6.7. Normas Técnicas de los sistemas de TMA

6.5.1 SISTEMAS DE TMA ANALÓGICOS.

Los sistemas de TMA analógicos fueron los primeros en establecerse. Las comunicaciones radioeléctricas transportan señales analógicas y no tienen definidos interfaces con la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) o la RPD (Red Pública de Datos). Cada sistema específico ha de tener, al menos, definidos el interfaz de radio y el interfaz con la RTPC, si bien para este último se tiene en cuenta la Recomendación Q.70 del CCITT.

Se han desarrollado diferentes sistemas en Norteamérica (sistema AMPS de EE.UU. y Canadá), Europa (NMT-450 y NMT-900 en los países nórdicos, TACS en Gran Bretaña, C-450 en Alemania y RTMS en Italia) y Japón (sistemas MCS-L1 y MCS-L2).

Las características comunes a todos ellos son: estructura celular con reutilización de frecuencias y transferencia entre celdas de la llamada en curso (hand-over), comunicaciones dúplex, funcionamiento automático con marcación directa, supervisión del canal vocal en el trayecto radioeléctrico, indicación automática de la posición del móvil (roaming).

Sistemas de TMA analógicos	Norteamérica	Banda de 900 MHz	AMPS
	Japón	Banda de 900 MHz	MCS-L1 MCS-L2
	Europa	Banda 450 MHz	NMT-450 (Nórdico) C-450 (Alemania) RTMS (Italia)
		Banda 900 MHz	NMT-900 (Nórdico) TACS(Británico)

Tabla 6.8. Sistemas de TMA analógicos.

6.5 1.1. SISTEMAS UTILIZADOS EN ESPAÑA.

El servicio de telefonía móvil automática comenzó en España en régimen de monopolio de Telefónica de España, S.A. en Noviembre de 1.982 con la norma nórdica NMT en la banda de 450 MHz. Esta norma sólo dispone de 180 canales de los cuales sólo se utilizan 104 debido a que en España parte de la banda en que trabaja este sistema se empleaba con anterioridad en otras aplicaciones.

Debido a lo anterior este sistema pronto empezó a alcanzar altos niveles de saturación y a llegar a la máxima capacidad posible de usuarios en las grandes zonas urbanas, por lo que se pensó muy pronto en utilizar la banda de 900 MHz donde se dispone de mayor número de canales.

En 1.988 se optó por el sistema británico TACS (Total Access Communication System) que trabaja en la banda de 900 MHz y dispone de 920 canales.

En España el sistema nórdico tendrá licencia hasta el 1 de Enero de 1.998. A partir de esa fecha desaparecerá de nuestro país este sistema y la utilización de la banda de 450 MHz para el servicio de TMA. El sistema británico desaparecerá el 1 de Enero del 2.007 por lo que para esa fecha desaparecerá de nuestro país el sistema de telefonía móvil automática analógica.

6.5.1.1.1. NMT-450 (NORDIC MOBILE TELEPHONE SYSTEM)

El NMT es una norma desarrollada en los países nórdicos, Suecia, Finlandia, Noruega y Dinamarca que trabaja en la banda de 450 MHz, de ahí que se le conozca como NMT-450. Es un sistema de telefonía móvil automática compatible entre los países citados y con sus respectivas redes de telefonía básica por lo que es una auténtica red móvil terrestre internacional.

La estructura del sistema es idéntica a la de la figura 6.2. En este sistema la central de conmutación de la red móvil es denominada MTX (Mobile Telephone eXchange) y contiene el interfaz con la red fija. Las estaciones base sirven como interfaz entre el trayecto radio eléctrico y los sistemas de transmisión terrestre a 4 hilos (un par para la señal de transmisión y un par para la señal de recepción) típica de los sistemas analógicos.

La MTX dispone de cuatro tipos de canales hacia las E.B. y E.M. con las siguientes funciones:

1. **Canal de llamada (CLL):** es el canal al que se encuentran enganchados todos los móviles que estando conectados a la red no están cursando llamadas y a través del cual serán informados de que algún usuario quiere ponerse en contacto con ellos.
2. **Canal de tráfico (CT):** son los canales a través de los cuales se cursan las conversaciones. También se utiliza para señalización una vez establecida la llamada
3. **Canal de prueba (CP):** sólo será utilizado por orden de la MTX para cuestiones de mantenimiento y control

- 4. Canal de datos (CD):** este canal es usado para tráfico de datos entre la MTX y las estaciones base. Por consiguiente este canal no forma parte del interfaz de radio entre E.B. y E.M.

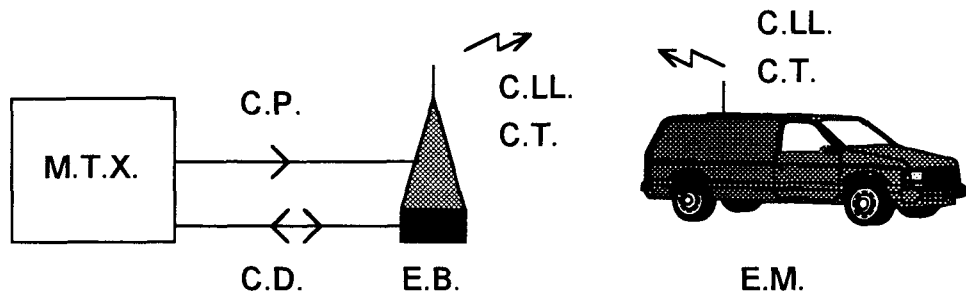


Figura 6.11. Tipos de canales del sistema NMT-450

A. Frecuencias de radio

Las frecuencias de radio disponibles son las bandas de 453 a 457,5 MHz para la transmisión de las estaciones móviles y de 463 a 467,5 MHz para la transmisión de las estaciones base. Los canales que el sistema puede soportar con una separación entre sí de 25 KHz son 180.

En España por problemas de espectro radio eléctrico se han utilizado las siguientes bandas: de 454,325 a 458,825 MHz para la emisión de las E.M. y de 464,325 a 468,825 MHz para la emisión de las E.B. por lo que sólo se dispone de 104 canales.

La separación dúplex o diferencia entre las frecuencias de transmisión y recepción de un mismo canal es de 10 MHz. esta distribución de frecuencias se muestra en la figura 6.12.

Banda NMT-450	Banda NMT-450 (España)	Ancho de canal	Separación dúplex
453-457,5 MHz. Tx E.M.	454,325-458,325 MHz. Tx E.B.	25 KHz	10 MHz
463-467,5 MHz. Tx E.B.	464,325-468,325 MHz. Tx E.M.		

Tabla 6.9. Bandas de frecuencia del sistema NMT-450

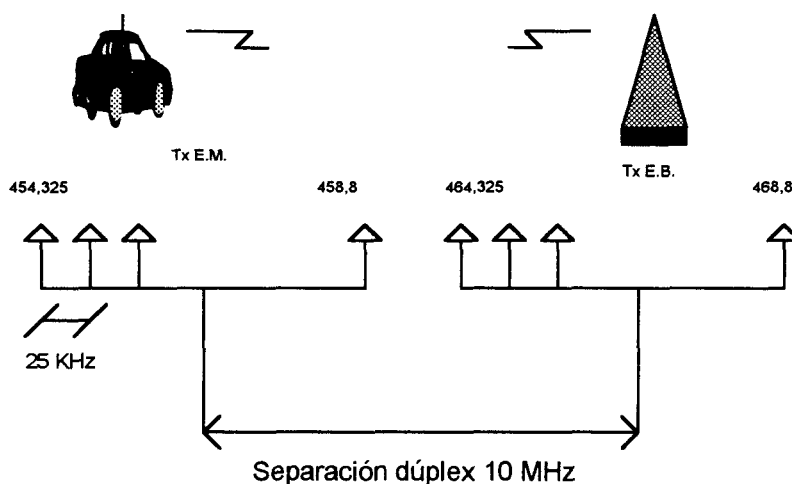


Figura 6.12. Bandas de frecuencia del NMT-450.

B Características de explotación

- 1. Procedimiento de búsqueda de canales:** Todos los canales de las estaciones base pueden usarse tanto como canales de llamada como canales de tráfico. El CLL de una estación base se utiliza para avisar a las estaciones móviles de un área de tráfico dado de las llamadas procedentes de la red fija.

El móvil llamado contestará a la MTX por el CLL. La MTX asignará a la E.M. un CT a través del canal de llamada y le ordenará a la estación base que active el canal que la MTX ha asignado al móvil. Una vez la E.M. recibe la orden conmutará al canal de tráfico y se iniciará la conversación.

Ahora el canal de llamada estará disponible para el resto de estaciones móviles que están en dicha celda. Cuando es la estación móvil la que quiere iniciar una llamada se enganchará a un canal de tráfico que se encuentre libre y a través de él realizará el intercambio de información con la red móvil y conversará.

2. Supervisión del canal de conversación: En el transcurso de la llamada la estación base inserta un tono de supervisión, también llamada señal ϕ , de entre los cuatro posibles (3.955 Hz, 3.985 Hz, 4.015 Hz, 4.045 Hz) junto con la señal vocal. El móvil separa la señal ϕ de la señal vocal y lo envía de vuelta a la estación base que evalúa la calidad del tono.

3. Procedimiento de transferencia o hand-over: La estación base supervisa la calidad de una llamada mediante mediciones de la señal de radiofrecuencia y el tono de supervisión. Cuando la calidad desciende por debajo de un nivel prefijado, se avisa a la MTX. Ésta, a su vez, ordena a las estaciones base cercanas que midan la calidad del canal de tráfico utilizado en la primera E.B. a través de un receptor de medida que puede sintonizar todos los canales.

Si la recepción de alguna E.B. es mejor que la utilizada la MTX asignará un canal de tráfico de la nueva estación base y ordenará al móvil que conmute al nuevo canal y reencaminará la llamada al nuevo CT asignado.

4. Procedimiento para la liberación de las llamadas: Las llamadas se liberan según se reciba la señal de liberación de la estación móvil. Se liberará la llamada de forma forzada cuando la calidad de la señal en la estación base descienda por debajo de un valor prefijado y sea imposible el hand-over.

5. Señalización entre MTX y el interfaz con la RTPC: El sistema de señalización nº 7 es el utilizado entre MTX. El interfaz con la RTPC se conforma según la recomendación Q.70 del CCITT.

6.5.1.1.2. TACS (TOTAL ACCESS COMMUNICATION SYSTEM)

El TACS es una norma que nació en Gran Bretaña a principios de los años 80 como una adaptación del sistema de telefonía móvil automática norteamericana AMPS (American Mobile Phone System).

Este sistema supone una mejora con respecto al Nórdico. De entre ellas se pueden destacar que posee una mayor capacidad de abonados, se dispone de 1.320 canales por 180 del sistema NMT-450, una mejor calidad en sonido, un hand-over más rápido. También el proceso de Roaming es distinto ya que mientras en el NMT-450 la búsqueda del abonado se hacía a nivel de área de tráfico en el TACS se hace a nivel de área de central telefónica móvil.

La estructura básica de este sistema es la típica de los sistemas de telefonía móvil. La central telefónica móvil es denominada E.M.X. (Electronic Mobile eXchange).

Este sistema TACS dispone de cuatro tipos de canales (ver figura 6.13) entre las estaciones móviles y la estación base:

1. FOCC (Canal de Ida de Control): Son canales de datos o control desde la estación base a los móviles.
2. RECC (Canal de Vuelta de Control): canales de datos en el sentido de móviles a E.B.
3. FOVC (Canal de Ida de Voz): canal de voz de base a móvil
4. REVC (Canal de Vuelta de Voz): canal de voz de móvil a base

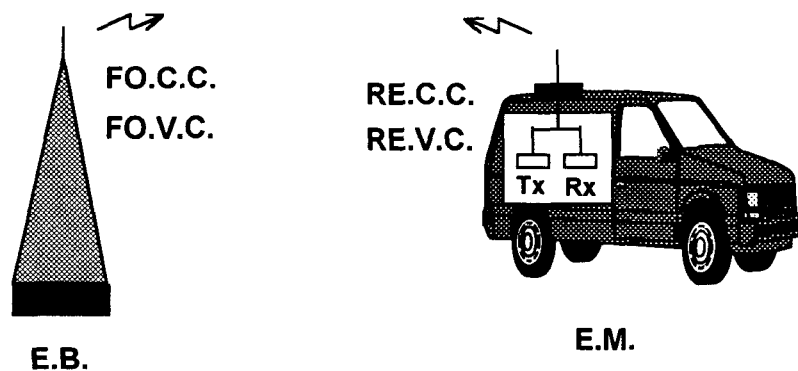


Figura 6.13. Señales del interfaz de radio en el sistema TACS

A. FRECUENCIAS DE RADIO

El sistema TACS trabaja en la banda de 900 MHz, teniendo cada canal una anchura de 25 KHz y la separación dúplex 45 MHz. En España esta banda de frecuencias se divide en dos sub-bandas:

Banda TACS	Banda ETACS	Ancho de canal	Separación dúplex
890-905 MHz. Tx E.M.	872-888 MHz. Tx E.B.	25 KHz	45 MHz
934-950 MHz. Tx E.B.	917-932 MHz. Tx E.M.		

Tabla 6.10. Bandas de frecuencia del sistema TACS

A.1 Banda TACS: está formada por 600 canales de los cuales 20 son de datos o control. Abarca las siguientes frecuencias: De 890 a 905 MHz para la transmisión de la E.M. y de 934 a 950 MHz para la transmisión de las E.B., según se ve en la figura 6.14.

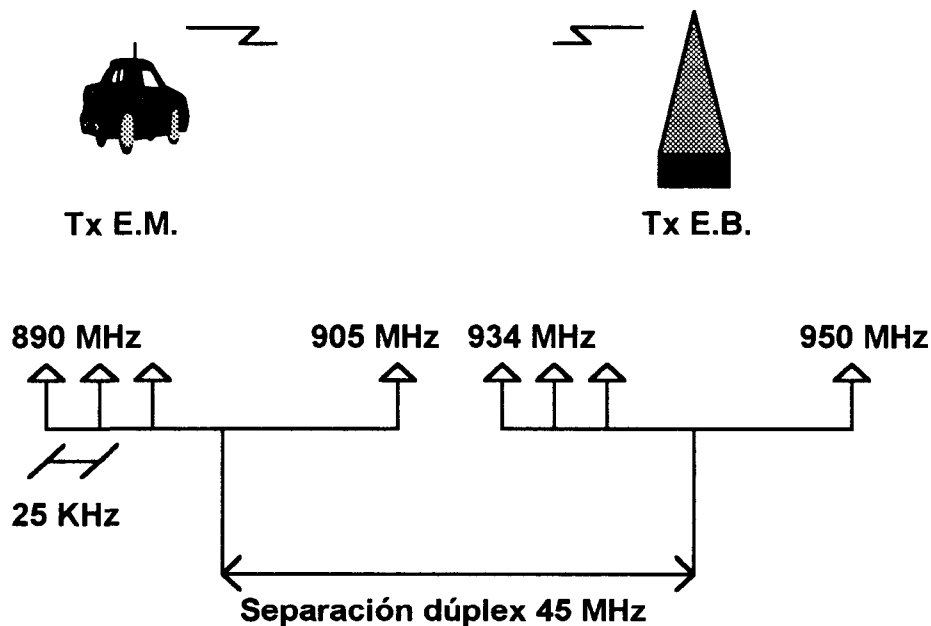


Figura 6.14. Banda TACS

A.2. Banda ETACS (Extended TACS): está constituida por 320 canales de voz en la siguiente sub-banda: de 872 a 888 MHz para la transmisión de las E.M. y de 917 a 932 MHz para la transmisión de las E.B.

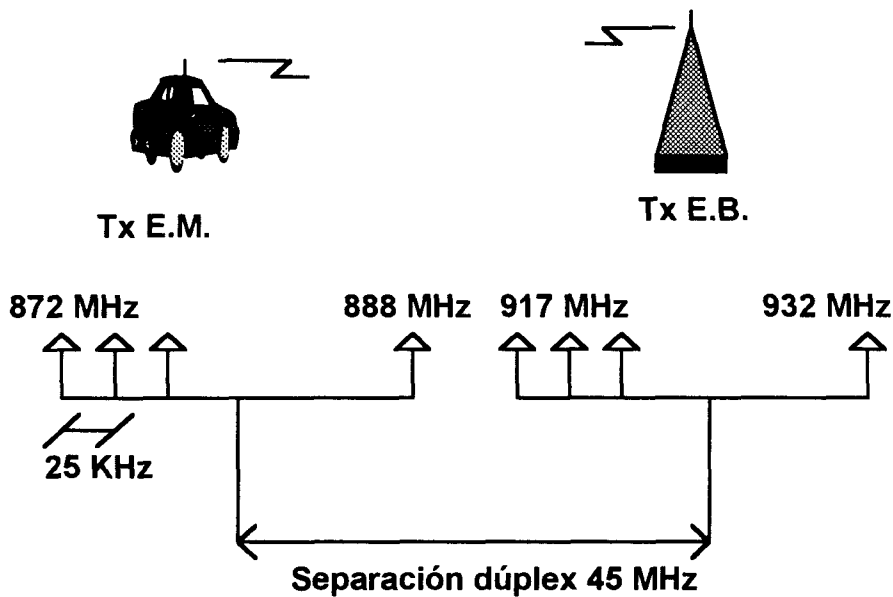


Figura 6.15. Banda ETACS

Las celdas se denominan según la banda de frecuencias que utilicen, TACS si utiliza canales de esa frecuencia y se denominará ETACS si usa canales de la sub-banda homónima.

B. Señales características

Este sistema dispone de una serie de señales, tonos, que tienen una misión dada. Son las siguientes:

B.1. DCC (Código de Color Digital): es una señal digital transmitida a través del canal de control que puede tomar cuatro valores y que permite al móvil diferenciar dos celdas próximas con idéntico canal de control.

B.2. SAT (Tono de Audiofrecuencia de supervisión): Es la señal equivalente a la señal ϕ del NMT-450. El SAT puede tomar tres valores (5970 Hz, 6000 Hz y 6030 Hz) y a cada celda se le asignará uno determinado. Este tono se envía desde La E.B. por el canal FOVC y permite al móvil medir la calidad de audio del canal en cuestión.

B.3. Tono de señalización: Es un tono de 8 KHz que se envía a través del REVC y dependiendo del tiempo en que se envíe indicará sucesos diferentes: si se transmite durante 8 seg. indicará que el móvil ha concluido la llamada; si se transmite durante 400 mseg. el móvil va a usar servicios especiales y si la transmisión del tono dura 50 mseg. el móvil envía respuesta a un requerimiento de hand-over.

C. Características de explotación

C.1. Llamada de móvil a fijo: Al encenderse el móvil, éste barrerá todos los canales de control de las estaciones base de la zona y se enganchará al que reciba con mejor calidad. Si el usuario desea hacer una llamada el móvil comprobará que el canal de control al que está enganchado se encuentra libre, tomará el canal RECC y enviará información de su número de abonado y su número de serie.

El RECC se recibe en la E.B., ésta seleccionará un canal de voz libre y mandará una orden al móvil para que se resintonice a la frecuencia del canal libre e insertará en el canal el SAT. La E.M. se sintoniza al nuevo canal, detecta el SAT y lo reenvía a la E.B.

Ahora la estación terrestre manda la identificación del móvil y la información del canal de voz hacia la EMX, donde se reconocerá al móvil, se conectará el audio y se enviará orden a la E.B. para que ponga el canal en modo conversación.

C.2. Llamada de un fijo a un móvil: Al recibir una solicitud de llamada hacia un móvil la EMX enviará un mensaje, que contiene la identidad del móvil, a todas las E.B.. Cada una de ellas insertará esta información en el canal FOCC, el móvil reconocerá su identidad, pasará al canal RECC y enviará esta identidad a la E.B., ésta asignará un canal de voz libre al móvil, insertará el tono SAT en él.

La E.M. se sintoniza al nuevo canal , detecta y reenvía el SAT. La E.B. manda la confirmación de que lo ha recibido y pondrá el canal de voz como ocupado.

El móvil al recibir la confirmación enviará el tono de 8 KHz en el REVC. Al recibirlo la E.B. enviará a la E.M.X. un mensaje de reconocimiento indicando número de abonado, número de serie y canal asignado. En este momento estará establecido el camino de audio y la E.M.X. esperará la respuesta del móvil, que deja de enviar el tono de 8 KHz.

La E.B. se lo comunicará a la central de conmutación móvil y a la vez pondrá el canal de voz en modo conversación.

C.3. Transferencia de llamadas en curso (hand-over): La

E.B. analiza los SAT recibidos en los canales de voz y determina si hay algún canal candidato al hand-over. Enviará un mensaje a la E.M.X. conteniendo el número del canal candidato y el valor del SAT recibido. La E.M.X. enviará un mensaje a las células adyacentes solicitando midan el nivel de señal recibido por el canal candidato a hand-over.

La E.B. adyacente responderá con un mensaje de confirmación si la señal del móvil es buena y si dispone de un canal de voz libre. En caso afirmativo la E.M.X: enviará a esta célula una petición de hand-over. Esta E.B. activa el canal de voz libre y manda a la central de conmutación móvil el número de dicho canal, que a su vez envía un mensaje a la E.B. peticionaria con la información anterior que se será enviada al móvil en el canal FOCC.

El móvil mandará el tono de 8 KHz durante 50 mseg., indicando hand-over, y se resintoniza al nuevo canal. La E.B. de destino detecta el SAT e indica a la E.M.X. que la transferencia se ha completado y pondrá el canal en modo conservación.

6.6. TELEFONÍA MÓVIL AUTOMÁTICA DIGITAL

Los sistemas de TMA digitales son sistemas móviles terrestres ofrecen servicios de telefonía y datos, utilizan la técnica celular y la transmisión radioeléctrica de señales digitales, para la conexión con la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC), la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) y las Redes Públicas de Datos (RPD).

Existen en la actualidad tres sistemas de TMA digitales: el sistema paneuropeo (GSM), el sistema norteamericano (sistema dual digital y analógico, siendo la parte analógica el AMPS) y el sistema japonés.

Sistemas de TMA digitales	Norteamérica	Sistema dual: analógico (AMPS) y digital
	Japón	Sistema digital japonés
	Europa	Sistema Global para Comunicaciones móviles (GSM)

Tabla 6.11. Sistemas celulares digitales.

Estos sistemas digitales ofrecen con respecto a los analógicos una mayor eficacia de utilización del espectro, servicios similares a los ofrecidos por las redes RTPC, RDSI, RPD, mayor facilidad de obtener la inviolabilidad de las comunicaciones mediante el cifrado de la señales radioeléctricas, mayor flexibilidad de diseño, etc. La tecnología digital se ha introducido en seis sectores principalmente:

- 1. Modulación/demodulación radiodigital:** permite una utilización más eficaz del espectro radioléctrico, y que la calidad de la señal sea mejor que en los sistemas analógicos. El uso de estas técnicas digitales permite que se usen circuitos que utilizan procesos de integración en muy gran escala (VLSI), por lo que permite la reducción de costes sobre todo de las estaciones móviles.

- 2. Acceso múltiple por división de tiempo (AMDT):** con este sistema el intercambio de información de señalización entre las estaciones base y móvil se hace sin interrumpir la transmisión vocal o de datos de usuario.

- 3. Codificación vocal digital:** La codificación digital de la señal a velocidades inferiores a 16 Kbps hace posible la utilización de técnicas de corrección de errores que contribuyen a incrementar la calidad de la voz.

- 4. Procesamiento de la señal digital:** permite la utilización de técnicas que mejoran la explotación del servicio en casos de desvanecimiento de la señal radioeléctrica debido al multitrayecto entre E.B. y E.M.

- 5. Canales digitales de control y datos:** Estos canales permiten la transmisión de datos digitales a elevada velocidad a los móviles con mayor protección y mejor control de errores. El canal de control permite además la introducción en estos sistemas de servicios RDSI.

6. Secreto y autenticación: La combinación de codificación digital de la voz y los canales digitales de control facilitan el secreto de las comunicaciones y la autenticación de los usuarios. La transmisión vocal digital se protege con el uso de **algoritmos digitales de codificación del secreto**.

El canal de control facilita la distribución de las claves del secreto. A través de este canal el centro de autenticación y el registro de posición propio facilitan la autenticación de los usuarios móviles.

6.6.1 SERVICIOS QUE PRESTAN

Los servicios básicos de telecomunicación que prestan estos sistemas digitales se pueden dividir en dos tipos:

1. **Servicios portadores:** servicio de datos síncronos, asíncronos y por paquetes a velocidades hasta un máximo de 9,6 Kbps. Capacidad digital ilimitada a velocidades binarias menores de 16 Kbps.
2. **Teleservicios:** todos los sistemas ofrecen los servicios de telefonía y facsímil. Algunos prestan servicios de videotex, teletex, etc.

Estos sistemas ofrecen además servicios suplementarios que guardan relación a los ofrecidos por la RDSI que, por la limitación del canal radio eléctrico, quedan reducidos a canales de velocidad binaria de 16 Kbps.

6.6.2 ARQUITECTURA COMÚN A TODOS LOS SISTEMAS

Desde el punto de vista de la arquitectura destacan los aspectos que consideramos a continuación:

A. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTACIONES BASE

La distribución geográfica de las estaciones base se organiza en torno a dos tipos de estructuras: **Estructuras de células regulares** que utilizan antenas omnidireccionales y **estructuras de células sectoriales** que hacen uso de antenas direccionales. Estas dos técnicas se usan ya en los sistemas analógicos.

B. TIPOS DE CANALES

Estos sistemas de TMA digital disponen de dos tipos de canales diferentes:

B.1. Canales de tráfico: se utilizan para transmisión de voz y datos (servicios portadores y teleservicios).

B.2. Canales de control: se utilizan para la transmisión de señalización y control. Éstos a su vez se dividen en tres grandes tipos:

B.2.1. Canales de control común: que se utilizan para la búsqueda de los móviles que son llamados y por los móviles que desean iniciar una comunicación.

B.2.2. Canales de control de radiodifusión: que se usan para enviar mensajes de radiodifusión de las estaciones base y para sincronización y corrección de frecuencia de los móviles.

B.2.3. Canales de control asociados: que se pueden dividir en lentos y rápidos y proporcionan funciones de control y señalización a usuarios individuales.

6.6.2.1 ARQUITECTURA DE LA RED

La figura 6.16 muestra la arquitectura básica de un sistema de TMA digital, incluidos los principales componentes funcionales. Los protocolos de comunicación se especifican de conformidad con el modelo ISA (Interconexión de Sistemas Abiertos) y los interfaces con las redes RDSI, RTPC y RPD se especifican de acuerdo con las Recomendaciones del CCITT.

Todos los componentes que aparecen en la figura 6.16 y que son comunes a todos los sistemas de telefonía móvil automática digital serán tratados concienzudamente en el siguiente capítulo que está dedicado al G.S.M.

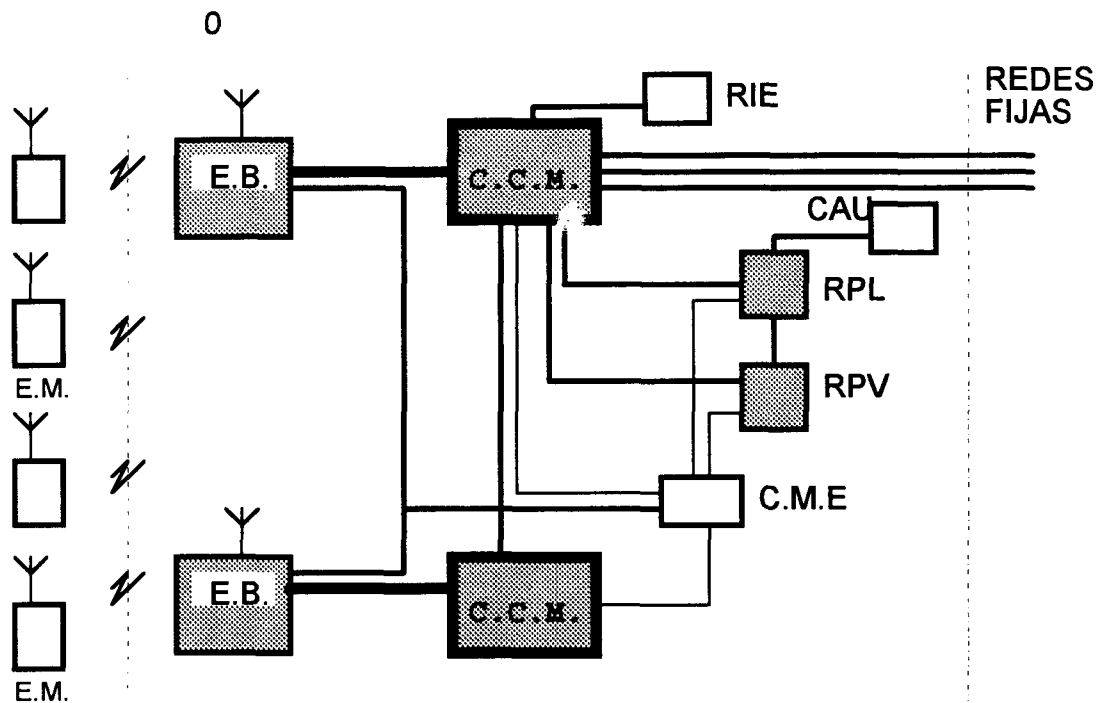


Figura 6.16. Arquitectura de una red celular digital.

E.M.: Estaciones móviles.

E.B.: Estaciones base.

C.C.M.: Centros de conmutación móvil (llamados CTM en los sistemas analógicos).

R.P.P.: Registro de posición propio.

R.P.V.: Registro de posición visitado.

C.M.E.: Centro de mantenimiento y explotación.

R.I.E.: Registro de identidad de equipo.

C.AU.: Centro de autenticación.

CAPÍTULO 7

G.S.M.
(Global System for Mobile communications,
Sistema Global para comunicaciones Móviles)

7.1. GENERALIDADES

El GSM es un sistema de telefonía móvil automática de **norma europea**, elaborada por el (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación ETSI), y de tecnología digital que trabaja en la **banda de 900 Mhz** por lo que también es conocido como **TMA 900-D**.

Todas las señales puestas en juego en este sistema, señales de voz o datos de usuario y las señales de control son transmitidas de forma digital.

El GSM se adapta a los estándares internacionales para la Interconexión de Sistemas Abiertos (ISA) y es **compatible con las diferentes redes públicas de telefonía: RDSI, RTPC, RPD u otras redes móviles, RMTP**.

Desde un comienzo se tuvieron en cuenta los aspectos internacionales del G.S.M., gracias a lo cual éste constituye una verdadera **red móvil terrestre pública (RMTP) internacional**. En ella el usuario podrá desplazarse por Europa con la misma estación móvil o portátil y obtener servicio telefónico en cualquier país que se encuentre.

En España este servicio es prestado desde el mes de Julio por Telefónica de España, S.A. y desde el mes de Octubre por Airtel, S.A.

Este sistema al ser digital permite la conexión de un fax o un modem a la estación móvil o portátil y operar como si tuviéramos ese fax o modem conectado a una línea telefónica normal o fija.

7.1.1. SERVICIOS

Al elaborar la norma GSM se especificaron con detalle la realización práctica de cada servicio así como los mecanismos de interfuncionamiento necesarios, con el fin de ofrecer pleno acceso a los servicios durante la itinerancia y reducir al mínimo la complejidad de los equipos de abonado.

Los servicios que presta este sistema de T.M.A. digital son los siguientes:

1. **Servicios portadores:** estos servicios dan al usuario la capacidad necesaria para transmitir las señales apropiadas entre ciertos puntos de acceso.

El sistema GSM ofrece servicios de datos transparentes y no transparentes en modo circuito así como en modo paquete, hasta la velocidad neta de transmisión de datos de 12 Kbps

2. **Teleservicios:** estos servicios dan al usuario la capacidad plena, incluidas las funciones de equipo terminal, de comunicar con otros usuarios.

Entre los principales teleservicios que admite el sistema GSM están los siguientes:

- Telefonía y llamadas de emergencia
- Servicio de mensajes cortos
- Acceso a sistema de tratamiento de datos
- Videotex
- Facsímil

3. Servicios suplementarios: estos servicios suplementarios pueden dividirse en 4 grupos:

- Reenvío de llamada
- Llamada completada
- Indicación de tasa
- Restricción de llamada

1. SERVICIOS PORTADORES	Transmisión de datos en modo circuito hasta una velocidad de 12 Kbps
	Transmisión de datos en modo paquete hasta una velocidad de 12 Kbps
2. TELESERVICIOS	telefonía y llamadas de emergencia
	Servicio de mensajes cortos
	Acceso a sistema de tratamiento de mensajes de datos
	Videotex
3. SERVICIOS SUPLEMENTARIOS	Facsimil
	Reenvío de llamada
	Llamada completad
	Indicación de tasa
	Restricción de llamada

Tabla 7.1. Servicios que presta el Sistema G.S.M.

7.1.2. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD

El G.S.M. ha sido concebido para ofrecer un alto grado de seguridad. Se han previsto medidas de seguridad para proteger el acceso a los servicios y el secreto de la información relacionada con el usuario. Las características de seguridad son las siguientes:

- **Identidad confidencial del abonado:** garantiza que no se pueda revelar la identidad del abonado móvil internacional

- **Autenticación de la identidad del abonado:** verifica la identidad del abonado enviada por la estación móvil o portátil

- **Datos confidenciales del usuario:** garantiza que no se pueda revelar por ninguna entidad no autorizada los datos y conversación del abonado

- **Elemento de información de señalización confidencial:** Los elementos de información de señalización (identidades de abonado y del equipo) intercambiados en el trayecto radioeléctrico no pueden ser utilizados por entidades no autorizadas.

La IAMI (Identidad de Abonado Móvil Internacional) es la información que identifica al abonado de forma unívoca, y que tiene que estar presente y ser válida para que la estación móvil pueda funcionar. Se incorpora al equipo mediante la tarjeta personal de cada usuario al servicio.

Cada estación móvil tiene una identidad única que será insertada por el fabricante: la Identidad de Equipo Móvil Internacional (IEMI)

Las funciones de seguridad para la autenticación de la información relacionada con el abonado, y todos los procesos de autenticación están contenidos en un elemento desenchufable de la estación móvil denominada Módulo de Identidad de Abonado (MIA).

1. CARACTERÍSTICAS	Identidad confidencial del abonado garantizada en el trayecto radioeléctrico
	Autenticación de la identidad del abonado comprobando que ésta no esté duplicada
	Datos aportados por el usuario al trayecto radioeléctrico son confidenciales
	Información de señalización entre E.M.-Red GSM(identidades de abonado y equipo...) confidenciales
2. ELEMENTOS	Identidad de Abonado Móvil Internacional. Presente en la E.M. para acceso al servicio del abonado
	Identidad de Equipo Móvil Internacional. Presente para acceso al servicio desde la E.M.
	Módulo de Identidad de abonado. Elemento enchufable en la E.M. presente en los procesos de autenticación de la identidad del abonado

Tabla 7.2. Características y elementos de Seguridad del Sistema G.S.M.

7.2. ARQUITECTURA DEL GSM

La arquitectura del sistema es la típica de un sistema de TMA digital. En la figura 7.1 se observan los elementos principales de ella y los interfaces entre los diferentes subsistemas que lo componen.

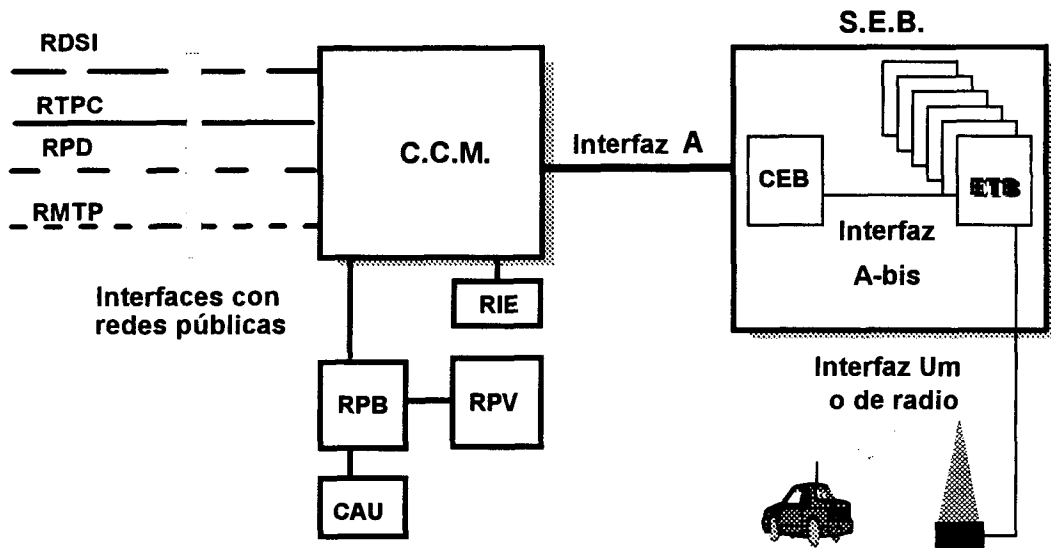


Figura 7.1. Arquitectura del GSM.

Los elementos fundamentales del sistema, representados en la figura 7.1 son los siguientes:

- A. **El equipo de usuario:** puede tratarse de una unidad instalada permanentemente en un vehículo (EM) o un portátil tamaño bolsillo (EP). El equipo móvil se comunica con el sistema de estación base a través del interfaz de radio denominado Um.

B. El C.C.M. (Centro de Conmutación de servicios Móviles): sirve a un número de CEB a través del interfaz A. Es el responsable del control de llamadas (establecimiento, control y terminación de llamadas), de gestión de hand-over entre CCM cuando el móvil pasa del área de gestión de un CCM a otro, de servicios suplementarios contratados por el usuario (tarificación detallada, etc.) y de la recogida de datos para la facturación del usuario.

Proporciona las funciones de encaminamiento de llamadas de la red móvil hacia abonados de su propia red móvil, hacia las redes telefónicas públicas conmutadas (RTPC), hacia la red digital de servicios integrados (RDSI), hacia la red pública de datos (RPD) y hacia redes móviles terrestres públicas (RMTP) distintas de la suya.

El C.C.M. está conectado asimismo con los registros de posición base (RPB) y visitado (RPV), con el centro de autenticación (CAU) y el registro de identificación del equipo (RIE).

El C.C.M. está normalmente basado en una **central de conmutación digital** como los de la red fija que utiliza software idéntico a ellos para encaminamiento de llamadas, etc. y además utiliza un **software específico** de sus funciones de red de telefonía móvil tal como roaming, hand-over, etc.

C. El sistema de estación base (SEB): está formado por la **estación de transmisión-recepción base (ETB)** que proporciona el equipo necesario (transmisores y receptores) para la comunicación por radio entre el E.M. y la red móvil y el **controlador de estaciones base (CEB)**, que controla el uso de los canales que proporciona un grupo de ETB (de 1 a 50 ETB) y gestiona el hand-over entre ETB.

El interfaz entre el CCM y el CEB se denomina interfaz A y el interfaz entre el CEB y el ETB interfaz A-bis.

D. Los registros de situación: son bases de datos que contienen información de los abonados a la red, compuesta por información para enrutar llamadas hacia el móvil, número de abonado, servicios suplementarios contratados por el abonado, etc. Existen dos tipos de registros de situación:

D.1. Registro de posición base (RPB) localizado en el CCM donde el móvil deambula habitualmente, que contiene la información de la localización actual de aquellos móviles

D.2. Registro de posición visitante (RPV): contiene temporalmente información de los móviles que circunstancialmente se encuentran fuera de su zona habitual.

Cada vez que un móvil se mueva por un área de localización diferente a la habitual el RPV informa al RPB de la nueva localización del móvil.

E. Centro de autenticación (CAU): contiene las claves individuales de identificación del abonado

F. Registro de identificación del equipo (RIE): registra información de las estaciones móviles en uso y puede impedir llamadas desde estaciones móviles robadas.

G. Transcodificador: convierte la señales a 64 Kbps de los sistemas MIC a los 13 Kbps con que se trabaja en el sistema. Se puede colocar en varias posiciones: en la ETB en el CEB o en el CCM.

Si se coloca en el CCM tanto el interfaz A como el interfaz A-bis transportarán señales a 13 Kbps. Además al colocarse en el mismo lugar físico que el CCM traerá consigo el ahorro de circuitos terrestres.

H. Interfaces: son las conexiones entre los diferentes elementos de la red GSM. los más significativos son el **interfaz A** entre el C.C.M. y el sistema de estación transceptora base y el **interfaz Um** o interfaz radioeléctrico entre las E.T.B. y los equipos móviles de abonado.

También se pueden definir el **interfaz A-bis** dentro del sistema de estación base y el interfaz entre los diferentes C.C.M.

También están definidos los interfaces entre la CCM y los diferentes registros de posición e identificación

Los interfaces siguiendo el **modelo de interconexión de sistemas abiertos** disponen de tres niveles: nivel 3 o de red, nivel 2 o de datos y nivel 1 o nivel físico.

H.1. Nivel 3 contiene los procedimientos de señalización y está dividido en:

H.1.1. Gestión de llamadas (G.LL.) que realiza las funciones de establecimiento/desconexión de llamadas y el acceso a servicios suplementarios contratados por el usuario.

H.1.2. Gestión de movilidad (G.M.), procedimientos de la localización del móvil y de la autenticación de éste.

H.1.3. Gestión de los recursos de radio (R.R.), comprende el roaming, el hand-over, acceso a canales de radio, cifrado de comunicaciones y procedimientos de control y supervisión de los canales de radio.

H.2. Nivel 2 es el protocolo de enlace de datos.

H.3. Nivel 1 o nivel físico son los intervalos de tiempo en las portadoras de radio y en las líneas de transmisión digitales M.I.C (Ver apartado 7.2.1.3.1.)

1. Equipo de usuario	Estación móvil a bordo de un vehículo
	Estación portátil de tamaño bolsillo
2. Centro de Conmutación del servicio Móvil (C.C.M.)	Central de conmutación digital conectada al resto de subsistemas de la red.
3. Sistema de Estación Base (S.E:B.)	Estación Transceptora Base (E.T.B.)
	Controlador de Estación Base (C.E.B.)
	Transcodificador (XCDR)
4. Registros de situación	Registro de Posición Base (R.P.B.)
	Registro de Posición Visitada (R.P.V.)
5. Registros de Identificación	Registro de Identificación de equipo (R.I.E.)
	Centro de Autentificación (C.AU.)
6. Interfaces	Interfaz de Radio o Um
	Interfaz A
	Interfaz A-bis
	Interfaces entre CCM-Registros de posición e identificación

Tabla 7.3. Arquitectura del Sistema G.S.M.

7.2.1. EL SISTEMA DE ESTACIÓN BASE (SEB)

El SEB es el conjunto formado por el CEB y sus ETB asociadas. Encamina los datos de tráfico entre los móviles y el CCM y además procesa los datos de señalización intercambiados entre ambos.

Es el responsable de las **funciones de radio**, como: gestión de la comunicación radio, manejo del Hand-over, control del nivel de potencia de estaciones base y móviles. Es el interfaz de los elementos E.M. y C.C.M. del sistema celular digital GSM. Con el E.M. utiliza el **interfaz de radio Um** y con el C.C.M. **el interfaz A**.

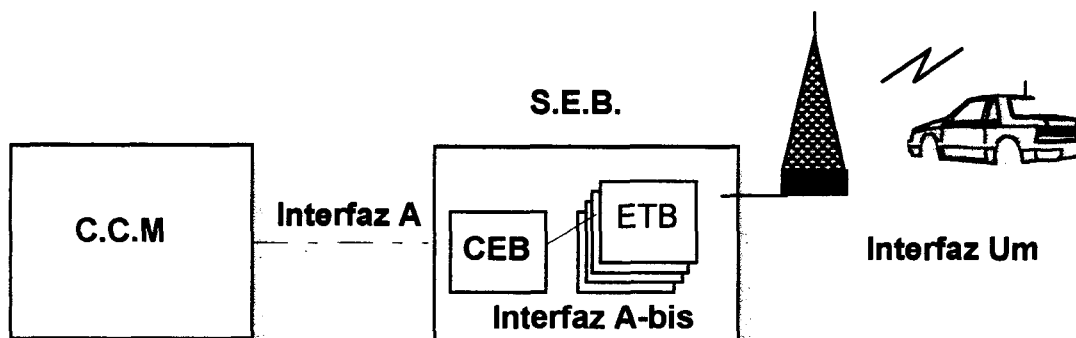


Figura 7.2. Interfaces del sistema de estación base.

Las técnicas de radio digitales se utilizan para establecer el enlace de comunicaciones o interfaz de radio entre el CEB y la E.M. El SEB proporciona interfaces de señal de radio digital a los circuitos terrestres que conectan al SEB con la C.C.M.

Los datos de tráfico o señalización del usuario originados o finalizados en el móvil se colocan en un intervalo de tiempo en un flujo de datos serie hacia/desde la C.C.M. Cada SEB dispone de un CEB (controlador de estación base) y estaciones base transceptoras, ETB.

7.2.1.1. EL CONTROLADOR DE ESTACIÓN BASE (C.E.B.)

El controlador de estación base soporta varias ETBs, controla sus componentes, realiza el procesamiento de llamadas, operaciones y mantenimiento, y también proporciona el interfaz (“Interfaz A”) entre el sistema de estación base y el C.C.M.

Sus funciones principales son la gestión del enlace C.E.B.-C.C.M., gestión de los canales de radio y la transferencia de datos de señalización a y desde las estaciones móviles.

El C.E.B. selecciona el canal de radio, supervisa el enlace de radio y libera el canal cuando acaba la comunicación del abonado móvil o cuando hay transferencia o hand-over con otra célula. Asimismo controla la necesidad de dicha transferencia.

Controla las potencias de transmisión tanto en el móvil como en la estación base, aunque puede controlarlas opcionalmente la E.T.B.

Hay muchos tipos de señalización de tratamiento de llamadas que no afectan directamente al CEB. En dichos casos, el controlador de estación base sólo trabaja como mero punto de unión de las estaciones móviles y la central de conmutación digital del servicio móvil.

El controlador de estación base contiene una matriz de conmutación digital para asociar cada canal de radio con un circuito terrestre que una dichos canales a la CCM.

Esta correspondencia no es fija, el CEB selecciona el canal de radio y el C.C.M. el circuito terrestre por donde va a transcurrir cada conversación entre las E.M. y el abonado de la red fija o entre dos móviles entre sí.

7.2.1.2. LA ESTACIÓN TRANSCÉPTORA BASE (E.T.B.)

Las ETBs proporcionan canales de radio (portadoras de RF) para un área de cobertura específica. El canal de RF es el enlace de comunicación entre las estaciones móviles, dentro del área de cobertura de las ETBs, y la CCM.

El plan de reutilización de frecuencias empleado por el sistema celular definirá la clase de área de cobertura, el número de canales de RF y las frecuencias de las portadoras de cada emplazamiento ETB del sistema.

Un emplazamiento ETB está diseñado para ofrecer un área de cobertura omnidireccional o sectorial. El sistema de antena de la estación base determina el tipo de área de cobertura, eligiendo un sistema radiante omnidireccional o sectorial.

En el GSM se definen los siguientes tipos de sistemas de antenas y áreas de cobertura:

- 1 sector, antena omnidireccional
- 2 sectores, 2 antenas direccionales (180°)
- 3 sectores, 3 antenas direccionales (120°)
- 6 sectores, 6 antenas direccionales (60°)

7.2.1.2.1. FUNCIONES DE LA ESTACIÓN TRANCEPTORA BASE (E.T.B.)

Las funciones de las estaciones base son fundamentalmente la gestión del canal de radio y dentro de dicha gestión las siguientes:

- Supervisión de canales libres, y envío de información sobre éstos hacia el Controlador de Estación Base (C.E.B.).
- Temporización de bloques de canales de control de difusión y de control común. Emisión de mensajes de aviso.
- Detección de accesos al sistema por parte de las estaciones móviles.
- Codificación y entrelazado para protección contra errores.
- Determinación del avance de temporización que hay que utilizar para una comunicación con el móvil.
- Medidas de intensidad de campo y calidad de las señales recibidas de los móviles (enlace ascendente). Recepción de medidas enviadas por los móviles sobre condiciones de intensidad y calidad de las señales recibidas por ellos en esta célula y en las células adyacentes (enlace descendente)
- Construcción de mensajes de aviso, a partir de la información recibida desde el C.E.B.
- Detección de acceso por hand-over o transferencia de un móvil, y comprobación de la identificación de referencia de este hand-over de acuerdo con la información recibida desde el C.E.B.

7.2.1.3. INTERFAZ A (C.C.M.-S.E.B.).

El interfaz entre el sistema de estación base y la central de conmutación de la red móvil es el llamado interfaz A.

El nivel 1 o nivel físico de este interfaz está definido por el estándar europeo de sistema múltiplex digital primario del CCITT, llamado sistema MIC.

7.2.1.3.1. NIVEL 1 (NIVEL FÍSICO)

El nivel físico está basado en los sistemas MIC y en la transcodificación para convertir los canales MIC de 64 Kbps a los 13 Kbps del estándar GSM.

A. SISTEMAS M.I.C.

Los sistemas MIC con los que se trabaja en telefonía son el resultado de la asociación de tres técnicas:

- 1. La modulación por impulsos codificados, MIC**
- 2. El multiplexaje por división en el tiempo, MDT**
- 3. La transmisión línea.**

1. Modulación por impulsos codificados

Permite convertir una señal analógica en una señal digital. Se basa en tres principios: muestreo, cuantificación y codificación.

1.1. MUESTREO.

Se transforma la señal analógica en una serie de impulsos de distinta amplitud llamadas muestras conformes a las variaciones de la señal.

El teorema de muestreo dice que es suficiente transmitir muestras de una señal tomadas por lo menos a una frecuencia doble de la máxima de esta señal. A esta frecuencia se le llama frecuencia de muestreo (f_m).

A partir de las muestras se puede recuperar la señal original. Las señales telefónicas de frecuencia vocal, que ocupan la banda de 300 a 3.400 Hz son muestreadas a 8.000 Hz, por lo que la separación entre dos muestras consecutivas es de $T=125$ ms.

1.2. CUANTIFICACIÓN

Se utiliza un número finito de valores discretos para representar la amplitud de las muestras. Para ello se divide el rango de amplitudes de las muestras obtenidas en intervalos iguales denominados de cuantificación, de forma que muestras de distinta amplitud que estén en el mismo intervalo se les asigne el mismo valor.

Al error que se introduce se le conoce como **error de cuantificación**. Al ser los **intervalos de cuantificación** uniformes este error es el mismo cualquiera que sean los niveles de la muestra por lo que la relación señal/ruido es peor para muestras de pequeña amplitud.

Para que la relación señal/ruido sea aceptable y se mantenga constante para toda la gama de niveles de la señal se utiliza la **cuantificación no uniforme**.

Se hace pasar la señal por un **compresor** que amplifica las señales más débiles y atenúa las más fuertes y después se pasa por una **cuantificación uniforme**. En el extremo receptor habrá un **expansor** que asigne a las muestras su valor original.

El CCITT recomienda el uso de **256 intervalos** para la **cuantificación no uniforme**. Las dos leyes de compresión recomendadas por el CCITT son la **ley A** utilizada en Europa y la **ley μ** utilizada en Norteamérica.

Los sistemas europeos utilizan la **ley A** y **256 intervalos** de **cuantificación**, **128** para las señales positivas y **128** para las negativas.

1.3. CODIFICACIÓN

las muestras obtenidas se codifican en un **código binario simétrico**. Como se utilizan 256 intervalos de cuantificación se necesitan **8 bits** para representarlos, que constituyen la **palabra MIC**. El primer bit indica el signo y los tres siguientes el segmento al que pertenece y los cuatro finales el intervalo dentro del segmento.

2. Multiplexaje por Distribución en el Tiempo, (MDT).

El MDT se utiliza para transmitir varios canales por la misma línea de transmisión. El sistema MIC utilizado en Europa multiplica **30 canales vocales**; además dispone de dos intervalos de tiempo (tiempo ocupado por una muestra de canal) más, uno utilizado para transmitir la **señalización** y otro para el **sincronismo** o alineación del MDT en los extremos de transmisión y recepción.

La velocidad del canal viene dada por:

$$8.000 \text{ muestras/seg.} \times 8 \text{ bits/muestra} = 64 \text{ Kb/s}$$

Como en el sistema MIC hay 32 canales, la velocidad del sistema será: $32 \times 64 \text{ Kb/s} = 2.048 \text{ Kb/s} = 2 \text{ Mb/s}$. A esta señal se le denomina señal MIC.

En resumen, el sistema MIC europeo está formado por tramas de 125 ms de duración ($T = 1/ 8.000$ muestras), que se reparten en 32 intervalos de tiempo de 3,9 ms. Cada intervalo de tiempo está dividido a su vez en 8 bits de 488 ns de duración. Se usa el intervalo 0 para la señalización y el 16 para el sincronismo.

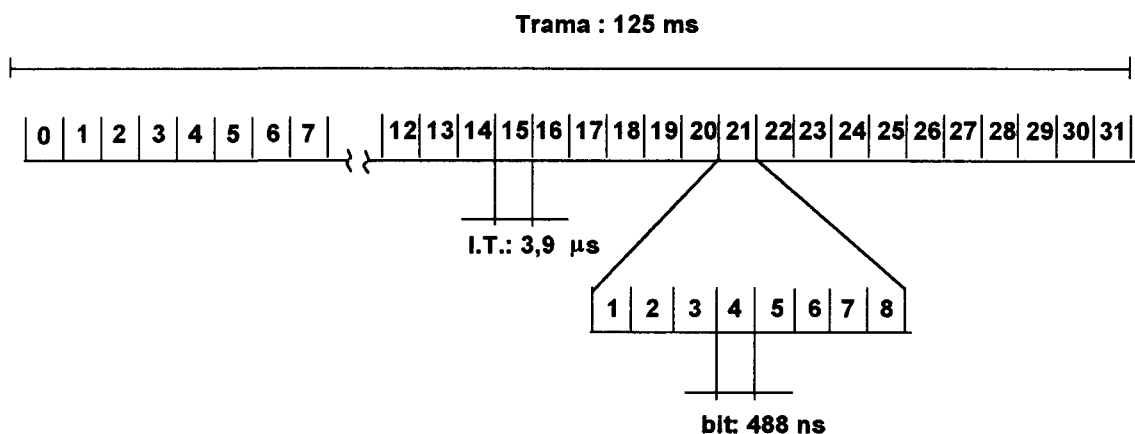


Figura 7.3. Estructura de la trama MIC

3. Transmisión en línea.

A la salida del codificador la señal está formada por impulsos unipolares. Estos impulsos se convierten en bipolares para evitar la componente continua de los unipolares.

Existen varios códigos de línea para realizar esta transformación, sin embargo, el más utilizado es el llamado HDB3 (High Density Bipolar) que limita a 3 el máximo número de ceros consecutivos en la señal transmitida, que evita dar lugar a una mala sincronización entre los extremos de transmisión y de recepción.

El HDB3 consiste básicamente en invertir alternativamente los impulsos originales y cuando aparecen más de tres 0 consecutivos, se agrupan éstos en grupos de 4 y se sustituyen por los grupos de bits B00V ó 000V, donde B indica un impulso con distinto signo que el impulso anterior (mantiene la ley de alternancia o bipolaridad) y V indica un impulso del mismo signo (violación de la ley de bipolaridad).

El grupo 0000 se sustituye por B00V cuando el número de impulsos entre la violación V anterior y la que se va a producir es impar y se sustituye por 000V cuando es par.

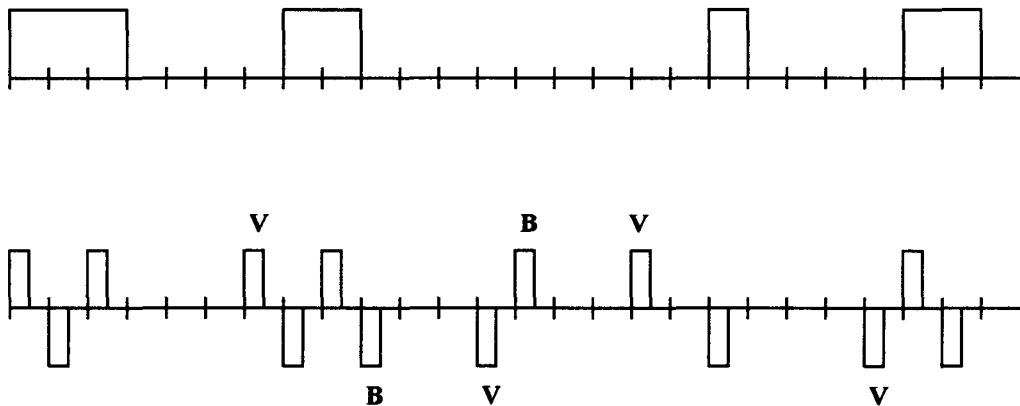


Figura 7.4. Codificación H.D.B. (High Density Bipolar) 3

2. LA TRANSCODIFICACIÓN

En el nivel 1 o físico la trama MIC sufre una transformación debido a que el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación, ETSI, ha definido la codificación de la señal vocal en un régimen de 13 Kbps.

Debido a ello y a que partimos de tramas de 32 canales a 64 Kbps de la señal MIC se necesita de un dispositivo que haga esa conversión.

A este dispositivo se le ha llamado Transcodificador, XCDR. El XCDR se puede poner en el emplazamiento de la ETB, del CEB o del CCM. Por razones de ahorro de líneas terrestres se suele colocar junto al CCM como se observa en la figura 7.5.

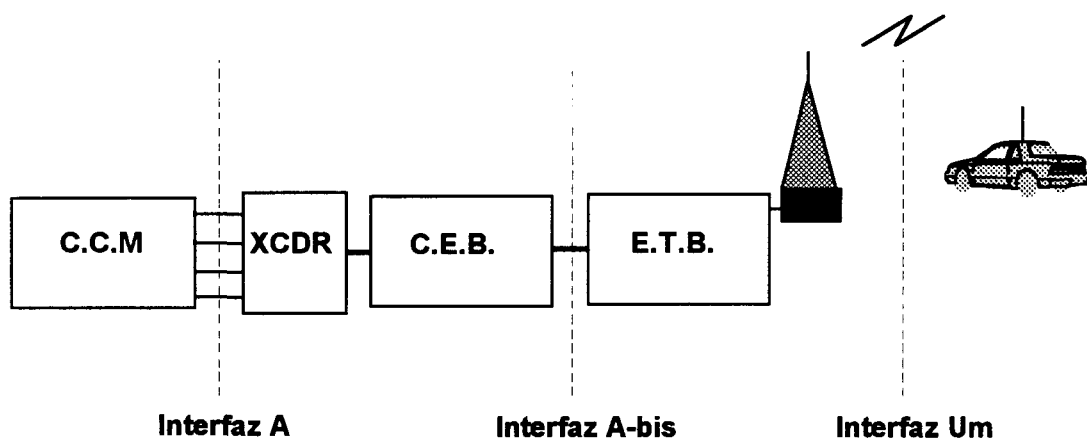


Figura 7.5. Emplazamiento del XCDR en la red GSM.

El XCDR comprime cada canal MIC de tráfico de 64 Kbps en cuatro canales de 16 Kbps lo que da lugar a un multiplexado a régimen menor con lo una línea de transmisión llevará cuatro veces más canales de tráfico que la trama MIC.

Los canales 0 y 16 que llevan la información de señalización y sincronismo de la trama MIC permanecen a 64 Kbps. El formato de la trama de 2,048 Mbps quedará como sigue:

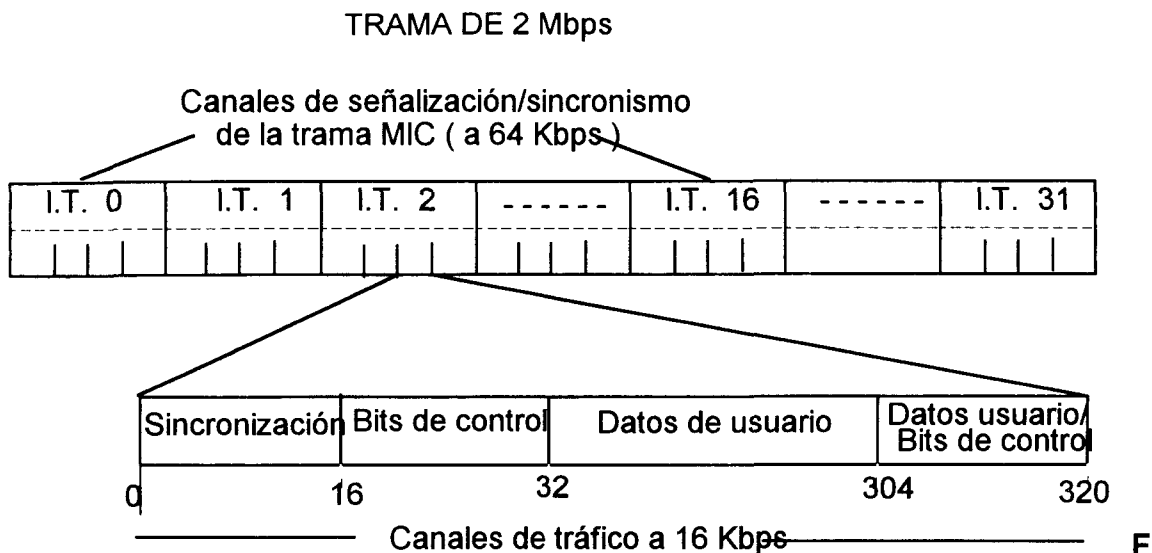


Figura 7.6. Estructura de la trama MIC con canales de tráfico a 16 Kbps

7.2.1.3.2. NIVEL 2 (ENLACE DE DATOS)

El nivel 2 controla los enlaces lógicos entre el controlador de estación base y sus estaciones transceptoras base. Existe al menos un enlace de señalización por cada transceptor de que dispongan las estaciones base.

El transporte de los mensajes de señalización en este interfaz se puede dividir en dos subconjuntos: **transferencia de mensajes y control de la conexión.**

- A. En la parte de **transferencia de mensajes** se utiliza sólo un camino de señalización punto a punto.
- B. En la parte de **control de conexión**, se establece una conexión lógica en el interfaz A al recibirse el primer mensaje de nivel 3 de la E.M. (petición de servicio, respuesta al roaming, petición de actualización de localización...) o en la iniciación del CCM de hand-over a otro CCM (petición de entrega).

Esta conexión se usa para la transferencia de todos los mensajes de señalización relativos a esa clase de transacción. Después de la transacción/entrega de la EM la conexión queda liberada por el CCM.

El servicio básico de transporte de mensajes también se puede dividir:

1. Parte de gestión del SEB (para los recursos de radio, RR)

2. Parte de transferencia directa (para la transferencia de los mensajes de control de llamadas, GLL y de gestión de movilidad, GM). La estructura de este tipo de mensajes está reflejada en la figura 3.6.

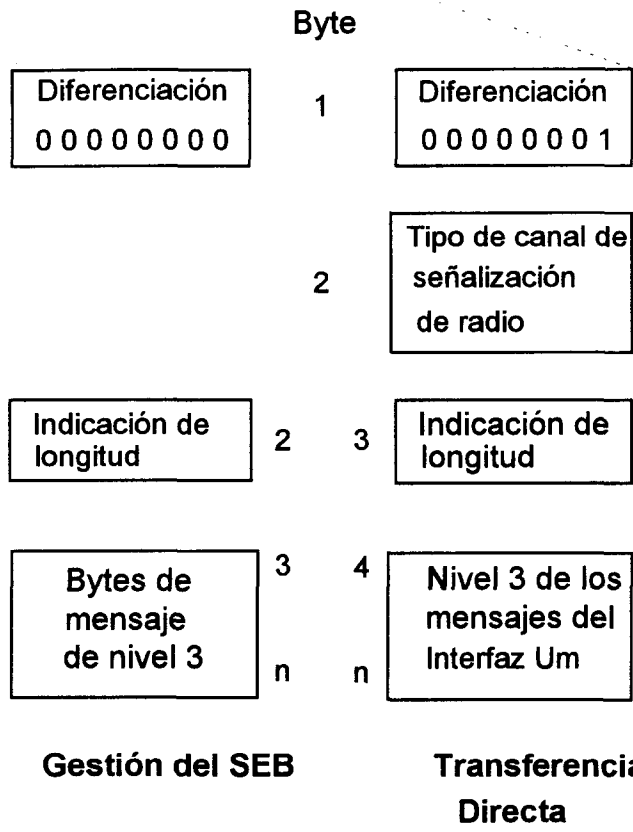
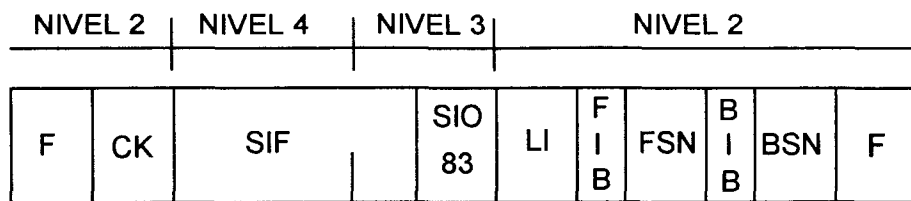


Figura 7.7. Estructura de mensajes del servicio de Transporte Básico

7.2.1.3.3. NIVEL 3 (GESTIÓN DE RED)

A. El nivel 3 ofrece las siguientes 3 funciones principales de gestión de red:

- **Gestión de recursos de radio** (búsquedas, redefinición de frecuencias, asignaciones de canal, transferencias, informes de medición, etc.)
- **Gestión de movilidad** (autorización, actualización de la ubicación, conexión/desconexión de IEMI, confidencialidad de identificación, etc.)
- **Gestión de llamada** (establecimiento de llamada, servicios suplementarios, mensajes cortos, etc.)

B. Los mensajes de la parte de gestión del SEB de nivel 3 tienen la estructura que se muestra en la figura 3.7. de la página siguiente.

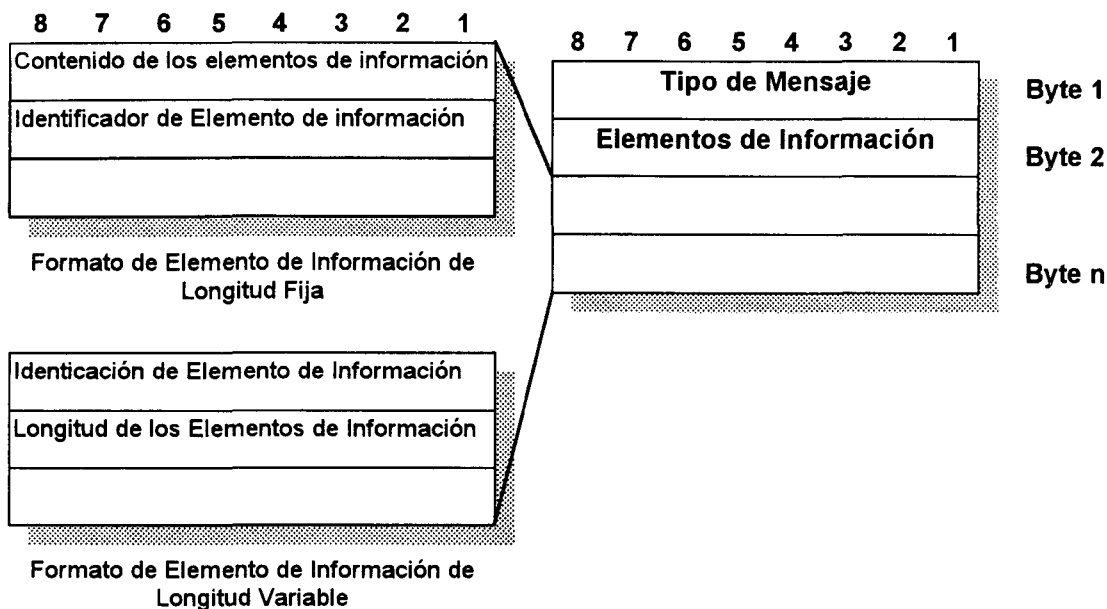


Figura 7.8. Estructura de mensajes de nivel 3 de la parte de gestión del Sistema de Estación Base

Dentro de los elementos de información hay formatos de longitud fija y variable y contienen la longitud del elemento en caso de que sea variable, el contenido, el identificador de la información, etc.

C. El nivel 3 de los mensajes de aplicación directa tiene el mismo formato que los de la parte de gestión del SEB. Los mensajes y los elementos de información son idénticos a los de nivel 3 del interfaz A-bis de la figura 7.10.

7.2.1.4. INTERFAZ A-bis (C.E.B.-E.T.B.)

El interfaz A-bis es el interfaz entre las distintas Estaciones Transceptoras Base (E.T.B.) y el Controlador de Estación Base (C.E.B.) al que se hallan conectadas.

7.2.1.4.1. NIVEL 1

El nivel físico de este interfaz es idéntico al del interfaz A con líneas de 2 Mbps y canales de tráfico a 16 Kbps y canales de sincronismo y señalización a 64 Kbps o de 16 Kbps dependiendo de la capacidad de señalización requerida.

Una sola línea de 2 Mbps puede cubrir varias ETBs. Esto significa que normalmente se utilizarán varios intervalos de tiempo en la misma trama MIC como canales de señalización. En la práctica la configuración de las líneas de transmisión depende de la estructura real de la red y los equipos GSM utilizados.

7.2.1.4.2. NIVEL 2

Este nivel controla los enlaces de señalización entre el CEB y la ETB. La estructura de los mensajes entre ambas en este nivel se muestran en la figura 4.8.

Bandera	Dirección	Control	Información	CRC	Bandera
01111110	16 bits	8 ó 16 bits	N-bits	16 bits	01111110

Figura 7.9. Estructura de mensajes del nivel 2 en el interfaz A-bis.

Las banderas indican principio y fin de mensaje. En los bits de dirección se indica la ETB a la que se refiere el mensaje, si es un mensaje de señalización de radio, o de operación y mantenimiento, identifica el protocolo de señalización de nivel 3, etc.

En los bits de control se pueden distinguir tres clases de formatos: el formato I o de transferencia de información entre entidades de nivel 3; el formato S o de supervisión utilizado para funciones de control; y el formato U usado para funciones de control y transferencia de información indistintamente.

7.2.1.4.3. NIVEL 3

La señalización en este nivel incluye la **gestión del enlace de radio** donde se incluye la gestión de la movilidad (GM), la gestión de llamadas (GLL) y la gestión de los recursos de radio (RR). También incluye la llamada **gestión de la ETB** formada por la gestión de los canales comunes y canales dedicados (estos canales como veremos en el interfaz de radio son canales de control) y la gestión de los transceptores de las ETB.

INTERFAZ A- bis (NIVEL 3)	Gestión de canales de radio	Llamadas (GLL)
		Movilidad (GM)
		Recursos de radio (RR)
	Gestión de la ETB	Canales comunes
		Canales dedicados
		Transceptores

Tabla 7.4. Señalización en el nivel 3 del interfaz A-bis

La estructura de los mensajes del nivel 3 en este interfaz se observa en la figura 7.10.

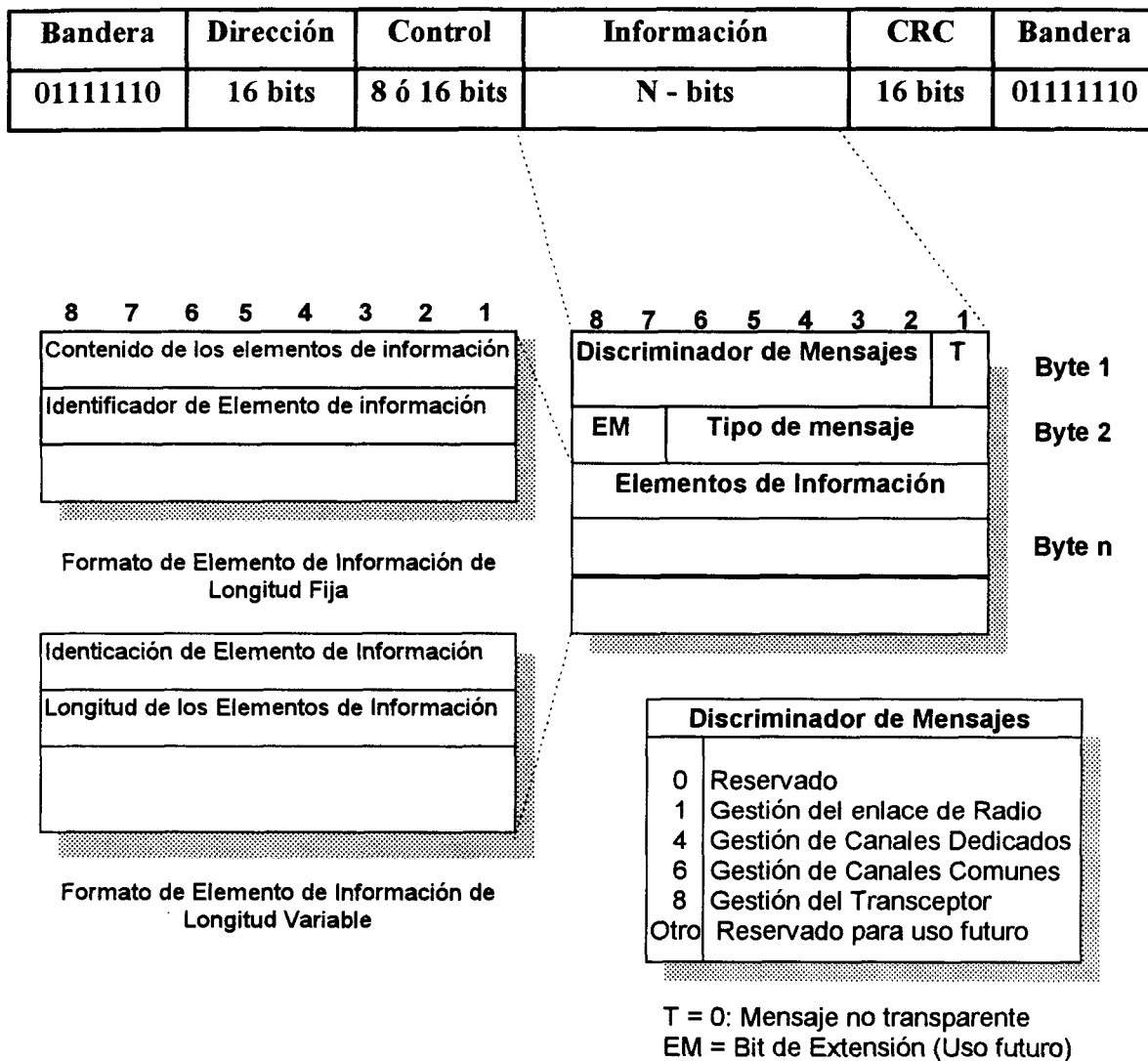


Figura 7.10. Estructura de mensajes del nivel 3 en el interfaz A-bis

Entre los bits de información los del discriminador de mensajes discrimina entre la gestión del enlace de radio, de los canales dedicados, de los canales comunes y los de los transceptores.

El bit T indica si el mensaje es transparente (T = 1, se transfiere por el interfaz A-bis sin interpretación) o no transparente (T = 0, el mensaje es interpretado en la E.T.B.). Los bits EM serán de uso futuro, y los elementos de información indican la identificación, contenido, formato, etc de la información que transporta.

Todos los mensajes de G.LI., G.M., así como la mayoría de los de G.R.R. se transfieren de forma transparente por el Interfaz A-bis dentro de los elementos de información L3 en mensajes de Gestión de Enlace de Radio de Nivel 3 como se muestra en la figura 7.11.

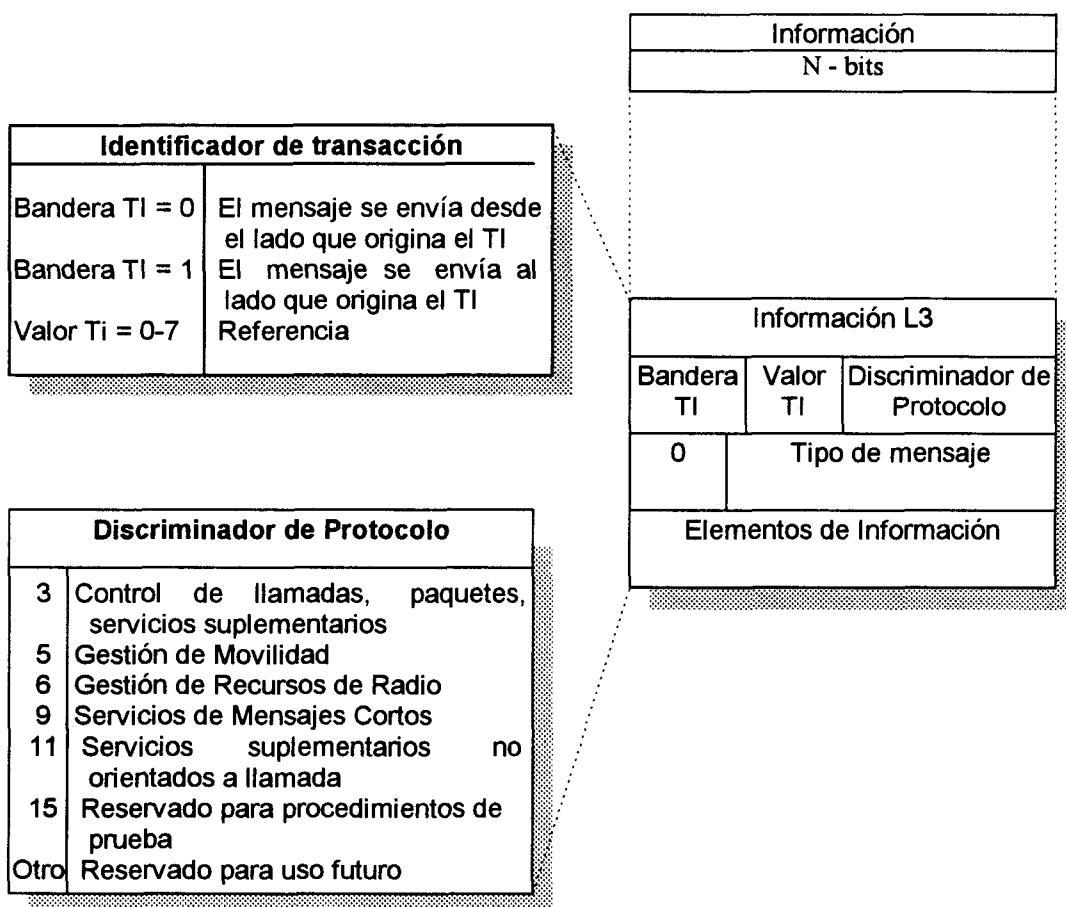


Figura 7.11. Mensajes transparentes y Elementos de Información de Nivel 3 en el Interfaz A-bis

El TI distingue entre actividades/llamadas múltiples paralelas dentro de la misma E.M. El Discriminador de Protocolo discrimina entre G.LL., G.M. y R.R.

7.2.1.5. EL INTERFAZ SEB-E.M. O INTERFAZ DE RADIO

Los parámetros más importantes del interfaz de radio del sistema G.S.M. son las siguientes:

- Clase de emisión: 271KF7W
 - Velocidad de transmisión: 270,833 Kbps
 - Modulación de frecuencia
 - 2 ó más canales con información digital
 - Combinación de procedimientos (telefonía y transmisión de datos)

- P.R.A. máxima de la estación base: 300 w.

- P.R.A. media del canal de tráfico: 37,5 w.

- Potencia de transmisión nominal de la estación móvil según las características de cada una de ellas (valor de cresta-valor medio):
 - 20-2,5 w
 - 08-1,0 w
 - 05-0,625 w
 - 02-0,25 w

- Radio de la célula: mínimo 0,5 Km, máximo 35 Km

- Modulación. Velocidad de transmisión 270,833 Kbps

- Estructura del canal de tráfico. Velocidad binaria 13,0 Kbps

- Algoritmo de codificación: RPE-LTE

El sistema GSM tiene asignados 1.000 canales de radio en la banda de 900 Mhz dividida en dos sub-bandas de 25 Mhz cada una:

890 - 915 Mhz para el enlace ascendente (Trayecto E.M.-SEB)

935 - 960 Mhz para el enlace descendente (Ruta SEB-E.M.)

con 125 portadoras separadas 200 Khz y cuya separación dúplex es de 45 Mhz. Ver figura 3.12.

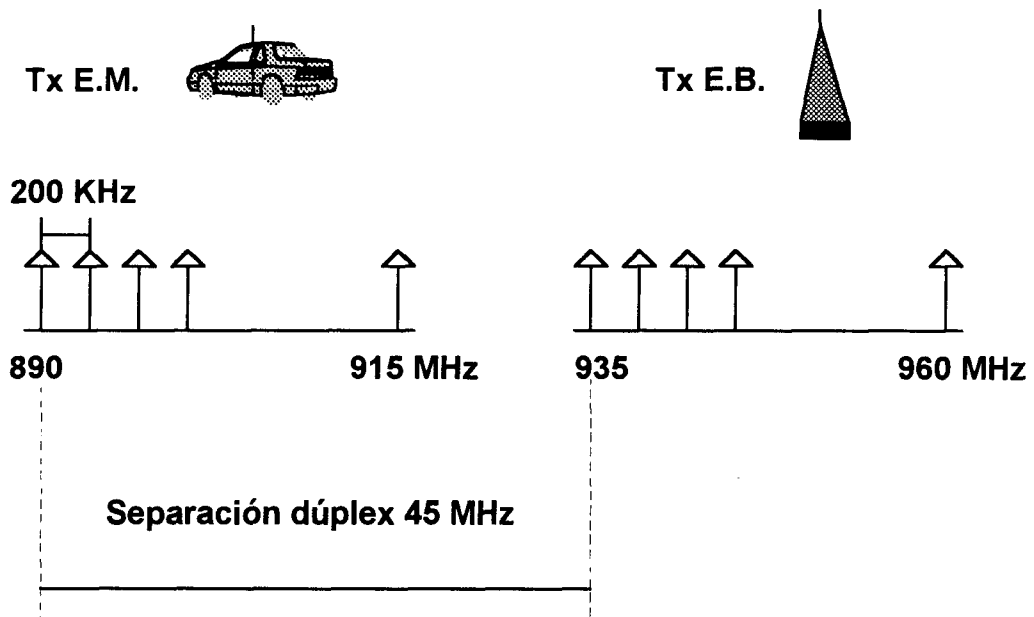
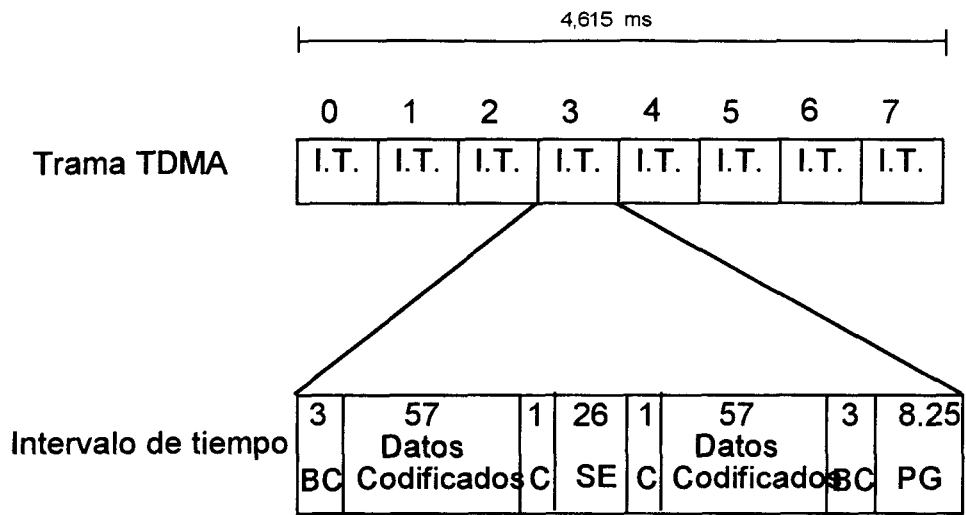


Figura 7.12. Bandas de frecuencia GSM.

A su vez cada portadora transporta 8 canales físicos o intervalos de tiempo. Por lo tanto el tráfico telefónico se desarrolla en una portadora de las disponibles y en un intervalo de tiempo de los 8 posibles según se muestra en la figura 7.13.



BC: Bit de cola SE: Secuencia de entrenamient
C: Bit de control. PG: Peródo de guarda

Figura 7.13. Portadora e intervalos de tiempo.

Como se ve en la figura anterior cada trama TDMA transporta 156,25 bits por 8 intervalos de tiempo en 4,615 ms que hacen 270,8 Kbps.

El interfaz de radio utiliza, según las recomendaciones GSM, un protocolo de tres niveles:

- A. Nivel 1.** Como ya se ha comentado en apartados anteriores el nivel 1 o físico del interfaz de radio o Um lo conforman los intervalos de tiempo de las diferentes portadoras.
- B. Nivel 2.** Este nivel es un mecanismo de transporte entre los niveles 1 y 3.

C. Nivel 3 . Ofrece tres funciones principales de gestión de red: **gestión de recursos de radio, RR** (búsquedas, asignación de canal, transferencias, etc.). **gestión de movilidad, GM** (actualización de ubicación, conexión/desconexión, etc.). **gestión de llamada, GLL** (establecimiento de llamada, mensajes cortos, etc.)

Las ETB proporcionan canales de radio (portadoras de RF) para áreas de cobertura RF específicas. Los canales físicos, intervalos de tiempo, pueden llevar varios tipos de canales lógicos

Los dos tipos básicos son: **canales de control o canales de tráfico**. Los canales de control pueden ser comunes o dedicados y los de tráfico sólo dedicados.

Un canal lógico común puede ser utilizado por todas las E.M. dentro de una célula mientras que uno dedicado se asigna a una única E.M. en cada momento. Los diferentes tipos de canales con los que se trabaja en GSM se observan en la figura 7.14.

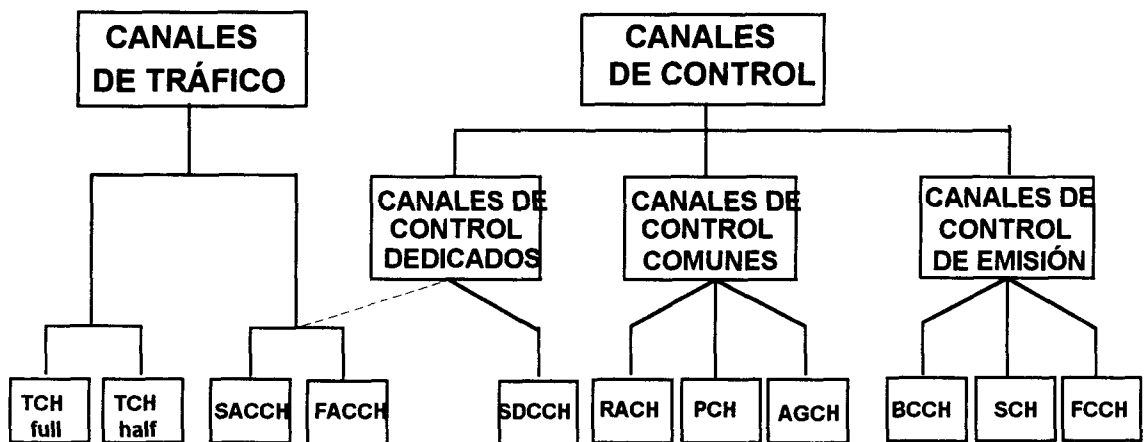


Figura 7.14. Jerarquía de los canales lógicos GSM.

1. Canales lógicos de tráfico (TCH): llevan voz digitalizada o datos de usuario. Pueden llevar esta información codificada a régimen completo (full) 13 Kbps o a régimen medio (half) 6,5 Kbps en un futuro próximo.

2. Canales lógicos de control: llevan datos de sincronismo o señalización. Hay tres tipos: de difusión, comunes y dedicados.

2.1. Canales de Control de Difusión (BCCH). Son canales del enlace descendente (SEB-E.M.)

2.1.1. FCCH (Canal de Control de Frecuencia).
Transporta información de corrección de frecuencia al E.M.

2.1.2. SCH (Canal de Control de Sincronismo). Lleva información para el sincronismo de trama de las E.M. e identificación de la estación base que está transmitiendo.

2.1.3. BCCH (Canal de Control de Difusión). Se utiliza para transmitir información general de un ETB como: modalidades de acceso, parámetros de control del RACH, máxima potencia transmitida por la E.M. en los canales de control, etc.

2.2 Canales Comunes de Control (CCCH): Son canales del enlace descendente y del enlace ascendente

2.2.1. AGCH (Canal de Permiso de Acceso). Es un canal del enlace descendente. Este canal asigna a la E.M. un canal SDCCH o directamente un TCH

2.2.2. PCH (Canal de Búsqueda). Canal del enlace descendente. Se usa para localizar a la E.M. requerida dentro del área de localización donde se encuentra.

2.2.3. RACH (Canal de Acceso Aleatorio). Es un canal del enlace ascendente, E.M.-SEB. Se usa para transmitir mensajes de la E.M. a la red móvil en respuesta a una orden del usuario para iniciar una llamada, en respuesta a una petición de búsqueda del SEB o automáticamente para actualizar su posición.

2.3. Canales de Control Dedicado (DCCH). Son canales tanto del enlace descendente como del ascendente.

2.3.1. SDCCH (Canal de Control Dedicado Único). Este canal es el que tiene un mayor protagonismo durante la preparación de la llamada. Se utiliza en comunicaciones entre la E.M. y el SEB antes de la asignación de un canal de tráfico.

2.3.2. FACCH (Canal Rápido de Control Asociado).

Este canal está asociado a un TCH. Cuando transmite desaloja una parte de los bits del canal de tráfico por lo que se dice que actúa en modo de "robo" de ráfaga. Normalmente este canal no reduce la calidad de la voz que lleva el TCH.

2.3.3. SACCH (Canal Lento de Control Asociado). En

el enlace ascendente se usa por la E.M. para transmitirle al ETB los niveles de señal recibidos de las células contiguas y de la célula en servicio.

En el descendente se usa para transmitirle a la E.M. toda la información común que transmite el BCCH y que no puede atender ya que la E.M. está en un TCH.

CANALES DE TRÁFICO	TCH (Canal de tráfico)	
CANALES DE CONTROL	BCCH (Control de Difusión)	FCCH (Frecuencia)
		SCH (Sincronismo)
		BCCH (Difusión)
	CCCH (Control común)	AGCH (Permiso de acceso)
		PCH (Búsqueda)
		RACH (Acceso aleatorio)
	DCCH (Control dedicado)	SDCCH (Dedicado único)
		FACCH (Asociado rápido)
		SACCH (Asociado lento)

Tabla 7.5. Tipos de canales del G.S.M.

7.2.1.5.1. EL CANAL FÍSICO DEL GSM

El nivel físico proporciona un "conducto de bits" al nivel de enlace de datos (Nivel 2), realizando una serie de tareas que pueden agruparse en las siguientes categorías:

- A. Aplicar la corrección de errores de acuerdo con las necesidades de cada canal lógico**

- B. Crear canales físicos formando ráfagas de datos, cifrándolas, modulándolas y transmitiéndolas en una portadora de RF**

- C. Definir los canales lógicos en estos canales físicos, considerando las necesidades generales de un canal lógico determinado.**

- D. Controlar y hacer un seguimiento del subsistema de radio para asignar recursos dedicados y compensar los cambios de las características de propagación (traspasos, control de potencia, ecualización, etc.).**

A. PROTECCIÓN Y DETECCIÓN DE ERRORES

Para proteger los canales lógicos frente a los errores de transmisión introducidos por la ruta de radio se codifican y se entrelazan. Los esquemas de codificación y de entrelazado dependen del tipo de canal lógico a codificar.

Todos los canales lógicos necesitan algún tipo de codificación, pero como las necesidades de protección son diferentes, los grados de codificación pueden diferir también.

A.1. Canales de voz

Los procesos básicos que sufren estos canales son la codificación de la señal vocal y la protección contra errores.

Para conseguir la transferencia de voz a 13 Kbps se ha desarrollado para el G.S.M. una codificación cuyo algoritmo es el siguiente:

1. La voz se muestrea 8.000 veces por segundo
2. Cada muestra se convierte a un valor digital de 13 bits.
3. Cada 20 ms se genera un segmento de 260 bits (régimen de 13 Kbps)

El diagrama de bloques del codificador se muestra en la figura 7.15.

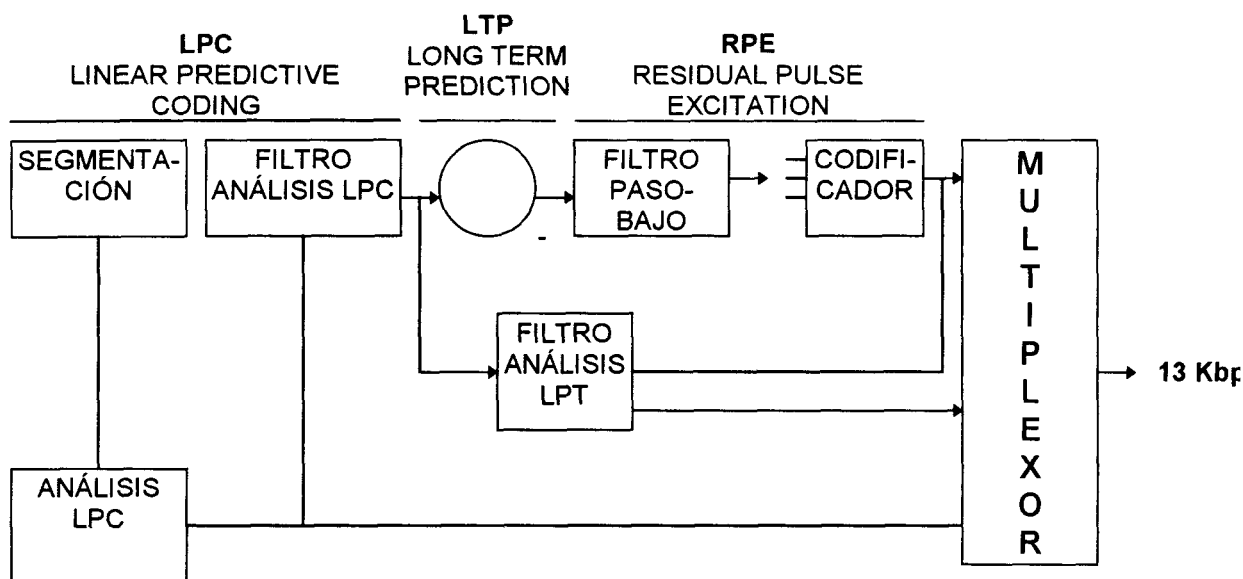


Figura 7.15. Diagrama de bloques del codificador vocal

Estos segmentos de 260 bits se agrupan en tres clases de sensibilidad frente a errores, según su importancia para la inteligibilidad de la señal vocal. Ver figura 7.16. Estos son, de mayor a menor importancia:

Clase 1a: De los 50 bits de la clase 1a se derivan tres bits de paridad. Los errores de transmisión que hay dentro de estos bits son catastróficos para la inteligibilidad de la voz. Si existe un error de bit de clase 1a se ignora el bloque completo.

Clase 1b: La paridad de los 132 bits de clase 1b no se comprueba, sino que éstos son entregados junto con los bits de paridad y de clase 1a a un codificador convolucional. para proporcionar una salida de 378 bits.

Clase 2: Los 78 bits menos sensibles no llevan ningún tipo de protección.

En la figura 7.16 se muestra este proceso. Después de la codificación convolutiva el bloque de 260 se convierte en uno de 456 bits (53 de clase 1a, 378 de clase 1b y 78 de clase 2) manteniendo la ocupación de 20 ms., por lo que eleva el régimen de transmisión a 22.8 kbps.

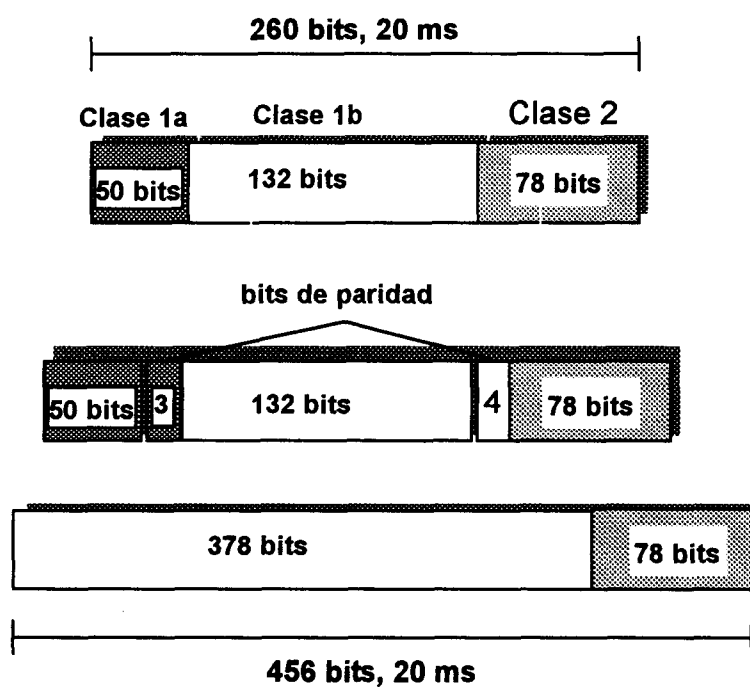


Figura 7.16. Protección contra errores de los canales de tráfico.

A.2. Canales de control

La figura 7.17 muestra el principio de protección contra errores en los datos de señalización. Este esquema se utiliza en todos los canales lógicos de señalización excepto en el canal de sincronización (SCH) y en la ráfaga de acceso aleatorio (RACH).

Si recordamos el Modelo ISA, el subsistema de radio (el nivel físico - nivel 1) recibe bloques de 184 bits del nivel de enlace de datos (nivel 2). Utiliza 40 bits de paridad.

Antes de la codificación convolutiva se añaden 4 bits de cola para asegurar la misma protección a los últimos bits del bloque. Estos ayudan al descodificador a corregir los errores de los últimos símbolos codificados recibidos.

La salida de los procesos de codificación en cada bloque de 184 bits de datos de señalización es 456 bits, exactamente la misma que para la señal vocal.

Sin embargo, la profundidad de entrelazado es de cuatro en lugar de ocho (son necesarias cuatro ráfagas para transmitir todo el bloque de 456 bits).

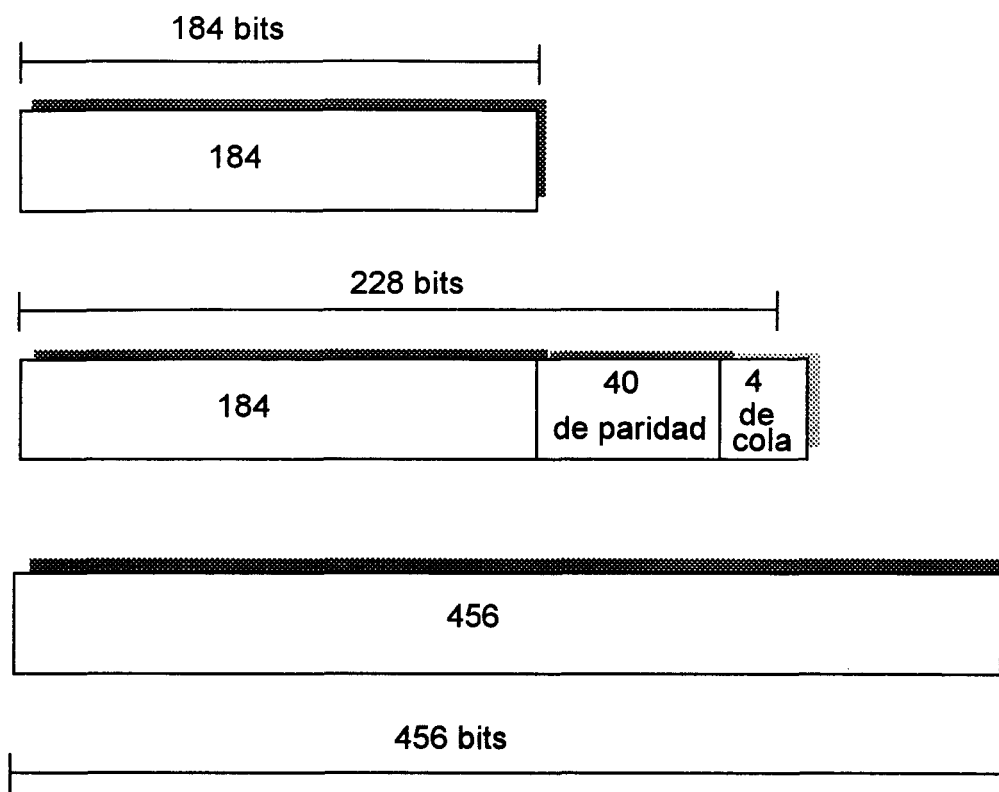


Figura 7.17. Protección contra errores en los canales de control.

B. ASIGNACIÓN DE CANALES LÓGICOS EN LA ESTRUCTURA DE TRAMA DE TDMA

B.1. SEÑAL DE VOZ: PRINCIPIO DE ENTRELAZADO

Tras haber codificado o protegido contra errores el canal lógico, el siguiente paso es la construcción de la corriente de bits que pueda transmitirse dentro de la estructura de trama TDMA. Es en este momento cuando se lleva a cabo el proceso de entrelazado.

El entrelazado consiste en dispersar el contenido de un bloque de tráfico por varios intervalos de tiempo TDMA, 4 para la mayoría de los canales de control y 8 para canales de voz. Este es un proceso vital, ya que protege los datos frente al entorno hostil ofrecido por el interfaz de aire los canales de radio.

A causa de las interferencias, ruidos o interrupciones físicas de la ruta de radio, muchas ráfagas serán destruidas o alteradas en su traslado del móvil a la base: 10-20% sería una cifra bastante normal. La finalidad del entrelazado es asegurar que sólo algunos de los datos de cada bloque de tráfico estén contenidos en cada ráfaga.

De esta forma, cuando una ráfaga no se recibe correctamente, la pérdida no afecta a la **calidad global de la transmisión**, ya que las técnicas de corrección de errores utilizadas son capaces de interpolar los datos perdidos.

Si el sistema funciona simplemente con un bloque de tráfico por ráfaga sería incapaz de hacer esto, y la calidad de la transmisión se verá afectada.

El entrelazado es el responsable a largo plazo de la robustez del interfaz de aire GSM, capacitándole para hacer frente al ruido y las interferencias y mantener la **calidad de servicio** presentada al abonado.

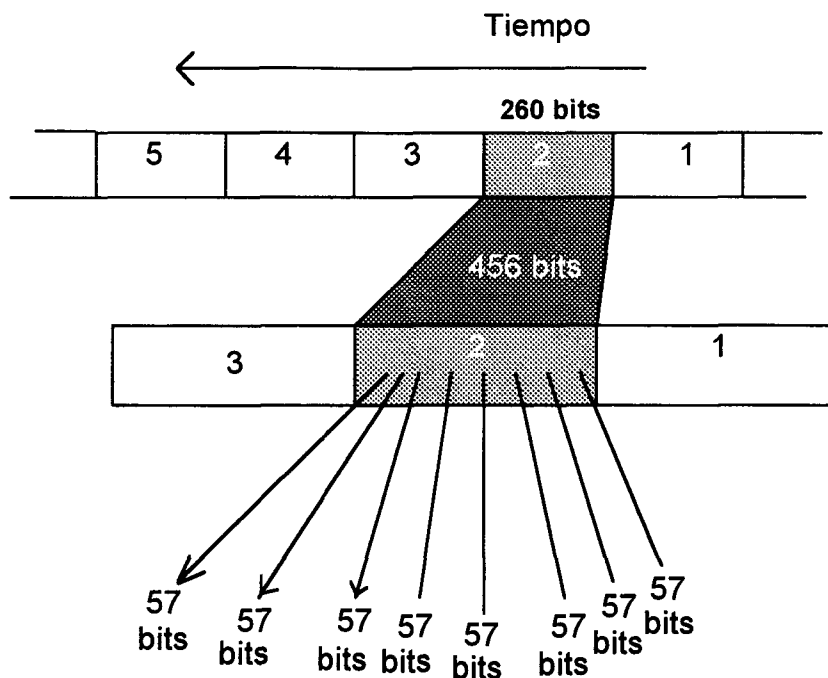


Figura 7.18. Principio de entrelazado de la señal de voz.

En la figura 7.19 se muestra una secuencia de "bloques de señal de voz" posterior al proceso de codificación descrito anteriormente, todos procedentes de la misma conversación de abonado.

Cada "bloque" tiene **456 bits**, de los cuales una octava parte (57 bits) será sustituida en cada una de las ocho ráfagas siguientes. Como cada ráfaga contiene 114 bits portadores de tráfico (57 + 57 bits de datos codificados según se ve en la figura 7.11), este proceso lo comparten en realidad dos bloques de señal vocal consecutivos.

Cada bloque compartirá cuatro ráfagas con el bloque precedente, y cuatro con el bloque que le suceda, tal y como se puede ver en la figura 7.19.

Cada una de las ráfagas será transmitida en el intervalo de tiempo asignado de las ocho tramas TDMA consecutivas, dando así como resultado una profundidad de entrelazado de ocho.

La figura 7.19 ilustra gráficamente el entrelazado del "bloque de señal vocal 2", como ya se explicó anteriormente, con el "bloque de señal vocal 1" (que lo precede) y el "bloque de señal vocal 3" (que lo sucede).

Cada flecha representa un grupo de 57 bits de datos de tráfico que son situados dentro de las ráfagas (numeradas de 1 a 8) antes y después de la secuencia de entrenamiento o "intermedia" (sombreada). Ver figura 3.11.

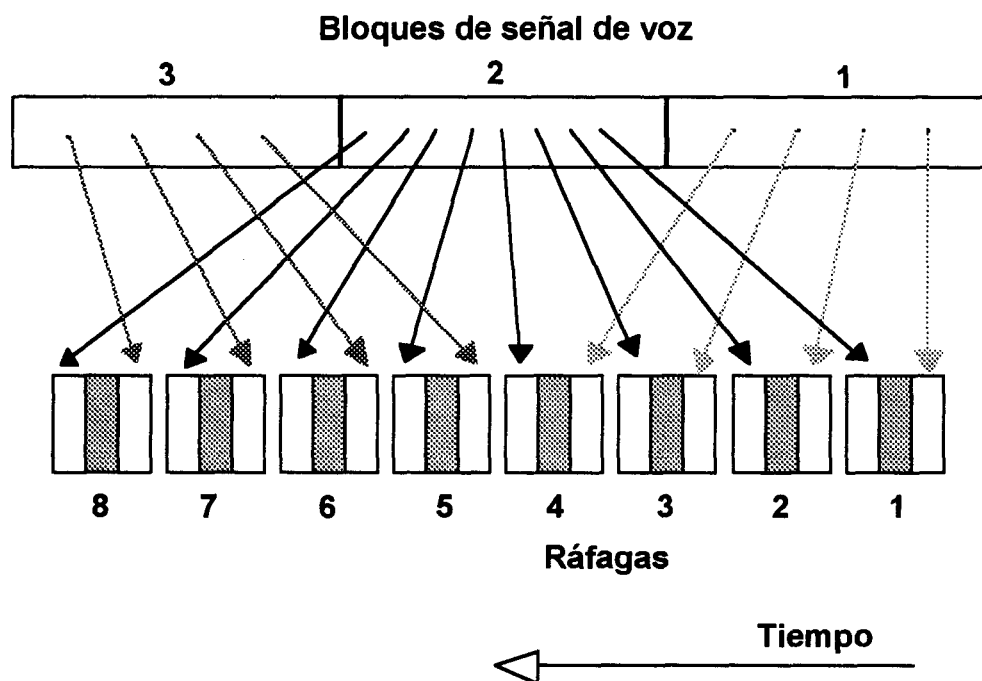


Figura 7.19. Entrelazado de la señal de voz.

B.2. TRANSMISIÓN

En la figura 7.20 se muestra como se transmiten las ráfagas sucesivas pertenecientes a la conversación de este abonado en particular: en este caso, en el intervalo 3 de una sola portadora de RF que comparte hasta siete canales más.

En dicha figura se sintetizan los procesos de transmisión y entrelazado aplicados a una señal vocal digitalizada de 13 Kbps.

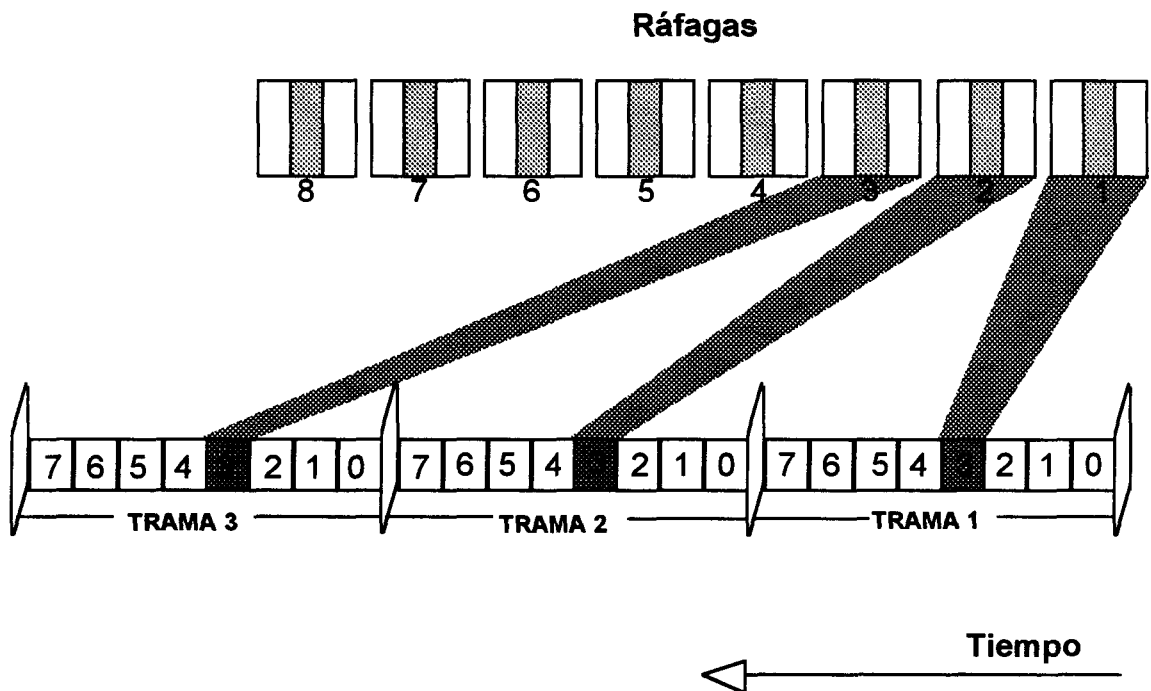


Figura 7.20. Transmisión de ráfagas sucesivas de la misma señal de voz.

C. RÁFAGAS

La figura 7.11 nos ha mostrado el aspecto general de una ráfaga GSM. El receptor sólo puede recibir la ráfaga y descodificarla si ésta llega dentro del intervalo de tiempo que le corresponde.

La temporización por tanto debe ser extraordinariamente precisa, pero la estructura deja un pequeño margen de error incorporando un período de guarda, como se puede ver en la figura 7.21 El intervalo de tiempo es de 0,577 ms, mientras que la ráfaga es ligeramente inferior a 0,546. Ocho ráfagas ocupan una trama TDMA.

La secuencia de entrenamiento es utilizada por el ecualizador del receptor para estimar la característica de la ruta física entre la estación base y el móvil, en cuanto a tiempo se refiere.

La figura 7.21 muestra los cinco tipos de ráfaga empleados en el interfaz de aire GSM y cómo éstas deben ser temporizadas de forma que se reciban dentro del intervalo de tiempo adecuado de la trama de TDMA.

Una ráfaga es una secuencia de bits transmitida por la estación base o móvil, y el intervalo de tiempo es el período discreto de tiempo real dentro del cual debe llegar aquélla, para que pueda ser descodificada correctamente por el receptor.

1. **Ráfaga normal.** La ráfaga normal transporta los canales de tráfico y todos los tipos de canales de control. Es una ráfaga bidireccional.

2. **Ráfaga de corrección de frecuencia.** Transporta al FCCH en sentido saliente para corregir la frecuencia del oscilador local del móvil, y fijándolo al de la estación base.

3. **Ráfaga de sincronización.** Su función es transportar al SCH en forma saliente, sincronizando la temporización del móvil con la de la estación base.

4. **Ráfaga de relleno.** Utilizada cuando no hay información que llevar en el BCCH (será por tanto transmitida en el intervalo de tiempo 0 de la portadora del BCCH).

5. **Ráfaga de acceso.** Tiene una duración mucho menor que las anteriores. Es necesario un mayor intervalo de guarda ya que no se conoce la temporización empleada por la transmisión.

Esto es debido a que es desconocida la distancia a la que se encuentra el móvil de la estación base y a la información sobre el adelanto del temporizador en ese momento durante el proceso de establecimiento de la comunicación.

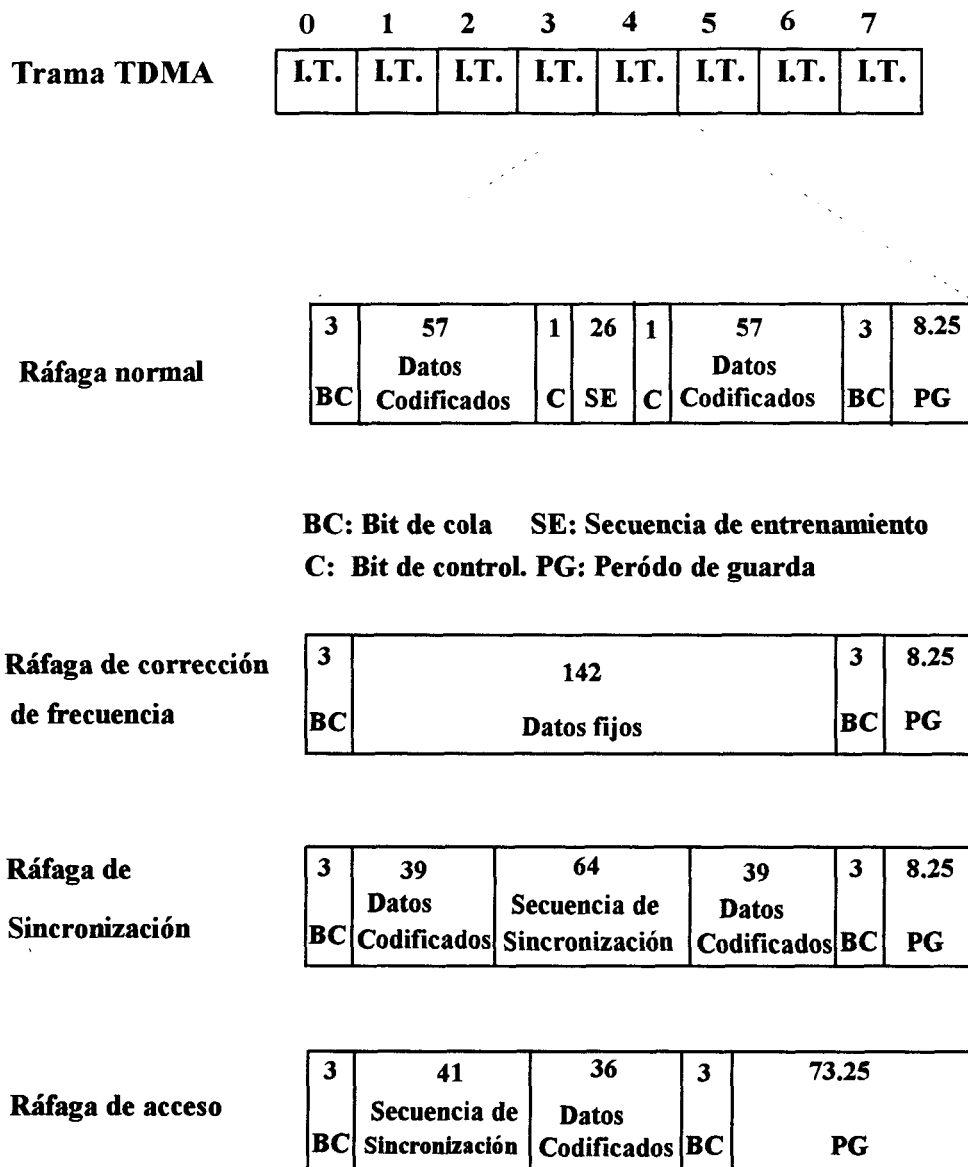


Figura 7.21. Tipos de ráfagas GSM.

D. MULTITRAMAS Y TEMPORIZACIÓN

Como ya hemos visto hay 8 intervalos de tiempo dentro de cada trama TDMA que permiten a los 8 canales físicos (nivel 1 del ISA) compartir un sólo recurso físico: la portadora de RF. Por su parte, cada canal físico puede ser compartido por una serie de canales lógicos de control o de tráfico.

Los canales de tráfico ocupan una estructura multitrama compuesta por 26 tramas, y los canales de control ocupan una estructura compuesta por 51 tramas. Estas multitramas hacen posible que varios canales lógicos compartan un sólo canal físico

D.1. MULTITRAMA DE CANAL DE TRÁFICO CON 26 TRAMAS

La figura 7.22 muestra la relación temporal existente entre el intervalo de tiempo, trama TDMA y la multitrama compuesta por 26 tramas. Algunos de los tiempos que aparecen son cantidades aproximadas dado que las recomendaciones de GSM establecen los valores exactos como fracciones en lugar de números enteros.

La trama 12 (posición 13 en la secuencia de 26 tramas) se utiliza por el SDACCH, canal de control asociado lento que transforma la información de control de enlace desde el móvil a la estación base y viceversa. Los 8 intervalos de tiempo de la trama 12 contienen 8 SACCHs, uno por cada TCH.

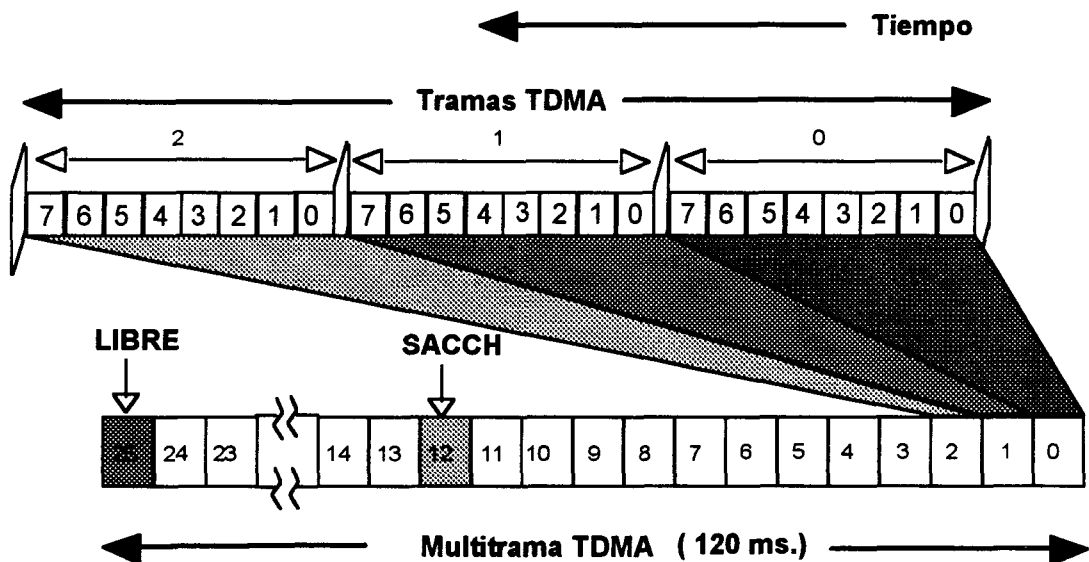


Figura 7.22. Multitrama de los canales de voz compuesta por 26 tramas

Aquí tenemos parte de la explicación matemática subyacente a esta estructura :

1.Intervalo de tiempo. Cada intervalo de tiempo es de 156.25 duraciones de bit , y ocupa un periodo de tiempo de 0,577 E.M. Por tanto la tasa de bits de la transmisión en cada portadora de RF(para contener ocho canales físicos) = $156.25/0.577 = 270.8$ kbps.

2.Distribución de TCH. El TCH utiliza 24 de las 26 tramas en la estructura principal. Cada uno de los 24 intervalos de tiempo que le son asignados durante el intervalo de multitrama de 120 E.M. proporciona 114 bits de datos de tráfico. La tasa bruta de TCH es por lo tanto de $114 \cdot 24 / 120 \text{ E.M.g} = 22.8$ kbps.

3.Distribución de SACCH (y la trama libre). El SACCH y la Trama Libre utilizan un intervalo de tiempo por cada multitrama de 26 tramas cada uno. La tasa bruta de cada uno es por tanto de $114 / 120 \text{ E.M.g} = 0.95$ kbps.

4.Distribución del canal físico. Este tiene 114 bits de datos útiles por trama, en las 26 tramas en 120 E.M. = 24.7 kbps.Si añadimos la distribución del TCH/FS a la del SACCH y a la Trama Libre , esto queda confirmado.

D.2. MULTITRAMA DE CANAL DE CONTROL DE 51 TRAMAS. BCCH-CCCH

La estructura de 51 tramas usada por los canales de control tiene varias formas según el canal de control y las necesidades del operador del sistema

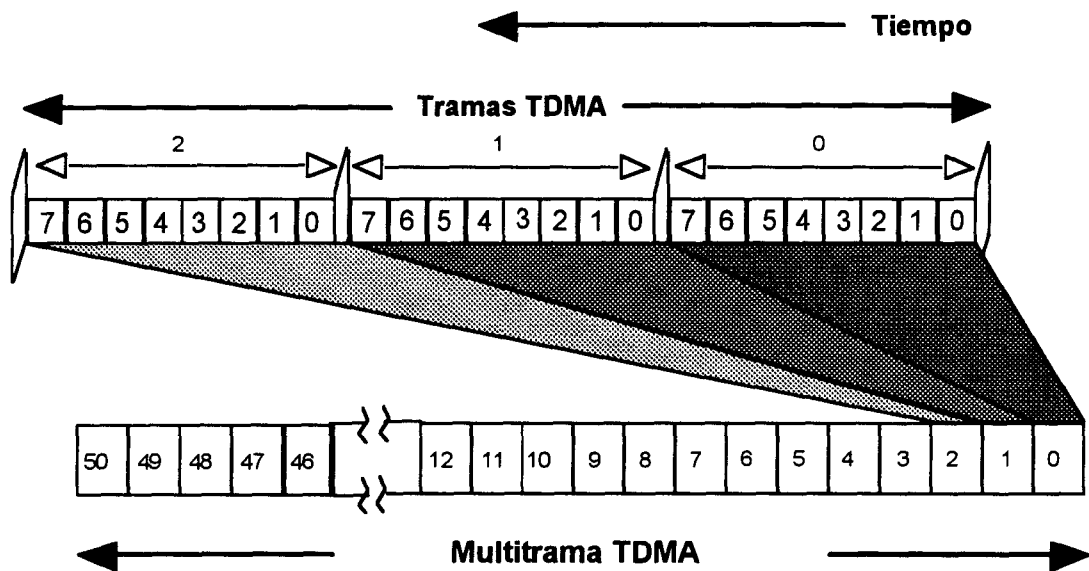


Figura 7.23. Multitrama de los canales de control

En la figura 7.24 se muestra el intervalo 0 de cada trama TDMA que hay en cada portadora BCCH. Cada paso vertical representa una repetición del intervalo temporal (una trama TDMA) con la primera repetición, con número 0, en la parte inferior.

En dirección ascendente (E.M.-SEB) todos los intervalos de tiempo 0 serán asignados al RACH, ya que es el único canal de control en esta dirección.

En el sentido descendente (SEB-E.M.) en la trama 1 el primer intervalo de tiempo 0 está ocupado por la ráfaga de frecuencia, el segundo por una de sincronización y las cuatro repeticiones siguientes por los datos del BCCH.

Las cuatro repeticiones siguientes están asignadas al canal de tráfico CCCH, bien al PCH o al AGCH. Después siguen los intervalos de tiempo 0 de las tramas 10 y 11, una repetición de las ráfagas de frecuencia y sincronización, otras cuatro del CCCH y así sucesivamente.

El último tramo de tiempo de la secuencia, trama de la posición 51 - la número 50 - está libre.

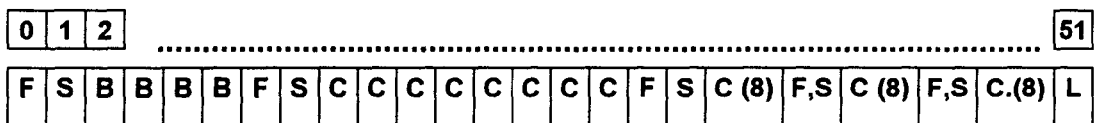


Figura 7.24. Intervalo de tiempo 0 de la ráfaga BCCH/CCCH en el Enlace Descendente

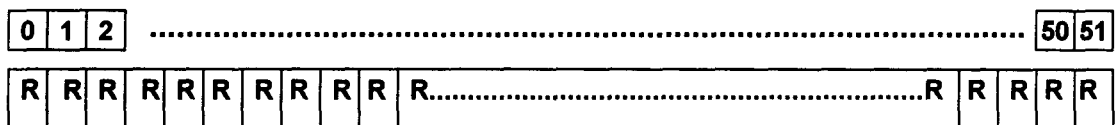


Figura 7.25. Intervalo de tiempo 0 de la ráfaga BCCH/CCCH en el Enlace Ascendente

D.2.1. SDCCH y SACCH/C

La figura 7.26 muestra la estructura usada para acomodar 8 SDCCHs aunque, como son necesarias dos repeticiones de la multitrama para completar la secuencia, puede resultar más lógico pensar en ello como en una trama de 102 tramas.

Esta estructura se situará en canal físico que no se sitúa en ningún intervalo de tiempo ni en una portadora de RF. Los 8 SACCHs están asociados con 8 SDCCHs. Cada SDCCH tiene un SACCH idéntico a un canal de tráfico.

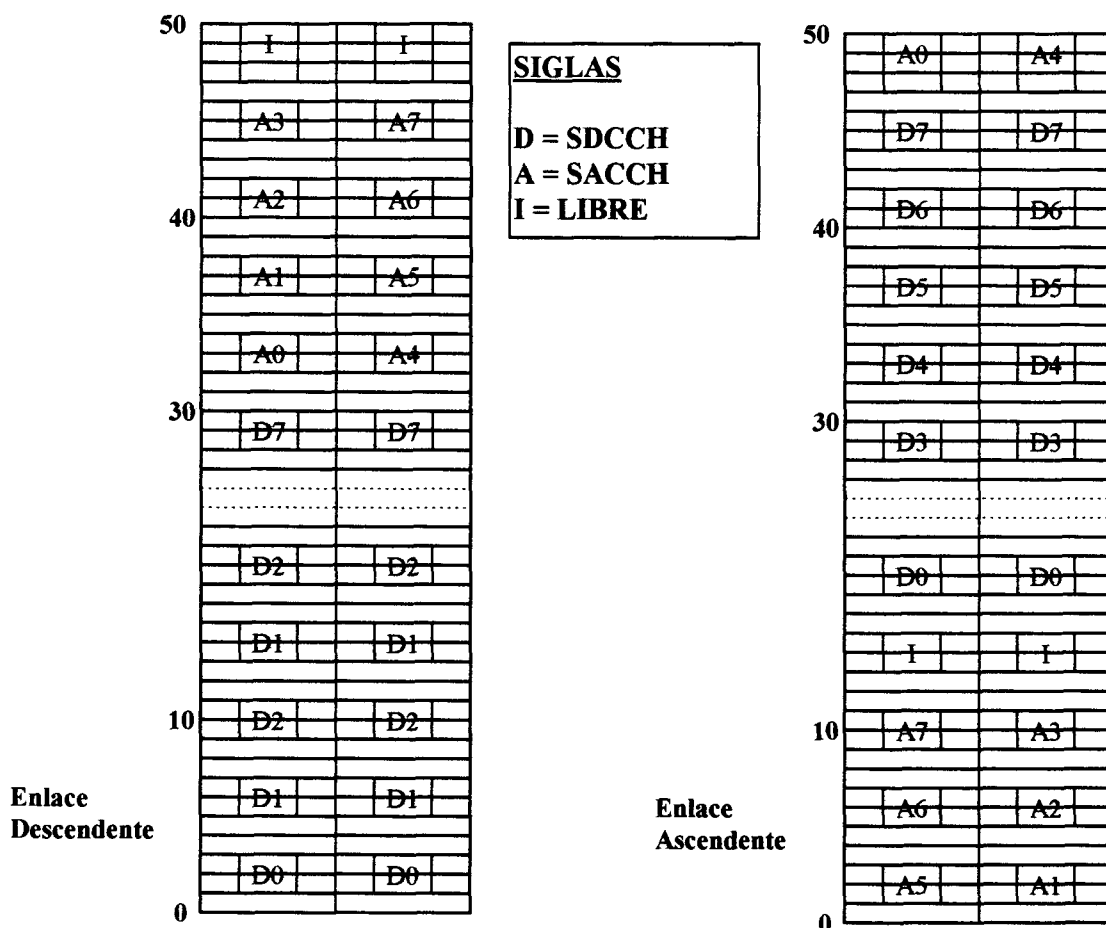


Figura 7.26. Multitrama SDCCH.

D.3. MULTITRAMA COMBINADA

La estructura que aparece en la figura 7.27 puede utilizarse siempre que la densidad de tráfico sea baja sobre células con pocas portadoras de RF. Aquí también es necesario repetir dos veces la multitrama de 51 tramas. En este caso todos los canales de control (a excepción del FACCH) comparten el intervalo 0 de la portadora del BCCH:

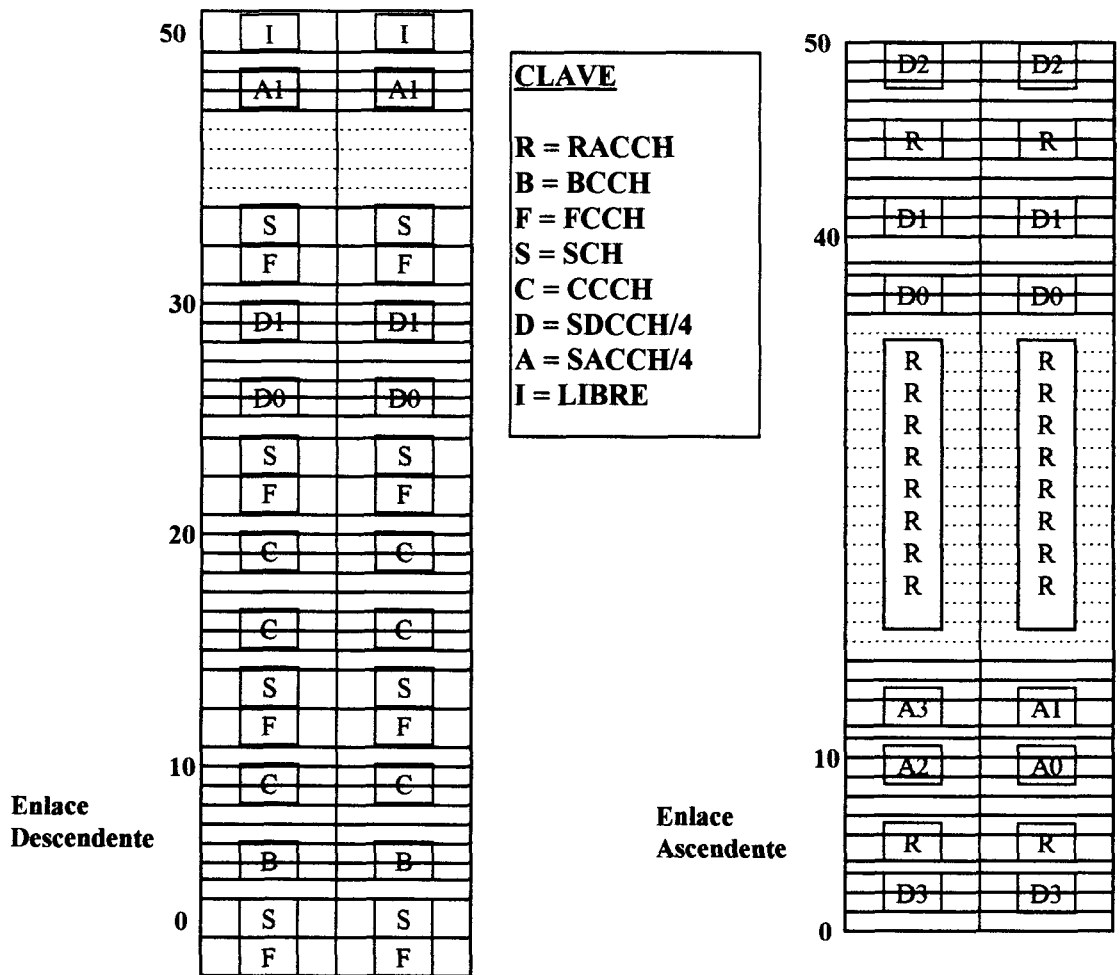


Figura 7.27. Estructura de la Multitrama combinada.

D.4. SUPERTRAMA E HIPERTRAMA

Según se ve en la figura 7.28, cualquier número de trama dado sólo aparecerá simultáneamente en las dos multitramas cada 1326 tramas (26x51) , ya que la multitrama de canal de control no es un múltiplo directo de la multitrama de canal de tráfico. Aquel número de tramas TDMA se denomina " supertrama " y necesita 6,12 s. para su transmisión.

Esto supone que la temporización de la multitrama de canal de tráfico se esté desplazando siempre en relación a la de canal de control, lo que permite al receptor obtener y decodificar todos los canales de control.

Si las dos multitramas fueran múltiplos exactos los intervalos de tiempo del canal de control estarían permanentemente enmascarados por la actividad del intervalo de tiempo del canal de tráfico.

Esta relación permite al móvil que necesite capacidad para monitorizar e informar de los RSSIs de hasta 6 células de destino,(necesita capacidad para ver todos los BCCHs).

La "hipertrama" se compone de 2048 supertramas. No tiene otra finalidad que el cifrado de datos. Su duración es aproximadamente de 3 horas.

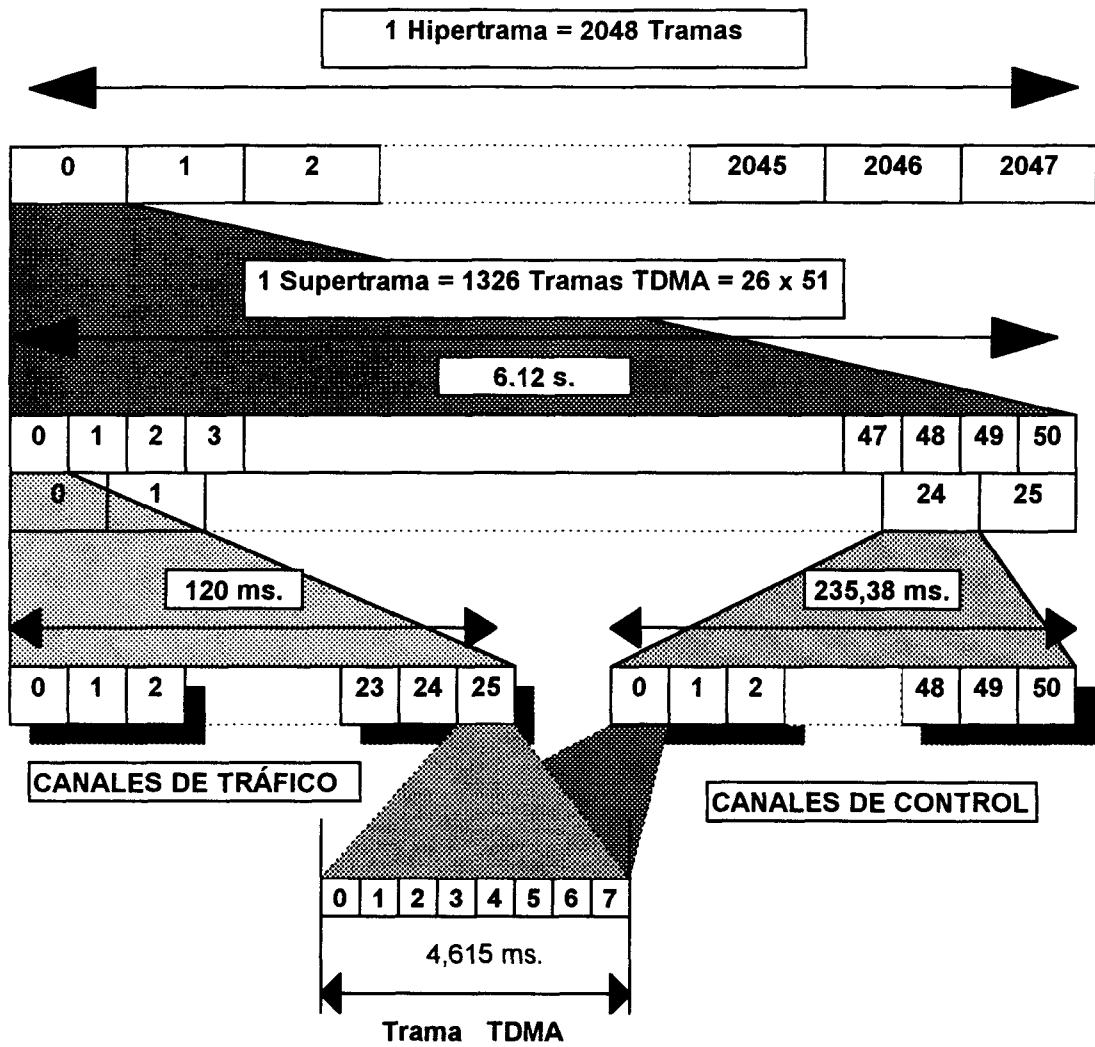


Figura 7.28. Supertramas e Hipertramas

E. ADELANTO DEL TEMPORIZADOR

Las recomendaciones de GSM especifican una diferencia de 3 intervalos de tiempo entre la temporización del SEB y la de la E.M. evitando que el móvil transmita y reciba simultáneamente como se muestra en la figura.

Sin embargo, la sincronización de un sistema TDMA es fundamental, ya que las ráfagas tienen que transmitirse y recibirse dentro de los intervalos de tiempo real que les han sido asignados.

Cuanto más alejado se halle el móvil de la estación base más tiempo tardarán las ráfagas en recorrer la distancia entre ambos. Por ello la estación base da instrucciones a la E.M. que adelante su temporización para compensar el retraso que supone una mayor distancia de propagación. Este avance se superpone a la diferencia nominal de 3 intervalos de tiempo.

El "control de potencia" permite al operador compensar la distancia del móvil a la base por lo que respecta a la temporización y además hacer que la base y el móvil ajusten su salida de potencia para tener en cuenta la distancia.

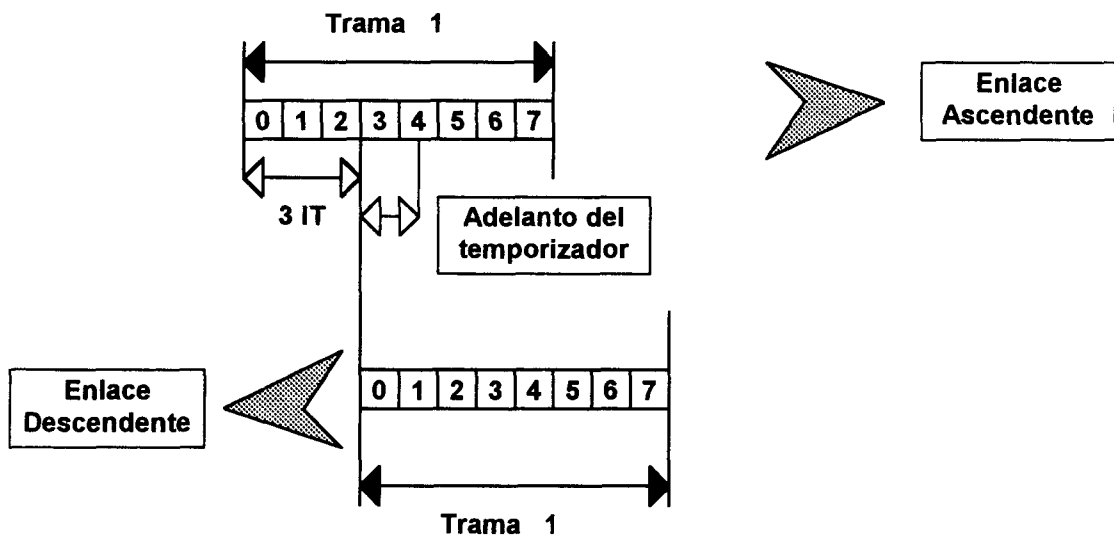


Figura 7.29. Adelanto del temporizador

F. CIFRADO

La transmisión cifrada de la señal se realiza para dar protección a los datos transmitidos por los usuarios garantizando su inviolabilidad. El método de cifrado utilizado no depende del tipo de datos a transmitir (fonía, datos de usuario, señalización) pero se aplica sólo a las ráfagas normales.

El cifrado se lleva a cabo mediante una operación de " o exclusivo " entre una secuencia de bits pseudo-aleatoria y los 114 bits de la ráfaga normal, todos menos los bits de cola de esta ráfaga.

texto original	0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 1
'''	
secuencia de cifrado	0 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 0
'''	
texto cifrado	0 1 1 0 0 1 1 1 0 1 1 1
'''	

Tabla 7.6. Método de cifrado y descifrado

El descifrado sigue la misma ley del " o exclusivo " dos veces hasta llegar al texto original. El algoritmo utilizado para obtener la secuencia pseudo-aleatoria se denomina "A5" en la reglamentación GSM. De todas formas no todos los pasos del cifrado son de conocimiento general por obvias cuestiones de seguridad.

Se distribuye en ciertas condiciones por la Asociación Europea de Operadores . El algoritmo es fácilmente implementable en un chip VLSI.

G MODULACIÓN.

En general para cualquier modulación de una señal de ancho de banda pequeña como la GSM de ancho de banda por canal de 200 khz, el campo eléctrico generado en función del tiempo es:

$$E (t) = a (t) \cos (w_0 t + j (t))$$

Donde w_0 es la pulsación angular de la portadora que depende del canal y del tiempo. a y j son la amplitud y la fase de la señal respectivamente.

La modulación nos da la relación entre los datos a transmitir y el campo emitido $E (t)$. En GSM w_0 no depende de los datos del usuario y si de las reglas del acceso múltiple .

La amplitud durante la parte activa de la ráfaga depende de la potencia emitida pero no del contenido de los datos. Al final de la ráfaga $a (t)$ de tener forma de rampa decreciente para evitar emisiones espúreas en el límite entre la emisión y el silencio.

La modulación GSM es de envolvente constante al menos en lo que se refiere a la parte central de la ráfaga. El contenido de la corriente de datos si influye en la fase de la señal $j(t)$. La modulación es G.S.M.K (Gaussian Minimum Shift Keying) con $BT = 0,3$. La fase de la señal varía con respecto al tiempo según la función:

El "fading" por multipropagación es el efecto resultante del encaminamiento de una señal de un transmisor a un receptor a través de rutas diversas debido a las reflexiones de la señal en distintos objetos y la influencia que en ella tienen los fenómenos atmosféricos.

Las señales llegarán al receptor en momentos diferentes, y estarán desfasados entre sí. Si se anulan entre sí las señales recibidas quedarán pocas señales aprovechables.

Cuando la antena de recepción está en movimiento la fase de cada ruta varía y por ello la señal combinada cambiará constantemente.

Si la antena se mueve rápidamente las atenuaciones ocasionadas por las combinaciones destructivas no durarán tanto como para producir una ruptura significativa de la señal recibida.

Si la antena se mueve con lentitud o está parada el receptor puede estar en un "nulo" (punto de señal mínima) durante varias tramas consecutivas.

La dispersión ilustrada en la parte inferior de la figura, 16 E.M., es la máxima que puede soportar el ecualizador (terreno con leves ondulaciones). En un perfil urbano típico la dispersión máxima es de 5 E.M.

El GSM ofrece tres técnicas para combatir al "fading":

- 1. Cambios de frecuencia (frequency hopping).** Cada vez que la estación base o el móvil transmiten una ráfaga, lo hacen utilizando una portadora de RF diferente según una tabla de cambios de frecuencia.
- 2. Ecualización.** Los receptores del SEB y la E.M. tienen un ecualizador de canal que compensa las no-linealidades de fase y amplitud debidas a la ruta física existente entre ellas.

El ecualizador usa la secuencia de entrenamiento de la ráfaga central para estimar esta respuesta y utiliza después un filtro digital activo para formar la característica de respuesta inversa. Esto anula las no-linealidades y compensa los efectos más destructivos de la atenuación por existencia de ruta múltiple.

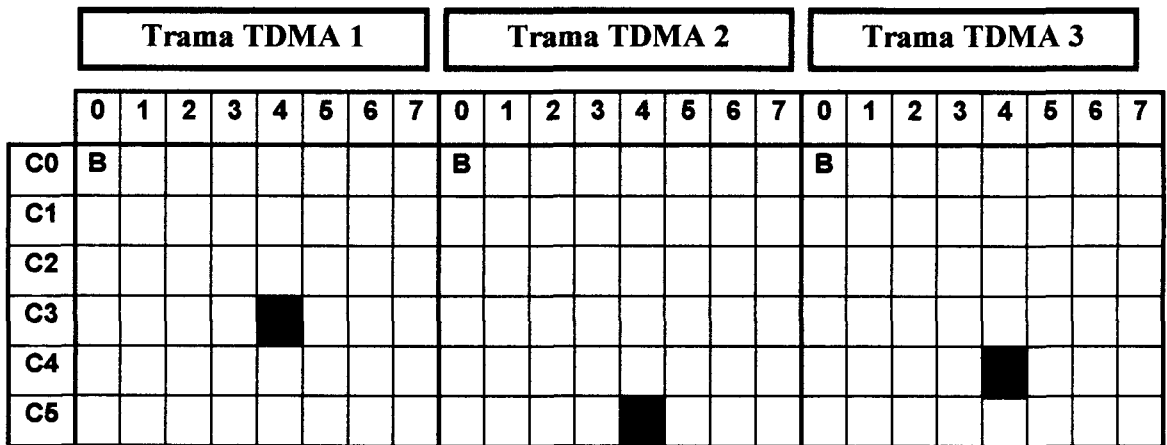
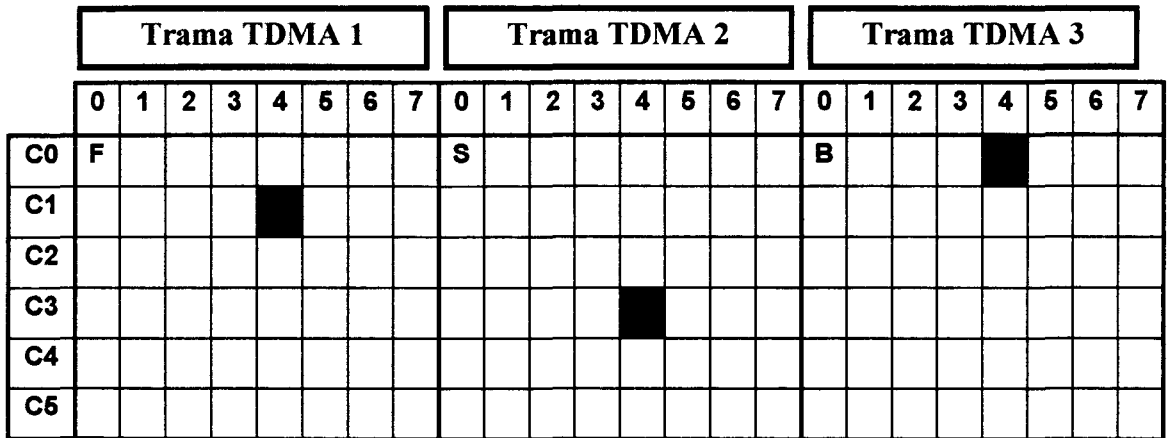
- 3. Corrección de errores.** Se aumenta el número de bits en un 75% a fin de incorporar la corrección directa de errores.



H. CAMBIOS DE FRECUENCIA

La versión de cambios de frecuencia utilizada en el GSM se denomina salto de frecuencia lento, con una tasa de 216,68 cambios de frecuencia por segundo (igual al número de tramas del canal físico GSM por segundo). Obviamente el transmisor y el receptor tienen que "saltar" de forma sincronizada, según la tabla de cambios de frecuencia.

La figura 7.30 muestra los cambios de frecuencia y lo siguiente:

1. El BCCH no experimenta cambios de frecuencia. Esto se debe a que el BCCH de todas las células debe ser transmitido en una portadora de RF especial para que todos los móviles puedan recibir la señal.
2. La portadora del BCCH puede incluirse en la secuencia de los cambios de frecuencia como se indica. Muchas de las ráfagas transmitidas por la portadora de BCCH son ráfagas de relleno, por lo que se usan algunos de los intervalos de relleno para transmitir tráfico.



 Canal físico en el intervalo de tiempo 4
 Ráfagas de relleno

SIGLAS

F = Ráfaga de Frecuencia

S = Ráfaga de Sincronización

B = Ráfaga BCCH

Figura 7.30. Cambios de frecuencia.

I. ACTIVIDAD DEL MÓVIL. INTERVALOS DE TIEMPO DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN

Dado que el móvil sólo transmite o recibe su propio canal físico durante un octavo de su tiempo utiliza el tiempo del sub-bastidor para hacer un seguimiento de los BCCHs de las células adyacentes. Completa el proceso cada 480 E.M., o cuatro multitramas de 26 canales.

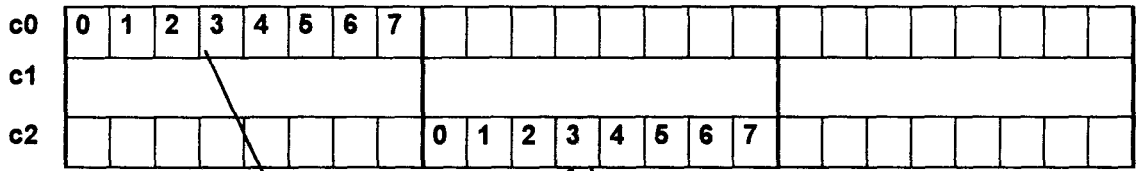
El mensaje que envía al SEB (en el SACCH, en dirección entrante) contiene la RSSI (indicación de la intensidad de la señal recibida) de las células adyacentes, el enlace con el SEB propiamente dicho y una indicación de la calidad de la conexión en curso.

En la parte superior de la figura se ve un patrón típico de la actividad del móvil en lo que a cambios de frecuencia se refiere. Cuando el móvil está realizando el seguimiento de los BCCHs en las portadoras d_0 y e_0 , no en sub-bastidor perfectamente en la estructura de intervalos de tiempo del TDMA.

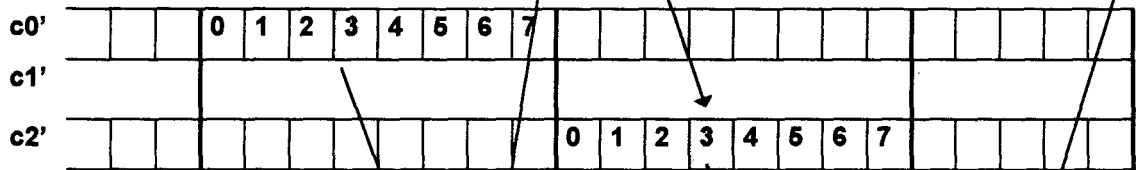
Esto se debe a que el adelanto de la temporización del móvil está fijada de forma que encaje en el rango de la célula en activo, no en las adyacentes. Como lo único que mide el móvil es la RSSI y no la decodificación de los datos de los BCCHs, esto no tiene relevancia.

El sistema GSM permite aumentar la capacidad de abonados ya que cada portadora de RF puede llevar hasta 8 canales de tráfico en un canal de 200 Khz.

Enlace Descendente (Célula Origen)



Enlace Ascendente (Célula Origen)



Descenso (Células Adyacentes)

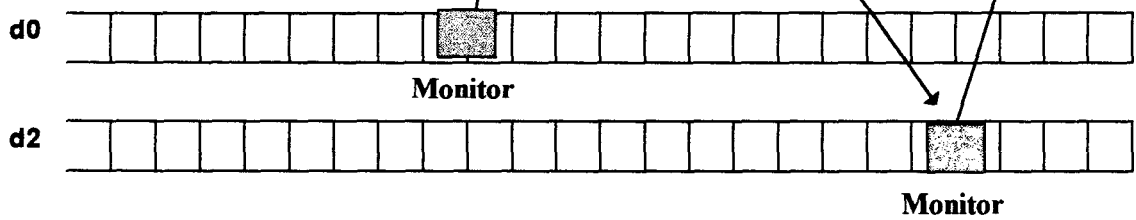


Figura 7.31. Actividad del móvil.

La configuración de los sistemas celulares digitales GSM se realiza normalmente utilizando un patrón de 7 emplazamientos con antenas omnidireccionales o de 3 emplazamientos con transmisión/recepción direccional.

El plan de reutilización GSM genérico es de 3 emplazamientos, con lo que todas las estaciones base pueden configurarse para obtener tres áreas de cobertura de RF de 120° o seis áreas de cobertura de 60°.

Uno de los patrones utilizados en GSM es el llamado patrón de 3 tres emplazamientos mejorado ya que aparte de utilizar células divididas en sectores compuestos por tres áreas de cobertura de RF de 60° utilizan un equipamiento de portadora de RF compartida, que hace posible que las portadoras de RF puedan compartirse dentro de un patrón de cobertura de RF de 180° (3 sectores).

Esta disposición exige que las frecuencias asignadas se dividan en 6 grupos de reutilización. (A1,2,3; A4,5,6; B1,2,3; B4,5,6; C1,2,3; C4,5,6).

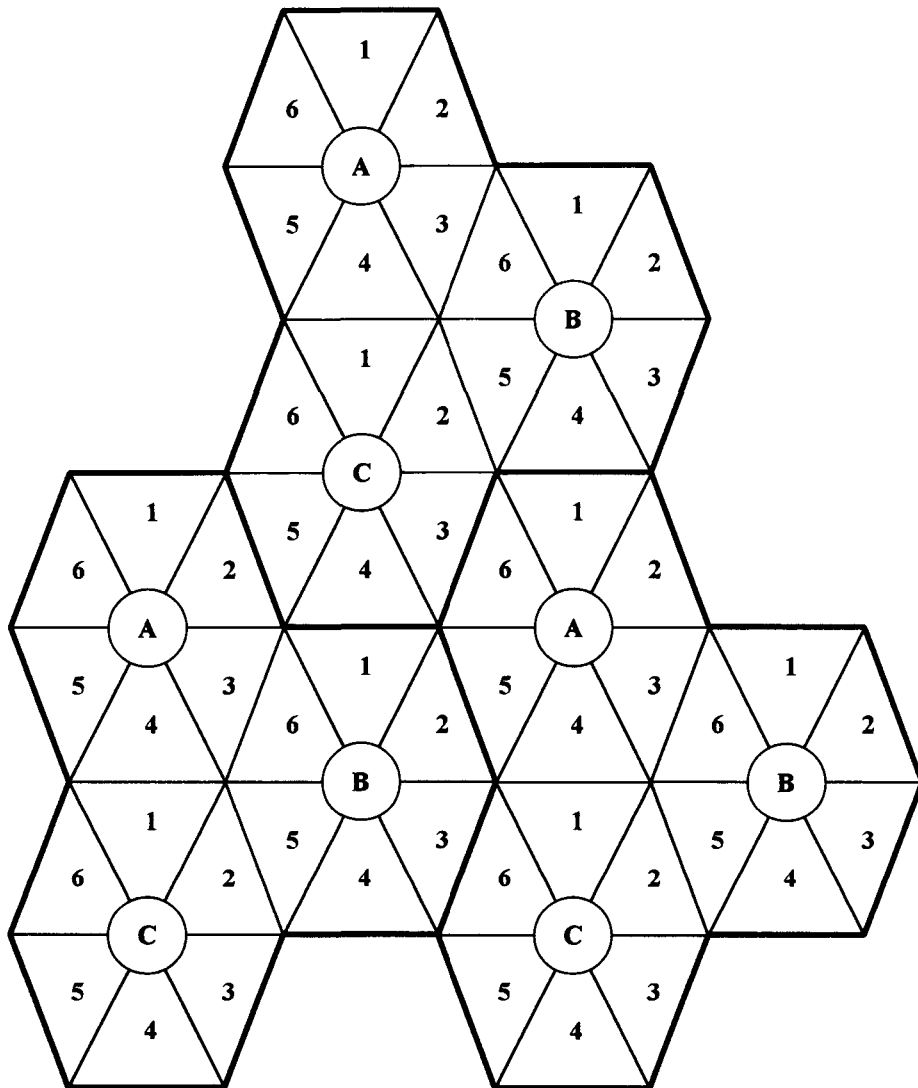


Figura 7.32. Patrón de reutilización de emplazamiento con sectores de 60° con equipo compartido

7.3. EL SISTEMA DE CONMUTACIÓN

El sistema de conmutación realiza todas las funciones normales de tipo telefónico tales como: gestión de llamadas, control de tráfico, análisis de numeración, tarificación y estadística. Incluye las siguientes unidades funcionales:

1. **C.C.M. (Central de Conmutación Móvil):** Es el interfaz entre el GSM y las redes públicas de voz y datos. Realiza el intercambio de conmutación telefónica en el tráfico generado o dirigido a un abonado móvil, gestiona el Hand-over y la toma de datos para la tarificación.
2. **RPB (Registro de Posición Básica):** Componente de la red de proceso orientado a la base de datos que contiene la base de datos principal de los abonados a la red, compuesta por información de abonado, información para enrutar las llamadas hacia el móvil, número de abonado, teleservicios y servicios prestados, restricciones y servicios suplementarios.
3. **VLR (Registro de Posición del Visitante):** Componente de la red de proceso orientado a la base de datos que contiene temporalmente información para los abonados que deambulan por una zona de localización determinada.
4. **AUC (Centro de Reconocimiento):** Genera y almacena los parámetros de reconocimiento necesarios para la identificación del abonado.

5. EIR (Registro de Identidad de Equipo): Componente de la red de proceso orientado a la base de datos que contiene información centralizada para su validación de estaciones móviles con base en la identidad internacional de su equipo móvil.

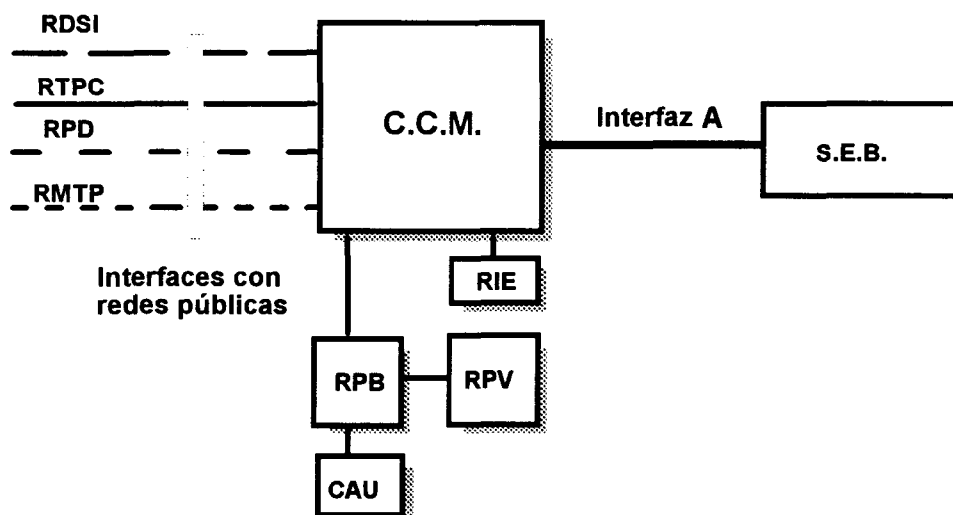


Figura 7.33. Sistema de conmutación.

7.4. EL SISTEMA DE OPERACIÓN y MANTENIMIENTO (OSM).

Proporciona medios para realizar una gestión eficiente de los dos sistemas anteriores, conmutación y radio. Incluye unidades como:

OMC (Centro de Operaciones y Mantenimiento) - Componente de la red central que controla y realiza el seguimiento de otros componentes de la red, incluyendo la calidad de servicio que ,esta proporciona.

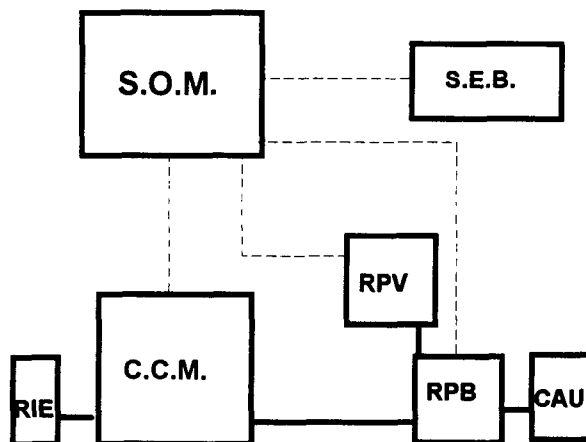


Figura 7.34. Sistema de operación y mantenimiento.

7.5. CARACTERÍSTICAS DE EXPLOTACIÓN

1. Enlace de señalización. El enlace de señalización entre el SEB y el C.C.M. es semipermanente, es decir una vez inicializado un SEB sólo se cambia si es necesario. El enlace circula por un intervalo de tiempo en la línea de transmisión entre ambos. El enlace de señalización entre el SEB y la E.M. se establece para cada llamada.

1.1. Ruta de señalización del enlace ascendente. La información del enlace ascendente (órdenes, peticiones, respuestas) se recibe de la E.M. en el SEB donde se procesa y se transmite a la C.C.M. en el intervalo de tiempo de señalización al C.C.M.

2.1. Ruta de señalización del enlace descendente. Es la misma que la anterior ruta pero partiendo de la C.C.M. y culminado en la E.M..

2. Modo libre. Cuando una E.M. está encendida sin cursar tráfico está constantemente en contacto con alguna estación base, a través del BCCH y los de las células contiguas para evaluar de cual de ellas recibe la señal de mayor calidad.

3. Llamada originada en la E.M. Después de marcar el número, la E.M. envía una petición de canal en el RACH. El SEB recibe la petición y le asigna a la E.M. un SDCCH con un mensaje de asignación inmediata que le transmite en un AGCH.

La E.M. responde al mensaje y conmuta al SDCCH asignado. Con el SDCCH se establece la señalización del interfaz de radio al transmitir la E.M. el SABM (Poner en Modo Asíncrono Balanceado). A continuación la E.M. transmite una petición de servicio indicando al SEB el tipo de servicio que desea (llamada o actualización de posición).

Esta petición se procesa en el SEB y se transmite al C.C.M. Éste le hace una petición de autenticación a la E.M. a través del SEB, que es transmitido por el SDCCH. La E.M. responde con una respuesta de autenticación.

Ahora el C.C.M. envía una orden de comienzo de cifrado indicando al SEB que está cifrando las comunicaciones con la clave asignada. La E.M. envía un mensaje de preparación por el SDCCH indicándole al C.C.M. el servicio portador o abonado que desea.

Después de ser procesado por el C.C.M., éste transmite una petición de asignación donde le indica a la E.M. que tipo de canal de tráfico necesita, datos o voz en régimen completo o mitad. El SEB asigna un TCH libre y lo envía a la E.M. por el SDCCH.

En respuesta el móvil conmuta al TCH asignado y transmite un mensaje de asignación completada por el FACCH. El C.C.M. envía un mensaje de "avisando" a la E.M. y ésta genera un tono de "llamando" conocido por el usuario.

Cuando el abonado llamado descuelga se le envía al móvil una señal de "conexión" que se transmite por el FACCH, la E.M. abre la ruta de audio, transmite la voz del usuario y envía un mensaje de confirmación de la conexión por el FACCH.

- 4. Llamada con destino a la E.M..** Tiene un proceso similar a cuando el tráfico se origina en el móvil. La única particularidad consiste en que el proceso se inicia ordenando el C.C.M. al SEB la emisión del canal de búsqueda, PCH donde se indica el móvil llamado.

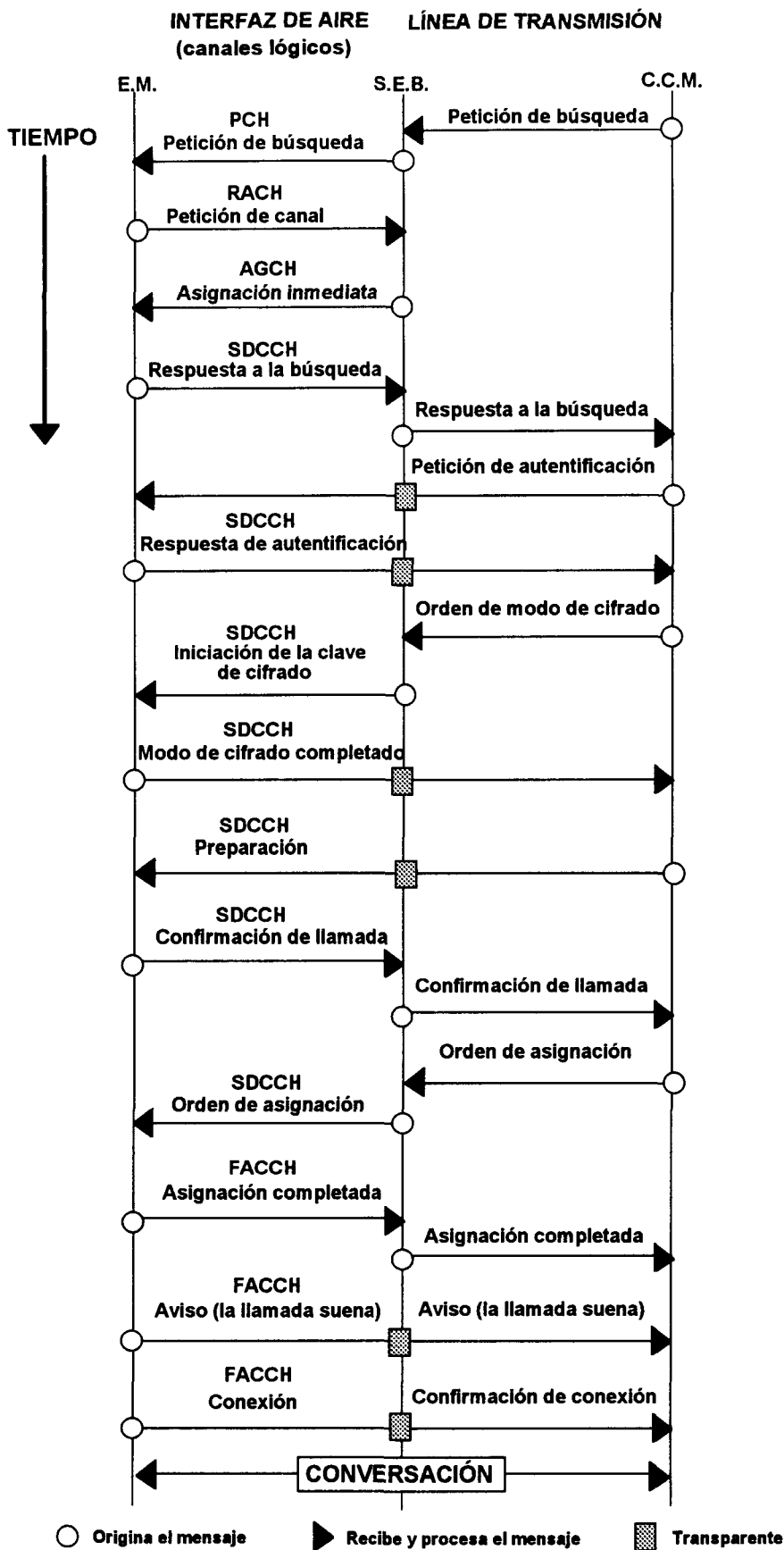
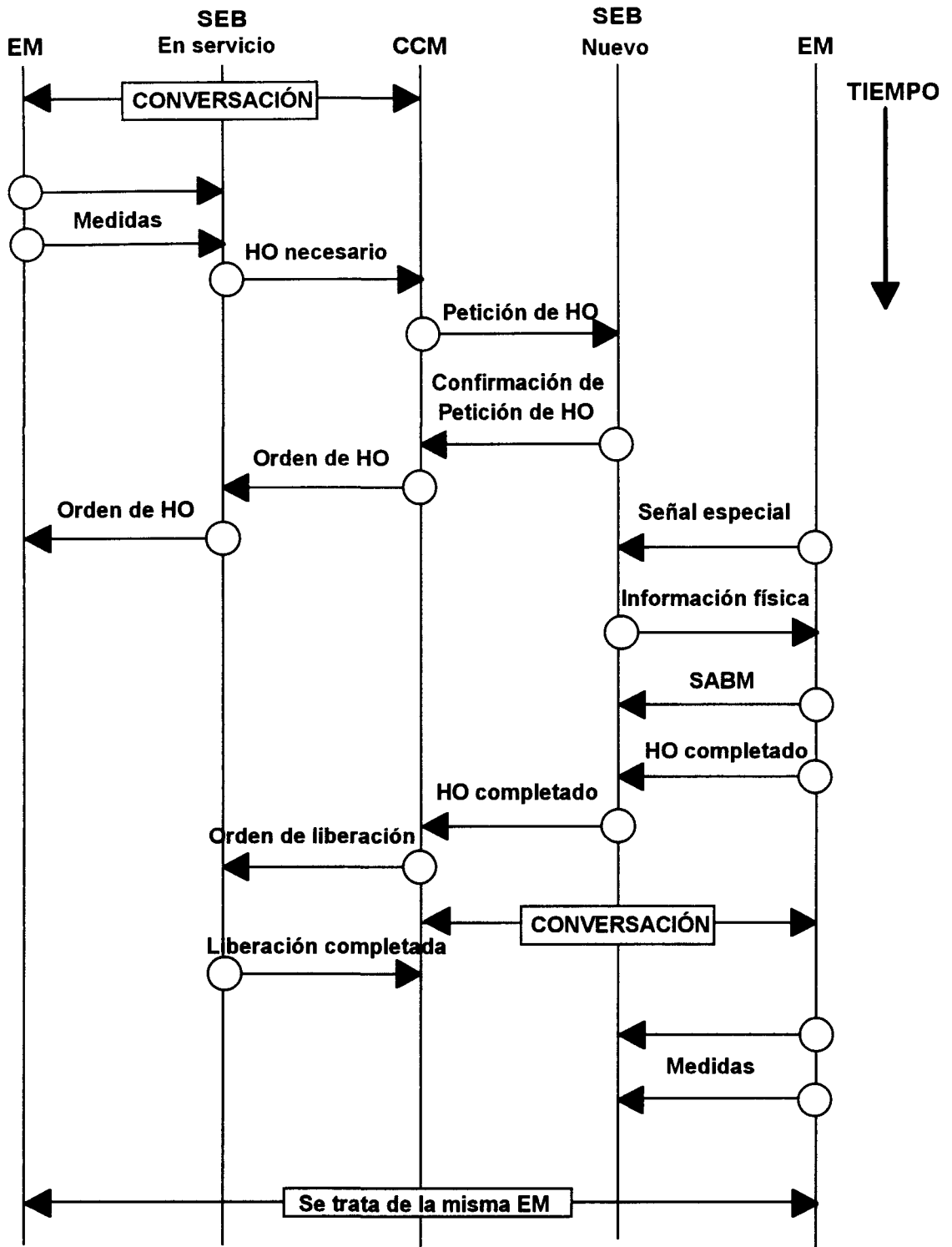


Figura 7.35. Llamada a un móvil. Establecimiento de la conexión

5. Hand-over o transferencia entre SEB. Mientras tiene lugar el tráfico entre la E.M. y la red móvil la E.M. está midiendo el BCCH de las células contiguas y la potencia y la calidad del TCH de la célula de servicio en los otros siete intervalos. Esta información la transmite a la célula de servicio por el SACCH.

Cuando las medidas indican que es necesaria la transferencia el SEB transmite al C.C.M. una señal de Hand-over necesario que incluye el número de identificación de la célula candidata y el tipo de canal requerido.



HO = Hand-over ➔ Recibe y procesa el mensaje ○ Origina el mensaje

Figura 7.36. HAND-OVER entre SEB.

El C.C.M. envía una petición de Hand-over al nuevo SEB que transmite un mensaje de confirmación de petición de Hand-over al C.C.M. conteniendo un número de referencia HO para determinar más tarde si la E.M. ha obtenido el acceso al canal correcto.

Al recibir el mensaje de la C.C.M. el anterior SEB transmite una orden de Hand-over a la E.M. por el enlace aéreo de señalización. Una vez recibido el mensaje el móvil conmuta al TCH asignado y transmite un mensaje que contiene el número HO por el SACCH.

El nuevo SEB le transmite a la E.M. información sobre el avance de temporización que debe guardar en sus respuestas a los mensajes recibidos por el SEB.

Ahora la E.M. transmite el SABM para establecer el enlace aéreo de señalización y un mensaje de Hand-over completado que va al C.C.M. El C.C.M. envía al SEB una orden de borrado de recursos asignados a aquel móvil.

6. Hand-over dentro del SEB. El proceso es idéntico al anterior sólo que a la C.C.M. se le envía únicamente información de Hand-over completado.

En la figura 7.37 se puede ver el flujo de mensajes necesario para completar un hand-over o traspaso dentro del mismo Sistema de Estación Base.

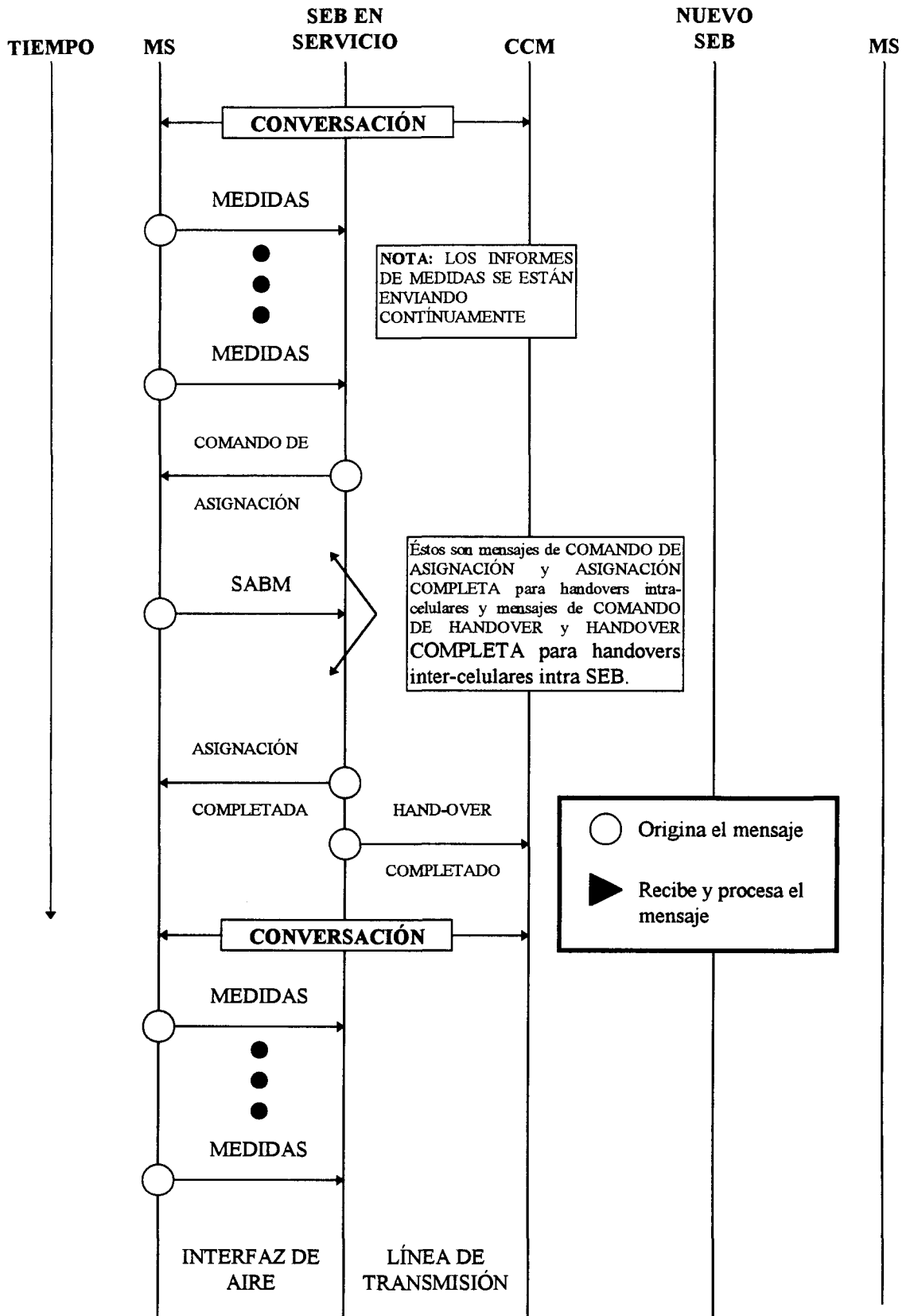


Figura 3.37. Hand-over intra S.E.B.

PARTE IV

PLANIFICACIÓN DE UNA RED LOCAL DE G.S.M. PARA LA ZONA COMERCIAL DEL PUERTO (LA ISLETA) DE LA ISLA DE GRAN CANARIA

CAPÍTULO 8

PLANIFICACIÓN DE UNA RED LOCAL DE G.S.M.

8.1. INTRODUCCIÓN

Antes de planificar la red local de G.S.M. que dé cobertura a la zona comercial del Puerto de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria se introducirán una serie de conceptos básicos necesarios para la planificación de cualquier red celular.

El mayor condicionante para planificar estos tipos de redes es el espectro radioeléctrico disponible. Por esta razón se trata de aprovechar al máximo los canales disponibles, restringiendo el área de cobertura de una estación base para poder utilizar sus mismas frecuencias a una cierta distancia, en la zona de cobertura de otra estación base.

Al reducir el tamaño de la célula (área de cobertura de la estación base) se puede disminuir la distancia de reutilización de los grupos de frecuencias asignados a cada estación base. Ésto conlleva dos consecuencias inmediatas:

1. Aumenta la capacidad del sistema, lo cual lleva a un aumento del número de posibles usuarios.
2. Incremento de la complejidad de la red y del número de hand-overs cuando los móviles cruzan la "frontera" entre las diferentes células.

8.2. PLANIFICACIÓN DE REDES CELULARES.

El primer parámetro a considerar en la planificación de redes de telefonía móvil es el tamaño de la red. Ésta puede ser nacional, local o de cada estación base.

Dado que la planificación que se va a realizar en este Trabajo Fin de Carrera es local, el estudio se centrará en la planificación de redes locales.

La planificación de cualquier red local que se pretenda establecer debe considerar los siguientes parámetros:

- Estimación del tráfico esperado.
- Distribución del tráfico en la zona esperada.
- Zona de servicio en la estación base.
- Máxima capacidad de canales en la zona.
- Cálculos de las áreas de cobertura.
- Grado admisible de interferencia: cocanal y adyacente.

Dentro de las redes locales se puede hacer una planificación diferenciada para cada estación base. Como en el diseño que se va a realizar la red local de G.S.M. consta únicamente de una estación base se particularizarán los parámetros necesarios a esta situación.

Se utilizará una única estación base porque, según se verá en el cálculo de su zona de servicio en capítulos posteriores, la zona de servicio esperada (zona comercial del Puerto de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria) se puede obtener instalando una única Estación Transceptora Base (E.T.B.) en el área de El Cebadal de La Isleta de dicha ciudad.

Desde el punto de vista de la planificación de una estación base en particular a los puntos anteriores necesarios para la planificación de un área local cambian en la medida que no es necesario calcular los grados de interferencia cocanal y adyacente puesto que sólo va existir una célula. La distribución del tráfico en la zona esperada solamente se estudiará en el área de cobertura de la E.T.B. El máximo de canales en la zona al existir una única estación base serán todos los disponibles por el sistema G.S.M.

La decisión sobre el tipo de estación base a utilizar y número de canales a emplear en dicha zona son características que dependerán del planteamiento inicial de la planificación y de estudios sobre el área que se pretenda cubrir.

Los planes para cada estación base, se estudiarán en los siguientes apartados y se contemplarán todos los **parámetros a fijar en una estación base.**

- Estimación de la demanda de tráfico.
- Determinación de la zona de servicio de la estación base.
- Determinación del número de canales necesario.

8.2.1. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE TRÁFICO.

La demanda de tráfico medido en volumen de personas que se abonarán al sistema, y dónde y cuánto tráfico generarán, constituyen la base de la planificación de las redes celulares.

La planificación para la instalación de una nueva estación base siempre se basará en suposiciones y estimaciones. Una vez puesta en servicio la estación a través de las estadísticas del tráfico cursado en dicha estación y el número de abonados al servicio se estudiará la posible ampliación del número de canales de la estación base y de cada una de las células que la formen.

En un principio el volumen y la distribución geográfica de la demanda de tráfico (abonados/Km²), se pueden estimar usando datos demográfico tales como distribución de población, propietarios de automóviles, distribución de ingresos, etc.

El objetivo final es obtener la relación Erlangs/Km² en la zona. Ya la unidad de medida de tráfico telefónico es el Erlang. Para pasar de abonados/Km² a Erlangs/Km² sólo se necesita conocer el tráfico medio que genera un abonado.

Al establecer una Estación Base o varias Estaciones Base en un área determinada no se conoce exactamente como va evolucionar el tráfico en dicha zona no hay que hacer estimaciones y suposiciones comúnmente admitidas como válidas para esta clase de servicio móvil.

Al iniciar la puesta en marcha de un sistema de telefonía móvil automática se estima usualmente que las llamadas originadas por abonados móviles alcanzan 0.2 Erlangs/abonado y las dirigidas a ellos 0.1 Erlangs/abonado, lo que hace un total de 0.3 Erlangs/abonado. Dato éste que se considera el tráfico medio por abonado en la hora cargada.

La calidad de servicio, especificada como probabilidad de bloqueo, se puede expresar como se muestra en la tabla 4.2. con un 1, 2, 5, 10, 20 ó 40%. Inicialmente se estima usualmente que con un valor de 5 % la calidad del servicio será suficiente.

En la tabla 8.1. se muestran las estimaciones iniciales de tráfico que se aceptan generalmente como válidas para el inicio del Servicio de Telefonía Móvil Automática en una determinada zona.

	Erlangs/ abonado
llamadas originadas por móviles	0,1
llamadas dirigidas a móviles	0,2
total llamadas	0,3

Tabla 8.1. Estimaciones de la relación de Erlangs/abonado.

8.2.2. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE SERVICIO DE LA ESTACIÓN BASE

La determinación de la zona de servicio de una estación base depende de una serie de factores, que ya hemos contemplado en el tema de los Proyectos de Servicios Móviles Terrestres. Estos factores son los siguientes:

1. **Nivel de umbral que el móvil necesita para su funcionamiento, el cual se denomina “sensibilidad del receptor”, definido como el nivel de campo que el receptor necesita a su entrada para dar a su salida, en los sistemas digitales, una determinada tasa de error. También se le suele denominar campo mínimo utilizable (E_{MU}).**
2. **Este nivel de umbral dará lugar al Campo Mínimo Necesario (E_{MN}) de la Estación Base en la Zona de Cobertura.**
3. **Potencia radiada por la estación base (Potencia Radiada Aparente, P.R.A.).**
4. **Potencia radiada por el móvil.**
5. **Distancia máxima a la cual se puede establecer el enlace entre el móvil y la estación base.**

El procedimiento se convierte en un mecanismo de prueba y ajuste donde la experiencia del planificador simplifica notablemente la puesta a punto de la estación base.

El estudio de la zona de servicio de la estación base de la planificación a realizar en el presente Trabajo consistirá en que dicha zona de servicio sea la zona comercial del Puerto de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria.

En este caso práctico que se realizará el cálculo de la Potencia Radiada Aparente necesaria para obtener la zona de servicio anteriormente descrita, partiendo de E_{MN} y de E_{MU} .

8.2.3. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CANALES NECESARIOS.

Una vez conocida la demanda de tráfico a absorber en el apartado anterior, se determina el número de canales necesarios. Para un grado de congestión específico la relación entre el número de canales disponibles y la máxima densidad de tráfico por canal es dada según una **distribución de Erlang-B**.

En la figura 8.1 se aprecia que la cantidad de tráfico por canal aumenta rápidamente en función del número de canales, cuando el número de canales está por debajo de 30.

La eficiencia varía de forma notable cuando se utiliza un sistema sectorial en vez de uno omnidireccional. Para aclarar esta diferencia se ilustrará con un ejemplo.

Un sistema de 48 canales con una sectorización del sistema en 3 sectores, cada sector tendrá 16 canales y, con una capacidad de bloqueo del 2%, el tráfico que cursarán los 3 sectores en total será de (ver tabla 5.2. de Erlang B)
 $9.8284 \times 3 = 29.4$ Erlang.

Si el mismo emplazamiento es dividido en 6 sectores, se dispondrá de 8 canales por sector por lo que en este caso según la misma tabla de Erlang:

$$3.6271 \times 6 = 21.7 \text{ Erlang.}$$

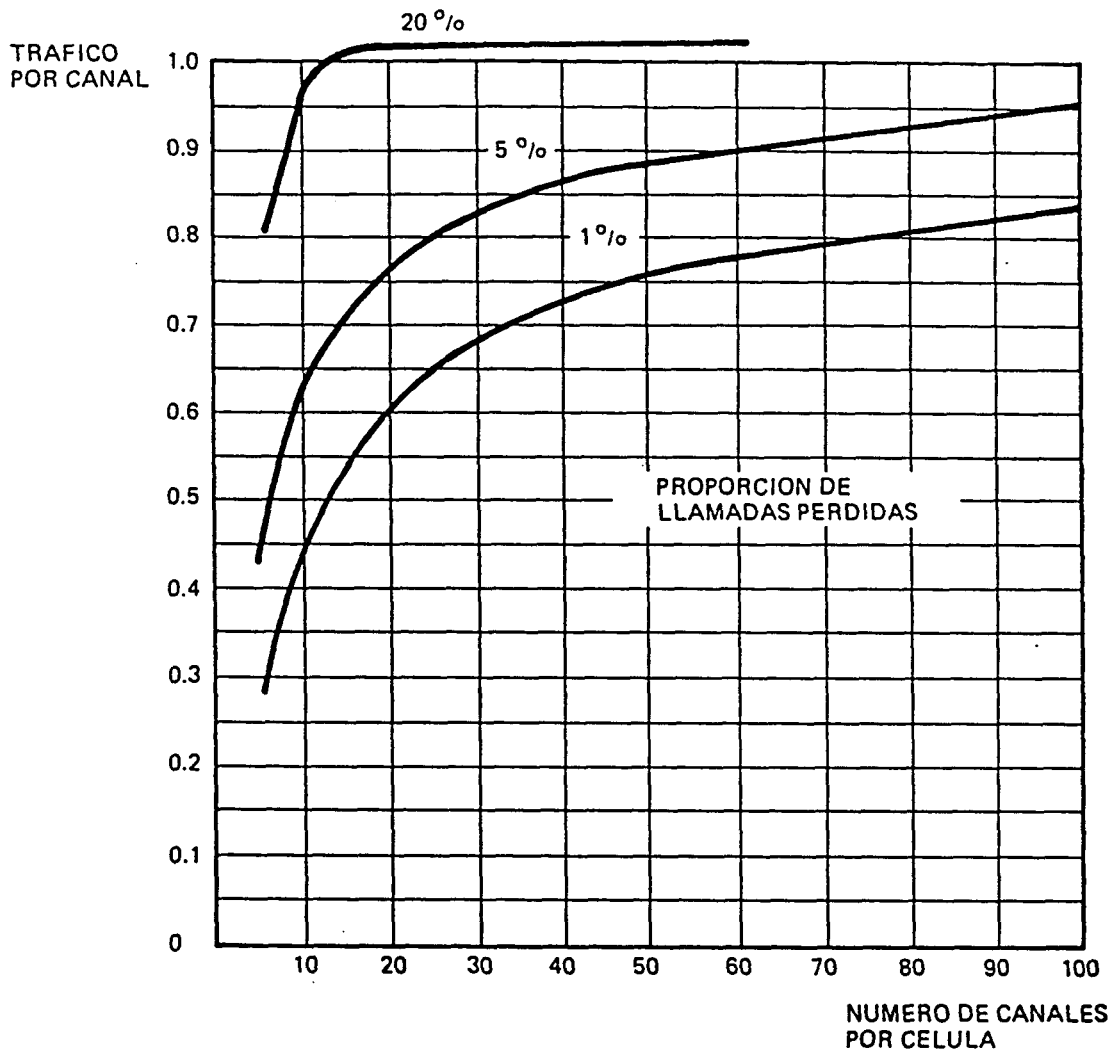


Figura 8.1. Tráfico por canal en función del número de canales

Canal	GRADO DE SERVICIO						
	1%	2%	3%	5%	10%	20%	40%
1	0.01010	0.02041	0.03093	0.05263	0.11111	0.2500	0.56667
2	0.15259	0.22347	0.28155	0.38132	0.59543	1.0000	2.0000
3	0.45549	0.60221	0.71513	0.89940	1.2708	1.9299	3.4798
4	0.86942	1.0923	1.2589	1.5246	2.0454	2.9452	5.0210
5	1.3608	1.6571	1.8752	2.2185	2.8811	4.0104	6.5955
6	1.9090	2.2759	2.5431	2.9603	3.7584	5.1086	8.1907
7	2.5009	2.9354	3.2497	3.7378	4.6662	6.2302	9.7998
8	3.1276	3.6271	3.9865	4.5430	5.5971	7.3692	11.419
9	3.7825	4.3447	4.7479	5.3702	6.5464	8.5217	13.045
10	4.4612	5.0840	5.5294	6.2157	7.5106	9.6850	14.667
11	5.1599	5.8415	6.3280	7.0764	8.4871	10.857	16.314
12	5.8760	6.6147	7.1410	7.9501	9.4740	12.036	17.954
13	6.6072	7.4015	7.9667	8.8349	10.470	13.222	19.598
14	7.3517	8.2003	8.8035	9.7295	11.473	14.413	21.243
15	8.1080	9.0096	9.6500	10.633	12.484	15.608	22.891
16	8.8750	9.8284	10.505	11.544	13.500	16.807	24.541
17	9.6516	10.656	11.368	12.461	14.522	18.010	26.192
18	10.437	11.491	12.238	13.385	15.548	19.216	27.844
19	11.230	12.333	13.115	14.315	16.579	20.424	29.498
20	12.031	13.182	13.997	15.249	17.613	21.635	31.152
21	12.838	14.036	14.885	16.189	18.651	22.848	32.808
22	13.651	14.896	15.778	17.132	19.692	24.064	34.464
23	14.470	15.761	16.675	18.080	20.737	25.281	36.121
24	15.295	16.631	17.577	19.031	21.784	26.499	37.779
25	16.125	17.505	18.483	19.985	22.833	27.720	39.437

Tabla 8.2. Relación entre grado de servicio y canales de tráfico

CAPÍTULO 9

EL SISTEMA DE ESTACIÓN BASE

9.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se estudiará el sistema de estación base de Motorola que es la que se va a utilizar en la planificación de la red local de G.S.M. que dará cobertura a la zona comercial del Puerto de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria.

Un sistema de estación base (SEB) mínimo está constituido por un controlador de estación base (CEB) y al menos una estación transceptora base (ETB). como se muestra en la figura 9.1.

La ETB está constituida por un conjunto de transceptores (TRX) que cubren el área de cobertura de la estación base y un módulo que realiza la función de control común de estos transceptores denominado función de control común (FCC). Otro punto importante son los buses de comunicaciones por donde circulan los canales de tráfico, señalización, etc.

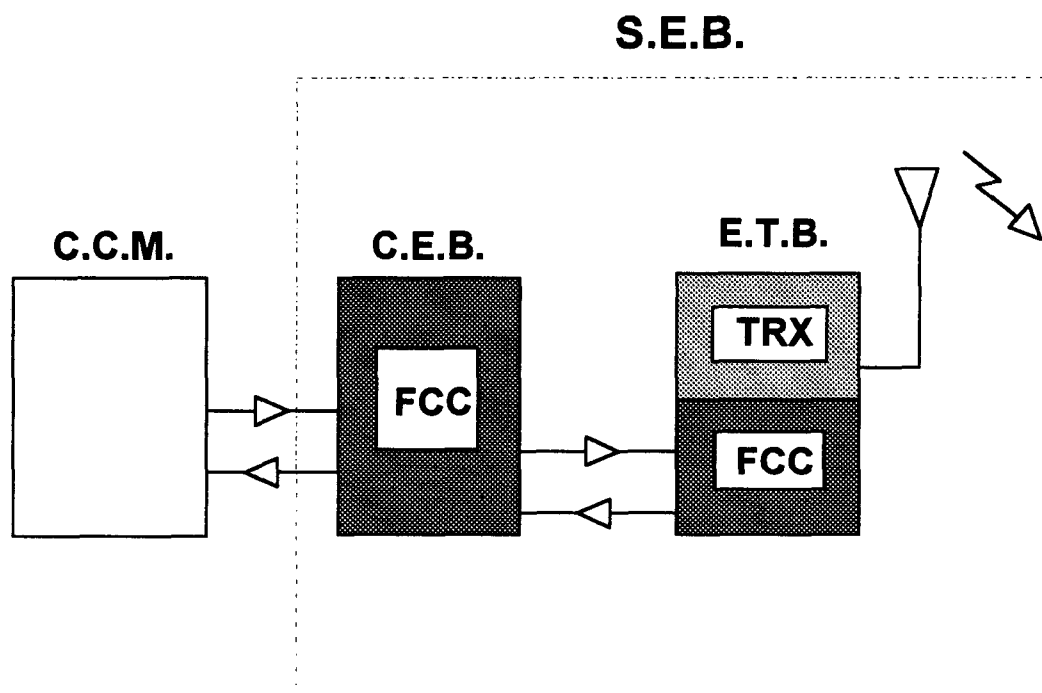


Figura 9.1. Esquema básico del S.E.B.

9.2. FUNCIÓN DE CONTROL COMÚN

Un sub-bastidor de FCC de esta empresa fabricante dispone de los tipos de tarjetas que se muestran en la tabla 9.1. Este módulo contiene la parte del sistema digital, es decir, la parte del sistema que no trabaja con señales de radiofrecuencia.

Denominación	FUNCIÓN
BTC	Tarjeta terminadora de bus
MSI	Interfaz serie múltiple
GPROC	Procesador genérico
DRI	Interfaz de radio digital
KSW	Conmutador de kilopuerto
GCLK	Reloj genérico
DPSM	Fuentes de alimentación
LANX	Extensor de red de área local
CLKX	Extensor de reloj
KSWX	Extensor de conmutación de kilopuerto
DRIX	Extensor de interfaz de radio digital

Tabla 9.1. Tarjetas del FCC

9.2.1. CONEXIONES ENTRE LAS TARJETAS

En la figura 9.2 se muestra la conexión de las diferentes tarjetas de los módulos FCC y TRX utilizando una configuración del TRX con una sola antena de recepción y una de transmisión.

En esta figura se puede ver la trayectoria que siguen los intervalos de tiempo de tráfico y de señalización que son transmitidos por la unidad de radiocanal (RCU) hacia el interfaz de aire. A partir del RCU que pertenece a la parte de radiofrecuencia pasa al FCC a través de la tarjetas DRIX y DRI.

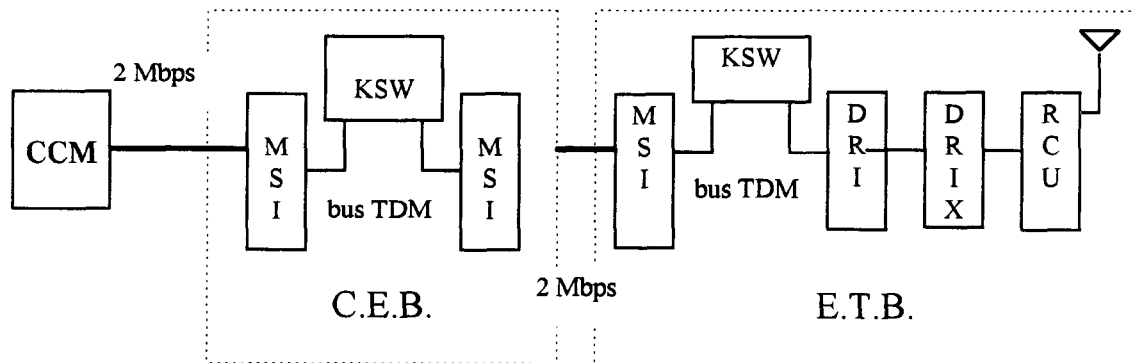


Figura 9.2. Trayectoria de los canales de tráfico y señalización en el S.E.B.

En la figura 9.3 se muestran las conexiones entre las tarjetas de Función del Control Común y entre éstas y la parte de los equipos de transmisión y recepción de RF denominada TRX.

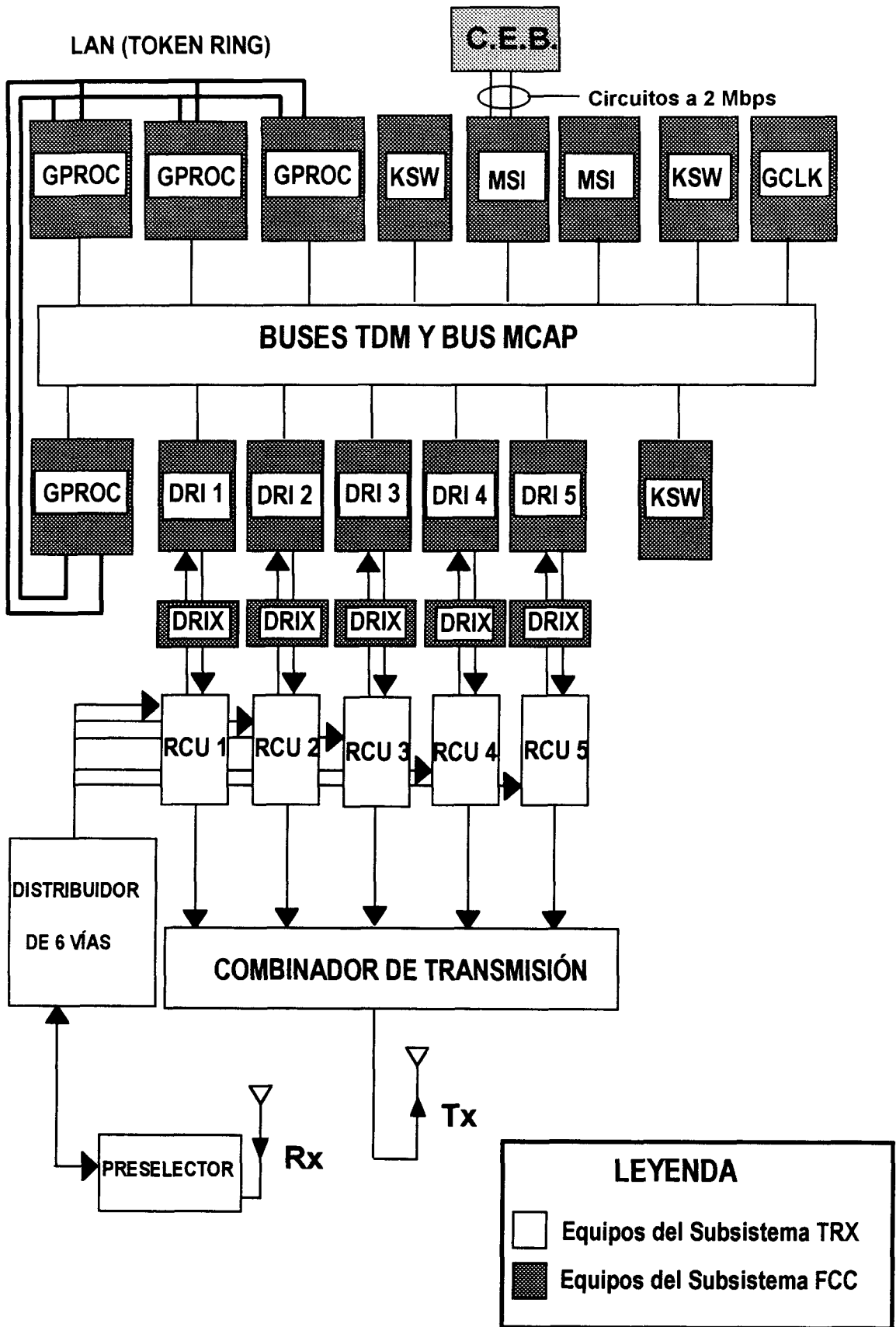


Figura 9.3. Conexión entre las tarjetas del FCC y TRX en un SEB

9.2.2. TARJETA GPROC (PROCESADOR GENÉRICO)

El GPROC (tarjeta de procesador genérico) es el bloque de construcción básico de una arquitectura distribuida que proporciona la plataforma de proceso al CEB.

El diagrama de bloques del procesador se describe en la figura 9.4. El módulo del procesador es un MC68030 de 25 Mhz. La matriz de memoria se compone de cuatro áreas diferenciadas: la DRAM, RAM dinámica de 16 Mbytes configurada como bloques de 4 Mx32 bits, el puerto SRAM dual, bloque de 512 Kbytes, la EPROM de un tamaño máximo de 4 Mbytes.

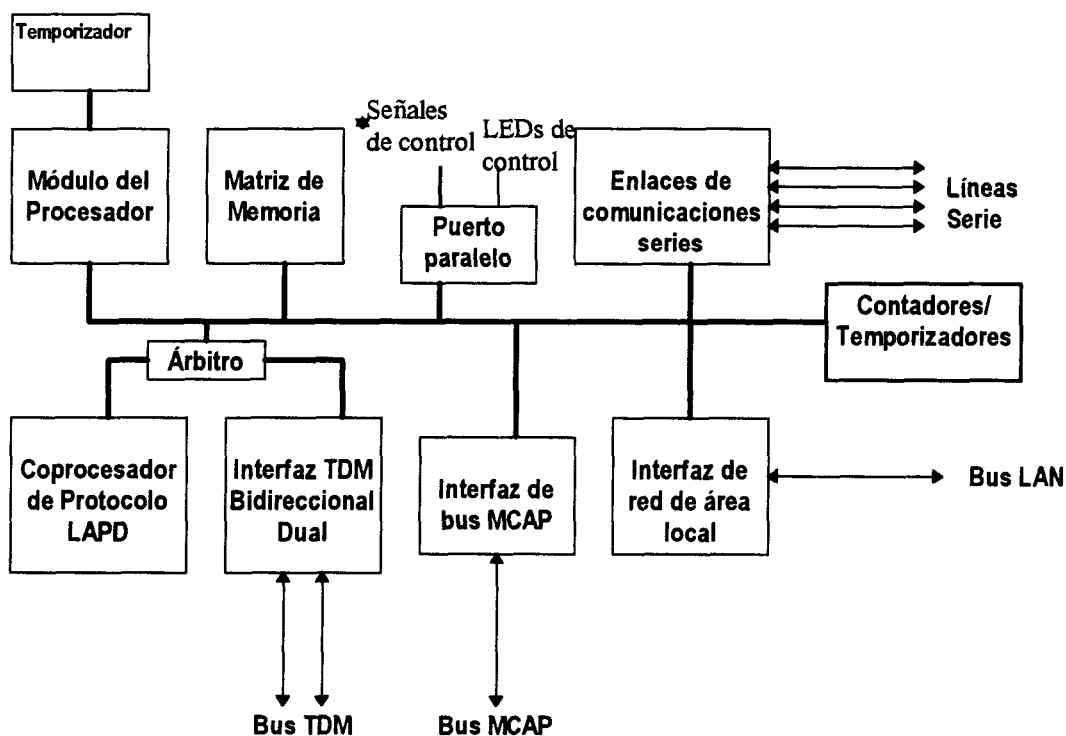


Figura 9.4. Diagrama de bloques de la tarjeta GPROC.

A. Tipos de dispositivos GPROC

Las capacidades de proceso de los elementos del controlador de estación base y las capacidades de proceso de sus enlaces de datos determinan el número de canales de tráfico (TCH) que pueden soportar estas entidades.

Estas capacidades están limitadas por la capacidad de estos procesadores o enlaces para manejar la información de señalización asociada a estos TCHs.

El conjunto de tareas que se asignan a un GPROC depende de la configuración y requisitos de capacidad del CEB.

Aunque todos los GPROCs son idénticos desde el punto de vista hardware, cuando se asigna un conjunto de tareas a un GPROC determinado está considerado un "tipo de dispositivo GPROC" único en el esquema de gestión de la configuración del CEB.

Los dispositivos GPROC definidos para el CEB son:

PEB: procesador de control de estación base.

PCE: procesador de control de enlaces.

9.2.3. TARJETA DRI (INTERFAZ DE RADIO DIGITAL)

El diagrama de bloques de esta tarjeta se muestra en la figura 9.5. Como hemos visto en la figura de conexión entre las diferentes tarjetas la tarjeta DRI realiza la función de interfaz entre la RCU y el subsistema digital. El DRI realiza las siguientes funciones:

- 1. Distribución de los canales lógicos en el canal físico.**
- 2. Entrelazado/desentrelazado.**
- 3. Codificación/decodificación de canal**
- 4. Cambio de banda base en el enlace descendente**
- 5. Función de encriptado**
- 6. El DRI soporta la ruta de control/estado entre el GPROC y la RCU.**

Esta tarjeta se comunica con la RCU a través de un par de enlaces de fibra óptica y la tarjeta DRIX. El bus MCAP que lo comunica con el GPROC le proporciona un enlace de datos de alta velocidad utilizado para señalización, control, mensajes de estado y carga del código DRI.

La tarjeta DRI se comunica con el equipo de RF a través de la tarjeta DRIX y con la tarjeta de interfaz serie múltiple (M.S.I.) a través de la tarjeta de conmutación de kilopuerto (K.S.W.) como hemos visto en anteriormente.

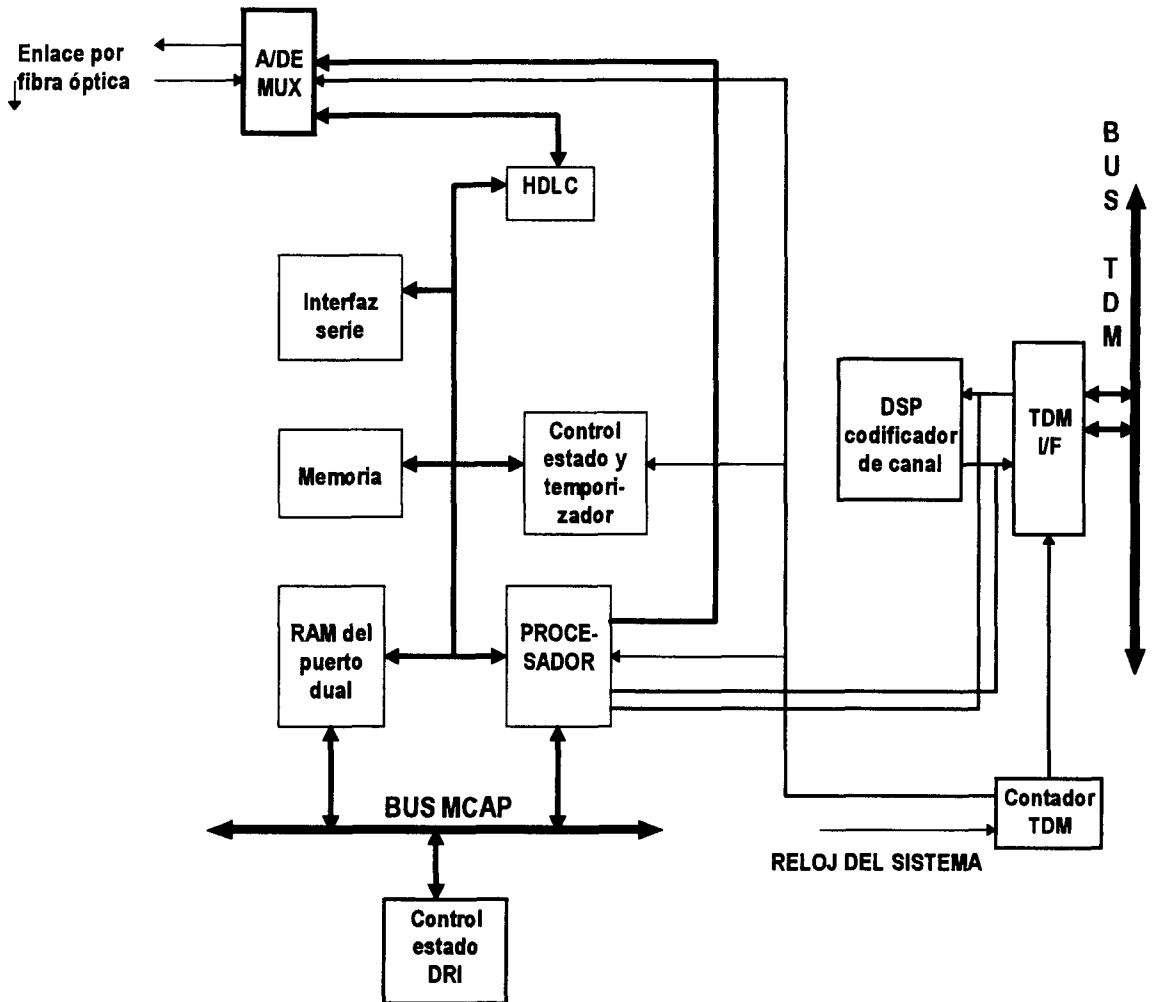


Figura 9.5. Diagrama de bloques de la tarjeta DRI.

9.2.4. TARJETA MSI (INTERFAZ SERIE MÚLTIPLE)

La Interfaz Serie Múltiple proporciona la función de interfaz entre dos tramas de 2 Mbps con modulación M.I.C. y el bus TDM como se observa en la figura 9.6, el diagrama de bloques de la tarjeta se muestra en la misma figura.

Estos circuitos de 2 Mbps conectan al CCM con la CEB y a éste con la ETB y a diferentes ETBs entre sí dependiendo de la configuración del Sistema de Estación Base elegido.

El interfaz físico con los circuitos de 2 Mbps proporciona las siguientes funciones:

1. Ajuste de impedancias.
2. Conversión bipolar a unipolar y codificación/decodificación HDB3/AMI/B8ZS.
3. Alineamiento de trama y multitrama.
4. Extracción del reloj del flujo de datos.

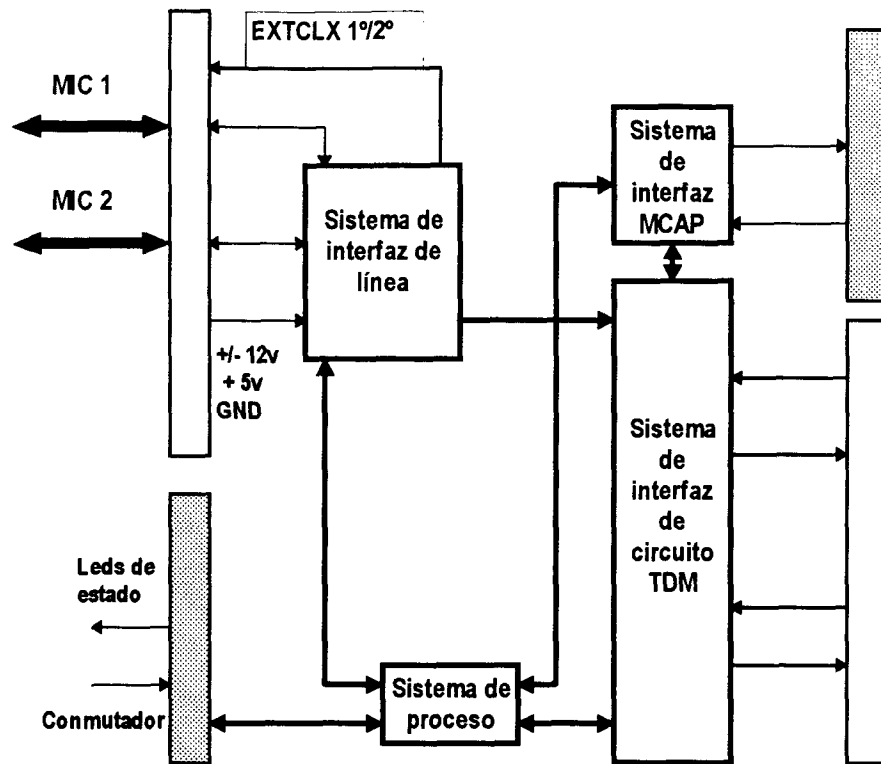


Figura 9.6. Diagrama de bloques de la tarjeta MSI.

9.2.5. TARJETA DE CONMUTACIÓN DE KILOPUERTO (KSW)

El conmutador de kilopuerto es un conmutador digital de acceso múltiple por división en el tiempo.

El KSW es capaz de soportar varios modos de conmutación para satisfacer una serie de requisitos para la conmutación. Su función principal consiste en soportar un entramado de conmutación sin interrupción. Entre sus funciones secundarias se incluyen las siguientes:

1. generación de tonos limitados
2. generación de patrones estáticos
3. generación de patrones dinámicos

El KSW puede verse como una extensión del bus TDM. Este bus proporciona un medio para la transmisión de voz y datos dentro de los subbastidores FCC.

El bus TDM tiene un ancho de banda fijo de 65,536 Mbps dividido en 1024 intervalo de tiempo de 64 Kbps. El KSW es capaz de procesar cualquier intervalo de tiempo dado como canal de tráfico a 64 Kbps o cuatro a 16 Kbps.

La capacidad de conmutación de un sistema puede ampliarse con 2, 3 ó 4 KSWs interconectados en buses TDM que se excluyan entre sí. La estructura de la conmutación resultante soportará 2048, 3072 o 4096 intervalos de tiempo TDM, respectivamente.

En la figura 9.7 se muestra el diagrama de bloque de la tarjeta de conmutación de kilopuerto (K.S.W.)

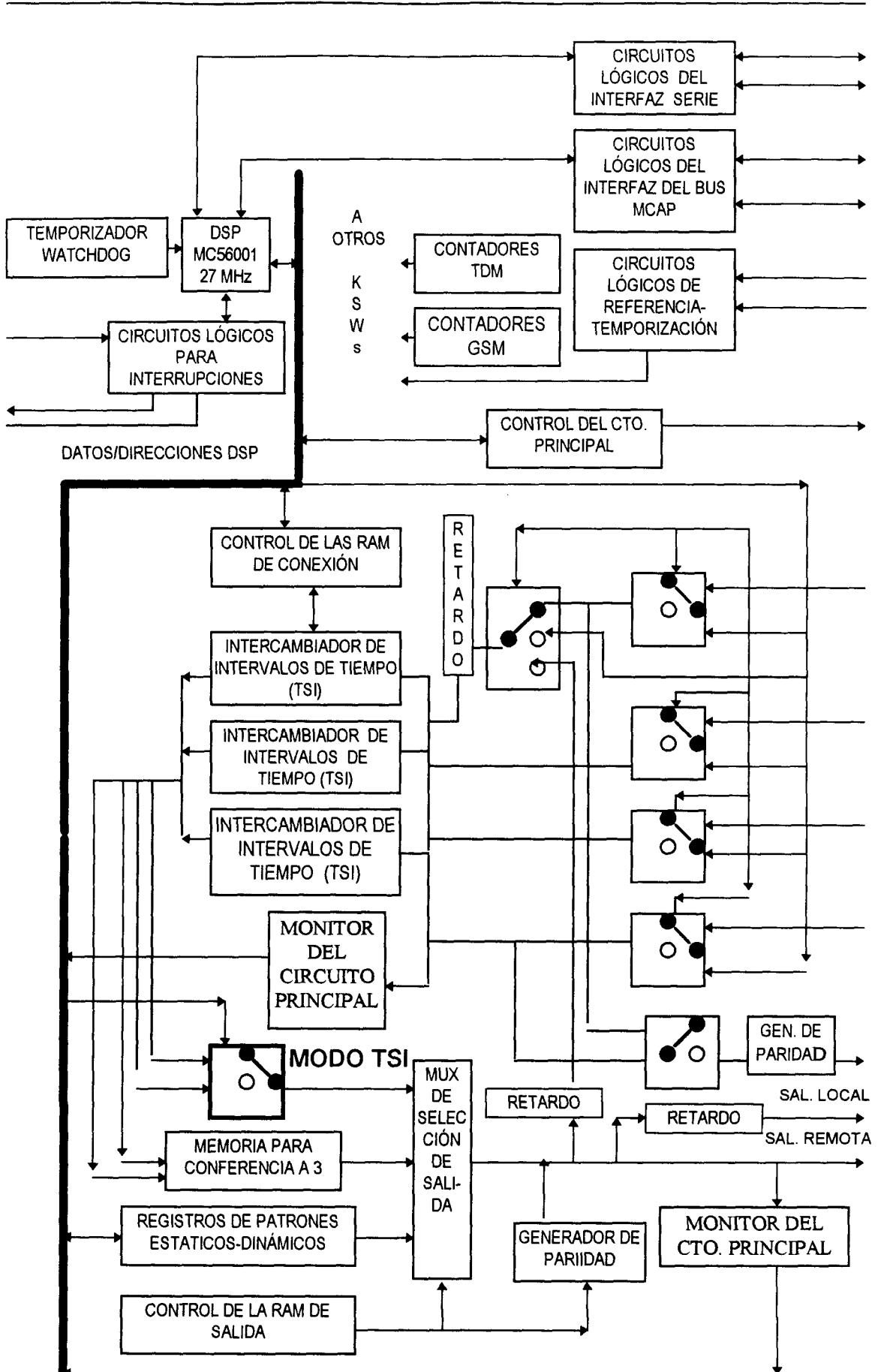


FIGURA 9.7. Diagrama de bloques del KSW

9.2.6. GCLK (RELOJ GENÉRICO)

El GCLK está diseñado para generar 4 señales de reloj para un SEB entero. Las señales son las siguientes:

- Reloj TDM de 16,384 Mhz
- Referencia de supertrama de 6,12s
- Referencia de sincronización de 60 ms
- Referencia de trama de 125 μ s

El GCLK se comunica con el GPROC mediante el bus MCAP. este interfaz de comunicación se utiliza para enviar mensajes de error de reloj y recibir órdenes de control e inicialización del procesador.

La salida de la tarjeta GCLK se mandan al panel posterior del subbastidor para que sean reenviadas al resto de tarjetas del subbastidor digital (FCC)

El diagrama de bloque de esta tarjeta se muestra en los apéndices.

9.2.7. TARJETAS EXTENSORAS

Entre las tarjetas extensoras se encuentran la tarjeta extensora de conmutador de kilopuerto (**KSWX**), extensora de reloj (**CLKX**), de área local (**LANX**) y la extensora de interfaz de radio digital (**DRIX**).

Las tarjetas extensoras se utilizan normalmente cuando está al límite la capacidad de las tarjetas iniciales y el sistema necesita una capacidad extra de ellas para realizar las tareas que le son encomendadas.

Sin embargo en toda Estación Base se ha de contar necesariamente con la tarjeta Extensora de Interfaz de Radio Digital (**DRIX**) que es el interfaz entre el FCC y el TRX en una Estación Base. Es, en otras palabras, la tarjeta interfaz entre el sistema de radio y el sistema de control

A. **KSWX (Extensor de Conmutación de Kilopuerto)**

El **KSWX** es una tarjeta multifunción que es el responsable de la transmisión óptica de toda la información del bus TDM entre los diferentes subbastidores FCC, cuando existen varios, además de los pulsos de reloj de referencia.

El **KSWX** tiene **3 modos operativos** que dependen de su localización en el sistema

1. **Expansión (EXP)** que extiende el bus TDM entre los **KSW** de los diferentes sub-bastidores FCC.
2. **Remoto (RMT)** que extiende el bus TDM hacia un sub-bastidor para su utilización por las placas interfaces de circuitos principales contenidas en él.

3. **Local (LCL)** que termina y distribuye el bus TDM extendido por el KSWX en modo RMT y los pulsos de reloj de referencia distribuidos por el CLKX.

B. CLKX (Extensor del reloj)

Esta tarjeta proporciona la extensión de las señales de reloj y de referencia del sistema desde el reloj genérico (GCLK) hacia otros sub-bastidores de Función de Control Común con que cuente el emplazamiento mediante fibra óptica.

El CLKX recibe la línea de reloj codificada desde el GCLK y la extiende ópticamente a seis KSWX locales situados en los distintos sub-bastidores existentes.

El extensor de reloj utiliza el bus serie del FCC para informar de la dirección del slot donde está ubicado y de su nivel de revisión al procesador genérico (GPROC).

C. LANX (Extensor de la Red de Área Local)

El LANX proporciona la posibilidad de extender una de las 2 Redes de Área Local a otros sub-bastidores mediante fibra óptica.

El extensor de res de área local proporciona un punto central para las conexiones de la LAN procedentes de todos los GPROC que hay en un anillo LAN lo que le permite desconectar de la LAN los slot que hay vacíos y las tarjetas que presenten fallos para mantener la LAN operativa.

Cada tarjeta LANX recibe los datos de la Lan de otro sub-bastidor FCC, los encamina al primer GPROC, recibe los datos de vuelta de este GPROC y los encamina hacia el segundo GPROC y así hasta que todos los GPROCs han recibido los datos de la LAN.

La señal de salida de la LAN son convertidos en señal óptica para ser transmitida hacia otros sub-bastidores FCC del emplazamiento.

D. DRIX (Extensor del Interfaz de Radio Digital)

El DRIX proporciona las conexiones de interfaz necesarias entre la DRI y la Tarjeta de Control del Ecuilizador (TCE) que reside en la Unidad de Radio Cana (RCU).

Cada DRIX está dedicado a un par DRI-RCU. El Extensor de Interfaz de Radio Digital recibe las señales de datos en serie de su DRI asociada.

En el DRIX la señal se convierte de eléctrica en óptica y se envía mediante fibra óptica a la tarjeta de control del ecualizador residente en la RCU.

En la trayectoria inversa el DRIX recibe la señal eléctrica de la RCU y la convierte en óptica que se envía a través de fibra óptica al FCC a través de la tarjeta DRI.

9.3. SUBSISTEMA DE RADIO (TRX)

El subsistema de radio de la estación base se compone de 3 áreas funcionales principales:

1. UNIDAD DE CANALES DE RADIO (RCU)

La Unidad de Canal de Radio es el componente del hardware que proporciona la portadora de radiofrecuencia y se compone de tres segmentos:

A. El Transceptor.

El transceptor es el elemento central del sistema de RF. Genera las frecuencias de radio de transmisión y recepción para su demodulación y además dispone de los circuitos digitales necesarios para 8 intervalos de tiempo de ecualización de canal así como la lógica de control.

El receptor del transceptor acepta la señal recibida amplificada y filtrada por el equipo común de recepción, y proporciona los datos demodulados al FCC.

A.1. El Receptor

El receptor de GSM utiliza el formato de modulación propio del sistema, el GMSK (Modulación por Desplazamiento Mínimo Gaussiano).

De las características menos habituales de este receptor es el llamado **funcionamiento del detector de presencia del móvil**.

El canal de acceso aleatorio utiliza una ráfaga de acceso aleatorio que emplea 88 bits (325 μ s) de los 156,25 bits (577 μ s) que componen el intervalo de tiempo TDMA.

Esta ráfaga es necesaria para compensar el retardo existente entre la transmisión desde el móvil y la recepción en la estación base que puede llegar a los 100 μ s

La detección del móvil se realiza analizando la intensidad de señal recibida respecto a un nivel de umbral predeterminado.

Las tarjetas que componen el receptor del GSM sitas en la Unidad de Canal de Radio (RCU) son la tarjeta del ecualizador y el controlador del ecualizador.

- a) **El control del ecualizador** mediante un microprocesador interviene en todas las funciones desempeñadas en la RCU necesarias para el proceso de llamada.

El control del ecualizador recibe los mensajes intercambiados entre estación base y móviles a través de la tarjeta DRI del FCC.

Con estos mensajes realiza las siguientes funciones:

- Control de las placas de RF para la transmisión de los intervalos de tiempo de la señal de salida

- Temporización de las placas de RF

- Digitaliza las señales analógicas recibidas y las envía al ecualizador

- Recibe los datos digitalizados, los formatea y los envía a la DRI.

b) El ecualizador. Su tarea principal es el reducir los efectos de las distorsiones por la existencia de rutas múltiples por el enlace de radio.

Procesa los datos recibidos y genera una secuencia de datos de salida que representa de la forma más aproximada posible la secuencia de datos transmitida originalmente.

El ecualizador de Motorola además realiza las funciones de Control Automático de Ganancia y, mediante un Procesador de Señal Digital, puede trabajar con diversidad de espacio con 2 antenas por sector.

b.1) El Control Automático de Ganancia se usa para mantener las señales de banda base a los niveles apropiados en la entrada del convertidor A/D.

Se le puede conectar un atenuador un atenuador de 35 dB que junto a otros 7 atenuadores de la placa de FI puede conseguir una atenuación total de 70 dB y un rango total del C.A.G. de 105 dB. El funcionamiento se puede dividir en 3 partes:

- I. **Calibrado:** se calibra para una señal adecuada a la entrada del A/D valor que se almacena en la memoria RAM del C.A.G. para el valor de RF.

- II. **TCH.** Durante el funcionamiento del canal de tráfico se le indicará a la memoria RAM la señal de entrada recibida para que ajuste los niveles de los atenuadores.

- III. **RACH.** Durante el funcionamiento del RACH el nivel de señal es enviado a la memoria RAM cuya salida controla 8 atenuadores. Esto se realiza cada $1 \mu\text{s}$ y durante $45 \mu\text{s}$ desde que se detecta el móvil

b.2) Procesador de Señal Digital. Cuando la configuración de la célula tiene diversidad en espacio, 2 antenas por sector en diferente ubicación (distanciadas al menos 10λ , para evitar que exista correlación entre ambas rutas), las 2 señales recibidas son trasladadas en frecuencia produciendo una FI de 200 KHz.

Estas 2 señales se introducen en el Procesador de Señal Digital que son unidas por medio de un algoritmo que calcula la suma de fase de entrada óptima de las 2 señales.

Una vez obtenida la señal óptima ésta es enviada al ecualizador.

A.2. El transmisor

El transmisor de la RCU transmite una señal modulada en GSMK a 43 dBm (20 w) con etapas de combinación híbridas o de cavidades dentro de la banda de GSM (935-960 Mhz).

Presenta una capacidad de conmutación rápida para transmitir señales TDMA.

A la salida de la RCU la potencia de la señal es de 60 w que con las etapas del equipo de transmisión común quedan reducidas a los 20 w ya mencionados a la salida.

Para mantener la velocidad de conmutación digital utiliza un bucle digital que comprueba la potencia de salida y realiza ajustes de los cambios de potencia necesarios.

Las tarjetas del transmisor son el modulador, la de control de potencia y el amplificador de potencia.

a) El Modulador se compone de un modulador y un “up converter”, además en la placa del modulador se aloja el excitador.

a.1) El modulador codifica los datos entregados por el DRI y los pasa a través de un filtro Gaussiano. A continuación entran en un sintetizador digital que genera una representación digital de la portadora modulada, luego pasa por un conversor D/A.

Después de la conversión de frecuencia emite una señal de 126 Mhz modulada en GMSK. La señal modulada se mezcla con la frecuencia del oscilador local (809-834 Mhz) con lo la señal es emitida en el rango de GSM.

a.2) El excitador proporciona control de ganancia y variaciones de potencia. Para controlar éstas en el transmisor se utiliza un bucle compuesto por 2 atenuadores controlados por tensión y un circuito sensor de potencia.

Los VCA (atenuación controlada por tensión) son controlados por la placa del amplificador de potencia.

I. El control de potencia desempeña las siguientes funciones:

- Generación de la tensión de control
- Seguimiento de los parámetros del A.P.
- Compensación de las variaciones de temperatura, deriva y frecuencia en el A.P.

II. El amplificador de potencia de RF da una salida de 60 w, utiliza una modalidad de transmisión por ráfagas en el rango de 935 a 960 Mhz. El nivel de salida puede ser controlado en un rango de 45 dB.

En su interior dispone de detectores de potencia directa y reflejada para así controlar el nivel de salida de la señal.

Las características de transmisión del amplificador se muestran en la figura 9.8.

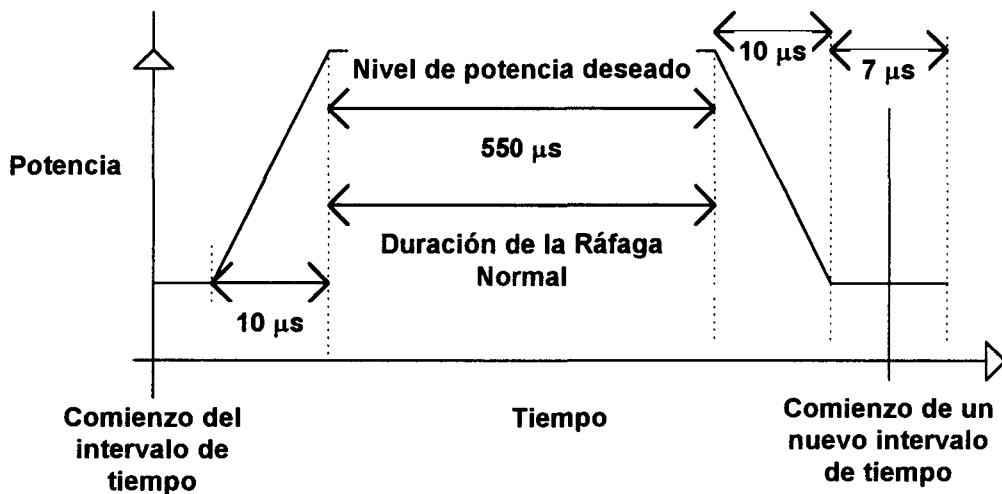


Figura 9.8. Características del Amplificador de Potencia.

De la característica del amplificador de potencia se desprende que durante la duración de las Ráfagas la potencia es máxima y lineal.

Los 27 μs que existen entre la transmisión de 2 ráfagas consecutivas coinciden con el período de guarda de cada una de ellas.

La figura 9.9. nos muestra la duración de las Ráfagas.

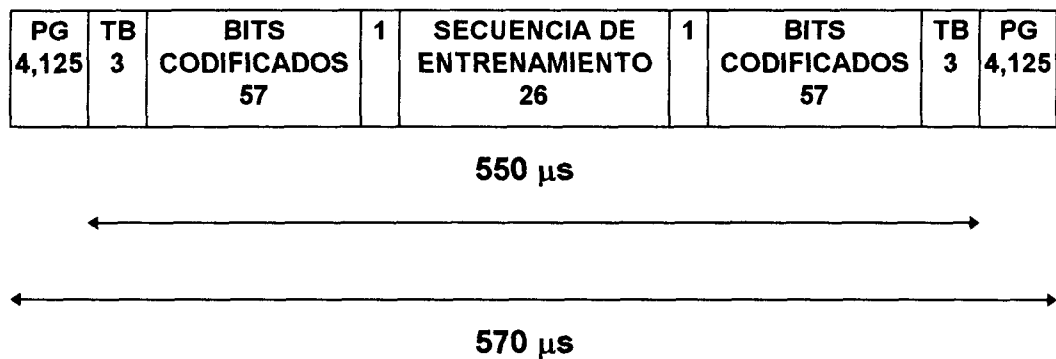


Figura 9.9. Duración de las Ráfagas

2. EL EQUIPO COMÚN DE RECEPCIÓN

El equipo común de recepción distribuye las señales recibidas a la RCU y está compuesto de un preselector y un distribuidor de 6 vías o matriz de recepción.

La configuración mínima para el equipo común de recepción, que se muestra en la figura 9.10, se utiliza cuando se dispone de una antena omnidireccional, se compone de un preselector (un filtro paso-banda seguido de un amplificador de bajo ruido) que alimenta un distribuidor de 6 vías.

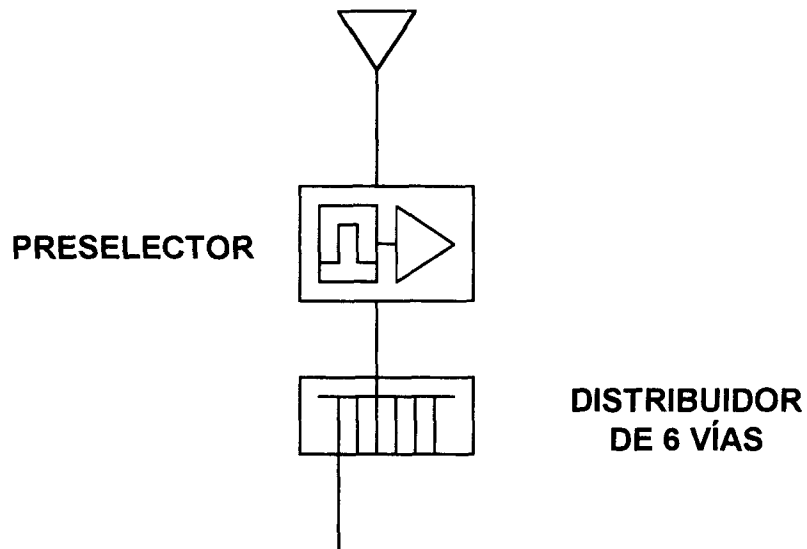


Figura 9.10. Equipo común de recepción mínimo

Las salidas del distribuidor van a través de un cable coaxial a la RCU.

Si se utiliza diversidad de antenas (2 antenas por sector o 2 antenas omnidireccionales) se pueden utilizarse 2 preseleccionadores y 2 distribuidores o una matriz de recepción.

En las configuraciones de antenas sectoriales, se pueden conectar en el subsistema de radio 3 sectores con 3 preseleccionadores y distribuidores cada uno.

La matriz de recepción se utilizará en las configuraciones de equipo compartido en las que las RCUs puedan trabajar con varios sectores (hasta tres). Esta configuración se muestra en la figura 9.11.

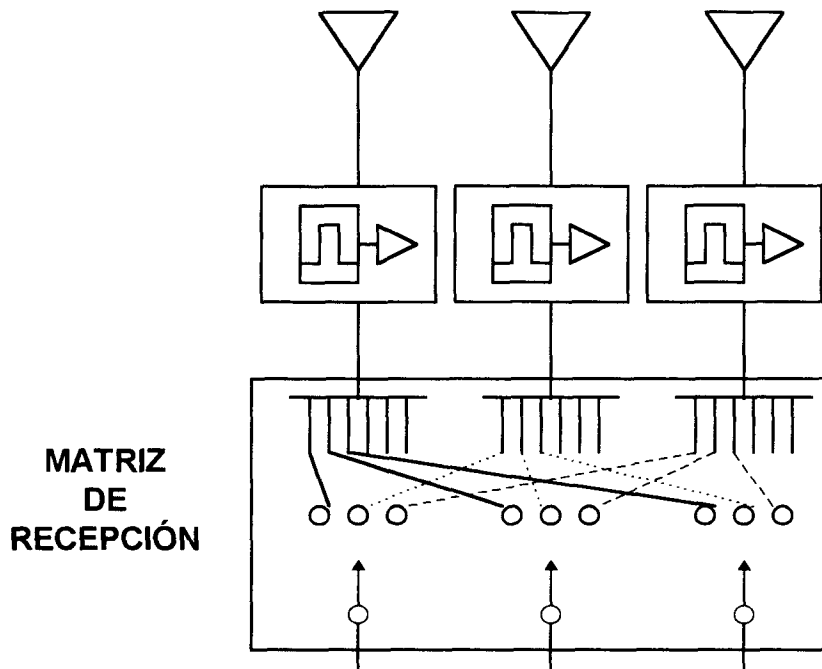


Figura 9.11. Configuración de equipo compartido.

3. COMBINACIÓN EN TRANSMISIÓN

El combinador es el dispositivo que desempeña la función de combinar varias señales de transmisión para su emisión simultánea por una antena común.

Hay 2 tipos de combinadores, ver figura 9.12, que se pueden utilizar en un bastidor del fabricante Motorola. La elección de uno u otro se basa en las pérdidas totales que sufre la señal que va a ser transmitida y en el número de canales de que dispone la Estación Transceptora Base.

Los dos tipos posibles de combinadores son los siguientes: combinador híbrido y combinador de sintonía variable.

A. Combinadores Híbridos

El combinador híbrido es un dispositivo de 4 puertos, separados 2 a 2 a cada lado del dispositivo.

De un lado están los puertos de entrada de las 2 señales de transmisión a combinar y del otro están el puerto de la señal combinada y el puerto conectado a una impedancia de 50Ω y 100 W para disipar la pérdida de energía de RF que sufren las señales durante la combinación.

Las pérdidas que introduce este combinador son de $3,2 \text{ dB}$ por lo que la señal combinada de salida estará $3,2 \text{ dB}$ por debajo de las señales de entrada.

Este combinador se utiliza cuando hay un número pequeño de señales a combinar ya que al combinar las señales 2 a 2 e introducir una pérdida de $3,2 \text{ dB}$ las pérdidas se van sumando a cada combinación.

B. Combinador de Sintonía Remota.

El Combinador de Sintonía Remota es similar al Híbrido excepto que puede utilizarse para combinar hasta 5 señales e introduce unas pérdidas de $3,5 \text{ dB}$.

Este combinador tiene 5 puertos de entrada de transmisión y 5 puertos de salida de transmisión que mediante el uso de una unión en fase estos puertos de salida se combinan entre sí para dar lugar a 5 salidas de transmisión en un puerto común.

Hay tres tipos diferentes de unión en fase, que son las siguientes:

- a) **Unión en fase de entrada** que se emplea cuando la salida de RCU se tiene que combinar en más de una antena.
- b) **Unión en fase del combinador** que se usa para combinar las salidas de 2 a 5 cavidades en una antena encadenando unas cavidades con otras en cadena. Esta unión se puede realizar mediante puentes metálicos o mediante conectores "T" y cables coaxiales
- c) **Unión en fase externa** que se utiliza para combinar 2 combinadores entre sí a través una unión de 2 vías.

3.1. Ruta de la señal en transmisión

La ruta de transmisión en un bastidor de ETB simple es la siguiente:

a) **Filtro Paso Banda.**

Es el responsable de la reducción de las emisiones espúreas fuera de la banda de frecuencias asignado al Servicio de T.M.A., G.S.M. Debe existir 1 por cada antena. Tiene unas pérdidas de inserción de 0,5 dB.

b) **Duplexor**

Se utiliza cuando una antena va a desempeñar funciones de transmisión y recepción simultáneamente. La función del duplexor es el de separar ambas señales.

ANTENAS DE TRANSMISIÓN

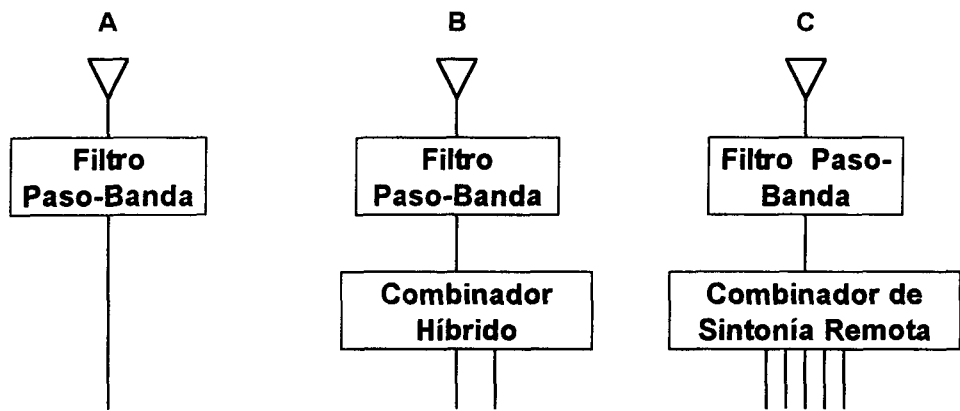


Figura 9.12. Diversas combinaciones en transmisión

9.4. ENLACES DE COMUNICACIONES

Los enlaces de comunicaciones en un sistema de estación base (S.E.B.) son los siguientes:

1. **bus de red de área local (LAN)**, mediante el cual se conectan los diferentes GPROC's de un mismo sub-bastidor entre sí.
2. **bus multiplexado por división de tiempo (TDM)** por donde circulan los intervalos de tiempo de las portadoras de RF; y
3. **bus del procesador celular avanzado de Motorola (MCAP)**, mediante el cual el GPROC se conecta con el resto de tarjetas.

BUSES	FUNCIÓN
LAN (Red de Área Local)	Conexión de los diferentes GPROC's de un mismo sub-bastidor
TDM (Multiplexado por división de tiempo)	Senda por donde circulan los canales de tráfico y señalización.
MCAP (Bus del procesador Avanzado de Motorola)	Conexión entre los GPROC's y el resto de tarjetas del FCC

Tabla 9.2. Enlaces de comunicaciones en un S.E.B.

9.4.1. BUS DE RED DE ÁREA LOCAL (LAN)

Para las comunicaciones entre procesadores se utiliza una LAN (Red de Área Local) en configuración "token ring" IEEE 802,5 a 16 Mbps. La LAN puede ampliarse vía fibra óptica mediante la tarjeta LANX (Extensor de Red de Área Local) a otros bastidores.

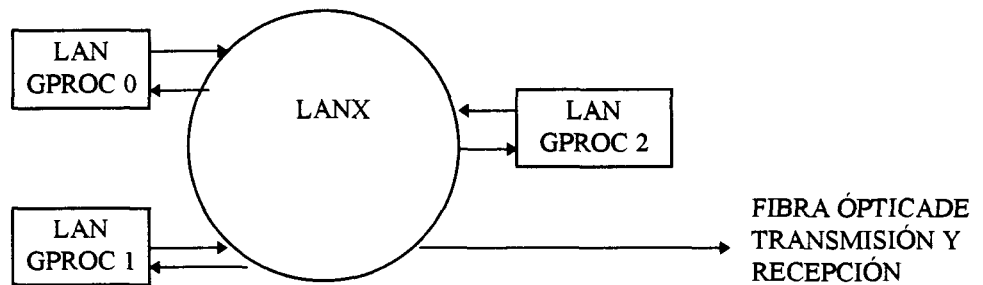


Figura 9.13. Extensión de LAN

La salida de datos de la LAN se convierte en señal óptica y se envía a la tarjeta LANX. Ésta recibe los datos de la LAN de otros sub-bastidores, encamina los datos de la LAN a la primera placa, recibe los datos procedentes de la primera placa, encamina éstos a la segunda placa y continúa el proceso hasta que todas las placas de GPROC hayan recibido los datos de la red.

9.4.2. Bus TDM

El Bus TDM (Multiplexado por División de Tiempo) se muestra en la figura 9.14. En el se multiplexan los diferentes intervalos de tiempo provenientes del exterior (del CCM en el caso de una CEB y del CEB en el caso de una ETB) a través de la tarjeta MSI.

De la tarjeta Interfaz en Serie Múltiple (MSI) pasan al conmutador de kilopuerto (KSW) donde son multiplexados y a través de las órdenes del GPROC se organiza la trama de 2 Mbps que va hacia las Estaciones Base a través de la MSI que esté enfrentada a dicha MSI si se trata de una C.E.B.o al Interfaz de Radio Digital (DRI) y de ahí al módulo de radio para ser transmitidos si se trata de una Estación Base

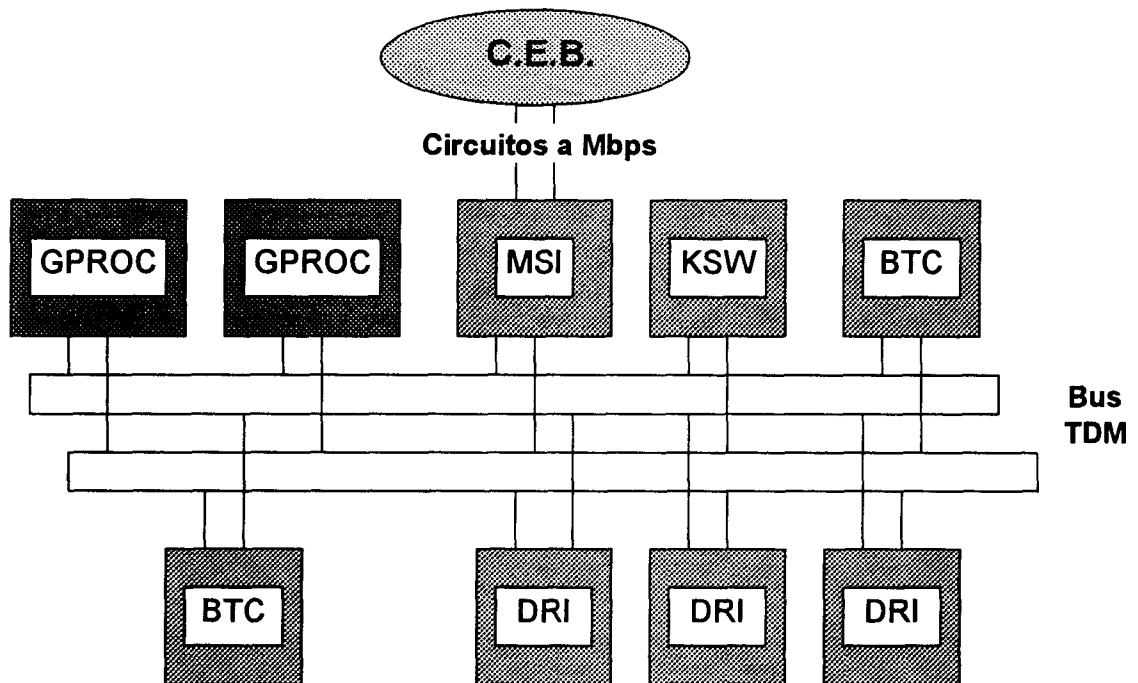


Figura 9.14. Bus Multiplexado por División de Tiempo (TDM)

9.4.3. Bus MCAP

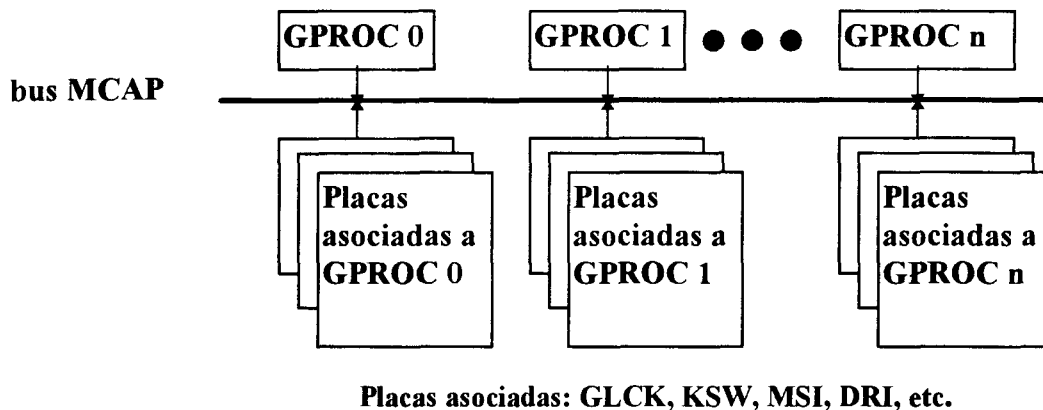


Figura 9.15. Asociación lógica de los GPROC con placas periféricas

El Bus MCAP (Procesador Celular Avanzado de Motorola) permite comunicarse a los GPROC con las tarjetas periféricas como las MSI, DRI, GCLK, etc.

Este bus utiliza 23 bits de direccionamiento, permitiendo el acceso a 8 Mbytes de datos.

Las placas individuales se diseñan utilizando direccionamiento geográfico. Cada placa periférica dentro del subbastidor FCC tiene asignado un identificador de slot de 5 cifras que se utilizan para seleccionar una placa periférica dentro del subbastidor, basándose en el ID exclusivo del slot

CAPÍTULO 10

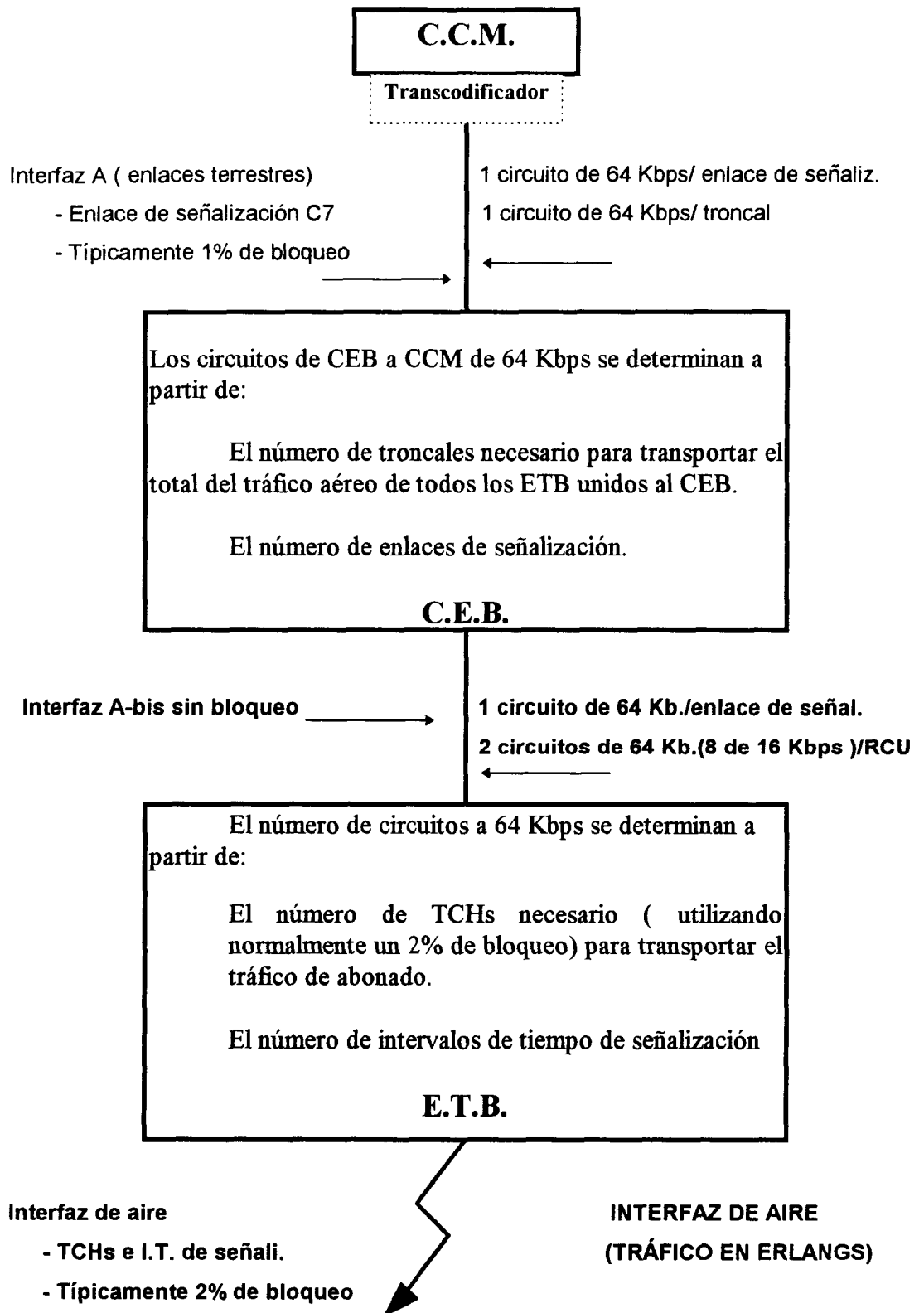
PASOS Y REGLAS DE PLANIFICACIÓN DE UN SISTEMA DE ESTACIÓN BASE

10.1. INTRODUCCIÓN

En capítulos anteriores se han identificado los parámetros más importantes que se han de tener en cuenta para la planificación de una red local o de un sistema de estación base de GSM

En dicho apartado se tomaban una serie de valores que usualmente son tomados por los planificadores de redes locales tales como porcentajes de bloqueo en los diferentes enlaces de comunicaciones que influyen en la calidad del servicio, etc.

Estos datos y otras consideraciones son tomadas en el diagrama de planificación de un sistema de estación base que se muestra en la figura 10.1.



© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

Figura 10.1. Diagrama de planificación del S.E.B.

10.2. PASOS Y REGLAS DE PLANIFICACIÓN DE UNA E.T.B.

Para la planificación de una Estación Transceptora Base de Motorola los datos de entrada necesarios son los siguientes:

- Configuración de la antena
- Número de portadoras de RF por antena
- Tráfico por sector
- Potencia de salida en antena
- Requisitos de redundancia

1. DETERMINAR LA CONFIGURACIÓN DE LA ANTENA.

a) Omnidireccional o direccional de 120° ó 60°.

Elegiremos una antena direccional para ajustarnos más exactamente a la demanda de tráfico por sectores para en siguientes ampliaciones añadir canales en cada sector según demandan los usuarios al servicio.

b) Compartir la antena existente o antena nueva.

Se elegirá una antena ya establecida que cuenta con infraestructura viaria adecuada además protecciones y toma de tierra.

c) Diversidad.

Se elegirá diversidad en espacio para paliar los efectos de desvanecimiento de las señales debidos a la multipropagación.

Se escogerán dos antenas espaciadas al menos 10λ para evitar que exista correlación entre ambas rutas.

2. DETERMINAR LA CANTIDAD DE EQUIPO DE PORTADORAS NECESARIO.

A. El equipo de portadora está constituido por las siguientes unidades: RCU, DRI y DRIX.

B. El número de portadoras necesario se basa en consideraciones de tráfico. Dado que no existen datos sobre el tráfico en la zona porque es una nueva estación base se instalará una portadora por sector y, según las estadísticas de tráfico cursado por cada uno de los sectores se irá aumentando el número de portadoras en cada uno de ellos..

3. DETERMINAR LOS REQUISITOS DE ALIMENTACIÓN.

Si se elige la tensión de alimentación de -48 v. el bastidor ETB tiene una capacidad de 4 RCUs y si la tensión de alimentación es de +27 v. la capacidad aumenta hasta 5 RCUs.

Se elegirá la tensión de -48 v. por ser la utilizada en la Red Telefónica Pública Conmutada española.

4. DETERMINAR EL NÚMERO DE BASTIDORES E.T.B. NECESARIOS.

El número de bastidores necesario dependerá del número de canales, sectores y de la tensión de alimentación elegida.

En nuestro diseño (-48 v. de alimentación, 3 sectores y 1 canal de radio por sector) sólo será necesario un bastidor ETB.

5. DETERMINAR LA CONFIGURACIÓN Y DE COMPONENTES DE RECEPCIÓN DE LOS BASTIDORES.

El bastidor de Motorola admite varias posibilidades para el camino de recepción principalmente las configuraciones de la figura 5.18 anotadas como A y B. La configuración A se usa normalmente cuando las RCU reciben de un sector solamente; la configuración denominada B es utilizada cuando las RCU reciben señales de varios sectores diferentes.

Se ha utilizado la configuración A porque cada RCU transmitirá y recibirá por un solo sector de manera que en las estadísticas de las llamadas producidas nos informe del tráfico por cada sector para posibles ampliaciones.

Al utilizar la configuración A para cada sector y además en cada sector tener diversidad de espacio necesitaremos 6 antenas de Rx, 6 preselectores y 6 divisores de 6 vías.

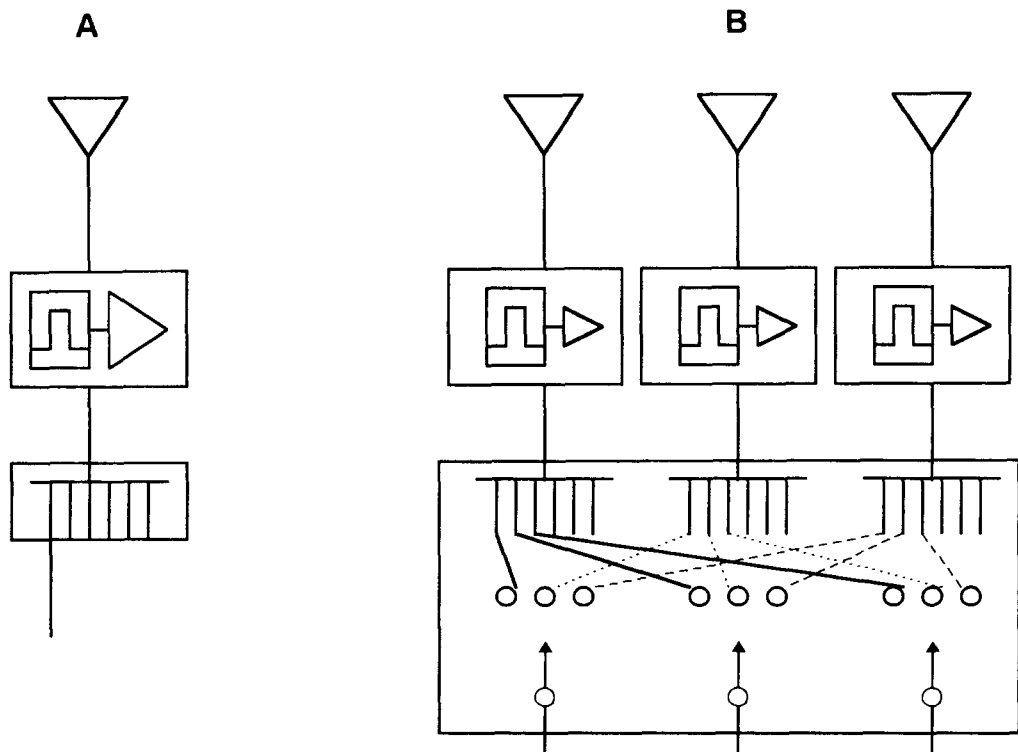


Figura 10.2. Diferentes combinaciones de recepción.

6. DETERMINAR LA CONFIGURACIÓN DE COMBINACIÓN DE TRANSMISIÓN.

Al igual que en la trayectoria de transmisión hay varias configuraciones de recepción como se ve en la figura 5.19. Cuando un sector es utilizado por varios RCUs se necesita de combinadores como en las configuraciones denominadas en la figura B y C.

El combinador de cavidades de sintonía remota consta de 5 resonadores de cavidad independientes. Es un dispositivo de banda estrecha que sólo deja pasar la frecuencia de transmisión a los que está sintonizados por software. Tiene capacidad para 5 señales de entrada

En el caso de la actual planificación que se utiliza una RCU por sector no se necesita de ninguna combinación de transmisión.

ANTENAS DE TRANSMISIÓN

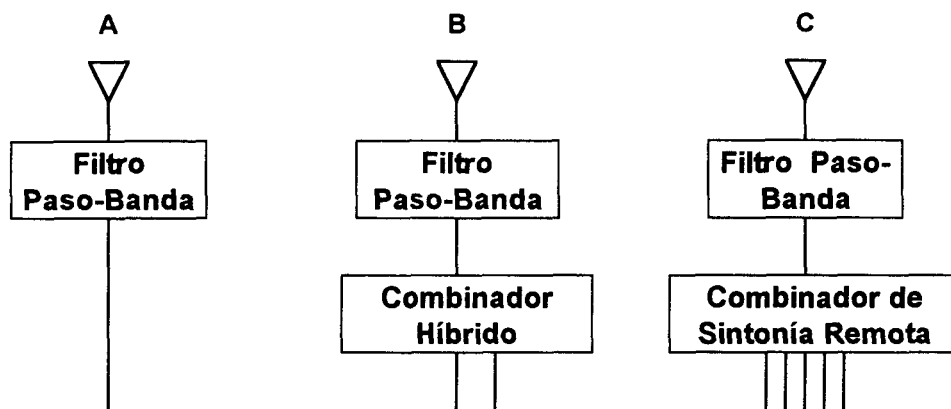


Figura 10.3. Diferentes configuraciones de transmisión.

7. DETERMINAR EL NÚMERO DE FILTROS PASO-BANDA NECESARIOS.

El número de filtros paso-banda con la configuración A elegida y con 3 antenas transmisoras, 1 por sector será 3 los filtros de paso-banda necesarios.

8. DETERMINAR EL EQUIPO DE RF ADICIONAL NECESARIO..

El equipo de RF adicional es necesario cuando en el emplazamiento ETB existen varios bastidores. En nuestro caso no será necesario equipo de RF adicional alguno

9. DETERMINAR LOS REQUISITOS DE INTERCONEXIÓN DE CIRCUITOS DE 2,048 Mbps (MSI) Y EMPLAZAMIENTOS.

Cada tarjeta puede servir de interfaz a 2 circuitos de 2 Mbps. Como la estación base necesita 1 circuito de 2 Mbps como se verá en el cálculo para determinar las capacidades del enlace de señalización para el S.E.B., con el CEB se necesitará una única tarjeta MSI.

10. DETERMINAR EL NÚMERO DE GPROC'S NECESARIOS.

En este diseño se utilizará sólo un dispositivo GPROC ya que la estación transceptora base es de capacidad mínima al tener sólo un estante FCC y 3 radiocanales solamente. Ver cálculos para determinar los requisitos de GPROC.

11. DETERMINAR LOS REQUISITOS DE INTERVALOS DE TIEMPO DE KSW, KSWX Y BUS TDM.

En la ETB hay 3 dispositivos que requieren intervalos de tiempo TDM: el GPROC, el MSI y los DRIs.

El GPROC utiliza 8 ó 16 intervalos de tiempo según se le defina en su base de datos. Normalmente utiliza 16 y en caso de que se necesiten los intervalos de tiempo se puede fijar a 8 intervalos.

El número de intervalos de tiempo TDM reservados para MSI es de 64 por tarjeta. Esto ocurre porque el MSI soporta 2 interfaces de 2,048 Mbps

El caso de los DRIs es un caso especial y no se reservan intervalos de tiempo por tarjeta. En caso de que el emplazamiento disponga de tarjetas DRIs se reservarán 352 intervalos de tiempo para dichas tarjetas.

En el emplazamiento ETB del presente diseño con la configuración de 1 GPROC, 1 MSI y 3 DRIs se necesitarán los siguientes intervalos de tiempo del bus TDM:

1 GPROC:	1 x 16 =	16
1 MSI:	1 x 64 =	64
3 DRI:		= 352
Total: 432 intervalos de tiempo		

Como una tarjeta KSW proporciona 1024 puertos sólo será necesaria en el emplazamiento 1 KSW.

12. DETERMINAR LOS REQUISITOS DE GCLK y CLKX.

Se necesita de una tarjeta GCLK por estante FCC. Se puede poner otra tarjeta GCLK redundante, pero no es estrictamente necesario. Al haber sólo un estante FCC no se necesita de tarjetas extensoras de GCLK, las CLKX.

13. DETERMINAR LOS REQUISITOS DE PLACAS LANX.

La tarjeta LANX proporciona un bus LAN para las comunicaciones entre todos los GPROC de un emplazamiento. Como en nuestro caso solo tenemos una tarjeta GPROC no la necesitaremos.

14. SUBSISTEMA DE RADIO (TRX)

El subsistema de radio que se ha elegido para este diseño se muestra en la figura 10.4. Este subsistema está compuesto por 3 radiocanales (1 por sector de 120°), diversidad en espacio para la recepción (2 antenas por sector), 6 preseleccionadores y 6 divisores de 6 vías (1 por antenna receptora), 1 antena de transmisión y un filtro paso-banda por sector

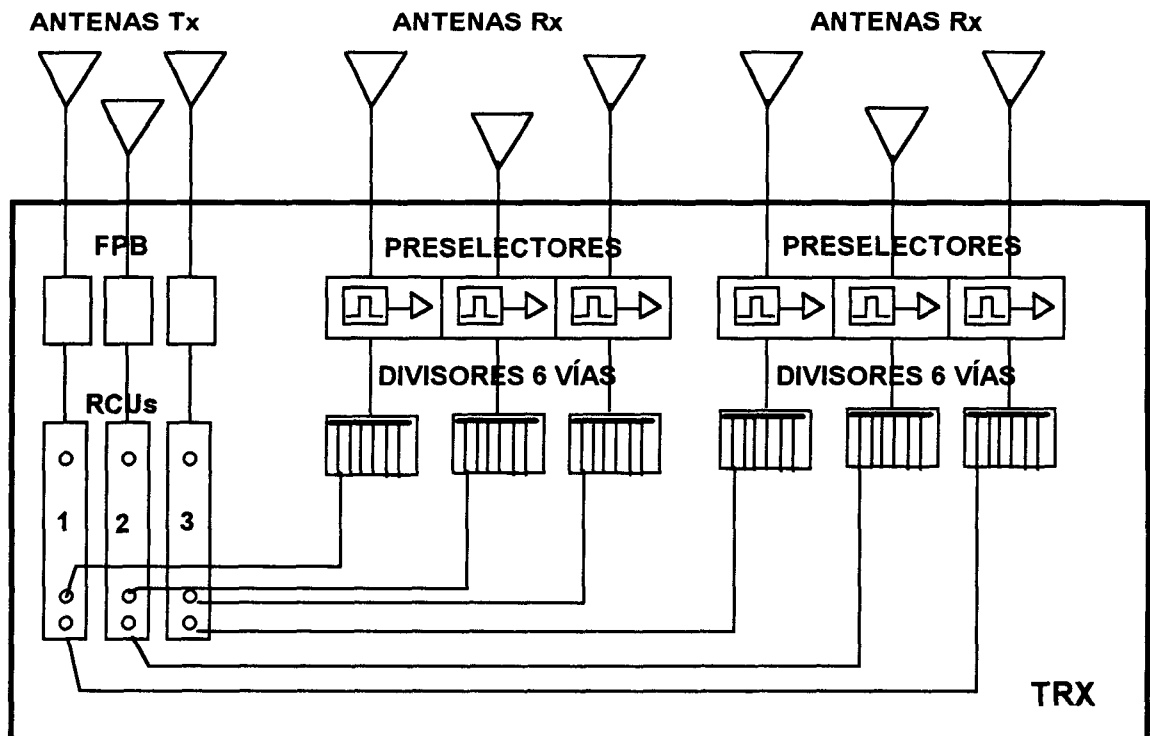


Figura 10.4. Subsistema de TRX

15. UNIÓN ENTRE EL TRX Y EL FCC

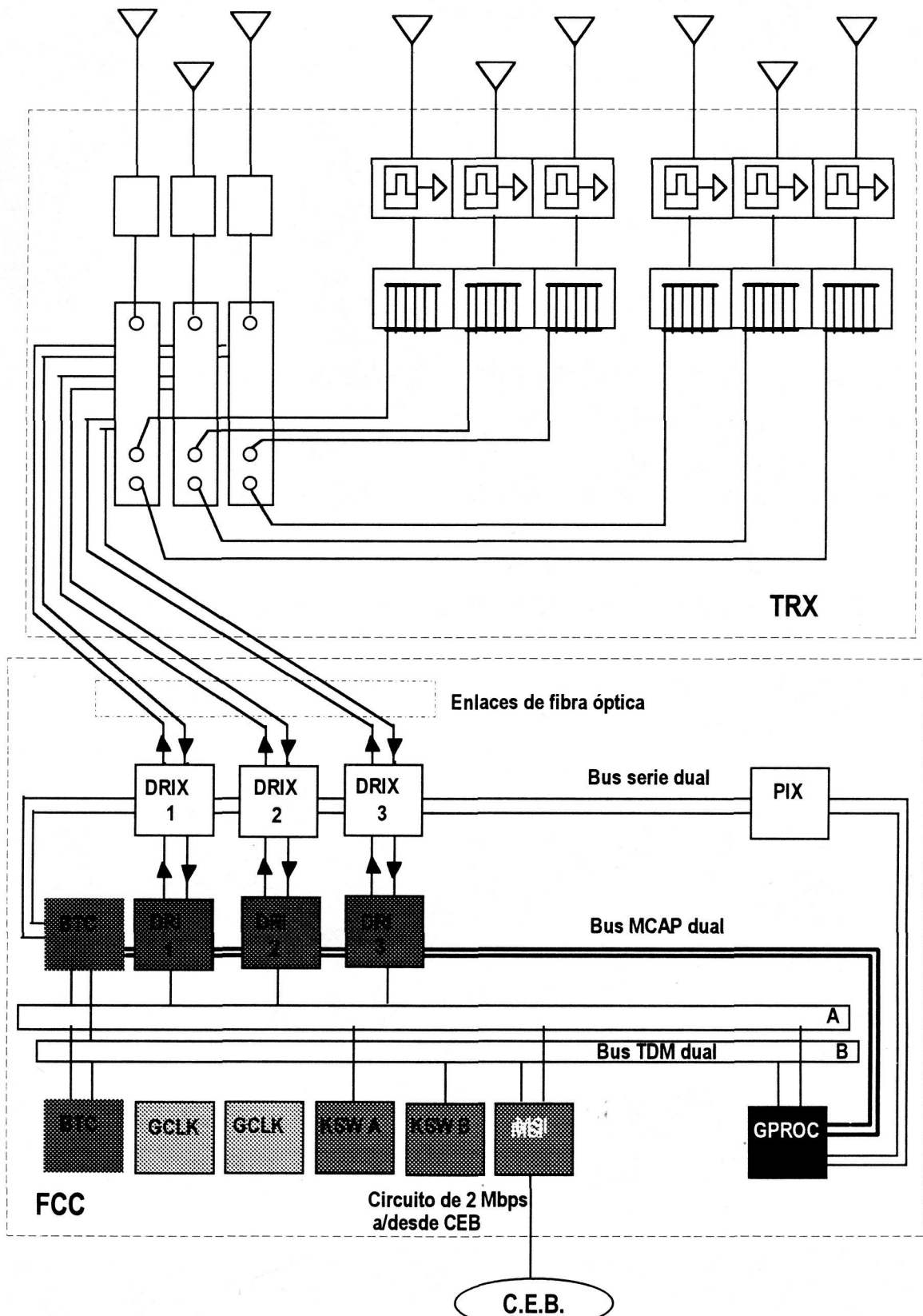


Figura 10.5. Conexión entre el TRX y el FCC

10.3. PASOS Y REGLAS DE PLANIFICACIÓN DE UN C.E.B.

El CEB puede estar contenido en el mismo bastidor que el ETB o en uno independiente. Se consigue mejor disponibilidad del CEB teniendo un bastidor independiente. Además para las previsibles ampliaciones de canales según vaya aumentando el número de abonados al servicio es mejor disponer de un bastidor independiente para el controlador de la estación base.

La configuración física del CEB se basa en el número de opciones de tarjeta que a su vez determina el número de estantes y bastidores. El estante FCC del bastidor del CEB es capaz de acomodar hasta 12 tarjetas MSI y 6 tarjetas GPROC. Los pasos para la planificación de un C.E.B. son los siguientes:

1. DETERMINAR EL NÚMERO DE ENLACES DE 2,048 Mbps ENTRE LOS EMPLAZAMIENTOS ETB y CEB

Cada trama de 2 Mbps transporta 2 canales a 64 Kbps de sincronismo y de señalización y 120 canales de tráfico a 16 Kbps. Como se dispone de 24 canales de tráfico una trama de 2 Mbps será suficiente

2. DETERMINAR EL NÚMERO DE ENLACES DE 2,048 Mbps ENTRE LOS EMPLAZAMIENTOS CEB y CCM

El número de circuitos de 2,048 Mbps necesarios es el número que soporte el interfaz A (CCM-CEB), más el número de interfaces desde el CEB hasta el emplazamiento ETB. Se Ha visto que entre CEB y ETB necesitamos de una trama de 2 Mbps. En el interfaz entre CCM y CEB sólo viajarán los intervalos correspondientes a los canales de tráfico de la ETB por lo que en este sentido vuelve a ser suficiente una sola trama de 2 Mbps.

3. DETERMINAR LOS REQUISITOS DE MSI Y LÍNEAS DE CIRCUITO DE 2,048 Mbps.

Cada tarjeta puede servir de interfaz a 2 circuitos de 2 Mbps. Como el controlador de estación base del presente diseño necesita 1 circuito de 2 Mbps con la CCM y 1 circuito de 2 Mbps con la ETB se necesitará una sola tarjeta MSI.

4. DETERMINAR EL NÚMERO DE GPROC_s NECESARIOS PARA EL EMPLAZAMIENTO CEB

En este diseño se utilizará sólo 1 dispositivo GPROC ya que el controlador de estación base es de capacidad mínima al tener sólo un estante FCC y depender de 1 ETB solamente. Ver tipos de dispositivos GPROC.

5. DETERMINAR EL NÚMERO DE ESTANTES FCC NECESARIOS.

Como necesitamos de una tarjeta MSI, y de una tarjeta GPROC solamente necesitaremos de un estante FCC.

6. DETERMINAR LOS REQUISITOS DE KSW, KSWX E INTERVALOS DE TIEMPO DEL BUS TDM.

Como se ha visto en la planificación de la ETB los dispositivos que necesitan de intervalos de tiempo del bus TDM son el GPROC, el MSI y los DRIs. En el controlador de estación base se dispone de GPROC y de MSI solamente.

El procesador genérico necesita normalmente de 16 intervalos de tiempo del bus TDM y la tarjeta MSI 64 intervalos. Al no haber DRIs se reservan 8 intervalos por cada tarjeta KSW para uso del sistema. Por lo tanto el CEB necesitará de los siguientes intervalos de tiempo del bus TDM:

1 GPROC = 16 Intervalos
1 MSI = 64 intervalos
0 DRI = 8 intervalos
Total: 88 intervalos

En total se necesitarán de 88 intervalos de tiempo del bus TDM por lo que sólo será necesaria una tarjeta KSW ya que ésta es capaz de soportar hasta 1024 intervalos de tiempo. Por ello no se necesitan tarjetas de extensión de KSW, KSWX.

7. DETERMINAR EL NÚMERO DE GCLK Y REQUISITOS CLKX ADECUADOS.

Se necesita de una tarjeta GCLK por estante FCC. Se puede poner otra tarjeta GCLK redundante, pero no es estrictamente necesario. Al haber sólo un estante FCC no se necesita de tarjetas extensoras de GCLK, las CLKX.

8. DETERMINAR LOS REQUISITOS DE TARJETAS LANX.

La tarjeta LANX proporciona un bus LAN para las comunicaciones entre todos los GPROC de un emplazamiento. Como en este caso sólo se tiene una tarjeta GPROC no será necesaria.

9. DETERMINAR LOS REQUISITOS DE ALIMENTACIÓN

Hay que especificar que tipo de fuentes de alimentación se utilizarán en el emplazamiento, +27 Vcc como en la red telefónica americana o -48/-60 Vcc como en algunas compañías telefónicas europeas.

Se elegirá la tensión de alimentación por ser la utilizada en la Red Telefónica Pública Conmutada española

10. VERIFICAR EL NÚMERO DE ESTANTES Y DETERMINAR EL NÚMERO DE BASTIDORES.

Se necesitará un sólo estante FCC y por ello un solo bastidor para acomodar al controlador de estación base.

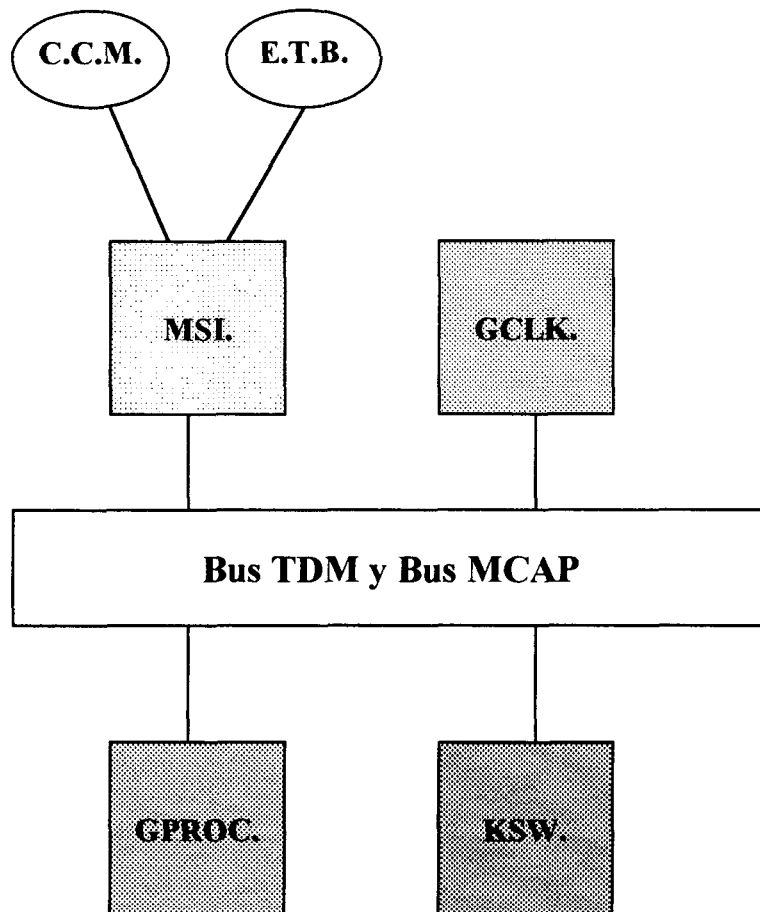


Figura 10.6. Controlador de Estación Base.

10.4. CÁLCULO DE LAS CAPACIDADES Y REQUISITOS DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA

A. CÁLCULOS DEL CANAL DE CONTROL

Se necesita conocer el número de canales de control que necesita el sistema. Según se ha visto en el capítulo dedicado al G.S.M. el canal de control de cada sector está situado en el intervalo de tiempo 0 de la portadora de frecuencia más baja en cada sector. Si por el tráfico se determina que es necesario añadir canales de control, se pueden utilizar otros intervalos de tiempo 0 en las otras portadoras existentes en el sector u otros intervalos de la misma portadora de frecuencia más baja.

Los canales de control del interfaz aéreo son, como ya se ha estudiado, de tres tipos:

<p>BCCH (Canales de control de emisión o difusión)</p> <p>CCCH (Canales de control común)</p> <p>DCCH (Canales de control dedicado)</p>
--

Cuando una EM está encendida y en estado libre barre constantemente el BCCH de la ETB más próxima buscando información, contenida en el canal de control de emisión, de corrección de sincronización (SB) y de corrección de frecuencia (FB). El BCCH es información sólo del enlace descendente y lleva toda la información que requieren la EM.

Las tramas CCCH del canal de control o señalización contienen información de búsqueda (PCH) y permiso de acceso (AGCH) en el enlace descendente y se envían ráfagas de petición de servicio en el canal de acceso aleatorio (RACH) en el enlace ascendente.

Una vez verificada la ráfaga de petición de servicio de la EM, ésta se mueve al SDCCH donde se realiza el establecimiento de la llamada y se asigna un TCH al móvil.

Determinar los requisitos de SDCCH es una parte importante del proceso de planificación de un sistema de estación base. Este canal es donde tiene lugar una gran parte de los mensajes de establecimiento de las llamadas, servicio de mensajes cortos y tiempo de establecimiento.

Para determinar el número de SDCCH necesario para un número de dado de TCH por sector, se debe determinar primero las tasas de llamada, actualización de localización y SMS. Para ello se dispone de las siguientes fórmulas:

Tasa de actualización de localización en LU por hora: $I_{LU} = L * e * N/T * 3600$

Ec. 4.2

Tasa de SMS en SMS por hora: $I_{SMS} = SMS * e * N/T * 3600$

Ec. 4.3

Tasa de llamadas por hora: $I_{llamada} = e * N/T * 3600$

Ec. 4.1

Siendo **L** = razón de actualizaciones de localización a llamadas

S = razón de SMS a llamadas SMS.

T = duración media de llamadas en segundos.

N = número de canales de tráfico.

e = erlang por TCH.

Una vez determinadas estas tasas se puede determinar el número de SDCCH necesarios para el número dado de TCHs. El número medio de SDCCHs necesario será Ec.4.4:

$$I_{\text{call}} + (T_c + T_g) + I_{\text{LU}} * (T_{\text{LU}} + T_g) + I_{\text{SMS}} * (T_{\text{SMS}} + T_g)$$

3.600

Ec. 4.4

Siendo:

T_{LU} = duración de las actualizaciones de localización

T_{SMS} = duración de SMS

T_c = Duración de establecimiento de llamadas

T_g = Tiempo de guarda para SDCCH

I_{llamada} = tasa de llegada de llamadas por hora

I_{LU} = tasa de actualizaciones de localización por hora

I_{SMS} = SMS por hora

Se debe calcular los SDCCHs necesarios por cada sector o célula de cada estación transceptora base. La ecuación anterior determina el número medio de SDCCHs. Se debe utilizar Erlang B para determinar el número necesario de SDCCHs para soportar el grado de servicio necesario.

Calcular el número de SDCCHs es en esencia determinar el número de canales de señalización del interfaz aéreo necesario. Al añadir canales de control los SDCCHs están disponibles en grupos de 0, 4 u 8 por intervalo de tiempo.

A.1. ASIGNACIÓN DE SDCCH

Típicamente, el primer canal de control asignado a una célula está compuesto por 1 BCCH, 4 SDCCHs y 3 CCCHs. Cuando el crecimiento del número de abonados así lo exige la edición de otro canal de control se puede añadir 8 SDCCHs a un segundo intervalo de tiempo dando un total de 12 SDCCHs y 3 CCCHs.

Alternativamente, con la adición de este segundo intervalo de tiempo de canal de control se puede cambiar la primera configuración por la de 0 SDCCH y 9 CCCH, dando un total de 1 BCCH, 8 SDCCHs y 9 CCCHs.

A partir de estas dos configuraciones posibles con 2 intervalos de tiempo para canal de control se asignarán los SDCCHs de 8 en 8 cuando el aumento de abonados al servicio así lo requiera.

A.1.1. CÁLCULO DEL CANAL DE CONTROL EN LA APLICACIÓN

En este proyecto en el que se quiere dar cobertura a una zona relativamente pequeña sólo se necesitará de un sistema de estación base (SEB) formado por un controlador de estación base (CEB) y una estación base (ETB) para dar esa cobertura y la capacidad de tráfico estimado como se muestra en la figura 10.6.

Esta estación transceptora base tendrá 3 sectores y cada uno de ellos con una unidad de radiocanal (RCU). Cada RCU emite una portadora de RF con 8 intervalos de tiempo por acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA).

Se elige sectorial la estación base y con una sola RCU por sector para que sean las estadísticas reales de tráfico cursado las que determinen el equipo adicional que se necesite en las siguientes ampliaciones debidas al aumento previsible de abonados que habrá al servicio en un plazo relativamente corto.

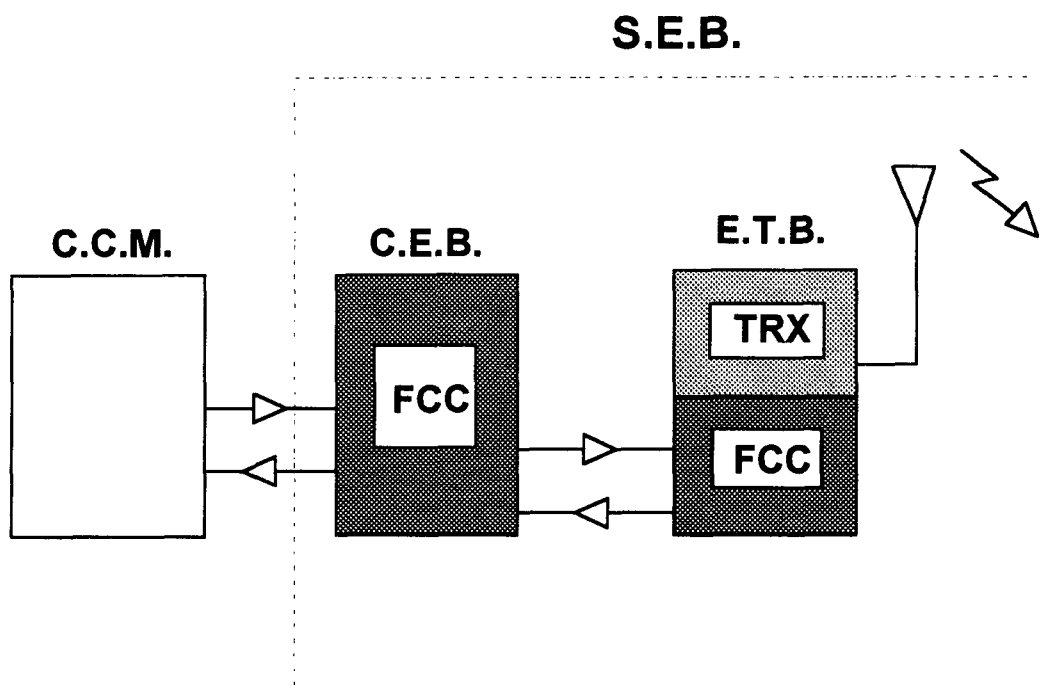


Figura 10.6. Sistema de Estación Base.

La ETB dispone de 3 sectores y de 8 canales por sector por lo que habrá un máximo de 24 canales circulando por las tramas de 2 Mbps que unen las diferentes entidades de la red de telefonía móvil que se muestran en la figura.

Cada trama de 2 Mbps puede transportar 120 canales a 16 Kbps por lo que sólo necesitaremos 1 trama de 2 Mbps para cada tramo de la red.

Los parámetros que se van a utilizar y que son los típicos de una red de telefonía móvil automática son los siguientes:

Parámetros	Valor supuesto
Duración de la llamada	$T = 120 \text{ s.}$
SMS/llamada	$S = 0,1$
Handovers/llamada	$H = 2,5$
Actualización de localización/llamada	$L = 2$
Total de búsquedas enviadas/total	$P = 2$
Handovers intra-ETB/total de handovers	$y = 1$
Nº de ETB/CEB	$B = 1$
Porcentaje de utilización del enlace	$U = 25\%$
Nº de troncales CCM-CEB	$N = 30$
Nº de canales de tráfico/sector	$n = 7$
Erlang/canal de tráfico	$e = 0,3$
Duración de las actualizaciones de localización	$T_L = 4 \text{ s}$
Duración de los SMSs	$T_{\text{SMS}} = 6 \text{ s}$
Duración de los establecimientos de llamada	$T_C = 5 \text{ s}$
Tiempo de guarda para los SDCCH	$T_G = 4 \text{ s}$
Probabilidad de bloqueo	$P_B < 1\%$

Basándonos en las ecuaciones Ec. 1.1; Ec. 1.2; Ec. 1.3 y Ec. 1.4 tendremos:

$I_{\text{llamadas}} = 0.3 * (7/120) * 3600 = 63 \text{ llamadas/hora}$
$I_{\text{LU}} = 0.3 * (7/120) * 2 * 3600 = 126 \text{ LUs/hora}$
$I_{\text{SMS}} = 0.3 * (7/120) * 0.1 * 3600 = 6.3 \text{ SMSs/hora}$
El número medio de SDCCHs será: $\frac{63*(6+5)+126*(4+5)+6.3*(6+4)}{3.600} = 0,52$
El número necesario de SDCCHs por sector para soportar un número medio de SDCCHs ocupados de 0.52 por menos de 1% de bloqueo se determina utilizando la tabla 1.1 de Erlang B
Número necesario de SDCCHs ($P_B < 1\%$) = 3 por sector.

Esta configuración se puede realizar con un sólo canal de control por sector, un intervalo de tiempo “ 1 BCCH, 4 SDCCH y 3 CCCH “.

Este intervalo de tiempo de control irá en el intervalo de tiempo 0 de cada portadora de RF de cada sector, que como se ha dicho es única por cada sector en el presente diseño.

B. CÁLCULOS PARA DETERMINAR LOS REQUISITOS DE GPROC

Las capacidades de proceso de los elementos de proceso de los elementos del CEB y las capacidades de proceso de sus enlaces de datos determinan el número de canales de tráfico que pueden soportar.

El tipo de configuración del CEB y el tipo de dispositivo GPROC son factores necesarios para determinar las capacidades del controlador de estación base

B.1. TIPOS DE DISPOSITIVO GPROC

La tarjeta GPROC (Procesador Genérico) es el bloque básico de una arquitectura distribuida que proporciona la plataforma de proceso al Sistema de Estación Base.

El CEB de capacidad mínima puede estar soportado por un solo GPROC. El conjunto de tareas que se asigna a un GPROC depende de la configuración y requisitos de capacidad del CEB.

Todos los GPROC desde el punto de vista del hardware son idénticos. Cuando se le asigna un grupo de tareas está considerado como un tipo de dispositivo GPROC único en la configuración del CEB.

B.2. TIPOS DE CONFIGURACIÓN DEL CEB

Las tareas software soportadas por todos los GPROC se dividen en dos categorías. Una es la de funciones de control común y la otra el procesamiento de información de señalización desde el CCM, las ETBs o el OMC. Las primeras consisten en la gestión de datos de configuración, inicialización, gestión de recursos y recolección de la información del estado de las llamadas.

Estas funciones se pueden centralizar en un sólo GPROC llamado en este caso procesador de control principal, que por definición es el PEB. Este procesador también soporta la función de procesar la información de señalización sin embargo esta última tarea se puede descargar hacia otros GPROC.

Si las tareas software de procesamiento de los datos de señalización se descargan o no a otros GPROC da lugar a dos tipos diferentes de configuración de CEB:

Tipo 0: PEB.

Tipo 1: PEB, PCE.

B.3. FUNCIONES ASIGNADAS A LOS TIPOS DE DISPOSITIVO GPROC

Los grupos de tareas o funciones posibles para asignar a los GPROCs son:

A. Funciones de control común CEB y protocolos de enlace con el OCM

B. Protocolo de enlace CCM

C. Procesamiento de llamadas y protocolos de enlace ETB

B.3. MODELO DE TRÁFICO DE SEÑALIZACIÓN CEB

La capacidad del CEB o la capacidad de un GPROC en concreto depende de su capacidad para procesar la información que se transporta por los enlaces de señalización que conectan al controlador de estación base con otras entidades de la red móvil como el CCM, las BTSs y la OMC.

Dependiendo del tipo de dispositivo GPROC éste puede estar controlando enlaces de señalización a una o a todas las entidades antes citadas. Se puede dar un dato de capacidad para cada tipo de GPROC en términos del número de enlaces de señalización soportados.

En ambientes de telefonía general, las capacidades de procesamiento y de rendimiento de los procesadores de datos en cuanto a los enlaces se calculan en términos de troncales soportados.

Para hacer el mismo cálculo con el CEB, toda la información de señalización que ha de procesar el controlador de estación base debe estar relacionada con el número de troncales CCM-CEB.

Para ello se necesita de un modelo que asocie la señalización generada en todos los procedimientos GSM (establecimiento y liberación de llamadas, handovers, actualización de localización, búsquedas, etc.) a una troncal CCM-CEB.

Esta asociación se puede hacer ya que una llamada debe ocupar una troncal CCM-CEB durante un cierto tiempo

C. CÁLCULOS PARA DETERMINAR LAS CAPACIDADES DEL ENLACE DE SEÑALIZACIÓN PARA EL S.E.B.

El número de troncales CCM-CEB soportadas por el enlace de señalización depende de la cantidad de tráfico de señalización generada por el canal de tráfico, la utilización del enlace deseada y de considerar que la carga de señalización se desvía de ese resultado por fallos de enlace.

El nivel de utilización del enlace es principalmente materia de elección del Ingeniero de diseño. Un diseño que tenga más enlaces funcionando con una tasa de mensajes más baja tiene la ventaja de ofrecer mayor tolerancia a fallos, ya que el fallo de cualquier enlace afecta a menos tráfico de señalización. Además ofrece retardos de cola reducidos.

Si se utilizan menos enlaces se reduce el número de circuitos a 64 Kbps necesarios para la señalización y reduce la cantidad de recursos (procesadores, puertos de datos) necesarios en la CCM.

El diseño del CEB permite el uso eficaz de la capacidad de proceso del GPROC de los posibles diseños anteriormente descritos. Un GPROC que proporcione la función de enlace de señalización puede ofrecer capacidad de proceso para soportar niveles cambiantes de utilización de enlaces.

En el caso en el que el enlace se diseña para funcionar con una tasa de mensajes más baja, la capacidad de reserva del GPROC se puede asignar a otras funciones.

La siguiente fórmula, Ec. 4.5, se da para determinar el número de enlaces de señalización CCM-CEB necesario.

Número de enlaces de señalización CCM-CEB con un grado de utilización dado necesarios para soportar un número dado de troncales CCM-CEB:

$$\underline{N (67 + 47 + S + 31 * H (1 - 0,8 y) + 20 L + 3,9 P)}$$

$$U * T * 1000$$

Ec. 4.5

La próxima ecuación, Ec. 4.6, determina el número necesario de enlaces de señalización CEB-ETB.

Número de enlaces de señalización CEB-ETB con un grado de utilización dado necesarios para soportar un número dado de canales de tráfico, TCH

$$\underline{n (95 + 67 S + 35 H + 20 L + 6,5 P)}$$

$$U * T * 1000$$

Ec. 4.6

D. CAPACIDADES DE PROCESO DEL C.E.B.

Cada tipo de configuración CEB tiene ciertos límites en el rendimiento de procesamiento de datos. Por ello el primer paso en el proceso de planificación del CEB es determinar que tipo de CEB puede acomodar el número propuesto de troncales

El modelo de tráfico de señalización utilizado representa los requisitos del SEB entero de manera que es la media ponderada que representan todas las células que están bajo control del CEB. La capacidad del CEB se expresa en número de troncales CCM-CEB que puede soportar.

La capacidad máxima de un CEB tipo 0 viene dada por la fórmula Ec.4.7.

Máximo número de troncales CCM-CEB que puede soportar:

$$\frac{29 T}{1 + 0,75 + 0,5 H (1 - 0,24y) 5L + P (0,08 + 0,04 * B)}$$

Ec 4.7

La ecuación 4.8. representa la capacidad máxima de un CEB del tipo 1.

Máximo número de troncales CCM-CEB que puede soportar:

$$\frac{37 T}{1 + H}$$

Ec. 4.8

D.1. CAPACIDADES DE LOS GPROC_s INDIVIDUALES.

En el caso de que el PBE solo no pueda soportar el tráfico de señalización del número deseado de troncales CCM-CEB, se debe tomar una decisión de cuántos GPROC_s más se necesitan.

Se puede calcular el rendimiento del procesador de datos dado el modelo de tráfico de señalización adecuado. El modelo de tráfico debe ser idéntico en cada una de las células.

D.1.1. PROCESADOR DE CONTROL DE ENLACES (P.C.E.)

El propósito del tipo de dispositivo GPROC PCE es soportar las funciones del protocolo del enlace CCM, parte de la capa 3 de procesamiento de llamadas y el protocolo del enlace ETB.

Existe una cierta flexibilidad en la configuración del PCE dependiendo del diseño de utilización de enlace CCM deseado. Se puede diseñar un PCE para que asuma una, dos o sus tres funciones posibles.

Si el diseño de los enlaces CCM es para trabajar con una utilización baja, se puede asignar a un PCE funciones de procesamiento de llamadas y/o señalización ETB además del soporte del enlace CCM. Si, por el contrario, los enlaces CCM están diseñados para una utilización elevada, estas funciones se asignarán a un PCE distinto.

El número de troncales CCM-CEB soportado por un PCE depende de las funciones asignadas a él. Las siguientes ecuaciones determinan la capacidad de un PCE para varias asignaciones de funciones. Estas fórmulas suponen una distribución equilibrada del tráfico por los enlaces CCM.

MÉTODO PCE 1:

El número necesario de PCEs que realicen las funciones asignadas de: enlace CCM (1 enlace), procesamiento del nivel 3 y enlace ETB, se puede determinar con la siguiente fórmula:

$$\frac{N * (1 + 0,7 * S + 0,45 * H (1 - 0,90 * v) + 0,5 * L + P * (0,08 + 0,02 * B))}{4 * T}$$

Nota: utilización típica del enlace CCM: 20%

Ec. 4.9

MÉTODO PCE 2:

El número necesario de PCEs que realicen la función asignada de enlace CCM (1 enlace), se puede determinar con la siguiente ecuación:

$$\frac{N * (1 + 0,7 * S + 0,43 * H + 0,59 * L + 0,05 * P * B)}{0,3 * T}$$

Nota: utilización típica del enlace C.C.M.: 40%

Ec. 4.10

MÉTODO PCE 3:

El número necesario de PCEs que realicen las funciones asignadas de procesamiento de la capa 3 y enlace ETB, se pueden determinar de la siguiente manera:

$$N * (1 + 0,7 * S + 0,43 * H + 0,59 * L + 0,05 * P * B)$$

$$13 * T$$

Ec. 4.11

D.2. PARA EL PRESENTE DISEÑO

Para el cálculo de las troncales CCM-CEB que necesitamos utilizaremos la Ec. 4.7:

$$\frac{2,9 * 120}{1 + 0,7 * 0,1 + 0,5 * 2,5 (1 - 0,24 * 0,6) + 0,5 * 2 + 2 (0,08 + 0,04 * 1)}$$

= 103 troncales CCM-CEB

Por lo que se podrá utilizar el tipo 0 ya que podrá soportar 103 troncales más de los 30 que habíamos previsto.

D.2.1. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ENLACES DE SEÑALIZACIÓN CCM-CEB

Para determinar el número de enlaces de señalización CCM-CEB necesarios para soportar 30 troncales con una utilización del 25 % se utilizará la Ec. 1.5.

$$\frac{30 (67 + 47 * 0,1 + 31 * 2,5 * (1 - 0,8 * 0,6) + 20 * 2 + 3,9 * 2)}{0,25 * 120 * 1000} = 0,16$$

El número necesario de enlaces de señalización CCM es de 0,16 que se redondea a 1.

D.2.2. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ENLACES DE SEÑALIZACIÓN CEB-ETB

Para determinar el número de enlaces de señalización CEB-ETB necesarios para soportar 24 TCHs con una utilización del 25 % se utilizará la Ec. 4.6.

$$\frac{7 (95 + (67 * 0,1) + 35 * 2,5 * 20 * 2 + 6,5 * 2)}{0,25 * 120 * 1000} = 0,056$$

Al ser inferior a 1 , un enlace de señalización CEB-ETB puede soportar los 24 canales de tráfico de la estación base.

10.5. RESUMEN DE LA CONFIGURACIÓN DEL S.E.B. PARA LA APLICACIÓN

A continuación se resumen todos los datos del Sistema de Estación Base para la aplicación. Datos del emplazamiento, tipo de tarjetas y líneas de transmisión necesarias.

A. ESTACIÓN TRANSEPTORA BASE.

A.1. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO.

- A.1.1. Nombre:.....El Cebadal
A.1.2. Coordenadas UTM:.....x: 459,062, y: 3114,548; z: 67 m.
A.1.3. Altura de la torre:.....28,50 m.
A.1.4. Alimentación:.....-48v.

A.2. DATOS BÁSICOS.

- A.2.1. Configuración:.....Sectoros de 120°
A.2.2. Número de células:.....3
A.2.3. Número de portadoras (RCUs):.....3
A.2.4. Número de bastidores ETBs:.....1
A.2.5. Número de bastidores auxiliares:.....0
A.2.6. Número de circuitos 2 Mbps con el C.E.B:.....1

A.3. DATOS DEL SISTEMA RADIANTE.

A.3.1. Tipo y número de antenas:.....	AG ASPD977 / 9
A.3.2. Ganancia:.....	8,5 dBi
A.3.3. Duplexores:.....	NO
A.3.4. Diversidad:.....	SI

A.4. TARJETAS Y EQUIPOS DEL BASTIDOR E.T.B.

A.4.1. Bastidor ETB:.....	1
A.4.2. Unidades de Radiocanal (RCUs).....	3
A.4.3. Filtro paso-banda transmisión:.....	3
A.4.4. GCLK:.....	1
A.4.5. KSW:.....	1
A.4.6. MSI:.....	1
A.4.7. GPROC:.....	1
A.4.8. Convertidor DC/DC -48/+27 V.:.....	4

La configuración del subsistema de radio es la siguiente:

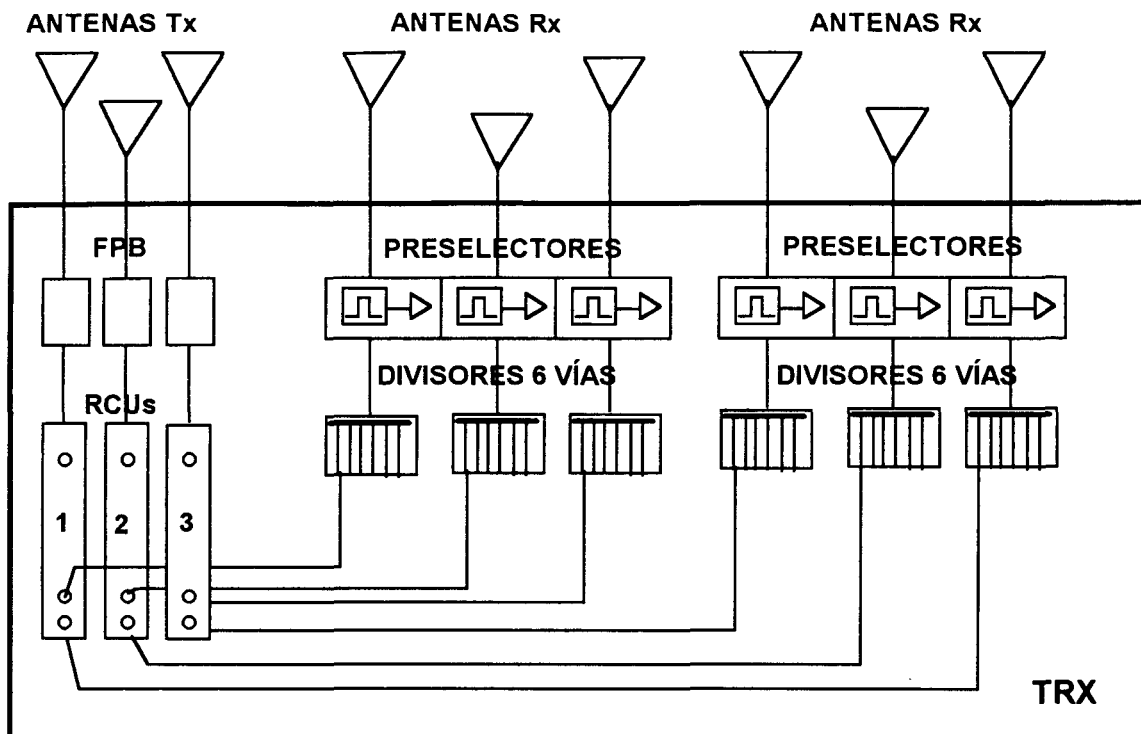


Figura 10.7. Configuración del subsistema de radio

La configuración del subsistema digital (F.C.C.) será la siguiente:

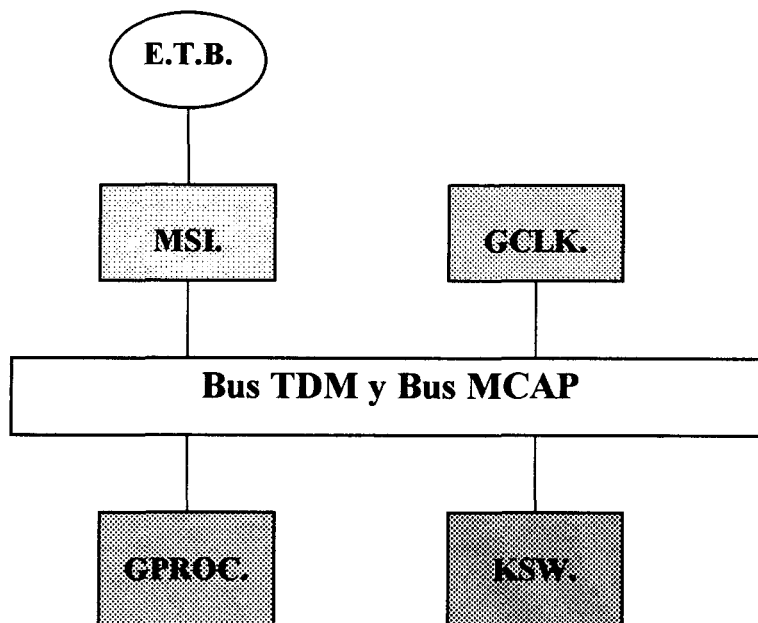


Figura 10.8. Configuración de subsistema digital de la E.T.B. de la aplicación.

B. CONTROLADOR DE ESTACIÓN BASE.

B.1. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO.

- B.1.1. Nombre:.....El Cebadal
B.1.2. Coordenadas UTM:.....x: 459,062, y: 3114,548
B.1.3. Alimentación:.....-48v.

B.2. TARJETAS Y EQUIPOS DEL BASTIDOR C.E.B.

- B.2.1. Bastidores C.E.B.:.....1
B.2.2. GCLK:.....1
B.2.3. KSW:.....1
B.2.4. MSI:.....1
B.2.5. GPROC:.....1
B.2.6. Fuentes digitales de -48 V:.....2

B.2. DATOS VARIOS.

- B.2.1. Número de circuitos 2 Mbps con la E.T.B:.....1
B.2.2. Número de circuitos 2 Mbps con la C.C.M:.....1

La configuración del Controlador de Estación Base (C.E.B.) será la de la figura 10.9.

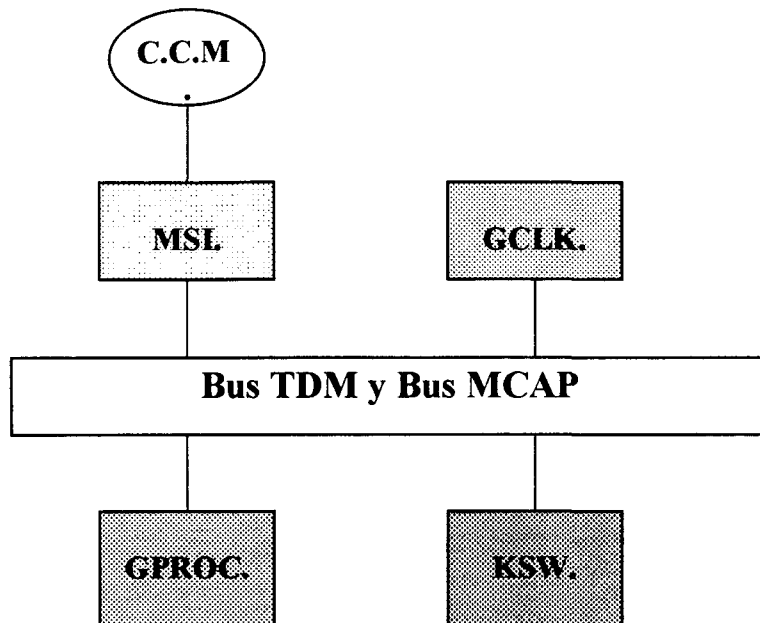


Figura 10.9. Configuración del subsistema digital del C.E.B. de la aplicación.

10.6. CÁLCULO DE LA P.R.A.

Para los cálculos de la P.R.A. se emplean las Recomendaciones 525-1, 341-2, 526-1 y 370-5 y los Informes 358-5, 715-3, 239-7 y 567-4 recogidos en la XVII Asamblea Plenaria (Düsseldorf 1990) del CCIR.

El campo mínimo necesario E_{MN} a proteger se puede estimar considerando la degradación combinada de los efectos de ruido artificial y de la propagación por trayectos múltiples. Considerando la sensibilidad de los receptores normales, según el I-358-5 apartado 1.4, una señal de entrada de fuerza electromotriz de $0,7 \mu V$, suponiendo una impedancia de entrada de 50Ω , permite una relación de SINAD de 12 dB a la salida.

Tenemos entonces que para calidad normal (Nota 4, interferencia perceptible con conversación comprensible) obtenemos de la figura 5 del I-358-5 la degradación combinada d (dB) para una frecuencia de 900 Mhz y para el caso más desfavorable de vehículos en movimiento de $d = 22,5$ dB. En la misma figura obtenemos la expresión:

$$E_{MU} = -41 + \text{degradación } (d) + 20 \log f \text{ (Mhz)} \quad (\text{dB}(\mu V/m))$$

Para el caso de la presente aplicación, que se trabaja en la banda de 900 Mhz se tendrá que:

$$E_{MU} = 40,6 \text{ dB}(\mu V/m)$$

El campo mínimo necesario será igual al campo mínimo utilizable más las correcciones debidas a % de tiempo y % de ubicaciones, edificios, vegetación, etc.

$$E_{MN} = E_{MU} + \text{Correcciones y degradaciones}$$

La influencia de las irregularidades del terreno, recogidas en el I-239-4, se definen para los servicios de radiodifusión a distancias del transmisor entre 10 y 50 Km. En el presente proyecto obviamente no se recogerá dicha corrección.

La atenuación debida a la vegetación, vistos el terreno circundante a la estación base no es considerada.

A la vista de los doce perfiles representados y que corresponden a cada uno de los radiales trazados cada 30° desde el emplazamiento de la estación base y considerando que excepto el radial 210° los demás pueden ser considerados como mar, ya que éste se encuentra a menos de 2,5 Km del emplazamiento de la antena, el nivel medio del terreno de dicho radial en el segmento comprendido entre 0 y 5 Km (donde se encuentra la zona de cobertura deseada) es el siguiente:

$d(\text{Km}) = \text{cobertura estimada}$

$h(\text{m}) = \text{nivel medio del terreno entre dos distancias } d_1 \text{ y } d_2 \text{ tomando:}$

$$d_1 = d/4 \text{ y } d_2 = d \text{ si } 1 < d < 8 \text{ Km.}$$

Se tendrá en este caso que $h_m = 72,5 \text{ m.}$ en el radial 210°.

La altura efectiva será:

$$h_{ef} = h_s + c - h_m$$

Siendo:

$h_s = \text{Altura de la antena.}$

$c = \text{Cota de la antena.}$

$h_m = \text{Altura media del terreno.}$

En este caso será $h_{ef} = 28,50 \text{ m} + 67 \text{ m} - 72,50 \text{ m} = 23 \text{ m}$

Radial	D(Km)	h_m (m)	h_{ef} (m)	E (dB)	P.R.A. (dBw)
0°		mar			
30°		mar			
60°		mar			
90°		mar			
120°		mar			
150°		mar			
180°		mar			
210°	5	72,5	23	48	22,6
240°		mar			
270°		mar			
300°		mar			
330°		mar			

El único radial y, por lo tanto, el más favorable será el radial 210°.

Considerando unos porcentajes del 50% para el tiempo y 50% de las ubicaciones, se calcula la P.R.A. utilizando la figura 5 del I-567-4 que en función de la distancia a cubrir y la altura efectiva de la antena transmisora se obtiene el valor de E (dB) para 1 Kw de P.R.A. en el umbral de cobertura estimado para cada radial (para 900 Mhz, zona urbana, 50% del tiempo y 50% de las ubicaciones y $h_{receptora} = 1,5 \text{ m.}$)

En el presente caso se obtiene el siguiente valor:

$$E = 48 \text{ dB}$$

En el servicio móvil en general, el campo experimenta variaciones con las ubicaciones y el tiempo en que se modula. En algunos puntos de toda la cobertura y en algunos momentos no se llega a alcanzar el valor de la intensidad de campo mínima, lo que implica que se alcanza el enlace o el nivel deseado de éste.

Si se desea un porcentaje mayor al de 50% de emplazamientos superior a dicho porcentaje, se tendrá que:

$$C_c = \sqrt{(K(P_e) \times Q_e)^2 + (K(P_t) \times Q_t)^2}$$

Donde P_e es el porcentaje de emplazamientos y P_t el porcentaje de tiempo. La función K es la misma en ambos casos.

En los cuadros adjuntos se dan los valores de las desviaciones típicas Q_e y Q_t recomendadas por el CCIr y algunos valores usuales de K .

DESVIACIONES TÍPICAS DE Q_e y Q_t		
BANDA	Q_e	Q_t
V.H.F.	8	3
U.H.F.	8	2

VALORES USUALES DE K	
P(%)	$K(p)$
50	0
90	1,28
99	2,32

Para un porcentaje de 50% de ubicaciones y 50% del tiempo este factor de corrección es nulo.

Utilizando la ley de reciprocidad de Rayleigh-Carson obtendremos el valor de P.R.A.

$$\text{P.R.A.} = E_{MN} \text{ (dB)} + 30 - E + \text{correcciones}$$

En este caso:

$$\text{P.R.A.} = 40,6 + 30 - 48 = 22,6 \text{ dBw}$$

Para calcular la potencia de salida de salida del transmisor se utiliza la ecuación siguiente:

$$P_s \text{ (dBw)} = \text{P.R.A. (dBw)} - G_a \text{ (dB)} + L_a \text{ (dB)} + L_c \text{ (dB)}$$

Siendo:

$G_a \text{ (dB)}$ = Ganancia de la antena transmisora.

$L_a \text{ (dB)}$ = Pérdida en la línea de transmisión equipo-antena.

$L_c \text{ (dB)}$ = Pérdidas en conectores, duplexores, latiguillos, etc.

En la presente aplicación

$G_a = 8,5 \text{ dB}$.

$L_a = 2,73 \text{ dB}$

$L_c = 1 \text{ dB}$

$$P_s \text{ (dBw)} = 22,6 - 8,5 + 2,73 + 1 = 17,83$$

10.7 CÁLCULO DEL NÚMERO DE UNIDADES DE RESERVA RADIOELÉCTRICAS

El cálculo del número de unidades de reserva radioeléctrica constituye el apartado 7 del impreso de solicitud de concesión de Dominio Público Radioeléctrico (espacio por el que pueden propagarse las ondas radioeléctricas).

Para efectuar dicho cálculo ha de tenerse en cuenta lo dispuesto en el Anexo I del reglamento de Desarrollo de la Ley 31/1987, B.O.E. de 13 de julio de 1989.

En dicho anexo en el apartado 2 se detalla la forma de cálculo de las U.R.R. para el Servicio Móvil Terrestre. En el apartado 2.3. se refiere a los S.M.T. en frecuencias mayores que 830 Mhz y finalmente en el apartado 2.3.2. se contemplan los servicios contemplados en el punto 2.3.1. (Servicios autorizados sólo para uso en el interior de un recinto).

En dicho apartado 2.3.2. se especifica la fórmula de cálculo de las U.R.R. que es de la siguiente forma:

$$N (\text{URR.}) = M (\text{URR./KHz.}) * B (\text{Khz}) * nf$$

Siendo **M** las unidades de reserva radioeléctrica por Khz de anchura de banda de emisión para S.M.T. para frecuencias mayores que 830 Mhz. $M = 11.305$ (Ver Figura 8 de dicho Anexo)

B la anchura de banda necesaria de emisión en Khz. De la denominación de la emisión 271KF3W obtenemos que es 271 KHz.

nf el número de frecuencias puesta en juego por el sistema. En nuestro caso serán 3 frecuencias, 1 por sector.

Por tanto en el caso de la aplicación de tiene:

$$N(\text{URR.}) = 11.305 * 271 * 3 = 9.190.965$$

PARTE V

CONCLUSIONES, PRESUPUESTOS Y BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 11

CONCLUSIONES

11.1. INTRODUCCIÓN.

Una vez concluidos los estudios y aplicaciones sobre proyectos de telecomunicaciones y telefonía móvil automática digital paneuropea G.S.M. que teníamos como objetivos para realizar el presente trabajo de fin de carrera, se procede a enumerar las conclusiones obtenidas.

11.2. CONCLUSIONES.

Del estudio realizado sobre los proyectos de telecomunicación, la telefonía móvil automática y la planificación de una red de GSM que de cobertura a la zona comercial del Puerto de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria se pueden obtener diversas conclusiones.

La gran laguna que tienen sobre los proyectos de telecomunicaciones los actuales estudiantes de la carrera e incluso los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación titulados y lo que es más llamativo, los libre-ejercientes que en algunos casos sólo conocen mínimamente (la de sus trabajos más usuales sin tener una gran visión del conjunto) la legislación al respecto.

La falta de una legislación sobre atribuciones profesionales de los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación, ya que si bien, en la Ley 12/1986 de Abril sobre la regulación de las atribuciones profesionales de los Arquitectos e Ingenieros Técnicos se dice que estos profesionales tendrán atribuciones plenas en el ámbito de sus respectivas especialidades, éstas quedan enumeradas en el Decreto 148/1969 de 13 de Febrero como Instalaciones Telegráficas y Telefónicas, Equipos Electrónicos, Radiocomunicación y Sonido. Si bien en las 3 primeras especialidades según fuentes del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación se pueden extrapolar las antiguas atribuciones profesionales a las actuales

extrapolando las antiguas tecnologías de telecomunicación a las actuales, la especialidad de Sonido incorpora nuevas competencias por el añadido de la palabra Imagen y que pueden estar contenidas en la antiguas atribuciones de la especialidad de Equipos Electrónicos como en el caso de antenas colectivas para recepción de televisión y radiodifusión modulada en frecuencia.

Actualmente están en fase de estudio nuevas leyes que van a ampliar el campo de actividad del libre-ejercicio de la profesión como son la Ley de las Telecomunicaciones por Cable y la Ley de Televisión Local por Ondas Hertzianas que podrían ser tenidas en cuenta en los estudios sobre proyectos de telecomunicaciones en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación. En cuanto a los Servicios Móviles los nuevos servicios como los sistemas trunking, las redes VSAT, etc. donde la firma de Ingenieros e Ingenieros Técnicos de Telecomunicación no es necesaria para la elaboración de los proyectos técnicos se debe presionar a la Administración para que obligue a que sí lo sea.

El G.S.M. presta prácticamente los mismos servicios que la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) y que si bien se suponía desde algunos sectores que la tecnología de radio estaba destinada a desaparecer de las redes telefónicas públicas, ésta reaparece con una fuerza inusitada con sistemas a la altura de las redes telefónicas públicas terrestres tales como la RDSI.

La planificación de una red local de G.S.M. nos hemos visto con la dificultad de encontrar información acerca del presupuesto necesario para la instalación de dicha red debido a la gran competencia existente entre los fabricantes de equipos de G.S.M. como Ericsson, Motorola, Alcatel, Siemens, etc. para conseguir los contratos de suministro de equipos a las dos empresas que gestionan el servicio de valor añadido de telefonía móvil automática en su modalidad de G.S.M. y que disponen de las Redes Móviles Telefónicas Públicas existentes en España, la red de Telefónica de España, S.A. y la red

de la Alianza Internacional de Redes Telefónicas, S.A.(AIRTEL, S.A.). Como las empresas concesionarias valoran para elegir los equipos que constituyen la RMTP entre otras cosas el costo de los equipos a utilizar las empresas fabricantes se niegan a facilitar cualquier tipo de información relacionada con los precios de sus equipos debido a lo expuesto anteriormente nos ha sido completamente imposible elaborar un presupuesto de la red local planificada.

La planificación en sí no ha habido gran dificultad en conseguir un área de cobertura para la zona comercial del Puerto de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria al existir una zona montañosa en el área del Cebadal de la Isleta que dispone de visión directa sobre el mencionado área así como de toda la zona baja de la ciudad.

CAPÍTULO 12

PRESUPUESTOS

12.1. INTRODUCCIÓN.

Antes de hacer el presupuesto del sistema de estación base propuesto hay que destacar la gran dificultad de encontrar información acerca de ello debido a que existe una gran competencia existente entre los fabricantes de equipos de G.S.M. como Ericsson, Motorola, Alcatel, Siemens, etc. para conseguir los contratos de suministro de equipos a las dos empresas que gestionan el servicio de valor añadido de telefonía móvil automática en su modalidad de G.S.M. y que disponen de las únicas Redes Móviles Telefónicas Públicas existentes en España, la red de Telefónica de España, S.A. y la red de la Alianza Internacional de Redes Telefónicas, S.A.(AIRTEL, S.A.).

Como las empresas concesionarias del servicio de G.S.M. valoran para elegir los equipos que constituyen la RMTTP entre otras cosas su costo fabricantes se niegan a facilitar cualquier tipo de información relacionada con los precios de sus equipos debido a que esto sería una baza para la competencia a la hora de ofertar a la empresas Telefónica de España, S.A. y Airtel S.A. unos precios más competitivos de sus productos.

Por ello no ha de extrañar la absoluta falta de información que suministran los fabricantes a los particulares. Consecuentemente ha sido completamente imposible elaborar un presupuesto todo lo detallado que se pretendía de la red local de G.S.M. planificada.

12.2. PRESUPUESTOS.

Para elaborar estos presupuestos y considerando que el objetivo principal del mismo en este Trabajo de Fin de Carrera es el de realizar una solicitud de concesión de dominio público radioeléctrico para la explotación del servicio de valor añadido de telefonía móvil automática en su modalidad de G.S.M., se harán algunas consideraciones iniciales.

Se dispone de un espacio en una central telefónica cualquiera de las empresas concesionarias del servicio, que a su vez dispone del equipo de fuerza necesario (conexión a la red eléctrica, grupos electrógenos propios y baterías), un mástil donde instalar las antenas del sistema con sus correspondientes tomas de tierra y zona de acceso a la central constituida.

En cuanto a los sistemas de telecomunicación se dispone de un sistema MIC (2 Mbps) para la comunicación del Sistema de Estación Base (S.E.B.) planificado con la Central de Conmutación del sistema Móvil (C.C.M.) de la Red Móvil Telefónica Pública (R.M.T.P.) de G.S.M. de alguna de las dos redes de este tipo existentes en España.

El presupuesto del sistema de estación base aquí considerado y con las condiciones expuestas anteriormente sería el siguiente:

6.000.000 ptas por los equipos necesarios para la instalación de un sistema de estación base con tres radiocanales que hemos expuesto en el apartado 10.5.

En el caso de que no se contara con los equipos antes indicados la experiencia en planificación de redes telefónicas indican el presupuesto siguiente:

- **Solar: 500.000 ptas** en tramitación de permisos necesarios más el valor del solar.

- **Caseta: 9.000.000 ptas** para una caseta de 22 m².
12.500.000 ptas para una caseta de 47 m².

- **Accesos a la caseta: 1.500.000 - 2.000.000 ptas** según la dificultad del terreno circundante a la caseta.

- **Equipo de fuerza: 4.000.000 ptas.** (rectificadores, cuadro de control, etc.).

- **Batería: 2.000.000 ptas.**

- **Equipo M.I.C. (4 x 2 Mbps): 3.500.000 ptas.**

- **Fibra óptica: 7.000.000 ptas/Km.**

- **Equipo terminal de línea de la fibra óptica: 100.000 ptas.**

- **Mástil de antena: 5.000.000 ptas.**

TOTAL: 25.600.000 - 26.100.000 ptas según el terreno circundante a la caseta, siendo ésta la de 22 m²

TOTAL: 29.100.000 - 29.600.000 ptas según el terreno circundante a la caseta, siendo ésta la de 47 m²

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA:

PROYECTOS DE TELECOMUNICACIONES

- * Normas tecnológicas de edificación NTE-IAA/1973, Instalaciones audiovisuales: Antenas. (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente).
- * Normas tecnológicas de edificación NTE-IAX/1977, instalaciones audiovisuales: Télex. (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente).
- * Norma tecnológica de edificación NTE-IAM/1977: Megafonía. (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente).
- * Normas tecnológicas de edificación NTE-IAT/1973, instalaciones audiovisuales-telefonía. (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente).
- * Normas tecnológicas de edificación NTE-IAV/1977, instalaciones audiovisuales: vídeo en circuito cerrado. (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente).
- * Normas tecnológicas de edificación. NTE-IEB. Instalaciones de electricidad. Baja tensión. (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente).
- * Condiciones acústicas en los edificios. Norma NBE-CA.88. (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente).

- * Jose María Souvirón Morenilla. "La configuración jurídica de las profesiones tituladas" (Consejo de Universidades. Ministerio de Educación). 1988

- * Reglamento de Radiocomunicaciones (Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones).

- * Modelo de proyecto de radiotelefonía móvil. (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación).

- * Modelo de proyecto de radiotelefonía móvil con repetidor. (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación).

- * Modelo de proyecto de teledistribución. (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación).

- * Modelo de proyecto de red telefónica para buscapersonas. (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación).

- * Modelo de proyecto de instalación para recepción de señales de T.V. por satélite. (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación).

- * Modelo de proyecto de emisora de radiodifusión sonora en ondas métricas con modulación en frecuencia. (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación).

- * La práctica del ejercicio libre por los Ingenieros de Telecomunicación (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación).

- * Diseño y proyecto de redes del servicio móvil (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación).

- * Diseño, proyecto y certificación de antenas colectivas (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación).

- * Proyecto de radioenlace digital (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación).

- * Orientaciones resumidas para presentación de documentos al visado .Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación).

- * Revista Antena de Telecomunicación, número 125, Abril, Mayo, Junio 1995. (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación). *“Informe: Situación laboral y características generales de la organización en la que trabaja actualmente el Ingeniero Técnico de Telecomunicación”*.

- * Redes Telefónicas en Interiores de Edificios y Urbanizaciones. (Telefónica de España, S.A.). 1989.

- * Instrucción DGT/7 sobre tramitación de expedientes de antenas colectivas. (Dirección General de Telecomunicaciones).

- * Anexo a la Instrucción DGT/7 sobre instrucciones para la corrección de propuestas técnicas de instalaciones de antenas colectivas. (Dirección General de Telecomunicaciones).

- * Instrucción DGT/4 sobre tramitación de expedientes de concesión de dominio público radioeléctrico y de concesión para la explotación de servicios de valor añadido que utilicen dicho dominio, a los que se refiere el artículo 23 de la Ley 31/1987, cuando el titular y el usuario sean la misma persona. (Dirección General de Telecomunicaciones).

- * Normas para la realización de proyectos técnicos de emisoras de radiodifusión sonora. (Dirección General de Telecomunicaciones).

- * Circular sobre radioenlaces destinados a transporte de programas estudio-emisora en radiodifusión sonora. (Dirección General de Telecomunicaciones).

- * Normas para emisoras consignatarias de buques con buques en las proximidades de puertos. (Dirección General de Telecomunicaciones).

- * Normas para la elaboración de proyectos de redes de radiocomunicaciones del servicio móvil terrestre y servicio fijo utilizadas por particulares. (Dirección General de Telecomunicaciones).

- * Mariano Nieto. "Evaluación de proyectos". (Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, Madrid.). 1993

- * Mariano Nieto. "Planificación, programación y control de proyectos." (Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, Madrid.). 1993.

- * La tramitación del proyecto industrial (Luis Fernando Martín Rodríguez. Ingeniero Técnico Industrial.).1994.

- * Apuntes: Oficina Técnica y Proyectos. (Profesor Juan Rafael Rodríguez Vega. Escuela Universitaria Politécnica de Las Palmas de Gran Canaria).

- * Servicios audiovisuales y móviles. Programa Star. (Dirección General de Telecomunicaciones). 1990.

- * Índice legislativo de telecomunicaciones (Dirección General de Telecomunicaciones).1993.

- * Política de telecomunicaciones durante el período 1994-1998. (Secretaría General de Comunicaciones. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.). 1994.

- * Carmelo Padrón Díaz y Angel Manuel Pedrero Fernández. "Programa docente de la asignatura de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura: Arquitectura Legal, Derecho Urbanístico y Valoración".

- * José Luis Medina Miranda. "Programa docente de la asignatura de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales: Proyectos de Ingeniería". 1993.

- * Juan-Rafael Rodríguez Vega. "Programa docente de la asignatura de la Escuela Universitaria Politécnica: Oficina Técnica". 1993.

- * Estadísticas sobre el ejercicio libre de la profesión de Ingenieros e Ingenieros Técnicos de Telecomunicación de la Jefatura Provincial de Inspección de Las Palmas de la Dirección General de Telecomunicaciones.
- * Revistas BIT, números 87,88,89. (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, C.O.I.T.).
- * Boletines Oficiales del Estado, de la Comunidad Autónoma de Canarias y de la Provincia de Las Palmas sobre legislación de Telecomunicaciones.

TELEFONÍA MÓVIL AUTOMÁTICA

- * Telecomunicaciones móviles (Editorial Marcombo).1992. Coordinador Eugenio Rey.
- * Programa STAR (Dirección General de Telecomunicaciones).
- * Joaquín Manzanares Delbos. "Seminario intensivo sobre telecomunicaciones móviles. Los sistemas de inmediata implantación en España. GSM, de telefonía móvil y DECT, centrales telefónicas sin hilos". (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación, C.O.I.T.T.). 1994.
- * J.M. Hernando Rábanos. "Transmisión por radio". (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid). 1987.

- * Trabajo fin de carrera de Eduardo Rodriguez Doforno. *“Señalización en los sistemas de telefonía móvil automática”*. (Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación de Madrid. 1992).
- * William C.L. Lee. *“Mobile Communications Engineering”*. Editorial McGraw-Hill Book Company. 1982.
- * Nordic Mobile Telephone Group. *“Nordic Mobile Telephone”*. (Normas completas). 1980.
- * Estructura del servicio de T.M.A. (Telefónica de España, S.A.).
- * Artículo: *“Intelsat-Ericsson: Análisis de la Radiotelefonía Móvil”*. (Revista Redes de Telecomunicaciones, número 25).
- * Artículo: *“España y el teléfono móvil automático”*. (Revista Electrónica hoy, número 48).
- * Artículo: *“TMA 900-A, la nueva modalidad de telefonía móvil de Telefónica”*. Revista Mundo electrónico, Junio 1990).
- * Artículo *“Los nuevos sistemas de radiotelefonía móvil”*. (Revista Redes de Telecomunicaciones, número 25).
- * Artículo: *“Ericsson Cellular Mobile Telephone Systems”*. (Ericsson review, número 8. 1987).
- * Artículo: *“El futuro de la telefonía celular”*. (Ericsson review, número 1. 1990).

- * Informe 742-3 CCIR: Sistemas Telefónicos Móviles Terrestres de Uso Público.
- * Recomendaciones CCIR & CCITT sobre Redes Móviles Terrestres Públicas.
- * Recomendaciones G.S.M del Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (E.T.S.I.).

Serie 00: Preámbulo.

Serie 01: Generalidades.

Serie 02: Aspectos del servicio.

Serie 03: Aspectos de la red.

Serie 04: Interfaces/protocolos EM/ETB.

Serie 05: Nivel físico del interfaz de radio.

Serie 06: Codificación de la voz.

Serie 07: Técnicas Adaptativas.

Serie 08: Interfaces CEB-CCM.

Serie 09: Procedimientos de funcionamiento interno.

Serie 10: Funcionamiento interno entre servicios.

Serie 11: Equipos y especificaciones de tipos aprobados.

Serie 12: Operación y procedimientos de mantenimiento.

- * Introducción al sistema GSM (Telefónica de España, S.A.).
- * Teoría de funcionamiento del Sistema de Estación Base de Motorola (Telcel).
- * Operación funcional del Sistema de Estación Base. (Telefónica de España, S.A.).

- * Fundamentos de los sistemas M.I.C. (Telefónica de España, S.A.).
- * Analizador del interfaz A-bis (GN Elmi as).
- * Artículo: Los nuevos sistemas de radiotelefonía móvil.
- * Informe 1156 CCIR: Sistemas Móviles Terrestres Públicos Celulares Digitales de Telecomunicación.
- * Informe 1153 CCIR: Futuros Sistemas Públicos de Telecomunicaciones Móviles Terrestres.
- * Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (Suplemento al B.O.E. número 1 de 1 de Enero de 1990).

PLANIFICACIÓN DE UNA RED LOCAL DE G.S.M.

- * Guía de planificación del Sistema de Estación Base de Motorola (Telcel).
- * Guía de ampliación y planificación de un Sistema de Estación Base (Telefónica de España, S.A.).
- * Instalación y optimización de una Estación base de Motorola (Telcel).
- * Artículo: "Planificación de redes celulares con máximo rendimiento de sistema". (Ericsson review, número 3. 1987).

- * Índice de Recomendaciones e informes del C.C.I.R. que afectan a las instalaciones de radiotelefonía (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación, C.O.I.T.T.).
- * Recomendación 341-2 del C.C.I.R. Noción de pérdidas de transmisión en los enlaces radioeléctricos.
- * Recomendación 525-1 del C.C.I.R. Cálculo de la atenuación en el espacio libre.
- * Recomendación 526-1 del C.C.I.R. Propagación por difracción.
- * Recomendación 370-5 del C.C.I.R. Curvas de propagación en ondas métricas y decimétricas para la gama de frecuencias comprendidas entre 30 y 1000 MHz.
- * Recomendación 528-2 del C.C.I.R. Curvas de propagación para los servicios móvil aeronáutico y de radionavegación aeronáutica que utilizan las bandas de ondas métricas, decimétricas y centimétricas.
- * Informe 239-6 del C.C.I.R. Datos estadísticos de propagación necesarios para los servicios de radiodifusión en la gama de frecuencias de 30 a 1000 Mhz.
- * Informe 239-7 del C.C.I.R. Datos estadísticos de propagación necesarios para los servicios de radiodifusión en la gama de frecuencias de 30 a 1000 Mhz.

- * Informe 358-5 del C.C.I.R. Relaciones de protección e intensidades mínima de campo necesarias en los servicios móviles.

- * Informe 567.4 del C.C.I.R. Datos de propagación y métodos de predicción utilizados en el servicio móvil terrestre en frecuencias comprendidas entre 30 Mhz y 3 GHz.

- * Informe 715-3 del C.C.I.R. Propagación por difracción.