

**PROPUESTA DE UN MODELO FUNCIONAL DEL MÓDULO RAN DEL
SISTEMA IMT-2000**

**ANDREA LORENA RUÍZ CEBALLOS
MARÍA FERNANDA ASTAÍZA ORTÍZ**

Director Ing. Giovanni López Perafán

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
GRUPO I+D EN NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TELECOMUNICACIONES
GNTT
POPAYÁN
2002**

**PROPUESTA DE UN MODELO FUNCIONAL DEL MÓDULO RAN DEL
SISTEMA IMT-2000**



**ANDREA LORENA RUÍZ CEBALLOS
MARÍA FERNANDA ASTAÍZA ORTÍZ**

Director Ing. Giovanni López Perafán

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
GRUPO I+D EN NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TELECOMUNICACIONES
GNTT
POPAYÁN
2002**

Gracias a Dios por brindar paz y amor a mi alma, por ser mi guía en la toma de decisiones y ser mi fuerza para continuar el camino.

A mi familia, por estar siempre a mi lado, por su inmenso amor, comprensión y apoyo incondicional.

A Alejandro, por brindarme todo su amor, confianza, comprensión y alegría.

A Andrea, por su amistad, su constante apoyo y dedicación en la obtención de esta meta.

A mis amigos de la FIET, por todos esos momentos compartidos.

María Fer

Gracias a Dios por iluminarme y guiarme, por brindar esa paz interior que me ha permitido tener una buena convivencia familiar.

A mis padres: Alirio y Adela, por todo el amor que me han brindado, por todos sus consejos, apoyo y entrega incondicional.

A Yami, por todos sus esfuerzos y por ser la mejor hermana.

A mi familia, por hacerme sentir que cada día puedo ser mejor.

A Gustavo, por su confianza, su alegría y por hacerme sentir tan especial.

A Nanda, por tantos años compartidos y por ser esa gran amiga que todos quisieran tener.

A mis amigos y amigas por ser tan especiales y compartir parte de sus vidas conmigo.

A mis compañeros de la FIET, por su colaboración y compañía en el transcurso de mi carrera.

Andrea

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial, queremos agradecer a todos los profesores que nos brindaron sus conocimientos y sus orientaciones en el transcurso de estos años.

A nuestro Director de tesis, Giovanni López Perafán, por su orientación, confianza y apoyo en la realización de este proyecto.

A Arshey Odedra, Director del grupo de trabajo STG11, por su constante interés e indispensable colaboración en el suministro de la información para el desarrollo del proyecto.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	1
MÓDULO RAN (Radio Access Network)	2
1.1 CONCEPTO GENERAL DEL SISTEMA IMT-2000.....	4
1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA IMT-2000.....	6
1.3 FAMILIA IMT-2000.....	8
1.4 TENDENCIAS ACTUALES.....	9
1.5 OBJETIVOS DE LAS IMT-2000 QUE TIENEN INFLUENCIA SOBRE LA MODULARIDAD.....	11
1.6 METODO PARA LA MODULARIDAD.....	13
1.7 DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO.....	15
1.7.1 Capa física (Capa 1).....	17
1.7.2 Capa de enlace (Capa 2).....	17
1.7.3 Capa de red (Capa 3)	18
1.7.3.1 Canales de control.....	18
1.7.3.2 Canales de tráfico.....	20
1.8 CONSIDERACIONES SOBRE LA TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN RADIOELÉCTRICA.....	21
1.8.1 Bloques funcionales de las tecnologías de transmisión radioeléctrica.....	23
1.8.1.1 Tecnología de acceso múltiple.....	23
1.8.1.2 Tecnología de modulación.....	23
1.8.1.3 Codificación del canal y entrelazado.....	23
1.8.1.4 Tecnología de duplexación.....	23
1.8.1.5 Estructura del canal físico y multiplexación.....	24
1.8.1.6 Estructura de trama.....	24

1.8.1.7	Parámetros del canal de RF.....	25
1.8.2	Otros bloques funcionales.....	25
1.8.2.1	Codificador de la fuente.....	25
1.8.2.2	Interfuncionamiento.....	25

PROPUESTA DE UN MODELO FUNCIONAL DEL MODULO RAN

2.1	ASPECTOS GENERALES.....	26
2.2	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....	26
2.2.1	Declaración del propósito del sistema.....	26
2.2.2	Requerimientos iniciales para el sistema.....	26
2.2.3	Esquemas de secuencia de flujos de información entre entidades funcionales relacionadas con el control de acceso radioeléctrico.....	27
2.2.3.1	Descripción de los esquemas de secuencia.....	28
2.3	MODELO DEL DOMINIO.....	38
2.4	MODELO DE CASOS DE USO DEL SISTEMA.....	41
2.4.1.	Diagrama de casos de uso del sistema.....	41
2.4.2.	Identificación de actores.....	41
2.4.3.	Identificación y descripción de casos de uso del sistema.....	42
2.4.4.	Descripción de escenarios.....	44
2.5	DIAGRAMA DE PAQUETES.....	50
2.6	DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES.....	52
2.6.1.	Caso de uso 1. Establecer y Liberar Enlaces de Acceso.....	52
2.6.1.1.	Clases tipo control.....	52
2.6.1.2.	Clases tipo frontera.....	60
2.6.1.3.	Clases tipo entidad.....	61
2.6.2.	Caso de uso 2. Radiobúsqueda de terminal.....	64
2.6.2.1.	Clases tipo control.....	64
2.6.2.2.	Clases tipo frontera.....	69
2.6.2.3.	Clases tipo entidad.....	70
2.6.3.	Caso de uso 3. Determinar Posición Geográfica.....	72
2.6.3.1.	Clases tipo control.....	72

2.6.3.2.Clases tipo frontera.....	75
2.6.3.3.Clases tipo entidad.....	76
2.6.4. Caso de uso 4. Realizar Entrega de Mensajes.....	78
2.6.4.1.Clases tipo control.....	78
2.6.4.2.Clases tipo frontera.....	80
2.6.4.3.Clases tipo entidad.....	81
2.7 DIAGRAMAS DE CLASES DEL SISTEMA.....	82
2.8 DIAGRAMAS DE SECUENCIAS DEL SISTEMA.....	83

DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL MÓDULO RAN

3.1 SERVICIOS DEL SISTEMA IMT-2000.....	110
3.1.1. Categoría de servicios.....	110
3.1.1.1.Servicios móviles.....	110
3.1.1.2.Servicios interactivos.....	110
3.1.1.3.Servicios de distribución.....	111
3.2 PRESTACIÓN DE SERVICIOS INTERACTIVOS IMT-2000.....	111

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....

CONCLUSIONES.....	125
RECOMENDACIONES.....	127

DESCRIPCIÓN DEL ANEXO.....

BIBLIOGRAFÍA.....

GLOSARIO.....

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1. Subsistemas funcionales IMT-2000.....	7
Figura 1.2. Familia IMT-2000.....	8
Figura 1.3. Modelo de Sistema IMT-2000 de alto nivel.....	15
Figura 1.4. Modelo de protocolo previsto actualmente.....	16
Figura 1.5. Estructura del canal lógico.....	19
Figura 1.6. Tecnologías de transmisión radioeléctrica que forman parte de un sistema de telecomunicaciones.....	21
Figura 1.7. Bloques funcionales y sus interdependencias.....	22
Figura 2.1. Esquema de secuencia No.1 Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso.....	29
Figura 2.2. Esquema de secuencia No.2 Determinar Radiobúsqueda de Terminal.....	32
Figura 2.3. Esquema de secuencia No.3 Determinar Posición Geográfica.....	35
Figura 2.4. Esquema de secuencia No.4 Realizar Entrega de Mensajes.....	37
Figura 2.5. Modelo del Dominio.....	39
Figura 2.6. Diagrama de Casos de Uso del Módulo RAN.....	42
Figura 2.7. Diagrama de Paquetes.....	50
Figura 2.8. Clases Caso de Uso 1 Establecer y Liberar Enlaces de Acceso.....	53
Figura 2.9. Clases Caso de Uso 2 Determinar Radiobúsqueda de Terminal.....	65
Figura 2.10. Clases Caso de Uso 3 Determinar Posición Geográfica.....	73
Figura 2.11. Clases Caso de Uso 4 Realizar Entrega de Mensajes.....	78
Figura 2.12. Diagrama de Clases Establecer y Liberar Enlaces de Acceso.....	82
Figura 2.13. Diagrama de Clases Determinar Radiobúsqueda de Terminal.....	82
Figura 2.14. Diagrama de Clases Determinar Posición Geográfica.....	83
Figura 2.15. Diagrama de Clases Realizar Entrega de Mensajes.....	83
Figura 2.16. Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de enlaces de acceso (1/3).....	84

Figura 2.17. Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de enlaces de acceso (2/3).....	85
Figura 2.18. Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de enlaces de acceso (3/3)	86
Figura 2.19. Falla 1 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (1/3).....	87
Figura 2.20. Falla 2 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (1/3)	88
Figura 2.21. Falla 3 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (1/3)	89
Figura 2.22. Falla 4 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (2/3)	90
Figura 2.23. Falla 5 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (2/3)	91
Figura 2.24. Falla 6 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (2/3)	92
Figura 2.25. Falla 7 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (3/3)	93
Figura 2.26. Falla 8 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (3/3)	94
Figura 2.27. Falla 9 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (3/3)	95
Figura 2.28. Falla 10 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (3/3)	96
Figura 2.29. Diagrama de Secuencias Determinar Radiobúsqueda de Terminal (1/2).....	97
Figura 2.30. Diagrama de Secuencia Determinar Radiobúsqueda de Terminal (2/2).....	98
Figura 2.31. Falla 1 Diagrama de Secuencia Determinar Radiobúsqueda de Terminal (1/2).	99
Figura 2.32. Falla 2 Diagrama de Secuencia Determinar Radiobúsqueda de Terminal (1/2).	100
Figura 2.33. Falla 3 Diagrama de Secuencia Determinar Radiobúsqueda de Terminal (2/2).	101
Figura 2.34. Diagrama de Secuencia Determinar Posición Geográfica.....	102
Figura 2.35. Falla 1 Diagrama de Secuencia Determinar Posición Geográfica.....	103

Figura 2.36. Falla 2 Diagrama de Secuencia Determinar Posición Geográfica.....	104
Figura 2.37. Falla 3 Diagrama de Secuencia Determinar Posición Geográfica.....	105
Figura 2.38. Diagrama de Secuencia Realizar Entrega de Mensajes.....	106
Figura 2.39. Falla 1 Diagrama de Secuencia Realizar Entrega de Mensajes.....	107
Figura 2.40. Falla 2 Diagrama de Secuencia Realizar Entrega de Mensajes.....	108
Figura 3.1 Esquema de secuencia del servicio interactivo (1/5).....	112
Figura 3.1 Esquema de secuencia del servicio interactivo (2/5).....	113
Figura 3.1 Esquema de secuencia del servicio interactivo (3/5).....	113
Figura 3.1 Esquema de secuencia del servicio interactivo (4/5).....	114
Figura 3.1 Esquema de secuencia del servicio interactivo (5/5).....	115

ABSTRACT

El trabajo de grado POPUESTA DE UN MODELO FUNCIONAL DEL MÓDULO RAN DEL SISTEMA IMT-2000, tiene como objetivo especificar en el Lenguaje Unificado de Modelado UML (Unified Modeling Language) una propuesta de un modelo funcional de este módulo; para lo cual fue necesario obtener los requerimientos del sistema, a partir de la creación de esquemas de secuencias de flujos de información entre las Entidades Funcionales FE (Functional Entity) que interactúan entre sí para soportar todas las funcionalidades del módulo RAN del Sistema IMT-2000.

Teniendo en cuenta la realización de este modelamiento, se presenta la funcionalidad del módulo RAN a través de la prestación de servicios interactivos de tipo conversacional ofrecidos por el sistema IMT-2000.

Con esto, es posible describir el módulo RAN a nivel funcional y observar la interacción de sus funciones, con el propósito de conocer su operación real, comportamiento y ubicación dentro del entorno del sistema IMT-2000.

INTRODUCCIÓN

El mercado de las telecomunicaciones móviles ha experimentado un considerable dinamismo durante los últimos años, que se ha traducido en cambios estructurales, organizativos y regulatorios. Ante este nuevo marco, surgen importantes oportunidades de crear y desarrollar nuevos mercados, apoyándose en la implantación de nuevas redes y servicios soportados por nuevas tecnologías para así satisfacer las necesidades de una demanda cada vez más exigente.

Los conceptos de Sistemas de Telecomunicaciones Móviles Universal UMTS (Universal Mobile Telecommunications Systems) y Telecomunicaciones Móviles Internacionales para el año 2000 IMT-2000 (International Mobile Communications at year 2000) prometen una tercera generación de sistemas móviles capaces de ofrecer, además de los servicios móviles actuales (voz, mensajes cortos y datos a baja velocidad), prestaciones multimedia y de alta velocidad.

El sistema IMT-2000 promete una gran acogida y un fuerte progreso por parte del sector de las telecomunicaciones, pues, se considera que este sistema promueve un alto grado de uniformidad en el diseño de los terminales a nivel mundial e itinerancia internacional. Para los operadores de telecomunicaciones y fabricantes de equipos, un estándar global les permite mantener redes que funcionan con un único sistema, reduciendo costos de operación y ampliando el número de usuarios a quienes prestará los servicios.

El panorama actual de competencia mundial entre los proveedores de servicios de telecomunicaciones, los ha obligado a revisar la forma de operar y administrar sus recursos, de tal forma que se han visto en la necesidad de realizar alianzas entre ellos con el fin de mantenerse en el mercado. De este modo se ha adoptado una visión orientada al negocio y no a los aspectos técnicos como tradicionalmente ocurría.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo especificar un modelo funcional del módulo de Red de Acceso Radioeléctrico RAN (Radio Access Network) del sistema IMT-2000, que permita su descripción a nivel funcional e interacción de sus funciones, con el propósito de conocer su operación real, comportamiento y ubicación dentro del entorno del sistema IMT-2000.

La importancia de realizar este proyecto radica en el aporte investigativo proporcionado a la FIET (Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones) y a la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), debido a que actualmente esta organización está trabajando en la normalización de los Sistemas de Comunicaciones Móviles de Tercera Generación que proporcionarán acceso inalámbrico a la infraestructura mundial de telecomunicaciones con cubrimiento a nivel de sistemas satelitales y terrestres, prestando servicios a usuarios fijos y móviles para redes públicas y privadas.

La monografía consta de tres capítulos. En el capítulo uno se presenta una información general acerca de la arquitectura del sistema IMT-2000, haciendo énfasis en el funcionamiento del módulo RAN, además se describe de manera general el protocolo y las consideraciones sobre las Tecnologías de Transmisión Radioeléctrica RTT (Radio Transmission Technologies); el capítulo dos tiene como propósito especificar en el Lenguaje Unificado de Modelado UML (Unified Modeling Language) la propuesta de un modelo funcional del módulo RAN; en el capítulo tres se tiene en cuenta el modelamiento realizado en el Capítulo 2, con el objetivo de presentar la funcionalidad del módulo RAN a través de la prestación de servicios interactivos de tipo conversacional ofrecidos por el sistema IMT-2000; finalmente se exponen las recomendaciones y conclusiones sobre la monografía.

Capítulo 1

MÓDULO RAN (Radio Access Network)

El acercamiento a la modularización del Sistema IMT-2000 está basado en la separación del transporte, acceso, control y funciones de gestión. El sistema puede descomponerse en subsistemas cada uno con una serie de recursos y de funcionalidades que lo controlan, sus límites pueden ser claramente especificados con su proveedor y se pueden habilitar las capacidades de uno u otro para ser utilizadas, además puede a su vez ampliar y suministrar capacidades adicionales sin afectar a ningún otro subsistema o red.

Con lo anterior es posible esquematizar el modelo de sistema IMT-2000 de alto nivel, en el cual se nota una clara distinción entre los módulos de transmisión radioeléctrica (RAN) y la red central (CN).

En este capítulo se presenta una información general acerca de la arquitectura del sistema IMT-2000, los módulos que la conforman y la interacción entre ellos. Además se especifica la arquitectura funcional, interfaces y otras características que se requieren para una comprensión clara y concreta del funcionamiento del módulo de Red de Acceso Radioeléctrico RAN, que permita posteriormente la realización de su modelamiento. Finalmente en este capítulo se describe de manera general el protocolo y las consideraciones sobre las Tecnologías de Transmisión Radioeléctrica RTT (Radio Transmission Technologies) que reflejan la combinación de alternativas y conceptos técnicos que permiten establecer un subsistema radioeléctrico utilizado en el Sistema IMT-2000.

1.1. CONCEPTO GENERAL DEL SISTEMA IMT-2000

Los Sistemas IMT-2000 son Sistemas Móviles de Tercera Generación (SMTG) cuya entrada en servicio fue prevista para el año 2000, sujeta a consideraciones del mercado. Mediante uno o varios radioenlaces, IMT-2000 facilita el acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicaciones soportados por las redes de telecomunicación fijas, por ejemplo, la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) o la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) y a otros servicios específicos de los usuarios móviles.

Los sistemas IMT-2000 están destinados a prestar servicios de telecomunicación a usuarios móviles y fijos por medio de un enlace inalámbrico, que comprenden una amplia gama de sectores de usuarios (por ejemplo, público, privado, empresarial, residencial, bucle local, etc.), tecnologías radioeléctricas y cobertura (celular, por satélite, inalámbrico, etc.) y que acomodan una amplia gama de equipos de usuario (por ejemplo, terminales personales de bolsillo, terminales montados en vehículos, terminales móviles especiales, equipo terminal RTPC/RDSI normalizado conectado al terminal móvil, etc.).

Las características fundamentales de IMT-2000 son las siguientes:

- Un elevado grado de uniformidad de diseño en todo el mundo.
- Compatibilidad de los servicios de los Sistemas IMT-2000 entre sí y con las redes fijas.
- Alto nivel de calidad.
- Utilización de terminales de bolsillo con capacidad de tránsito a escala mundial.

Uno de los objetivos de servicio clave de IMT-2000 es posibilitar la prestación de servicios multimedia (en modo circuito o en modo paquete). Los requisitos de las funciones de red deben por tanto tener en cuenta la sustentación de los servicios multimedia. Los recursos radioeléctricos IMT-2000 deben compartirse entre los servicios en modo circuito (voz y datos) y otros modos de servicios (por ejemplo, modo transferencia de paquetes).

Además, los sistemas IMT-2000 deben sustentar itinerancia global y el concepto de entorno originario virtual, es decir, se proporcionará al usuario un amplio conjunto de servicios y características del mismo aspecto y tacto cuando se utilizan en la red originaria y en la visitada. El establecimiento de este concepto supone que la prestación del servicio y la explotación de la red pueden hacerse por separado, permitiendo que los servicios sean ofrecidos por organizaciones que no sean explícitamente operadores de redes. Los usuarios de estos servicios "itineran" en redes y acceden a estos servicios en la forma y lugares en que las relaciones comerciales lo permiten.

Intervienen algunos entornos radioeléctricos diferentes, que comprenden "picocélulas" de interiores con muy alta capacidad sistémica total, células terrenales de exteriores y cobertura por satélite. Una gran dirección del trabajo de normalización de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) sobre sistemas IMT-2000 es la de maximizar la uniformidad entre las diversas interfaces radioeléctricas que intervienen, a fin de simplificar la tarea de construir terminales móviles multimodo que cubran más de un entorno radioeléctrico.

El concepto de familia de sistemas IMT-2000 permite multiplicidad de miembros de la familia, los cuales tienen la opción de implementar selectivamente sólo aquellas funciones necesarias para sustentar los servicios que decidan ofrecer.

Los Sistemas IMT-2000 pueden implementarse como una red autónoma con pasarelas y unidades de interfuncionamiento hacia las redes de apoyo, en particular la RTPC, la RDSI, las redes de datos por paquetes (por ejemplo, Internet) y la RDSI-BA (RDSI de Banda Ancha), lo cual es comparable a las actuales implementaciones de redes móviles terrestres públicas, y constituye también una solución en casos en los que la red fija y la red radioeléctrica son explotadas por operadores diferentes. Sin embargo, los Sistemas IMT-2000 pueden también integrarse con las redes fijas, en este caso, la funcionalidad requerida para sustentar requisitos específicos de red radioeléctrica, por ejemplo, registro de ubicaciones, radiobúsqueda y traspaso, es parte integrante de la red fija, integración ésta que será cada vez más realizable con el desarrollo de la Red Inteligente (RI) y de centrales de la RDSI y la RDSI-BA. En dicho caso integrado, las estaciones

base pueden conectarse directamente a una central local que pueda sustentar tráfico IMT-2000 mediante funciones localmente integradas o accediendo a funciones de otros elementos de red.

Las nuevas tecnologías de radiocomunicaciones móviles permiten el acceso rentable y flexible a las redes de telecomunicación globales como alternativa a los circuitos cableados locales. Un objetivo es permitir sistemas iniciales pequeños y sencillos, cuya capacidad pueda fácilmente expandirse y evolucionar en funcionalidad en la medida requerida. De una manera más general, las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se aplicarán a servicios fijos en todos los tipos de entorno a saber, urbano, rural y distante. Debe también ser posible utilizar una conexión radioeléctrica IMT-2000 para una aplicación de teléfono residencial inalámbrico. Aunque los sistemas IMT-2000 están destinados sobre todo al acceso público, debe considerarse la prestación de servicios IMT-2000 en relación con redes privadas, por ejemplo, la conexión de una centralita privada (PBX) móvil o de una Red de Área Local LAN (Local Area Network) (por ejemplo, a bordo de un barco o un tren) a las redes públicas o el uso de terminales personales de bolsillo como extensiones de una centralita; además de esto, debe considerarse el acceso radioeléctrico público a una centralita (por ejemplo, hoteles, hospitales, etc.).

1.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA IMT-2000

Se puede describir un sistema IMT-2000 como un conjunto de entidades funcionales, de subsistemas funcionales de alto nivel que toman decisiones e interactúan entre sí para dar soporte a usuarios IMT-2000 inalámbricos. Un sistema IMT-2000 se caracteriza por su habilidad para proporcionar capacidades IMT-2000 a sus usuarios a partir de los conjuntos de capacidades IMT-2000.

Un sistema IMT-2000 está constituido por los siguientes subsistemas funcionales (Figura 1.1):

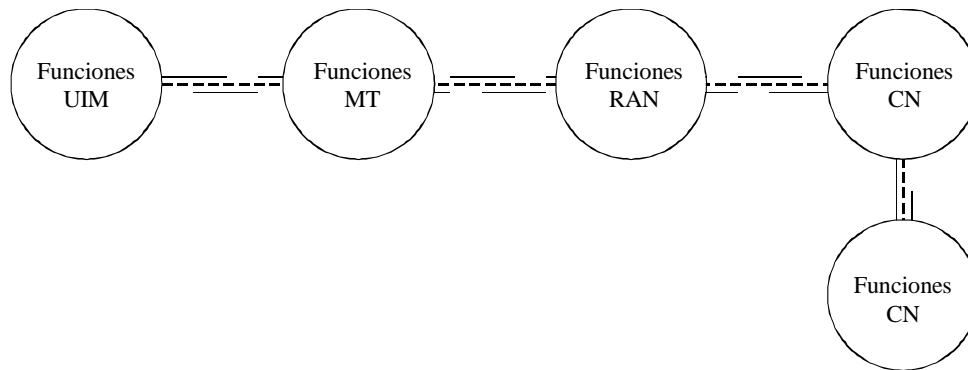


Figura 1.1. Subsistemas funcionales IMT-2000

- **Subsistema funcional Módulo de Identidad de Usuario (UIM, *User Identity Model*):** Las funciones UIM soportan la seguridad, los servicios de usuario y pueden residir en una tarjeta física amovible para un Terminal Móvil o pueden estar integradas en el propio MT.
- **Subsistema funcional Terminal Móvil (MT, *Mobile Terminal*):** Las funciones MT proporcionan la capacidad de comunicación con el UIM y la Red de Acceso Radioeléctrico, además soportan los servicios y la movilidad de usuario.
- **Subsistema funcional Red de Acceso Radioeléctrico (RAN, *Radio Access Network*):** Las funciones RAN proporcionan la capacidad de comunicación con el MT y la Red Central. Las funciones en la RAN actúan como puente, direccionador y pasarela según las necesidades para intercambiar información entre la Red Central y el MT.
- **Subsistema funcional Red Central (CN, *Core Network*):** Las funciones CN proporcionan la capacidad de comunicación con la RAN y otras CN así como las funciones necesarias para soportar servicios de usuario y movilidad de usuario.

Estos subsistemas funcionales se presentan con fines de modelización y pueden implementarse como una o más plataformas físicas en diversas configuraciones. Los subsistemas funcionales se descomponen después en elementos funcionales más pequeños que se describen en el modelo funcional de red para las IMT-2000.

1.3. FAMILIA IMT-2000

La familia IMT-2000 (Figura 1.2) es una federación de miembros que proporciona capacidades IMT-2000 a sus usuarios a partir de los conjuntos de capacidades IMT-2000. Un miembro de la familia IMT-2000 es un sistema IMT-2000. Un miembro de la familia integra e incorpora las funciones IMT-2000 mediante entidades físicas e interfaces asociadas, según las necesidades, para proporcionar capacidades IMT-2000. La familia se caracteriza por la capacidad de sus sistemas miembros para prestar servicio a los abonados de otros miembros de la familia en una oferta de servicio de itinerancia. Sin embargo, miembros individuales de la familia pueden tener especificaciones internas de sistema diferentes (por ejemplo, funcionalidades en entidades físicas, protocolos de señalización, etc.).

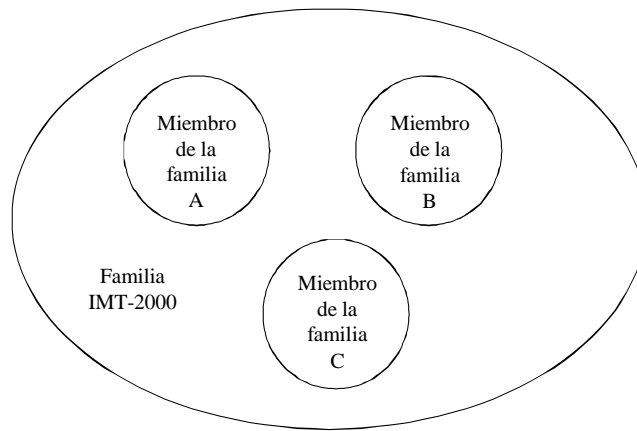


Figura 1.2. Familia IMT-2000

Los subsistemas funcionales UIM, MT, RAN y CN pueden ser específicos de cada miembro de la familia junto con los procesos internos asociados, las interacciones internas y la comunicación interna entre entidades funcionales. Soportar capacidades e interfaces IMT-2000 facilitará la itinerancia entre miembros de la familia.

Las redes de los miembros de la familia interfuncionan cuando es preciso para cumplir los objetivos de itinerancia.

Las prestaciones clave de los miembros de la familia IMT-2000 son:

- Soporte de usuarios de otros miembros de la familia en una oferta de servicio de itinerancia.
- Suministro de un conjunto adecuado de ofertas de servicio basado en los conjuntos de capacidades e interfaces IMT-2000 (para limitaciones técnicas y requisitos de mercado dados).

La UIT dispone de un conjunto de especificaciones de interfaz¹ para lograr las prestaciones clave anteriores.

1.4. TENDENCIAS ACTUALES

Uno de los aspectos más delicados en el diseño de los futuros sistemas de telecomunicaciones inalámbricos es realizar una previsión adecuada de las futuras tendencias tecnológicas y del mercado. Esta dificultad se ve aumentada por los rápidos avances de la tecnología en los últimos años y las demandas cada vez más sofisticadas del usuario final. Por ejemplo, en un futuro próximo, las redes inalámbricas probablemente deberán soportar datos a alta velocidad, imágenes y/o sistemas multimedia además del simple tráfico vocal, para satisfacer las demandas del usuario. Incluso las señales vocales se codificarán de forma distinta y a diferentes velocidades para los diversos servicios y aplicaciones. Ello exigirá la creación de una infraestructura que pueda soportar las conexiones de usuario final con diferentes requisitos técnicos de los sistemas. En consecuencia, el diseño de las futuras redes inalámbricas debe ser lo más flexible posible. Evidentemente, se necesita una infraestructura común y flexible que pueda adaptarse por un lado a las múltiples tecnologías de las interfaces radioeléctricas y por otro lado a las diversas tecnologías de las redes fijas.

Cuando se introduzca IMT-2000, las redes vocales de banda estrecha seguirán siendo predominantes en las redes fijas pero las redes avanzadas de banda ancha también serán un componente crítico. En estas redes de banda ancha, se seleccionará probablemente la tecnología

¹ Descripción detallada de Interfaces en la Monografía “Propuesta de un Modelo de Integración entre una Red WATM y una Red IMT-2000”

de Modo de Transferencia Asíncrono ATM (Asynchronous Transfer Mode) para la conmutación y la transmisión, debido a que ofrece una plataforma común y flexible a partir de la cual pueden establecerse distintos tipos de comunicaciones (vocales, de datos, de imagen, de vídeo, de sonido de alta calidad y multimedia).

Además, existe una tendencia generalizada a escala mundial hacia el establecimiento de normas sustancialmente independientes de la tecnología a fin de maximizar su posible aplicación a un cierto número de distintos entornos.

Diversas tendencias están teniendo una influencia significativa en el diseño de las redes de telecomunicaciones y cabe prever que este proceso se incrementará en el futuro. Los trabajos llevados a cabo en otros organismos de normalización, especialmente en el tema de banda ancha, así como los avances tecnológicos importantes están contribuyendo a que se produzca esta situación.

En el diseño de la red, las diversas tendencias tienen consecuencias importantes:

- La separación de las aplicaciones de las redes.
- La convergencia entre las telecomunicaciones y las tecnologías de la información.
- La convergencia de las capacidades de las redes fijas, móviles y privadas.
- La importancia cada vez mayor de las comunicaciones personales.
- Los nuevos conceptos de procesamiento distribuido disponibles para el control de servicio.
- La utilización cada vez mayor de ATM y del Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) para el transporte de todo tipo de información.
- La necesidad de una transferencia sin discontinuidades de una norma/tecnología de telecomunicaciones a otra posterior, o de una evolución dentro de la norma.

1.5. OBJETIVOS DE IMT-2000 QUE TIENEN INFLUENCIA SOBRE LA MODULARIDAD

Entre los objetivos de diseño más importantes para los Sistemas IMT-2000 se pueden citar: Minimizar el número de interfaces radioeléctricas, maximizar la uniformidad entre ellas y poder contar con la flexibilidad suficiente para adaptar los distintos servicios en estas interfaces radioeléctricas. Dichos objetivos de diseño deben satisfacerse para reducir al mínimo los costes y facilitar la implantación del servicio y las redes.

Se han establecido diversos objetivos que imponen ciertos requisitos en el diseño de los sistemas IMT-2000 y en el diseño de las redes que los implementen.

Los aspectos fundamentales son los siguientes:

- Facilitar la evolución hacia las IMT-2000 a partir de los actuales sistemas fijos y móviles.
- Proporcionar una plataforma/marco general común para el soporte de diversas categorías de servicios.
- Adaptación a las necesidades de los suministradores de servicios y operadores de redes para diferenciar sus ofertas de servicios.
- Facilitar la instalación del sistema de forma coherente con las diversas necesidades de los suministradores de servicios y operadores de redes.

Cada uno de estos objetivos puede tener una influencia muy significativa en el diseño del protocolo, la red y el sistema IMT-2000.

En resumen, dos objetivos principales que deben lograrse para los mecanismos de transporte son: La independencia con respecto a la tecnología de transmisión y el soporte de una amplia gama de servicios en constante evolución.

Una arquitectura funcional y física modularizada debe satisfacer los siguientes requisitos:

- Futura evolución.
- Interfuncionamiento entre una variedad de tecnologías/normas de acceso, redes/normas de transporte y control central.
- Normas de telecomunicaciones independientes de la tecnología.
- Opciones de diferenciación del servicio para los operadores y/o los suministradores de servicios.
- Normas que proporcionen un margen, dentro de un marco genérico, para introducir mejoras a fin de satisfacer necesidades específicas.
- Soporte de una variedad de entornos radioeléctricos.
- Compatibilidad hacia atrás.

Los Sistemas IMT-2000 proporcionan diferentes entornos radioeléctricos lo que facilita en principio la elección de distintas tecnologías de interfaces radioeléctricas. Para minimizar las inversiones en la red central, se considera que debe investigarse la posibilidad de conectar distintos módulos de transmisión radioeléctrica al mismo equipo de la red central (por ejemplo un conmutador). Además, se ha reconocido que los Sistemas IMT-2000 son «a prueba de futuro», es decir, que pueden evolucionar sustituyendo unos módulos y manteniendo otros. Tal diseño facilita igualmente la evolución de los sistemas móviles actualmente en servicio o aquellos introducidos antes de los Sistemas IMT-2000 (denominados sistemas «pre-IMT-2000») hacia Sistemas de Tercera Generación. Un método para lograr este objetivo es separar claramente los módulos de transmisión radioeléctrica de la red central.

1.6. MÉTODO PARA LA MODULARIDAD

El método recomendado para la modularidad se basa en la separación de las funcionalidades de transporte, acceso, control y gestión dentro de los sistemas. Un sistema se define como un grupo de dispositivos regularmente interactivos o interdependientes que forman en su conjunto una tecnología unificada.

Los sistemas deben descomponerse en un cierto número de subsistemas cada uno de ellos consistente de recursos y de funcionalidades completamente controlados por dicho subsistema. Los límites del subsistema deben definirse y especificarse claramente; cada subsistema debe proporcionar sus propias capacidades específicas a uno o más subsistemas y ser capaz de utilizar las capacidades de otros subsistemas.

Los subsistemas o redes pueden mejorarse para proporcionar capacidades adicionales sin afectar a ningún otro subsistema o red. Las mejoras de los subsistemas o redes individuales pueden implementarse/establecerse en cualquier orden para facilitar el desarrollo del sistema y el funcionamiento/evolución de la red. En este caso, la red se define como un conjunto de nodos y de enlaces que proporciona conexiones entre dos o más puntos definidos a fin de facilitar las telecomunicaciones entre ellos. De forma similar, pueden añadirse subsistemas completamente nuevos para tener en cuenta la evolución de las necesidades sin afectar negativamente al resto de subsistemas.

Las interfaces entre las diferentes subredes deben definirse y establecerse claramente de manera que sea posible introducir o mejorar una nueva subred sin provocar problemas en otra red. Idealmente, las interfaces entre las distintas subredes deben ser independientes de la tecnología radioeléctrica, de manera que pueda emplearse cualquier tecnología adecuada.

El método de subsistema/red modular facilita la evolución de sistemas y redes. Cada módulo (subsistema/red) debe ser compatible para conexión, en el sentido de que en cada red puedan cambiarse módulos de sustitución sin que ello tenga repercusión en otros módulos (de la misma red o de otras redes).

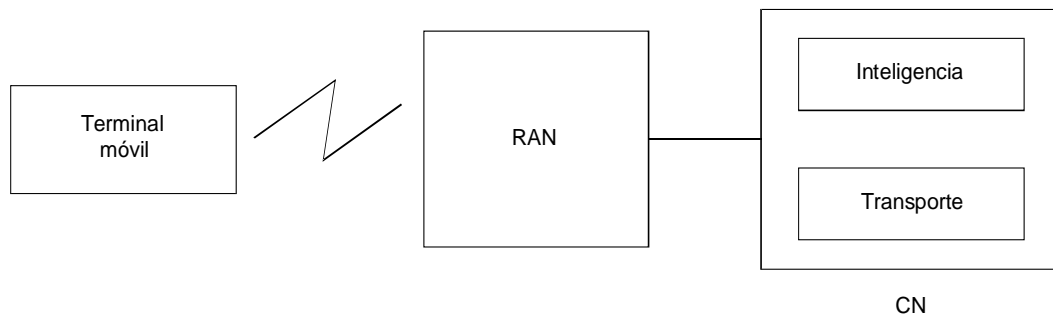
Puede establecerse una clara distinción entre los módulos de transmisión radioeléctrica y la red central diseñando un mecanismo de transporte en el lado de acceso radioeléctrico independiente de la tecnología radioeléctrica utilizada (tamaño de trama, acceso múltiple, modulación, etc.).

Desde el lado de red, el mecanismo de transporte define las capacidades de portadora independientes de la tecnología radioeléctrica. Estas capacidades de portadora también son utilizadas por las capas más elevadas de la estación móvil. Son interpretadas por las funciones con dependencia radioeléctrica para establecer los recursos radioeléctricos necesarios.

Desde el punto de vista de la modularidad, puede considerarse que los Sistemas IMT-2000 tienen dos elementos principales: la RAN y la CN (Otros términos para denominar la red central son la red básica y el subsistema de red), más el terminal móvil como muestra la Figura 1.3.

Las funciones de adaptación pueden implementarse entre redes de acceso y redes centrales distintas. Además, existen las funciones de gestión del servicio, no indicadas en el diagrama anterior, que incluyen la creación de servicio, la prestación de servicio, las capacidades de control de cliente y el soporte para la administración, coordinación y control de los sistemas de apoyo operativo.

La flexibilidad ofrecida por ATM, TCP/IP y otras tendencias actuales en las técnicas de transporte supone un respaldo adecuado para el concepto de modularidad y debe considerarse al formular los elementos funcionales de la arquitectura modularizada.

*La RAN:*

- proporciona la conectividad entre los terminales móviles y la CN;
- consiste típicamente en una red de estaciones base y sus controladores asociados.

La CN consta de transporte e inteligencia.

El transporte:

- proporciona el transporte para el tráfico de usuario y el tráfico de señalización, incluida la conmutación;
- proporciona una conectividad universal y fiable;
- desplaza el tráfico a través de la red, pero el control de encaminamiento se encuentra en la inteligencia fuera de la red de transporte.

La inteligencia:

- incluye funciones relativas a la lógica de servicio y control de servicio que se encuentran fuera de la red de transporte;
- puede distribuirse a lo largo de los elementos de red;
- ofrece y recibe servicios mediante un conjunto controlado de interfaces bien definidas;
- incluye las funciones de gestión de movilidad.

Figura 1.3. Modelo de Sistema IMT-2000 de alto nivel

1.7. DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO

Para estructurar las funciones de la interfaz radioeléctrica se adaptará un protocolo por capas. En la Figura 1.4 se representa el modelo de protocolo radioeléctrico básico previsto actualmente, el cual incluye un protocolo por capas formal y una estructura de capas que señala si las funciones dependen o no de la transmisión radioeléctrica.

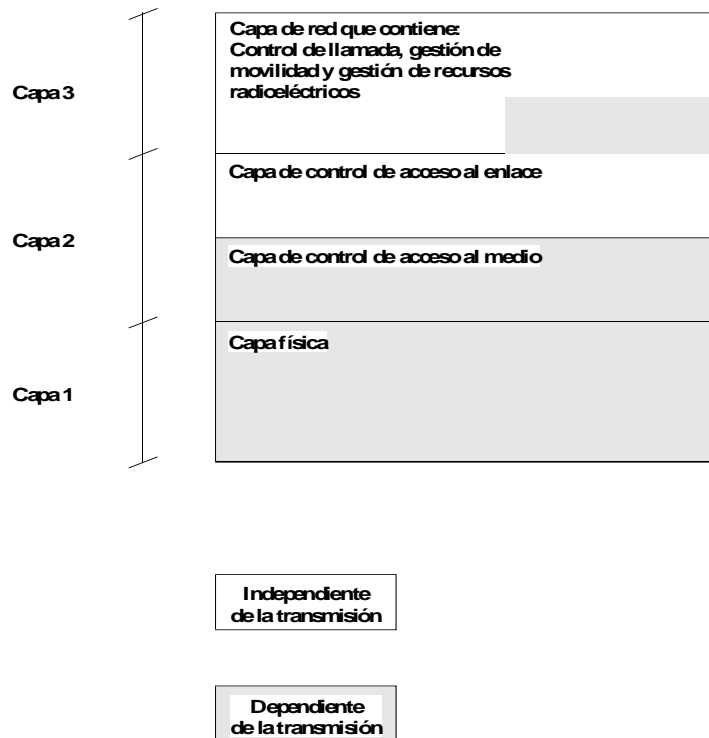


Figura 1.4. Modelo de protocolo previsto actualmente.

En el protocolo por capas formal, la capa 1 es la capa física. La tradicional capa 2 o capa de enlace de datos, consta de dos subcapas: Control de Acceso al Medio MAC (Medium Access Control) y Control de Acceso al Enlace LAC (Link Access Control). La capa 3 contiene funciones tales como control de llamada, gestión de la movilidad y gestión de los recursos radioeléctricos, algunas de las cuales dependen de la transmisión. Además, para diversos tipos de servicios de usuario la capa 3 será transparente a los datos de usuario.

De forma adicional, puede que sea necesario que la entidad de gestión del sistema lleve a cabo diversas tareas de red y de mantenimiento del sistema, que no aparecen en las pilas de protocolo tradicionales.

Puede haber dependencias físicas importantes entre la capa 1 y la capa MAC y posiblemente también con la capa LAC. Conviene mantener la capa 3 independiente de la transmisión radioeléctrica, en la medida de lo posible.

1.7.1. Capa física (Capa 1)

Esta capa proporciona un enlace radioeléctrico constituido por mediación de las interfaces radioeléctricas, caracterizado por su caudal y la calidad de los datos. Conviene que los requisitos en cuanto a calidad de transmisión desde las capas superiores a las capas físicas sean comunes para todos los servicios.

1.7.2. Capa de Enlace (Capa 2)

Esta capa consta de las siguientes subcapas:

- *Capa MAC.* Esta capa controla el enlace radioeléctrico de la capa 1 y realiza el control de calidad del enlace y la correspondencia del flujo de datos en este enlace radioeléctrico. Se pretende identificar las partes comunes de diseño en la capa MAC de las diversas interfaces radioeléctricas y su explotación cuando sea posible.

- *Capa LAC.* Realiza las funciones esenciales para el establecimiento, mantenimiento y liberación de una conexión de enlace lógica. Puede aplicarse a todas las interfaces radioeléctricas un sistema de protocolo común para el control de acceso al enlace que soporta una cierta gama de modos de control. Esta capa puede ser común a todas las interfaces radioeléctricas. En la medida de lo posible no debe contener funciones dependientes de la transmisión radioeléctrica.

1.7.3. Capa de Red (Capa 3)

Contiene funciones tales como control de llamada, gestión de movilidad y gestión de recursos radioeléctricos, algunas de las cuales dependen de la transmisión. Además, para diversos tipos de servicios de usuario la capa 3 será transparente a los datos de usuario. La funcionalidad del radioenlace incluye únicamente funciones hasta la capa 3 y la de control hasta la capa MAC.

Otro aspecto que es importante considerar para entender perfectamente el flujo de mensajes, es la función que desempeñan los canales lógicos, los cuales corresponden a uno o más canales físicos.

La Figura 1.5 muestra la estructura del canal lógico para las IMT-2000. Algunos servicios y funcionalidades pueden utilizar un subconjunto de esta estructura, el cual puede cambiar en el tiempo.

Existen dos categorías principales de canales lógicos:

- Canales de control, que cursan fundamentalmente mensajes de gestión del sistema.
- Canales de tráfico, que cursan señales de datos o señales vocales del usuario.

1.7.3.1. Canales de control

Se emplean principalmente para cursar información de señalización para la gestión de llamada, la gestión de la movilidad y gestión de los recursos radioeléctricos. La configuración de canal de estación móvil contiene uno o más canales de control, que pueden variar en el tiempo con la configuración de canal.

Los canales de control se subdividen, además, en distintos tipos de canal de control, con características comunes:

- *Canal de Control Común CCCH (Common Control Channel):*

Es un canal de control punto a multipunto que cursa mensajes para conexión, destinados fundamentalmente a transportar la información de señalización necesaria para las funciones de gestión de acceso. Los tipos de mensajes que cabe esperar en el canal de control común son los siguientes:

- Información de difusión.
- Solicitud de acceso.
- Permiso de acceso.
- Mensajes de radiobúsqueda.
- Datos de paquete de usuario.

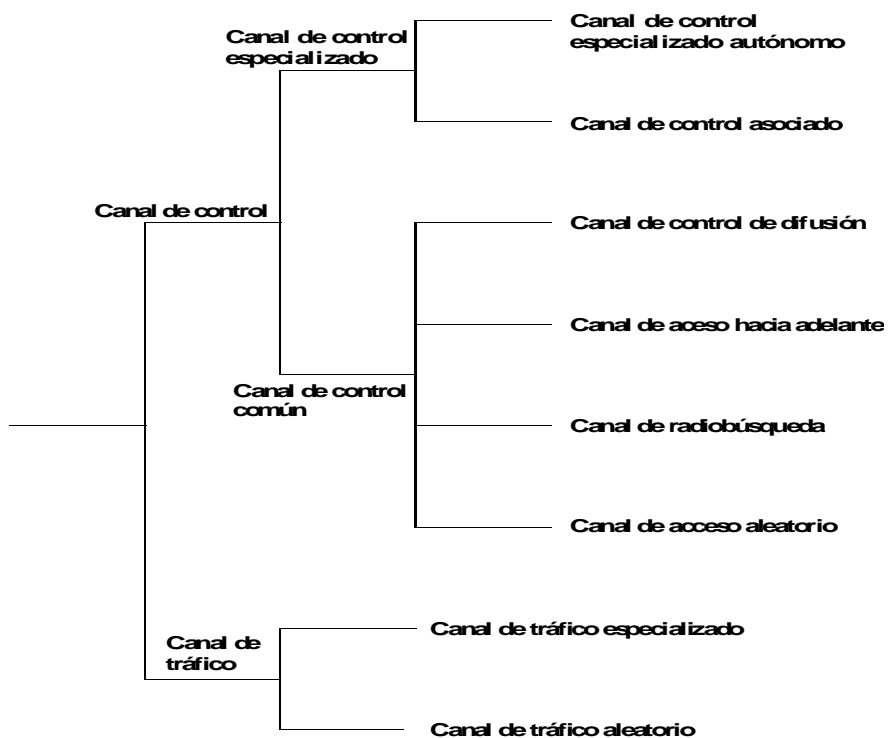


Figura 1.5. Estructura del canal lógico.

Existen cuatro tipos distintos de canales CCCH²; canales de control de difusión, canales de acceso aleatorio, canales de acceso hacia adelante y canales de radiobúsqueda.

- *Canal de Control Especializado DCCH (Dedicated Control Channel):*

Es un canal de control bidireccional punto a punto. Pueden existir DCCH con una variedad de velocidades binarias.

Los DCCH se clasifican, atendiendo a sus características técnicas en canales de control especializado autónomo y canales de control asociado.

1.7.3.2. Canales de tráfico

Los canales de tráfico tienen por objeto cursar una amplia variedad de trenes de información de usuario. Esos canales pueden utilizarse para proporcionar acceso a diversos modos de comunicaciones en las IMT-2000 y en las redes a las cuales las IMT-2000 permiten el acceso. Existen dos tipos de canales de tráfico³ clasificados de acuerdo con sus características técnicas; canales de tráfico especializado y canales de tráfico aleatorio.

Para facilitar el interfuncionamiento con la RDSI, los canales de tráfico deben ofrecer una capacidad equivalente en funcionalidad a la de los canales en la RDSI B. La velocidad de transmisión de datos exacta o la gama de velocidades de transmisión de datos soportada será específica a la transmisión radioeléctrica. Las limitaciones impuestas por la transmisión radioeléctrica, la disponibilidad de espectro y los aspectos de tipo económico puede que hagan difícil proporcionar una completa capacidad de canal RDSI B.

² Descripción detallada de los canales de control en la Monografía “Propuesta de un Modelo de Integración entre una Red WATM y una Red IMT-2000”

³ gDescripción detallada de los canales de tráfico en la Monografía “Propuesta de un Modelo de Integración entre una Red WATM y una Red IMT-2000”

1.8. CONSIDERACIONES SOBRE LA TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN RADIOELÉCTRICA

En un sistema de telecomunicaciones (véase la Figura 1.6), una Tecnología de Transmisión Radioeléctrica RTT (Radio Transmission Technology) refleja la combinación de alternativas y conceptos técnicos que permiten establecer un subsistema radioeléctrico. El proceso de evaluación de las posibles RTT para las IMT-2000 supondrá maximizar los aspectos independientes de la transmisión y minimizar las diferencias entre los restantes aspectos dependientes de la transmisión en los diversos entornos operativos de las IMT-2000, desde una perspectiva de la implementación.

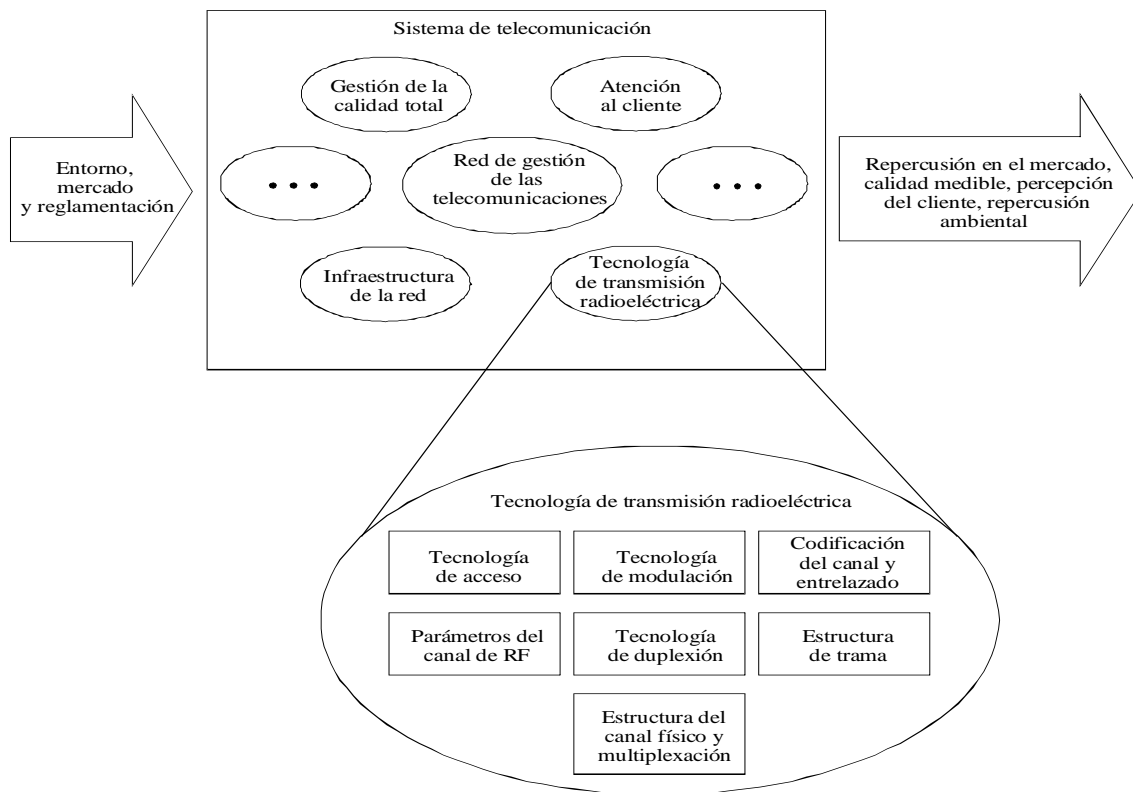


Figura 1.6. Tecnologías de transmisión radioeléctrica que forman parte de un sistema de telecomunicaciones

Tal como se representa en la Figura 1.7, la parte dependiente de la transmisión de la interfaz radioeléctrica puede considerarse como un conjunto de bloques funcionales. Hay que señalar que todos estos bloques funcionales no son necesariamente dependientes de la transmisión en su totalidad. Los bloques funcionales identificados aquí son los siguientes:

- Tecnología de acceso múltiple.
- Tecnología de modulación.
- Codificación del canal y entrelazado.
- Parámetros del canal de RF tales como ancho de banda, atribución y separación entre canales.
- Tecnología de duplexión.
- Estructura de trama.
- Estructura del canal físico y multiplexación.

En el proceso de elección del diseño, hay que considerar las dependencias entre los bloques funcionales mencionados. Algunas de las interdependencias que se representan en la Figura 1.7. se describen con más detalle en el numeral 1.8.1.

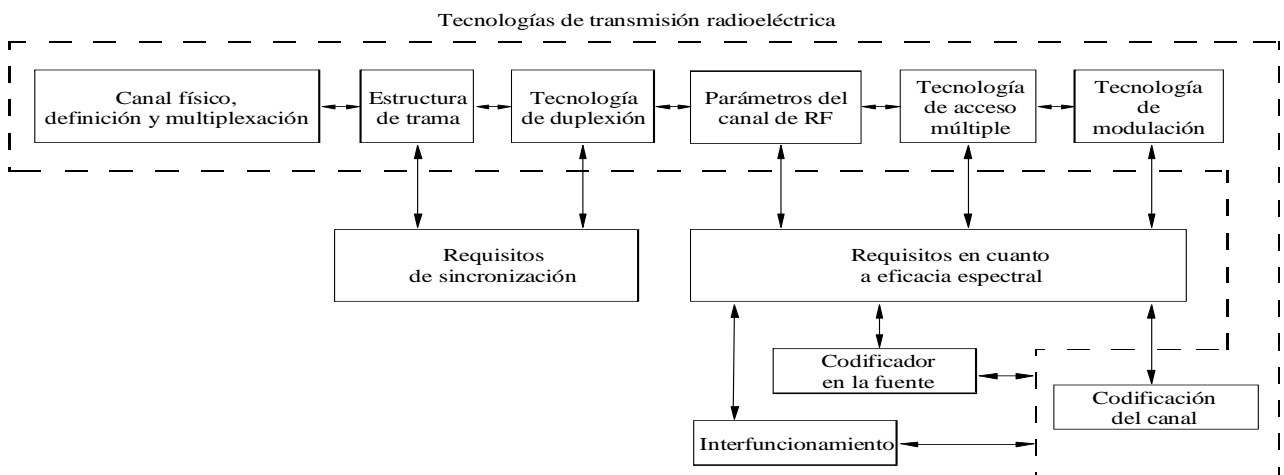


Figura 1.7. Bloques funcionales y sus interdependencias

1.8.1. Bloques funcionales de las tecnologías de transmisión radioeléctrica

1.8.1.1. Tecnología de acceso múltiple

La elección de la tecnología de acceso múltiple, Acceso Múltiple por División de Frecuencia FDMA (Frequency Division Multiple Access), Acceso Múltiple por División de Tiempo TDMA (Time Division Multiple Access), Acceso Múltiple por División de Código CDMA (Code Division Multiple Access) tiene una repercusión importante en el diseño de la interfaz radioeléctrica.

1.8.1.2. Tecnología de modulación

La elección de la tecnología de modulación depende principalmente del entorno radioeléctrico y de los requisitos en cuanto a eficiencia espectral.

1.8.1.3. Codificación del canal y entrelazado

La elección de la codificación del canal depende del entorno de propagación y de la eficacia espectral, así como de los requisitos de calidad de los diversos servicios. Las aplicaciones de células grandes, especialmente en el caso de la componente satelital, suele exigir una codificación del canal más potente, mientras que los sistemas microcelulares, utilizados en un entorno peatonal, pueden permitir efectuar una codificación del canal menos compleja. Para elegir la codificación del canal con o sin entrelazado, puede ser conveniente disponer de múltiples alternativas, optimizadas cada una de ellas para el entorno de servicio adecuado.

1.8.1.4. Tecnología de duplexación

La elección de la tecnología de duplexación afecta principalmente a la decisión en cuanto a ancho de banda del canal de RF (Radio Frecuencia) y longitud de trama. La tecnología de duplexación puede ser independiente de la de acceso pues, por ejemplo, con los sistemas de TDMA o CDMA

puede utilizarse la Duplexación por División de Frecuencia FDD (Frequency Division Duplex) o la Duplexación por División en el Tiempo TDD (Time Division Duplex).

1.8.1.5. Estructura del canal físico y multiplexación

El canal físico es una parte específica conformada por uno o más canales de radiofrecuencia definidos en el dominio de la frecuencia, del tiempo y del código. Dependiendo de la disponibilidad de espectro, de los requisitos de servicio, etc., la estructura del canal físico puede variar en el tiempo. Existen canales por conmutación de paquetes y por conmutación de circuitos.

La multiplexación es un proceso de combinación de los canales lógicos, que puede lograrse utilizando una estructura por tramas.

Para obtener un máximo grado de uniformidad de diseño en las interfaces radioeléctricas IMT-2000, conviene separar la función de multiplexación en componentes dependientes e independientes de la transmisión. Estos últimos componentes deben maximizarse.

El método de multiplexación debe tener en cuenta los requisitos de calidad de funcionamiento de los diversos servicios y debe emplear esta información para optimizar de forma dinámica el flujo de información cursado a través de los recursos radioeléctricos asignados.

1.8.1.6. Estructura de trama

La estructura de trama depende principalmente de la tecnología de acceso múltiple (por ejemplo, FDMA, TDMA, CDMA) y de la tecnología de duplexión (por ejemplo, FDD, TDD). Hay que lograr el máximo de elementos comunes manteniendo la misma estructura de trama, siempre que sea posible. Esto quiere decir que han de mantenerse, cuando sea posible, los campos de datos que identifican canales físicos y lógicos, así como la longitud de trama.

1.8.1.7. Parámetros del canal de RF

Un canal de radiofrecuencia (radiocanal) representa un tramo especificado del espectro de RF capaz de cursar información a través de interfaces radioeléctricas, con parámetros como ancho de banda definida, frecuencia portadora, atribución y separación entre canales.

1.8.2. Otros bloques funcionales

1.8.2.1. Codificador de la fuente

La elección del codificador de la fuente puede efectuarse, por lo general, con independencia del método de acceso.

1.8.2.2. Interfuncionamiento

La Función de Interfuncionamiento IWF (Interworking Function) convierte los servicios de datos normalizados a las velocidades utilizadas internamente por el subsistema de transmisión radioeléctrica. La IWF se aplica al codificador del canal en el lado de transmisión y procede del decodificador del canal en el lado de recepción.

Con la descripción de las consideraciones sobre la tecnología de transmisión radioeléctrica, se concluye este capítulo y se determina la ubicación del módulo RAN dentro del entorno del Sistema IMT-2000, lo cual es fundamental para dar inicio a la propuesta de un modelo funcional del módulo RAN que será especificada en el siguiente capítulo.

Capítulo 2

PROPUESTA DE UN MODELO FUNCIONAL DEL MÓDULO RAN

Este capítulo tiene como propósito especificar en el Lenguaje Unificado de Modelado UML (Unified Modeling Language) la propuesta de un modelo funcional del módulo RAN del sistema IMT-2000, que permita su descripción a nivel funcional e interacción de sus funciones, con el propósito de conocer su operación real, comportamiento y ubicación dentro del entorno del sistema IMT-2000.

En este capítulo se proponen unas secuencias de flujos de información entre las Entidades Funcionales FE (Functional Entity) relacionadas con el control de acceso radioeléctrico debido a que actualmente la UIT no ha especificado en una Recomendación los flujos de información relativos a la Gestión de Recursos Radioeléctricos RRM (Radio Resource Management), a la Gestión de la Estación Base BSM (Base Station Management) o entre la RAN y la CN. Los flujos de información de BSM y de RAN-CN están fuera del ámbito del CS-1 de la IMT-2000 según 8.1/Q.1701.

Posteriormente se empleará UML para describir y modelar la propuesta de un modelo funcional del módulo RAN del sistema IMT-2000 para finalmente realizar su validación mediante esquemas de fallas en la transmisión a través de la RAN.

2.1. ASPECTOS GENERALES

El sistema debe proporcionar la capacidad de comunicación con la CN y el MT, además actuar como puente, direccionador y pasarela según las necesidades para intercambiar información entre el MT y la CN.

Los Sistemas que interactúan con el Sistema Módulo RAN son los siguientes:

Sistema funcional terminal móvil (MT, Mobile Terminal): Las funciones MT proporcionan la capacidad de comunicación con el UIM y la RAN, además soportan los servicios y la movilidad de usuario.

Sistema funcional red central (CN, Core Network): Las funciones CN proporcionan la capacidad de comunicación con la RAN y otras CN así como las funciones necesarias para soportar servicios de usuario y movilidad de usuario.

2.2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

2.2.1. Declaración del Propósito del Sistema

El objetivo del Sistema es proporcionar la capacidad de comunicación con el MT y la CN, actuar como puente, direccionador y pasarela según las necesidades para intercambiar información entre CN y el MT.

2.2.2. Requerimientos Iniciales para el Sistema

El sistema debe proveer las siguientes prestaciones y facilidades:

Al MT

1. Permitir el establecimiento y liberación de una comunicación con la CN, a través de un enlace inalámbrico soportado por el módulo RAN.
2. Brindar los servicios de telecomunicación del Sistema IMT-2000 que son soportados por la CN.
3. Brindar respuestas a cuestiones originadas en el Sistema.
4. Asignar los recursos relativos al espectro radioeléctrico y a la movilidad.
5. Proporcionar el transporte de información de usuario a través de los recursos del módulo RAN.

Al CN

1. Brindar la información indispensable para soportar el establecimiento y liberación de una comunicación con el MT, a través de un enlace inalámbrico soportado por el módulo RAN.
2. Proporcionar los recursos necesarios para ofrecer al usuario los servicios de telecomunicación del Sistema IMT-2000
3. Brindar respuestas a cuestiones originadas en el MT, las cuales son indispensables para su procesamiento.
4. Asignar los recursos relativos al espectro radioeléctrico y a la movilidad.
5. Proporcionar el transporte de información de usuario a través de los recursos del módulo RAN.

2.2.3. Esquemas de secuencia de flujos de información entre Entidades Funcionales relacionadas con el control de acceso radioeléctrico

Para tener una visión más amplia del propósito y los requerimientos del sistema, se crearon esquemas de secuencias de flujos de información entre las Entidades Funcionales FE (Functional Entity) que interactúan entre sí para soportar todas las funcionalidades del módulo RAN del Sistema IMT-2000.

Debe resaltarse la gran importancia que tienen los esquemas de secuencia en este capítulo debido a que éstos describen detalladamente el funcionamiento del Sistema, lo cual conlleva a que sean la base fundamental para el desarrollo del modelamiento del módulo RAN del Sistema IMT-2000.

La información requerida para la realización de éstos esquemas se encuentra en el Anexo “Los Modelos Funcionales IMT-2000” de esta Monografía, el cual contiene todas las funciones de cada entidad perteneciente al módulo RAN.

Estas funciones se agruparon en cuatro funciones más específicas y cada una se expone en un esquema de secuencia:

- Esquema de secuencia No.1: Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso.
- Esquema de secuencia No.2: Realizar Radiobúsqueda de Terminal .
- Esquema de secuencia No.3: Determinar Posición Geográfica.
- Esquema de secuencia No.4: Realizar Entrega de Mensajes.

En los esquemas se utiliza la notación F_x ($x=1,2,3, \dots n$) para representar cada una de las funciones de las FE y la notación f_x ($x=1,2,3, \dots n$) para representar cada uno de los flujos que permiten la interacción de las funciones de las FE. El valor x representa el orden de las funciones y n el número máximo de funciones en el esquema de secuencia.

La razón por la cual una función no se relaciona con otras, es debido a que no requiere enviar o recibir información para su ejecución.

2.2.3.1.Descripción de los esquemas de secuencia

Esquema de secuencia No. 1: Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso

Las funciones que hacen parte de este esquema se describen a continuación (Ver Figura 2.1):

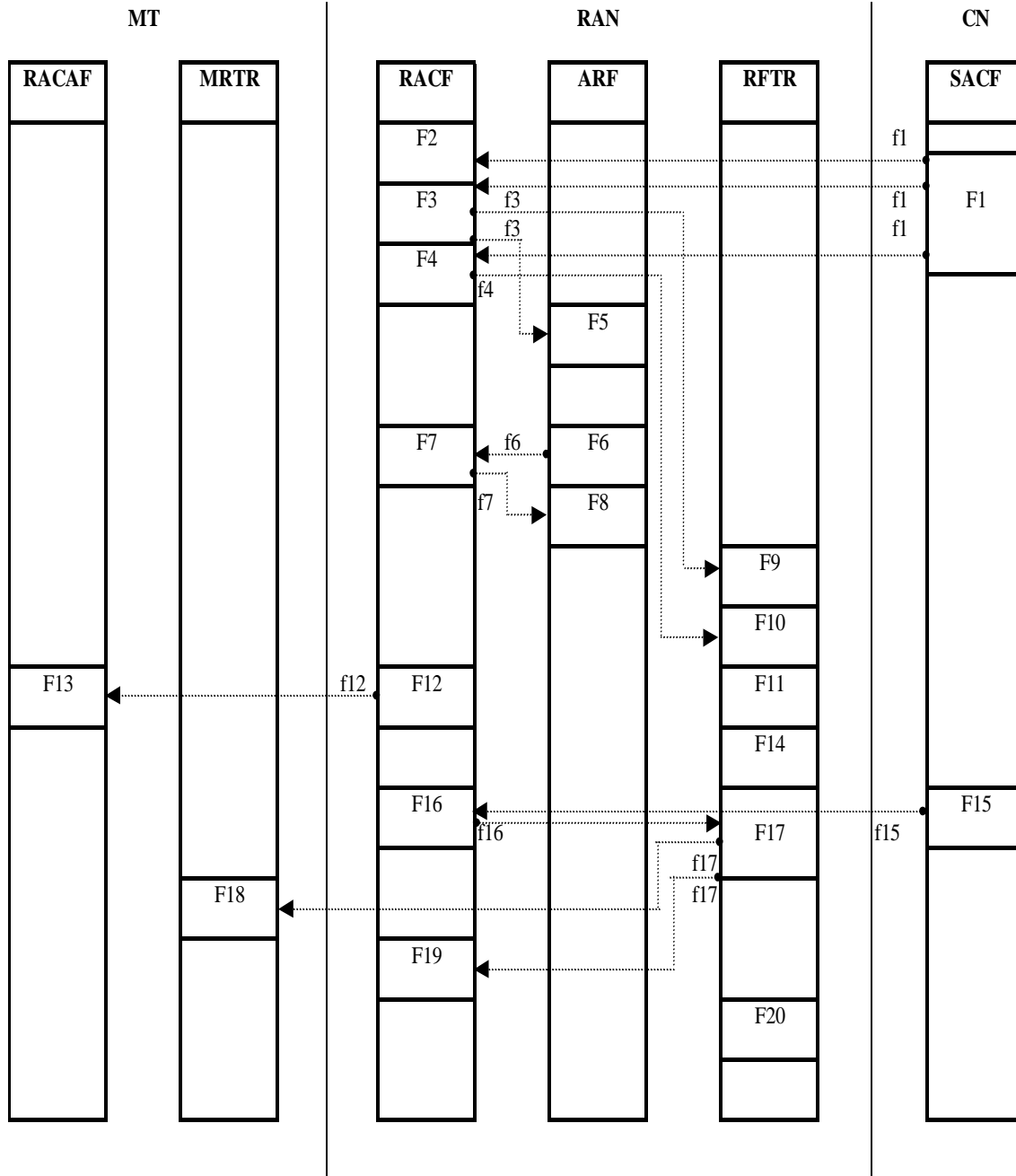


Figura 2.1. Esquema de secuencia No.1
Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso

F1: Establece y libera enlaces de acceso.

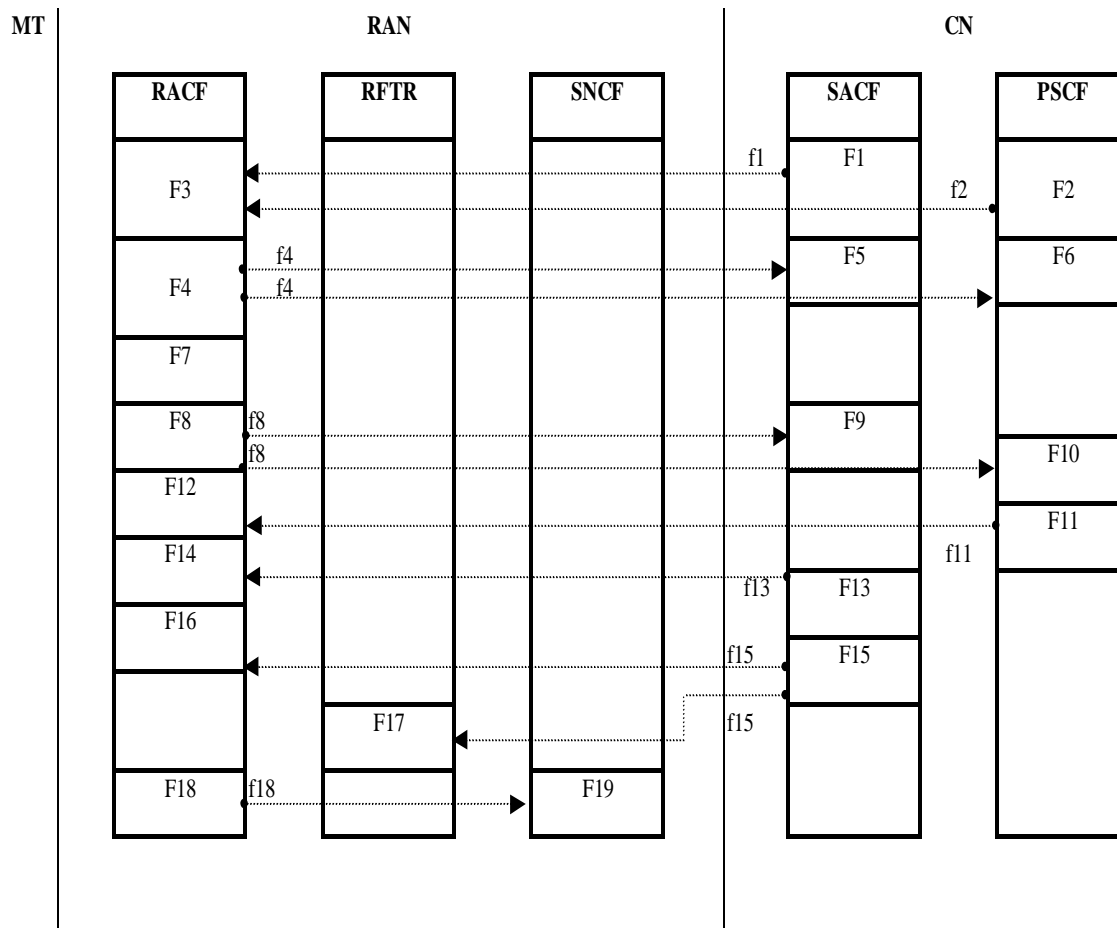
f1: Solicitud de establecimiento y liberación de enlaces de acceso.

- F2: Proporciona información para establecimiento y liberación de enlaces de acceso.
- F3: Establece y libera una rama del enlace de aproximación a la Estación Base BS (Base Station).
- f3: Solicitud de establecimiento y liberación de una rama de un enlace de aproximación a la BS.
- F4: Establece y libera el enlace radioeléctrico de acceso.
- F5: - Proporciona información para establecer y liberar una rama de un enlace de aproximación a la BS.
- Controla los recursos de transmisión para proporcionar la capacidad portadora solicitada.
- F6: Obtiene instrucciones de encaminamiento para una rama de un enlace de aproximación a la BS.
- f6: Solicitud de encaminamiento para una rama de un enlace de aproximación a la BS.
- F7: Proporciona la capacidad para encaminar un enlace de aproximación a la BS.
- f7: Informa sobre establecimiento de un enlace de aproximación a la BS.
- F8: Mantiene el estado de una rama de un enlace de aproximación a la BS.
- F9: Establece, mantiene, modifica y libera una rama de un enlace de aproximación a la BS.
- f4: Solicitud de establecimiento y liberación de una rama asociada de un enlace radioeléctrico de acceso.
- F10: Establece, mantiene, modifica y libera la rama asociada de un enlace radioeléctrico de acceso.
- F11: Mantiene el estado del enlace radioeléctrico entre el terminal móvil y la red.
- F12: Atribución y reatribución de uno o más canales radioeléctricos físicos para una rama de un enlace radioeléctrico de acceso.
- f12: Orden para atribuir y reatribuir canales radioeléctricos físicos.
- F13: Proporciona la atribución y reatribución de uno o más canales radioeléctricos físicos para una rama de un enlace radioeléctrico de acceso.
- F14: - Cifrar y descifrar el canal radioeléctrico cuando el cifrado es efectuado por FE relacionadas con el control de acceso radioeléctrico.

- Estimar la calidad de los canales radioeléctricos.
 - Establecer la potencia RF.
- F15: - Establece y libera una rama de un enlace de aproximación a la BS cuando el punto de macrodiversidad esta ubicado en la Función de Control de Acceso al Servicio SACF (Service Access Control Function).
- Controla la interconexión de ramas de un enlace de acceso y la ejecución de macrodiversidad en el traspaso en casos en los que el punto de macrodiversidad está situado en la SACF.
- f15: Informa sobre establecimiento y liberación de una rama de un enlace aproximación a la BS cuando el punto de macrodiversidad esta ubicado en la SACF.
- F16: Establece una conexión de señalización.
- f16: Solicitud de conexión de señalización.
- F17: - Proporciona el establecimiento de una conexión de señalización (es decir, detección y tratamiento de acceso aleatorio).
- Mantiene el estado de una conexión de señalización.
- f17: Información sobre conexión de señalización.
- F18: - Inicia acceso aleatorio.
- Mantiene el estado de una conexión de señalización.
- F19: - Toma la decisión de traspaso (evaluación de calidad del servicio basada en estimaciones de la calidad del canal radioeléctrico, incluidas células circundantes).
- Toma la decisión de traspaso (iniciada por el lado red para reatribuir los recursos).
 - Ejecuta el traspaso.
 - Concluye el traspaso.
 - Controla la interconexión de ramas de un enlace de aproximación a la BS y la ejecución de macrodiversidad en el traspaso cuando el punto de macrodiversidad está ubicado en la Función de Control de Acceso Radioeléctrico RACF (Radio Access Control Function).
- F20: Controla la interconexión de ramas de un enlace radioeléctrico de acceso y la macrodiversidad en el traspaso (cuando el punto de macrodiversidad está ubicado en la

Transmisión y Recepción en Radiofrecuencia RFTR (Radio Frequency Transmission and Reception)).

Esquema de secuencia No. 2: Realizar Radiobúsqueda de Terminal



**Figura 2.2. Esquema de secuencia No.2
Realizar Radiobúsqueda de Terminal**

Las funciones que hacen parte de este esquema se describen a continuación (Ver Figura 2.2):

F1: Solicitud ejecución de radiobúsqueda.

f1: Solicita ejecución de radiobúsqueda.

F2: Solicitud ejecución de radiobúsqueda.

- f2: Solicita ejecución de radiobúsqueda.
- F3: Ejecuta la radiobúsqueda de terminal con arreglo a la petición de SACF o de la Función de Control de Servicio de Paquetes PSCF (Packet Service Control Function) (para datos por paquetes).
- F4: Cifrar el control de ejecución cuando el cifrado es efectuado por FE relacionadas con el control de acceso radioeléctrico.
- f4: Orden para cifrado de ejecución.
- F5: Cifrar el control de ejecución (incluidos entrega y desencadenamiento de información de cifrado).
- F6: Cifrar el control de ejecución (incluidos entrega y desencadenamiento de información de cifrado).
- F7: - Determinar la posición de un terminal móvil y seguirle la pista mediante parámetros específicos del entorno radioeléctrico (por ejemplo, identificación de la célula utilizada por un terminal para acceder a la red).
- Hace corresponder información de ubicación específica del entorno radioeléctrico o (como es un ID de células) con una información de ubicación independiente del entorno radioeléctrico.
- F8: Proporciona información de ubicación del terminal con la exactitud requerida.
- f8: Información de ubicación del terminal con la exactitud requerida.
- F9: Identificar información de localización de terminal independientemente del entorno radioeléctrico a través de una o más RACF.
- F10: Identificar información de localización de terminal independientemente del entorno radioeléctrico a través de una o más RACF.
- F11: Inicia la atribución dinámica de recursos radioeléctricos, para el transporte de paquetes de datos a través de la interfaz radioeléctrica.
- f11: Informa sobre atribución dinámica de recursos radioeléctricos.
- F12: Controla la atribución dinámica de recursos radioeléctricos para el transporte de paquetes de datos a través de la interfaz radioeléctrica.

F13: Inicia la atribución dinámica de recursos radioeléctricos, para el transporte de datos a través de la interfaz radioeléctrica.

f13: Petición de selección y reserva de recursos radioeléctricos.

F14: - Selecciona y reserva recursos radioeléctricos para la ejecución del traspaso, iniciado por la propia RACF o a petición de SACF.

- Ejecuta el control de potencia RF.

F15: Soporta servicios basados en la ubicación dependientes de la información de localización en las RACF.

f15: Envía información sobre servicio.

F16: - Establece información de aceptabilidad del servicio.

- Juzga la aceptabilidad del servicio.

F17: - Establece información de aceptabilidad del servicio.

- Juzga la aceptabilidad del servicio.

F18: Controla dinámicamente la configuración de recursos de red radioeléctricos (en redes satélite).

f18: Información para conexión en redes satélite.

F19: - Establecer y liberar asociaciones y enlaces de conexión (hacia y desde la red central) y canales radioeléctricos.

- Gestiona la forma en que son fijados los canales radioeléctricos, por ejemplo, a haces puntuales de satélite.

- Establece y libera asociaciones entre diversos canales portadores en el satélite, por ejemplo en apoyo de llamadas directas de terminal a terminal, que no transitan por la red central.

Esquema de secuencia No. 3: Determinar Posición Geográfica

Las funciones que hacen parte de este esquema se describen a continuación (Ver Figura 2.3):

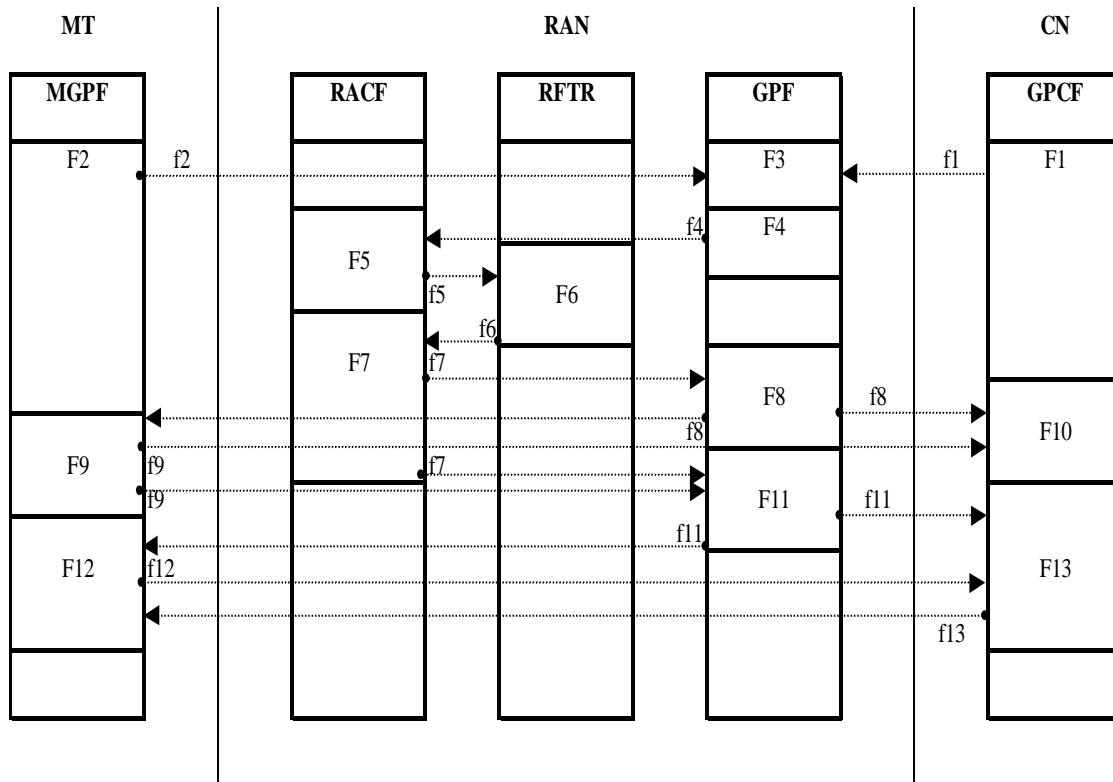


Figura 2.3. Esquema de secuencia No.3

Determinar Posición Geográfica

F1: Encarga a la Función de Posición Geográfica GPF (Geographic Position Function) que efectúe las mediciones radiofrecuencia necesarias o que modifique las señales radiofrecuencia transmitidas a fin de permitir que el terminal móvil efectúe dichas mediciones.

f1: Solicitar ejecución o modificación de señales radiofrecuencia.

F2: Solicitar que el lado red efectúe las mediciones radiofrecuencia necesarias o que modifique las señales radiofrecuencia transmitidas a fin de permitir que el terminal móvil efectúe dichas mediciones.

f2: Solicitar ejecución o modificación de señales radiofrecuencia.

F3: Recibe peticiones de la Función de Control de Posición Geográfica GPCF (Geographic Position Control Function) o de la Función de Posición Geográfica del móvil MGPF (Mobile Geographic Position Function) para ejecutar los pasos necesarios para determinar la posición geográfica de los terminales móviles.

F4: Efectúa las medidas RF necesarias o modifica las señales RF transmitidas a fin de permitir al terminal móvil efectuar dichas mediciones.

- f4: Envía medidas RF o señales RF.
- F5: Coordina las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil o modificar las señales RF transmitidas para permitir al terminal móvil efectuar dichas mediciones.
- f5: Envía medidas RF o señales RF.
- F6: - Efectúa las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil, o modificar las señales RF transmitidas para permitir al terminal móvil efectuar esas mediciones.
- Remite los resultados de las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil.
- f6: Envía resultados de mediciones.
- F7: Remite el resultado de las mediciones de posición geográfica.
- f7: Envía resultados de mediciones.
- F8: Sincronizar con el terminal móvil a fin de efectuar las mediciones RF necesarias o modificar sus señales RF transmitidas para permitir a GPF efectuar esas mediciones.
- f8: Envía información sobre mediciones, datos de posición, indicaciones de tiempo.
- F9: Recibe información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de tiempo, etc) del receptor de radio en el lado móvil o de la GPF en el lado red y remite los datos a GPCF o, si es posible, efectuar los necesarios cálculos para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.
- f9: Envía información sobre mediciones, datos de posición, indicaciones de tiempo.
- F10: Recibe información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de hora, cálculos parciales, etc) de la GPF o de la MGPF en el lado móvil y efectúa el cálculo final necesario para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.
- F11: - Recibe información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de hora, etc.) de RACF o de MGPF y efectuar algunos de los cálculos necesarios para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.
- Envía el resultado a la parte solicitante (GPCF o MGPF).
- f11: Envía resultados del cálculo de las coordenadas geográficas del terminal móvil.

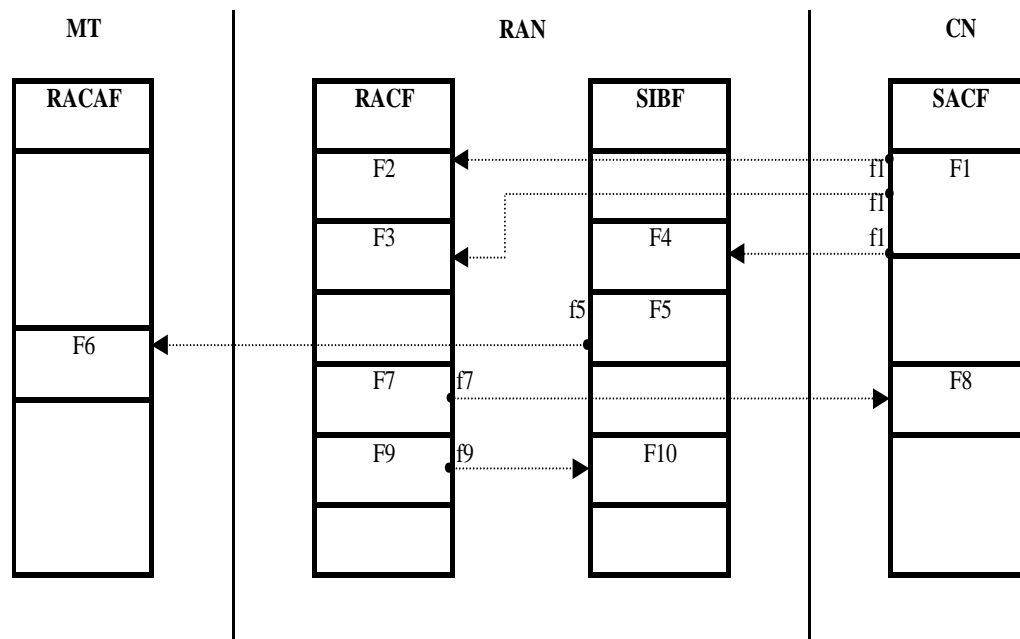
F12: Presenta los resultados al usuario terminal móvil o enviarlos a GPCF.

f12: Envía resultados del cálculo de las coordenadas geográficas del terminal móvil.

F13: Envía los resultados a la parte solicitante (MGPF).

f13: Envía resultados del cálculo de las coordenadas geográficas del terminal móvil.

Esquema de secuencia No. 4: Realizar Entrega de Mensajes



**Figura 2.4. Esquema de secuencia No.4
Realizar Entrega de Mensajes**

Las funciones que hacen parte de este esquema se describen a continuación (Ver Figura 2.4):

F1: Entrega de mensajes.

f1: Envía mensajes.

F2: Establece el horario de entrega de mensajes recibidos de SACF.

F3: Ejecuta la entrega de mensajes.

F4: - Efectúa la difusión de información de acceso al sistema.

- Efectúa la difusión de información de permiso de acceso al servicio.
- Efectúa la entrega de mensajes (esta función puede estar en la Función de Difusión de Información de Acceso al Sistema SIBF (System Access Information Broadcast Function) o RACF).

F5: Difunde la información necesaria para efectuar la supervisión y el análisis de información de acceso al sistema.

f5: Envía información para supervisión y análisis de información de acceso al sistema.

F6: Efectúa supervisión y análisis de información de acceso al sistema mediante información difundida por SIBF.

F7: Gestiona la selección de valores probatorios aleatorios globales cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.

f7: Envía información para actividades de puesta a prueba aleatoria global.

F8: Gestiona las actividades de puesta a prueba aleatoria global cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.

F9: Proporciona valores probatorios aleatorios globales para difusión cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.

f9: Envía valores probatorios aleatorios globales.

F10: Difunde el valor probatorio aleatorio global cuando se utiliza el esquema puesta a prueba global.

2.3. MODELO DEL DOMINIO

El modelo del dominio se representa como un diagrama de clases (nombres y atributos) que identifica los elementos fundamentales del problema y las relaciones que se encuentran entre ellos como las relaciones de asociación (incluyendo cardinalidad) y herencia. Además este modelo contribuye a establecer un vocabulario común entre los participantes en el proyecto.

La Figura 2.5 muestra el modelo del dominio del Módulo RAN del Sistema IMT-2000. Sus elementos se describen a continuación:

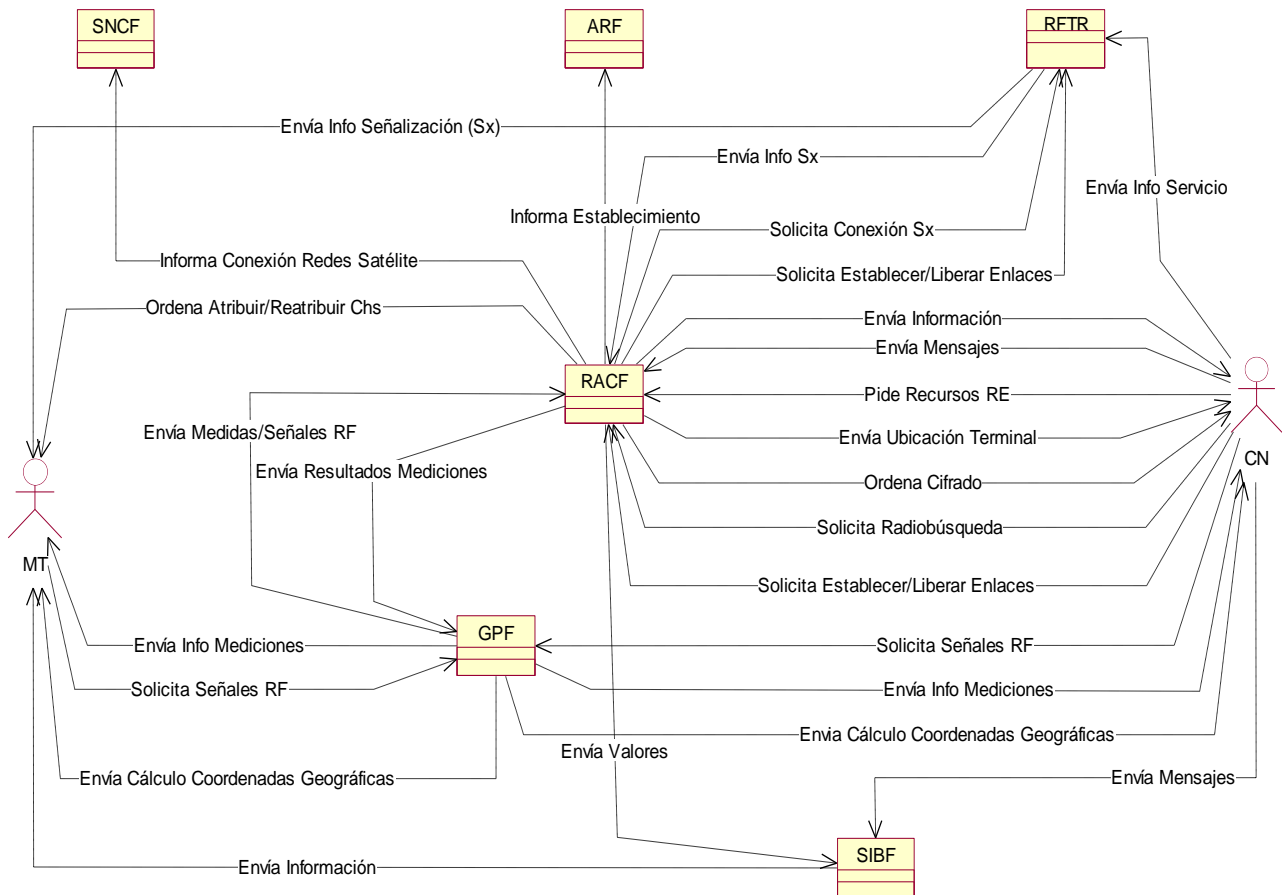


Figura 2.5. Modelo del Dominio

➤ ***CN - Red Central***

Representa al actor CN que proporciona la capacidad de comunicación con la RAN y otras CN así como las funciones necesarias para soportar servicios de usuario y movilidad de usuario. Contiene las siguientes FE:

- *SACF - Función de Control de Acceso al Servicio:* Esta FE proporciona procesamiento y control relacionado con la llamada y no relacionado con la llamada (por ejemplo, en relación con la gestión de movilidad).
- *PSCF - Función de Control de Servicio de Paquetes:* Esta FE proporciona la funcionalidad control de servicio de paquetes en la red central IMT-2000.

- *GPCF - Función de Control de Posición Geográfica:* Esta FE proporciona el control general para la función de terminación de posición geográfica en el lado red.

➤ ***MT - Terminal Móvil***

Representa al actor MT que proporciona la capacidad de comunicación con el UIM y la RAN, además soporta los servicios y la movilidad de usuario. Contiene las siguientes Entidades Funcionales (FE):

- *RACAF - Función de Agente de Control de Acceso Radioeléctrico:* Esta FE trata el lado móvil de la asociación y el control de enlace de acceso entre el terminal móvil y la red.
- *MRTR - Transmisión y Recepción Radioeléctrica Móvil:* Esta FE controla la interconexión y la adaptación del enlace radioeléctrico de acceso al resto del terminal móvil. Incluye codificación y decodificación de protección contra errores del canal radioeléctrico.
- *MGPF - Función de Posición Geográfica de Móvil:* Esta FE proporciona el control general para la función de terminación de posición geográfica en el lado terminal móvil.

➤ ***RACF - Función de Control de Acceso Radioeléctrico***

Este elemento trata el control total del enlace (o enlaces) de asociación y de acceso entre un terminal móvil y la red.

➤ ***RFTR - Transmisión y Recepción en Radiofrecuencia***

Este elemento controla la interconexión y la adaptación del enlace radioeléctrico de acceso correspondiente al enlace de aproximación a la BS. Incluye la codificación y la decodificación de protección contra errores de canal radioeléctrico.

➤ ***ARF - Función de Relevado de Enlace de Acceso***

Este elemento trata el control general para el tránsito de una rama de un enlace de aproximación a la BS entre dos instancias de RACF.

➤ ***SIBF - Función de Difusión de Información de Acceso al Sistema***

Este elemento trata el control total de la difusión de información de acceso al sistema. La información a difundir puede ponerse a disposición de este elemento mediante una función de operación y mantenimiento.

➤ ***SNCF - Función de Control de Red de Satélite***

Este elemento controla dinámicamente la configuración de recursos de red radioeléctrica, en respuesta a demandas de conexiones destinadas a, o procedentes de terminales móviles. En particular, en las redes de satélite, la utilización óptima de recursos de comunicación escasos requiere este comportamiento dinámico. En otros tipos de redes puede no requerirse este elemento.

➤ ***GPF - Función de Posición Geográfica***

Este elemento trata las tareas asociadas con el posicionamiento geográfico en el lado acceso radioeléctrico.

2.4. MODELO DE CASOS DE USO DEL SISTEMA

2.4.1. Diagrama de Casos de Uso del Sistema

La Figura 2.6 especifica la funcionalidad y el comportamiento del Sistema mediante su interacción con los actores y la relación de éstos con los casos de uso.

2.4.2. Identificación de Actores

Los actores que hacen parte del módulo RAN fueron descritos en el Modelo del Dominio, por lo cual sólo se hace mención de ellos:

- CN (Red Central)
- MT (Terminal Móvil).

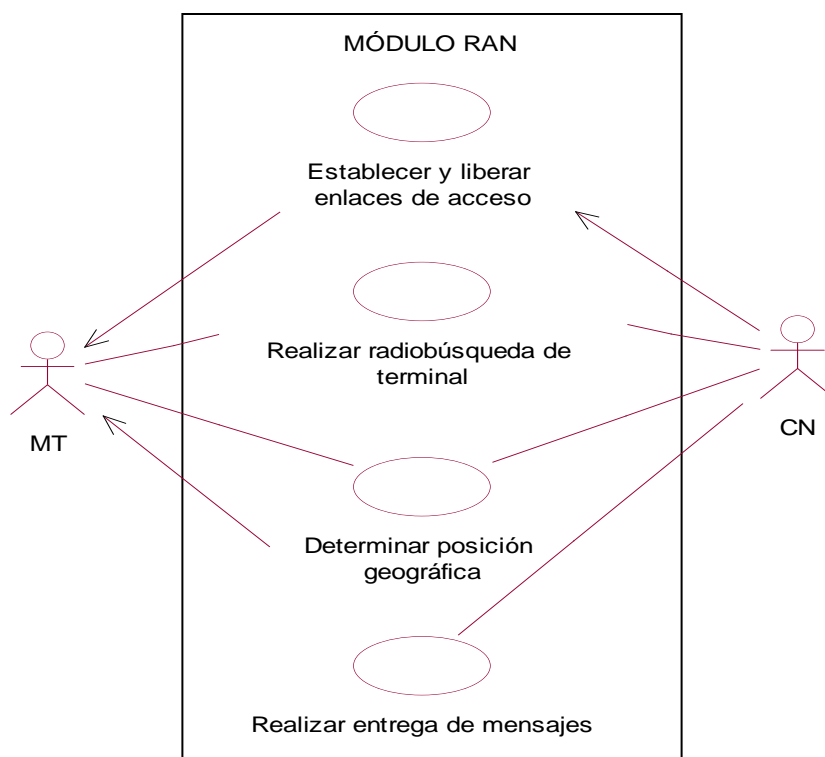


Figura 2.6. Diagrama de Casos de Uso del Módulo RAN

2.4.3. Identificación y Descripción de Casos de Uso del Sistema

Caso de uso 1: Establecer y Liberar Enlaces de Acceso

Iniciador: Actor CN

Propósito: Establecer, mantener, modificar y liberar enlaces de acceso (enlace de aproximación a la BS y enlace radioeléctrico de acceso).

Resumen: El actor CN interactúa con el módulo RAN para el establecimiento o liberación de enlaces de acceso, al detectar la solicitud de conexión o desconexión de un usuario al sistema IMT-2000 respectivamente. En la RAN se obtienen instrucciones de encaminamiento e interactúa con el actor MT para atribuir o reatribuir canales radioeléctricos, los cuales posteriormente se cifran o descifran y se estima su calidad. Además, la RAN establece la conexión de señalización, toma la decisión de traspaso en caso de requerirse, lo cual es posible gracias a la interacción de las entidades funcionales que llevan a cabo estas funciones.

Caso de Uso 2: Realizar Radiobúsqueda de Terminal**Iniciador:** Actor CN**Propósito:** Solicitar y cifrar el control de ejecución de la radiobúsqueda de terminal para determinar la posición de un terminal móvil. Además se realiza la atribución dinámica de recursos radioeléctricos y ofrece información para conexión en redes satélite.**Resumen:** El actor CN solicita la ejecución de radiobúsqueda a la RAN, la cual se encarga de darle la orden para el cifrado de control de ejecución. La RAN determina la posición de un terminal móvil y proporciona a la CN la información de la ubicación del terminal con la exactitud requerida para luego iniciar la atribución dinámica de recursos radioeléctricos para el transporte de datos o paquetes de datos a través de la interfaz radioeléctrica. El control de atribución se realiza en la RAN, la cual selecciona y reserva los recursos radioeléctricos para la ejecución del traspaso y el control de potencia RF. La CN envía información sobre el servicio y la RAN establece y juzga la aceptabilidad del servicio, como también controla dinámicamente la configuración de recursos de red radioeléctricos en redes satélite.***Caso de uso 3: Determinar Posición Geográfica.*****Iniciador:** Actor CN o Actor MT.**Propósito:** Solicitar la ejecución o modificación de señales de radiofrecuencia para determinar la posición geográfica de los terminales móviles. Además se realizan los cálculos necesarios para determinar las coordenadas geográficas del Terminal Móvil.**Resumen:** La RAN recibe la petición del actor CN o del actor MT para ejecutar los pasos necesarios para determinar la posición geográfica de los terminales móviles, efectúa y coordina las medidas RF necesarias o modifica las señales RF transmitidas a fin de permitir al terminal móvil efectuar dichas mediciones, el resultado es enviado al actor solicitante. La RAN recibe información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de hora, etc) del MT y efectúa algunos de los cálculos necesarios para determinar las coordenadas geográficas del Terminal Móvil y enviar los resultados al actor solicitante.

Caso de uso 4: Realizar Entrega de Mensajes.

Iniciador: Actor CN.

Propósito: Establecer el horario y ejecutar la entrega de mensajes. Difundir la información necesaria para efectuar la supervisión y el análisis de información de acceso al sistema, como también gestionar, proporcionar y difundir el valor probatorio global cuando se utiliza el esquema puesta a prueba global.

Resumen: La RAN establece el horario de entrega de mensajes recibidos del actor CN y ejecuta su entrega, la difusión de información de acceso al sistema y de permiso de acceso al servicio. El actor MT efectúa la supervisión y análisis de información de acceso al sistema mediante información difundida por la RAN, la cual interactúa con el actor CN para gestionar la selección de valores probatorios aleatorios globales cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global. La RAN proporciona y difunde el valor probatorio aleatorio global cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.

2.4.4. Descripción de escenarios**Caso de Uso 1. Establecer y Liberar Enlaces de Acceso**

Actores: Actor CN y Actor MT.

Iniciador: Actor CN

Precondiciones

- Las FE que hacen parte del Sistema RAN, están en capacidad de llevar a cabo las funciones que permiten el establecimiento de enlaces de acceso (enlace de aproximación a la BS y enlace radioeléctrico de acceso).
- El Sistema RAN detecta que hay una solicitud de establecimiento de enlaces de acceso.

Flujo de eventos**Flujo Principal**

1. La SACF de la CN detecta una solicitud de conexión por parte de un usuario al sistema IMT-2000, por lo cual se inicia el establecimiento del enlace de acceso.
2. La RACF identifica la solicitud y proporciona la información para el establecimiento del enlace de acceso.
3. La RACF establece una rama del enlace de aproximación a la BS.

4. La RACF establece el enlace radioeléctrico de acceso.
5. La ARF proporciona información para establecer una rama de un enlace de aproximación a la BS y controla los recursos de transmisión para proporcionar la capacidad portadora solicitada.
6. La ARF obtiene instrucciones de encaminamiento para una rama de un enlace de aproximación a la BS.
7. La RACF proporciona la capacidad para encaminar un enlace de aproximación a la BS.
8. La ARF mantiene el estado de una rama de un enlace de aproximación a la BS.
9. La RFTR establece, mantiene, modifica una rama del enlace de aproximación a la BS.
10. La RFTR establece, mantiene, modifica la rama asociada de un enlace radioeléctrico de acceso.
11. La RFTR mantiene el estado del enlace radioeléctrico entre el MT y la CN.
12. La RACF atribuye y retribuye uno o más canales radioeléctricos físicos para una rama de un enlace radioeléctrico de acceso.
13. La RACAF del MT proporciona la atribución y retribución de uno o más canales radioeléctricos físicos para una rama de un enlace radioeléctrico de acceso.
14. La RFTR cifra y descifra el canal radioeléctrico cuando el cifrado es efectuado por FE relacionadas con el control de acceso radioeléctrico, estima la calidad de los canales radioeléctricos y establece la potencia RF.
15. La SACF establece una rama de un enlace de aproximación a la BS cuando el punto de macrodiversidad está ubicado en la SACF, controla la interconexión de ramas de un enlace de acceso y la ejecución de macrodiversidad en el traspaso en casos en los que el punto de macrodiversidad está situado en la SACF.
16. La RACF establece una conexión de señalización.
17. La RFTR proporciona el establecimiento de una conexión de señalización (es decir, detección y tratamiento de acceso aleatorio) y mantiene el estado de una conexión de señalización.
18. El MRTR del MT inicia el acceso aleatorio, mantiene el estado de una conexión de señalización.
19. La RACF toma la decisión de traspaso (evaluación de calidad del servicio basada en estimaciones de la calidad del canal radioeléctrico, incluidas células circundantes), toma la decisión de traspaso (iniciada por el lado red para retribuir los recursos), ejecuta y concluye el traspaso, controla la interconexión de ramas de un enlace de aproximación a la BS y la ejecución de macrodiversidad en el traspaso cuando el punto de macrodiversidad está ubicado en la RACF.
20. La RFTR controla la interconexión de ramas de un enlace radioeléctrico de acceso y la macrodiversidad en el traspaso (cuando el punto de macrodiversidad está ubicado en la RFTR).
21. La SACF de la CN detecta una solicitud de desconexión por parte de un usuario al sistema IMT-2000, por lo cual se inicia la liberación del enlace de acceso.
22. La RACF identifica la solicitud y proporciona la información para la liberación del enlace de acceso.
23. La RACF libera una rama del enlace de aproximación a la BS.
24. La RACF libera el enlace radioeléctrico de acceso.
25. La ARF proporciona información para liberar una rama de un enlace de aproximación a la BS.
26. La RFTR libera una rama del enlace de aproximación a la BS.
27. La RFTR libera la rama asociada de un enlace radioeléctrico de acceso.

28. La SACF libera una rama de un enlace de aproximación a la BS cuando el punto de macrodiversidad esta ubicado en la SACF.

Postcondiciones

- Liberación de los enlaces de acceso.

Flujos alternativos

No definidos.

Excepciones

Línea 7: La RACF informa que no puede proporcionar la capacidad para encaminar un enlace de aproximación a la BS.

Línea 9: La RFTR informa que no puede establecer, mantener, modificar una rama de un enlace de aproximación a la BS.

Línea 10: La RFTR informa que no puede establecer, mantener, modificar la rama asociada de un enlace radioeléctrico de acceso.

Línea 12: La RACF informa que no puede soportar la atribución y reatribución de uno o más canales radioeléctricos físicos para una rama de un enlace radioeléctrico de acceso.

Línea16: La RACF informa que no puede soportar el establecimiento de una conexión de señalización.

Línea 17: La RFTR informa que no puede proporcionar el establecimiento de una conexión de señalización (es decir, detección y tratamiento de acceso aleatorio) y mantiene el estado de una conexión de señalización.

Línea 23: La RACF informa que no puede soportar la liberación una rama del enlace de aproximación a la BS.

Línea 24: La RACF informa que no puede soportar la liberación del enlace radioeléctrico de acceso.

Línea 26: La RFTR informa que no puede liberar una rama de un enlace de aproximación a la BS.

Línea 27: La RFTR informa que no puede liberar la rama asociada de un enlace radioeléctrico de acceso.

Caso de Uso 2. Realizar Radiobúsqueda de Terminal

Actores: Actor CN.

Iniciador: Actor CN.

Precondiciones

- Las FE que hacen parte del Sistema RAN, están en capacidad de llevar a cabo las funciones que permiten realizar la radiobúsqueda de terminal.
- El Sistema RAN detecta que hay una solicitud de ejecución de radiobúsqueda de terminal.

Flujo de eventos**Flujo principal**

1. La SACF o PSCF de la CN solicita ejecución de radiobúsqueda del terminal.

2. La RACF ejecuta la radiobúsqueda de terminal con arreglo a la petición de SACF o PSCF (para datos por paquetes).
3. La RACF cifra el control de ejecución cuando el cifrado es efectuado por FE relacionadas con el control de acceso radioeléctrico.
4. La SACF cifra el control de ejecución (incluidos entrega y desencadenamiento de información de cifrado).
5. La PSCF cifra el control de ejecución (incluidos entrega y desencadenamiento de información de cifrado).
6. La RACF determina la posición de un terminal móvil y sigue la pista mediante parámetros específicos del entorno radioeléctrico (por ejemplo, identificación de la célula utilizada por un terminal para acceder a la red), hace corresponder información de ubicación específica del entorno radioeléctrico o (como es un ID de células) con una información de ubicación independiente del entorno radioeléctrico.
7. La RACF proporciona información de ubicación del terminal con la exactitud requerida.
8. La SACF identifica información de localización de terminal independientemente del entorno radioeléctrico a través de una o más RACF.
9. La PSCF de la CN identifica información de localización de terminal independientemente del entorno radioeléctrico a través de una o más RACF.
10. La PSCF de la CN inicia la atribución dinámica de recursos radioeléctricos, para el transporte de paquetes de datos a través de la interfaz radioeléctrica.
11. La RACF controla la atribución dinámica de recursos radioeléctricos para el transporte de paquetes de datos a través de la interfaz radioeléctrica.
12. La SACF inicia la atribución dinámica de recursos radioeléctricos, para el transporte de datos a través de la interfaz radioeléctrica.
13. La RACF selecciona y reserva recursos radioeléctricos para la ejecución del traspaso iniciado por la propia RACF o a petición de SACF, ejecuta el control de potencia RF.
14. La SACF soporta servicios basados en la ubicación dependientes de la información de localización en las RACF.
15. La RACF establece información de aceptabilidad del servicio y juzga la aceptabilidad del servicio.
16. La RFTR establece información de aceptabilidad del servicio y juzga la aceptabilidad del servicio.
17. La RACF controla dinámicamente la configuración de recursos de red radioeléctricos (en redes satélite).
18. La SNCF establece y libera asociaciones y enlaces de conexión (hacia y desde la red central) y canales radioeléctricos, gestiona la forma en que son fijados los canales radioeléctricos, por ejemplo, a haces puntuales de satélite, establece y libera asociaciones entre diversos canales portadores en el satélite, por ejemplo en apoyo de llamadas directas de terminal a terminal, que no transitan por la red central.

Postcondiciones

- Proporciona información de ubicación del terminal con la exactitud requerida.
- Atribución dinámica de recursos radioeléctricos para el transporte de datos o paquetes de datos a través de la interfaz radioeléctrica.
- Establece la información y juzga la aceptabilidad del servicio.
- Controla dinámicamente la configuración de recursos de red radioeléctricos en redes satélite.

Flujos alternativos

No definidos.

Excepciones

Línea 3: La RACF informa que no puede soportar el cifrado del control de ejecución cuando el cifrado es efectuado por FE relacionadas con el control de acceso radioeléctrico.

Línea 7: La RACF informa que no puede proporcionar información de ubicación del terminal con la exactitud requerida.

Línea 17: La RACF informa que no puede realizar la conexión en redes satélite.

Caso de uso 3. Determinar Posición Geográfica

Actores: Actor CN y Actor MT.

Iniciador: Actor CN o Actor MT.

Precondiciones

- Las EF que hacen parte del Sistema RAN, están en capacidad de llevar a cabo las funciones que permiten determinar la posición geográfica.
- El Sistema RAN detecta que hay una solicitud para ejecutar los pasos necesarios para determinar la posición geográfica de los terminales móviles.

Flujo de eventos**Flujo principal**

1. La GPCF de la CN encarga al GPF efectuar las mediciones radiofrecuencia necesarias o que modifique las señales radiofrecuencia transmitidas a fin de permitir que el terminal móvil efectúe dichas mediciones.
2. La MGPF del MT solicita al lado red efectuar las mediciones radiofrecuencia necesarias o modificar las señales radiofrecuencia transmitidas a fin de permitir que el terminal móvil efectúe dichas mediciones.
3. La GPF recibe peticiones de la GPCF o MGPF para ejecutar los pasos necesarios para determinar la posición geográfica de los terminales móviles.
4. La GPF efectúa las medidas RF necesarias o modifica las señales RF transmitidas a fin de permitir al terminal móvil efectuar dichas mediciones.
5. La RACF coordina las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil o modificar las señales RF transmitidas para permitir al terminal móvil efectuar dichas mediciones.
6. La RFTR efectúa las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil, o modificar las señales RF transmitidas para permitir al terminal móvil efectuar esas mediciones, remite los resultados de las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil.
7. La RACF remite el resultado de las mediciones de posición geográfica.
8. La GPF sincroniza con el terminal móvil a fin de efectuar las mediciones RF necesarias o modificar sus señales RF transmitidas para permitir a GPF efectuar esas mediciones.

9. La MGPF del MT recibe información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de tiempo, etc) del receptor de radio en el lado móvil o de la GPF en el lado red y remite los datos a GPCF o, si es posible, efectuar los necesarios cálculos para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.
10. La GPF recibe información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de hora, cálculos parciales, etc) de la GPF o de la MGPF en el lado móvil y efectúa el cálculo final necesario para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.
11. La GPF recibe información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de hora, etc.) de RACF o de MGPF y efectuar algunos de los cálculos necesarios para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil, envía el resultado a la parte solicitante (GPCF o MGPF).
12. La MGPF del MT presenta los resultados al usuario terminal móvil o enviarlos a GPCF.
13. La GPCF de la CN soporta servicios basados en la ubicación dependientes de la información de localización en las RACF.

Postcondiciones

- Envía información sobre mediciones, datos de posición, indicaciones de tiempo.
- Envía resultados del cálculo de las coordenadas geográficas del terminal móvil.

Flujos alternativos

No definidos

Excepciones

Línea 3: La GPF recibe peticiones de la GPCF o MGPF e informa que no puede ejecutar los pasos necesarios para determinar la posición geográfica de los terminales móviles.

Línea 6: La RFTR informa que no puedo obtener los resultados de las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil.

Línea 11: La GPF informa que no se pueden obtener el resultado de los cálculos necesarios para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.

Caso de Uso 4. Realizar Entrega de Mensajes

Actores: Actor CN y Actor MT.

Iniciador: Actor CN

Precondiciones

- Las EF que hacen parte del Sistema RAN, están en capacidad de llevar a cabo las funciones que permiten realizar la entrega de mensajes.
- El Sistema RAN detecta el envío de mensajes.

Flujo de eventos**Flujo principal**

1. La SACF de la CN requiere realizar la entrega de mensajes.
2. La RACF establece el horario de entrega de mensajes recibidos de SACF.
3. La RACF ejecuta la entrega de mensajes.

4. El SIBF efectúa la difusión de información de acceso al sistema, la difusión de información de permiso de acceso al servicio y la entrega de mensajes (esta función puede estar en SIBF o RACF).
5. El SIBF difunde la información necesaria para efectuar la supervisión y el análisis de información de acceso al sistema.
6. . La RACAF en MT efectúa la supervisión y el análisis de información de acceso al sistema mediante información difundida por SIBF.
7. La RACF gestiona la selección de valores probatorios aleatorios globales cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.
8. La SACF en la CN Gestiona las actividades de puesta a prueba aleatoria global cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.
9. La RACF proporciona valores probatorios aleatorios globales para difusión cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.
10. La SIBF difunde el valor probatorio aleatorio global cuando se utiliza el esquema puesta a prueba global.

Postcondiciones

- Difunde la información necesaria para efectuar la supervisión y el análisis de información de acceso al sistema.
- Difunde el valor probatorio aleatorio global cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.

Flujos alternativos

No definidos.

Excepciones

Línea 5: El SIBF informa que no puede difundir la información necesaria para efectuar la supervisión y el análisis de información de acceso al sistema.

Línea 9: La RACF informa que no puede proporcionar valores probatorios aleatorios globales para difusión cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.

2.5. DIAGRAMA DE PAQUETES

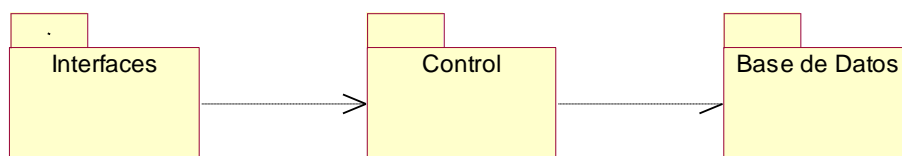


Figura 2.7. Diagrama de Paquetes

La Figura 2.7 muestra una división de paquetes los cuales se describen a continuación:

- *Paquete de Interfaces:* agrupa todas las clases que manejan las interfaces con los actores del Sistema. Las clases que pertenecen a este paquete son:

ICN_RACF1: Representa la frontera entre el actor CN y la clase de tipo control RACF1 en el caso de uso 1 Establecer y Liberar Enlaces de Acceso.

ICN_RACF2: Representa la frontera entre el actor CN y la clase de tipo control RACF2 en el caso de uso 2 Realizar radiobúsqueda de terminal.

ICN_RACF3: Representa la frontera entre el actor CN y la clase de tipo control RACF4 en el caso de uso 4 Realizar Entrega de Mensajes.

IMT_RACF: Representa la frontera entre el actor MT y la clase de tipo control RACF1 en el caso de uso 1 Establecer y Liberar Enlaces de Acceso.

IMT_RFTR: Representa la frontera entre el actor MT y la clase de tipo control RFTR1 en el caso de uso 1 Establecer y Liberar Enlaces de Acceso.

ICN_GPF: Representa la frontera entre el actor CN y la clase de tipo control GPF en el caso de uso 3 Determinar Posición Geográfica.

IMT_GPF: Representa la frontera entre el actor MT y la clase de tipo control GPF en el caso de uso 3 Determinar Posición Geográfica.

ICN_SIBF: Representa la frontera entre el actor CN y la clase de tipo control SIBF en el caso de uso 4 Realizar Entrega de Mensajes.

IMT_SIBF: Representa la frontera entre el actor MT y la clase de tipo control SIBF en el caso de uso 4 Realizar Entrega de Mensajes.

- *Paquete de Control:* contiene todas las clases responsables de la gestión de información. Las clases que pertenecen a este paquete son:

RACF1: Representa la RACF en el caso de uso 1 Establecer y Liberar Enlaces de Acceso.

RACF2: Representa la RACF en el caso de uso 2 Realizar radiobúsqueda de terminal.

RACF3: Representa la RACF en el caso de uso 3 Determinar Posición Geográfica.

RACF4: Representa la RACF en el caso de uso 4 Realizar Entrega de Mensajes.

RFTR1: Representa la RFTR en el caso de uso 1 Establecer y Liberar Enlaces de Acceso.

RFTR2: Representa la RFTR en el caso de uso 2 Realizar radiobúsqueda de terminal.

RFTR3: Representa la RFTR en el caso de uso 3 Determinar Posición Geográfica.

ARF: Función de Relevó de Enlace de Acceso en el caso de uso 1 Establecer y Liberar Enlaces de Acceso.

SNCF: Función de Control de Red de Satélite en el caso de uso 2 Realizar radiobúsqueda de terminal.

GPF: Función de Posición Geográfica en el caso de uso 3 Determinar Posición Geográfica.

SIBF: Función de Difusión de Información de Acceso al Sistema en el caso de uso 4 Realizar Entrega de Mensajes.

- *Paquete de Base de Datos:* agrupa las clases que contienen la información utilizada por el Sistema. Las clases que pertenecen a este paquete son:

BD_Enlaces: Contiene la información que se requiere para Establecer y Liberar Enlaces de Acceso.

BD_Radiobúsqueda: Contiene la información que se requiere para realizar la radiobúsqueda de terminal.

BD_Posición: Contiene la información que se requiere para determinar la posición geográfica.

BD_Mensajes: Contiene la información que se requiere para realizar la entrega de mensajes.

2.6. DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES

2.6.1. Caso de uso 1. Establecer y Liberar Enlaces de Acceso (Figura 2.8)

2.6.1.1. Clases tipo control

RACF1

Métodos

- EnviarSolicitudEstablecimiento()

Permite la relación de las clases ICN_RACF1 y RACF1 para identificar la solicitud de Establecimiento de enlaces de acceso.

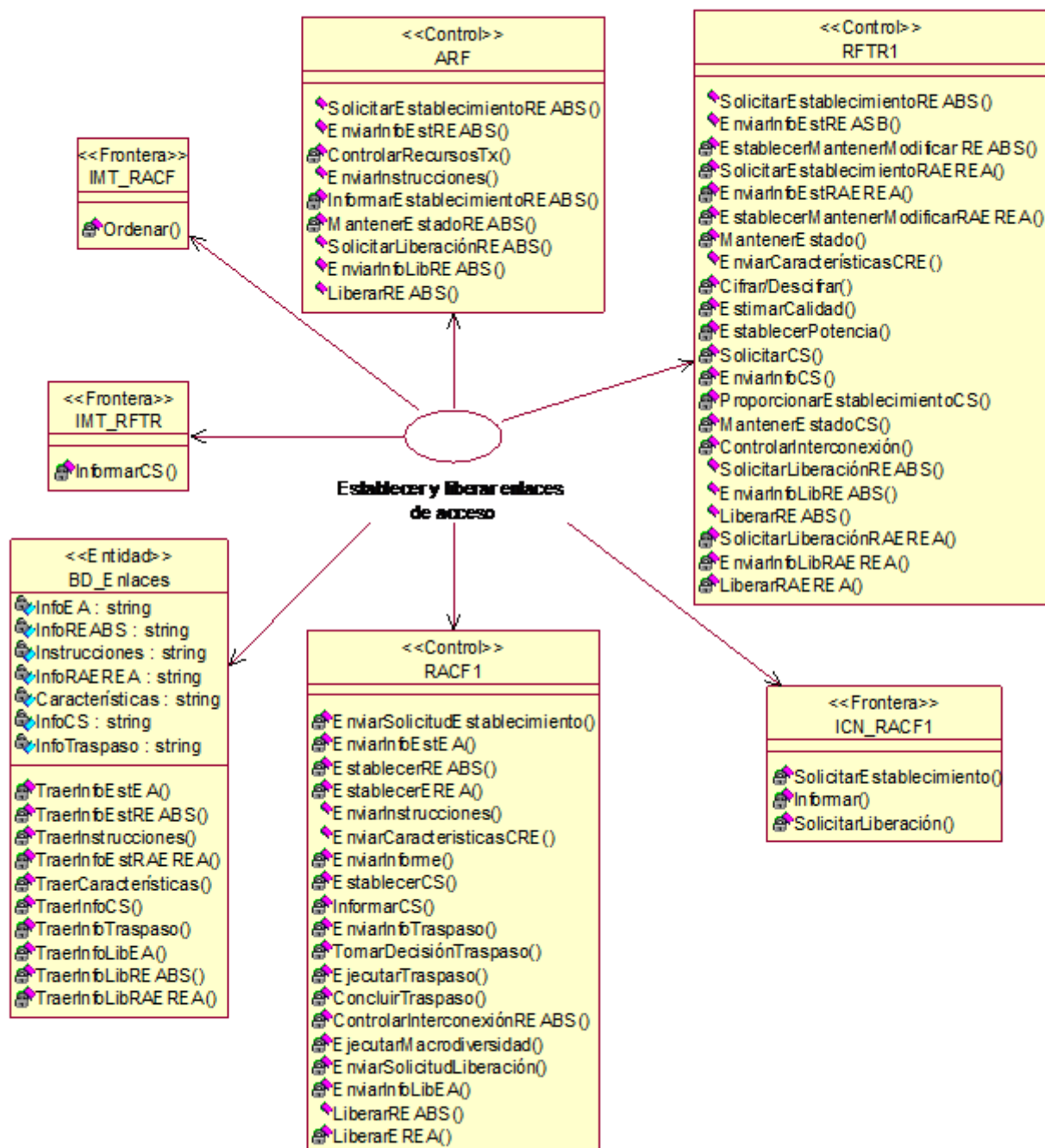


Figura 2.8. Clases Caso de Uso 1 Establecer y Liberar Enlaces de Acceso

- EnviarInfoEstEA()

Realiza la consulta a la clase BD_Enlaces para obtener la información para el Establecimiento de Enlace de Acceso (EA).

- EstablecerREABS()

Lleva a cabo el establecimiento de una Rama del Enlace de Aproximación a la BS (REABS).

- EstablecerEREA()

Lleva a cabo el establecimiento del Enlace RadioEléctrico de Acceso (EREA).

- EnviarInstrucciones()

Permite la relación de las clases ARF y RACF1 para obtener las instrucciones de encaminamiento para una Rama del Enlace de Aproximación a la BS (REABS)

- EnviarCaracterísticasCRE()

Realiza la consulta a la clase BD_Enlaces para obtener la información de las características de los Canales RadioEléctricos (CRE) físicos.

- EnviarInforme()

Permite la relación de las clases ICN_RACF1 y RACF1 para obtener información para el establecimiento de una Conexión de Señalización (CS).

- EstablecerCS()

Lleva a cabo el establecimiento de una Conexión de Señalización (CS).

- InformarCS()

Permite la relación de las clases RFTR1 y RACF1 para obtener información sobre el establecimiento de una CS, es decir, detección y tratamiento de acceso aleatorio. Además informa sobre el estado de una CS.

- EnviarInfoTraspaso()

Realiza la consulta a la clase BD_Enlaces para obtener la información necesaria para realizar el traspaso.

- TomarDecisiónTraspaso()

En este método se lleva a cabo:

- *Toma de decisión de traspaso:*

- *iniciado por el terminal:* Resulta de la "evaluación de la calidad de servicio" y genera una petición de nuevos recursos. En este caso, el terminal utiliza una estrategia de retribución de recursos o de traspaso para seleccionar nuevos recursos. Cuando es necesario, también solicita que a red combine los trayectos de diversidad.
- *iniciado por la red:* Resulta de la "evaluación de la calidad de servicio" o la necesidad de "retribución de recursos" y genera una petición para diferentes recursos. En este caso, la red utiliza una estrategia de retribución de recursos o de traspaso para seleccionar nuevos recursos

y coordina la asignación del nuevo recurso. Cuando es necesario también solicita que el terminal combine los trayectos de diversidad.

- *Evaluación de la calidad de servicio*: Esta función evalúa la calidad de servicio total. Puede tener en cuenta las estimaciones de la calidad de los canales radioeléctricos (incluidas estimaciones de las células circundantes), caudal de paquetes, retardo, y otras medidas de calidad de servicio. La calidad de servicio total se compara con los límites solicitados y con las estimaciones de las células circundantes. Dependiendo del resultado de esta comparación puede activarse la retribución de recursos, la ejecución de macrodiversidad o la ejecución de traspaso.

- *Reatribución de recursos*: Una red siempre supervisa la forma en que se utilizan los recursos. Cuando una red detecta la insuficiencia de los recursos, puede ejecutar una secuencia de traspaso intercélulas o intracélula, o efectuar otra reatribución del recurso que se utiliza a fin de conseguir recursos disponibles diferentes.

- EjecutarTraspaso()

Lleva a cabo el control del traspaso efectivo del trayecto de comunicación. Comprende dos subprocesos: reserva de recursos de traspaso y conmutación de trayecto de traspaso. El proceso de reserva de recursos de traspaso reservará y activará los nuevos recursos radioeléctricos inalámbricos necesarios para el traspaso. Cuando se reservan y activan con éxito los nuevos recursos, el proceso de conmutación de trayecto de traspaso efectuará la conmutación final de los viejos a los nuevos recursos, incluida cualquier combinación de trayecto intermedio requerida, por ejemplo adición de una rama de traspaso y supresión de una rama de traspaso en el caso de traspaso con diversidad.

- ConcluirTraspaso()

Lleva a cabo la liberación de cualquier recurso que ya no se necesite. Puede también desencadenarse en un reencaminamiento de la llamada a fin de optimizar la nueva conexión.

- ControlarInterconexiónREABS()

Lleva a cabo el control de la interconexión de ramas de un interconexión de Ramas de un Enlace de Aproximación a la BS (REABS).

- EjecutarMacrodiversidad()

Lleva a cabo la ejecución de macrodiversidad en el traspaso cuando el punto de macrodiversidad está ubicado en la Entidad Funcional RACF. La macrodiversidad es la familia de técnicas de diversidad en la que la diversidad se consigue utilizando múltiples canales físicos que forman, en

el caso general, una conexión de Radio Frecuencia (RF) punto a multipunto (múltiples estaciones de base) en el enlace ascendente y una conexión multipunto a punto en el enlace descendente que transporta una sola transmisión de datos (que se combina en el extremo receptor). Los enlaces desde/hacia las múltiples estaciones de base (es decir, las ramas del enlace de aproximación a la BS) se combinan también en la parte fija de la red. Entre estas técnicas se halla la diversidad de estaciones de base, traspaso con diversidad, difusión simultánea (simulcast), etc. A petición de la decisión de traspaso (función evaluación de la calidad de servicio), este método controla la duplicación/replicación de los trenes de información para recibir/transmitir la misma información a través de múltiples canales radioeléctricos (posiblemente en células diferentes) desde/hacia un solo terminal móvil. Este método también controla la combinación de trenes de información generados por una única fuente, pero transportados a través de varios subenlaces con diversidad. La ejecución de macrodiversidad controla la ejecución de la macrodiversidad (es decir, la distribución y la combinación del tren de información), que está situada en los dos puntos extremos del enlace de conexión al que se aplica macrodiversidad. Dichos puntos existen en la red y en el terminal móvil.

- `EnviarSolicitudLiberación()`

Permite la relación de las clases `RACF1` y `ICN_RACF1` para identificar la solicitud de liberación del enlace de acceso.

- `EnviarInfoLibEA()`

Realiza la consulta a la clase `BD_Enlaces` para obtener la información para el liberación de Enlaces de Acceso.

- `LiberarREABS()`

Lleva a cabo la liberación de una Rama del Enlace de Aproximación a la BS (REABS).

- `LiberarEREA()`

Lleva a cabo la liberación del Enlace RadioEléctrico de Acceso (EREA).

ARF

Métodos

- `SolicitarEstablecimientoREABS()`

Permite la relación de las clases `RACF1` y `ARF` para identificar la solicitud de establecimiento de una REABS.

- `EnviarInfoEstREABS()`

Realiza la consulta a la clase BD_Enlaces para obtener la información para el establecimiento de una REABS.

- `ControlarRecursosTx()`

Lleva a cabo el control de los recursos de transmisión para proporcionar la capacidad portadora solicitada. Controla el canal radioeléctrico lógico, el cual es un tren de información dedicado a la transmisión de cierto tipo de información, por ejemplo, datos de señalización o datos de usuario. Pueden hacerse corresponder múltiples canales lógicos con un único canal físico. Un canal lógico puede también hacerse corresponder con múltiples canales físicos o duplicarse.

- `EnviarInstrucciones()`

Realiza la consulta a la clase BD_Enlaces para obtener las instrucciones de encaminamiento para una REABS.

- `InformarEstablecimientoREABS()`

Permite la relación de las clases RACF1 y ARF para proporcionar la capacidad para encaminar una REABS.

- `MantenerEstadoREABS()`

Lleva a cabo las funciones necesarias para mantener el estado de una REABS.

- `SolicitarLiberaciónREABS()`

Permite la relación de las clases RACF1 y ARF para identificar la solicitud de liberación de una REABS.

- `EnviarInfoLibREABS()`

Realiza la consulta a la clase BD_Enlaces para obtener la información para la liberación de una REABS.

- `LiberarREABS()`

Lleva a cabo la liberación de una REABS.

RFTR1

Métodos

- `SolicitarEstablecimientoREABS()`

Permite la relación de las clases RACF1 y RFTR1 para identificar la solicitud de establecimiento de una REABS.

- `EnviarInfoEstREABS()`

Realiza la consulta a la clase BD_Enlaces para obtener la información para el establecimiento de una REABS.

- EstablecerMantenerModificarREABS()

Lleva a cabo las funciones necesarias para establecer, mantener y modificar una Rama del Enlace de Aproximación a la BS (REABS).

- SolicitarEstablecimientoRAEREA()

Permite la relación de las clases RACF1 y RFTR1 para identificar la solicitud de establecimiento de una Rama Asociada de un Enlace RadioEléctrico de Acceso (RAEREA).

- EnviarInfoEstRAEREA()

Realiza la consulta a la clase BD_Enlaces para obtener la información para el establecimiento de una RAEREA.

- EstablecerMantenerModificarRAEREA()

Lleva a cabo las funciones necesarias para establecer, mantener y modificar una RAEREA.

- MantenerEstado()

Lleva a cabo las funciones necesarias para mantener el estado del enlace radioeléctrico entre el MT y la CN.

- EnviarCaracterísticasCRE()

Realiza la consulta a la clase BD_Enlaces para obtener la información de las características de los Canales RadioEléctricos (CRE) físicos.

- Cifrar/Descifrar()

Lleva a cabo el cifrado y descifrado del canal radioeléctrico cuando el cifrado es efectuado por Entidades Funcionales relacionadas con el control de acceso radioeléctrico.

Cifrado de canal radioeléctrico físico: Es una función de computación pura por la que los datos transmitidos por radio pueden protegerse contra un tercero no autorizado. El cifrado puede basarse en la utilización de una clave dependiente de la sesión, obtenida mediante señalización y/o información dependiente de la sesión.

Descifrado de canal radioeléctrico físico: Es una función de computación pura que se utiliza para restablecer la información original a partir de la información cifrada. La función descifrado es una función complemento de la función cifrado, basada en la misma clave de cifrado.

- EstimarCalidad()

Lleva a cabo la ejecución de mediciones en los canales radioeléctricos (célula ocupada y circundantes) y convierte estas mediciones en estimaciones de calidad de los canales radioeléctricos. Las mediciones son descritas en el atributo InfoTraspaso.

- EstablecerPotencia()

Lleva a cabo el establecimiento de la potencia RF ajustando la potencia de salida de un transmisor radioeléctrico con arreglo a la información de control proporcionada por el método control de potencia RF. Este método forma parte inherente de cualquier esquema de control de potencia, sea en bucle cerrado o abierto.

- SolicitarCS()

Permite la relación de las clases RACF1 y RFTR1 para identificar la solicitud de establecimiento de una Conexión de Señalización (CS).

- EnviarInfoCS()

Realiza la consulta a la clase BD_Enlaces para obtener la información acerca de la CS.

- ProporcionarEstablecimientoCS()

Lleva a cabo las funciones necesarias para proporcionar el establecimiento de una CS, es decir detección y tratamiento de acceso aleatorio.

- MantenerEstadoCS()

Lleva a cabo las funciones necesarias para mantener el estado de una CS.

- ControlarInterconexión()

Lleva a cabo el control de la interconexión de ramas de un enlaces radioeléctrico de acceso y la macrodiversidad en el traspaso (cuando el punto de macrodiversidad está ubicado en la RFTR1).

- SolicitarLiberaciónREABS()

Permite la relación de las clases RACF1 y RFTR1 para identificar la solicitud de liberación de una REABS.

- EnviarInfoLibREABS()

Realiza la consulta a la clase BD_Enlaces para obtener la información para la liberación de una REABS.

- LiberarREABS()

Lleva a cabo las funciones necesarias para liberar una REABS.

- SolicitarLiberaciónRAEREA()

Permite la relación de las clases RACF1 y RFTR1 para identificar la solicitud de liberación de una RAEREA.

- EnviarInfoLibRAEREA()

Realiza la consulta a la clase BD_Enlaces para obtener la información para la liberación de una RAEREA.

- LiberarRAEREA()

Lleva a cabo las funciones necesarias para liberar una RAEREA.

2.6.1.2. Clases tipo frontera

ICN_RACF1

Métodos

- SolicitarEstablecimiento()

Permite la relación del actor CN y la clase ICN_RACF1 para identificar la solicitud de establecimiento del enlace de acceso.

- Informar()

Permite la relación del actor CN y la clase ICN_RACF1 para obtener información para el establecimiento de una CS.

- SolicitarLiberación()

Permite la relación del actor CN y la clase ICN_RACF1 para identificar la solicitud de liberación del enlace de acceso.

IMT_RACF

Métodos

- Ordenar()

Permite la relación de las clases RACF1 y IMT_RACF para obtener información para atribuir y reatribuir uno o más canales radioeléctricos físicos para una rama de un enlace radioeléctrico de acceso.

IMT_RFTR

Métodos

- InformarCS()

Permite la relación de las clases RFTR1 y IMT_RFTR para informar sobre la conexión de señalización.

2.6.1.3. Clases tipo entidad

BD_Enlaces

Métodos

- TraerInfoEstEA()

Proporciona a la clase RACF1 la información obtenida en la clase BD_Enlaces para el Establecimiento de Enlaces de Acceso.

- TraerInfoEstREABS()

Proporciona a la clase ARF la información obtenida en la clase BD_Enlaces para el establecimiento de una REABS.

- TraerInstrucciones()

Proporciona a la clase ARF la información obtenida en la clase BD_Enlaces para obtener las instrucciones de encaminamiento para una REABS.

- TraerInfoEstREABS()

Proporciona a la clase RFTR1 la información obtenida en la clase BD_Enlaces para el Establecimiento de una REABS.

- TraerInfoEstRAEREA()

Proporciona a la clase RFTR1 la información obtenida en la clase BD_Enlaces para obtener la información para el establecimiento de una RAEREA.

- TraerCaracterísticas()

Proporciona a la clase RACF1 y RFTR1 la información obtenida en la clase BD_Enlaces para obtener la información de las características de los Canales RadioEléctricos (CRE) físicos.

- TraerInfoCS()

Proporciona a la clase RFTR1 la información obtenida en la clase BD_Enlaces para obtener la información acerca de la CS.

- TraerInfoTraspaso()

Proporciona a la clase RACF1 la información obtenida en la clase BD_Enlaces para obtener la información necesaria para realizar el traspaso.

- TraerInfoLibEA()

Proporciona a la clase RACF1 la información obtenida en la clase BD_Enlaces para la liberación de Enlaces de Acceso.

- TraerInfoLibREABS()

Proporciona a la clase RFTR1 la información obtenida en la clase BD_Enlaces para la liberación de una REABS.

- TraerInfoLibRAEREA()

Proporciona a la clase RFTR1 la información obtenida en la clase BD_Enlaces para obtener la información para la liberación de una RAEREA.

Atributos

- InfoEA

Es la información requerida para el establecimiento y liberación de la conexión de extremo a extremo que será activada por la petición de otras entidades funcionales al establecer y liberar la llamada. También contiene la información para gestionar y mantener el Enlace RadioEléctrico de Acceso (EREA) después de que se ha establecido la conexión de extremo a extremo (puede también invocarse para atender la modificación del servicio durante la llamada o al ejecutar el traspaso).

- InfoREABS

El enlace de aproximación a la BS es una porción del enlace de acceso. La otra porción es el enlace radioeléctrico de acceso. La información de la Rama del Enlace de Aproximación a la BS (REABS) contiene la cantidad de recurso RadioEléctrico (RE) (canales RE físicos) requerido para el establecimiento de la REABS.

- Instrucciones

Es la información de encaminamiento requerida para la red para que se restablezca la llamada. Puede emplearse para encaminamiento de llamadas móviles con conmutación de circuitos, encaminamiento y direccionamiento de los servicios de datos para paquetes IMT-2000 y petición y encaminamiento basados en el abono al servicio.

- InfoRAEREA

El enlace radioeléctrico de acceso hace parte de la sección radio del enlace de acceso. La información de la Rama Asociada de un Enlace Radioeléctrico de Acceso (RAEREA) contiene la cantidad de recurso RadioEléctricos (RE) (canales RE físicos) requerido para el establecimiento de la RAERE. La cantidad de recurso RE necesaria puede cambiar durante una llamada, debido a peticiones de servicio del usuario o a peticiones de macrodiversidad. Por tanto debe ser posible, reservar o liberar dinámicamente canales físicos durante una llamada.

- Características

El canal radioeléctrico representa una porción específica del espectro de RF, con posibilidad de soportar la interfaz radioeléctrica. Sus principales características son: bandas de frecuencia de trabajo, ancho de banda bien definido, frecuencia portadora y velocidad de transmisión.

- InfoCS

Contiene los tipos de canales de control (común o especificados) utilizados para cursar información para la Conexión de Señalización (CS) para gestión de llamada, movilidad y recursos radioeléctricos.

- InfoTraspaso

Para llevar a cabo el traspaso es necesario realizar mediciones en los canales radioeléctricos (célula ocupada y circundante) y convertir estas mediciones en estimaciones de calidad de dichos canales. Las mediciones pueden ser:

- Intensidades de señal recibidas (célula ocupada y circundante).
- Tasas de errores de bit estimadas.
- Estimación de los entornos de propagación (por ejemplo, alta velocidad, baja velocidad, satélite).
- Alcance de transmisión (por ejemplo, mediante información de temporización).
- Dispersión Doppler.
- Situación de sincronización.

A fin de que estas mediciones y el análisis posterior sean significativos debe efectuarse en el análisis alguna asociación entre las mediciones y los canales a los que corresponden. Dicha asociación puede incluir el uso de identificadores de la red, la estación base, la célula (sector de estación base) y/o el canal radioeléctrico.

2.6.2. Caso de uso 2. Realizar Radiobúsqueda de Terminal (Figura 2.9)

2.6.2.1. Clases tipo control

RACF2

Métodos

- EnviarSolicitudRadiobúsqueda()

Permite la relación de las clases ICN_RACF2 y RACF2 para identificar la solicitud de ejecución de radiobúsqueda de terminal con arreglo a la petición de las Entidades Funcionales SACF o PSCF (para datos por paquetes), las cuales pertenecen al actor CN. La radiobúsqueda de terminal es una característica mediante la cual el terminal móvil es finalmente localizado en la célula donde se halla para el establecimiento de una conexión iniciada en la red (terminada en el móvil) con el terminal con fines de señalización o entrega de paquetes. En caso de entrega de paquetes, la radiobúsqueda de terminal puede transferir datos de usuario.

- EnviarInfoRadiobúsqueda()

Realiza la consulta a la clase BD_Radiobúsqueda para obtener la información para llevar a cabo la radiobúsqueda.

- EjecutarRadiobúsqueda()

Lleva a cabo la ejecución de radiobúsqueda de terminal dentro de su zona de responsabilidad (por ejemplo, grupo de células) de acuerdo a la información descrita en el atributo InfoRadiobúsqueda. Esta ejecución incluye la identificación de células radioeléctricas en las que se difunde radiobúsqueda. Puede necesitar repeticiones de la radiobúsqueda. La radiobúsqueda del terminal móvil puede o no realizarse según la situación del terminal móvil (por ejemplo, si el móvil ya está activo (en una llamada o intercambiando paquetes), puede no necesitarse radiobúsqueda) u otros factores decididos por el operador de red del sistema servidor en el que está ubicado el móvil (por ejemplo, condiciones de gestión de red tales como no hay canales disponibles, condiciones de emergencia).

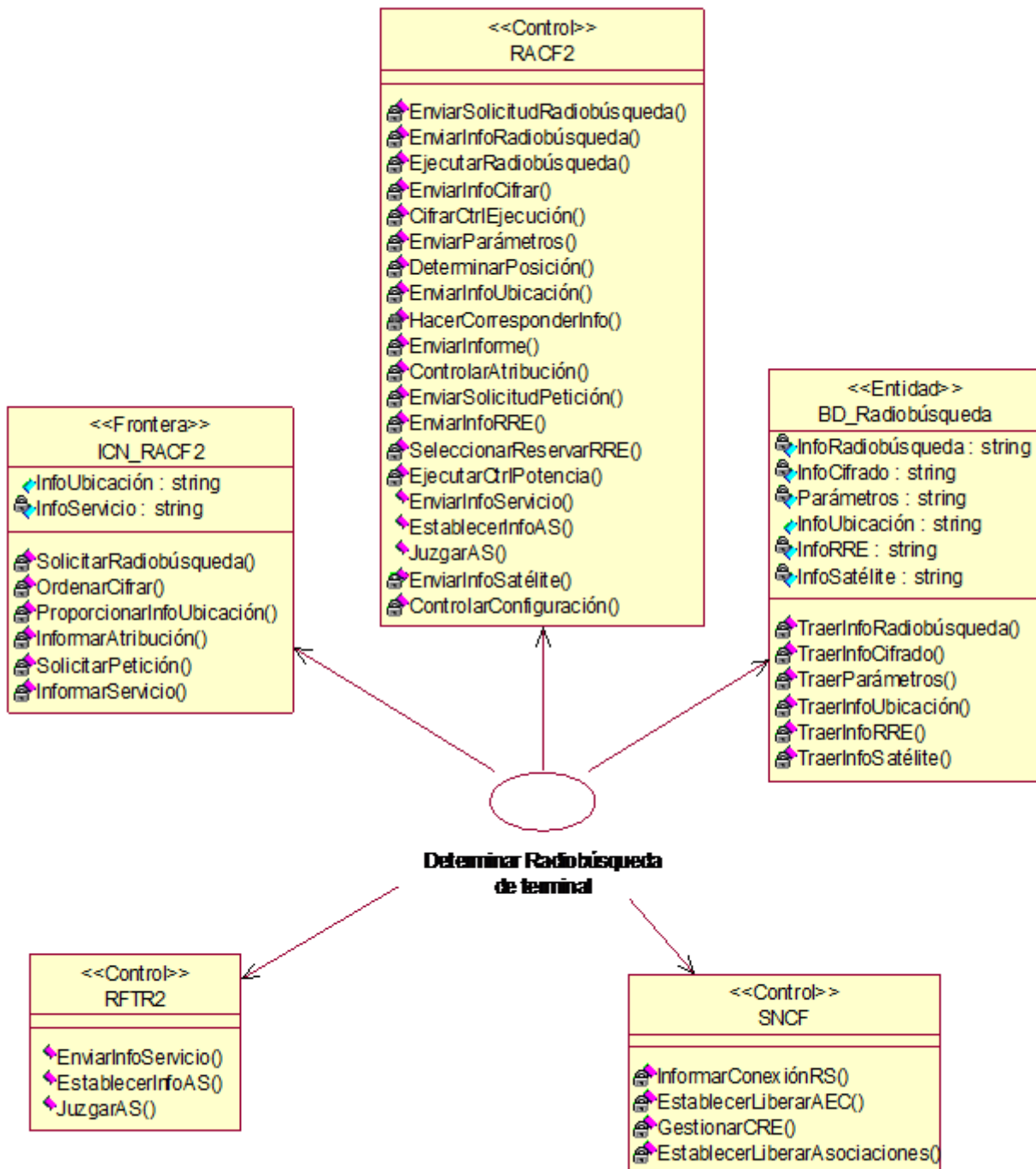


Figura 2.9. Clases Caso de Uso 2 Realizar Radiobúsqueda de Terminal

- EnviarInfoCifrar()

Realiza la consulta a la clase BD_Radiobúsqueda para obtener la información para llevar a cabo el cifrado.

- CifrarCtrlEjecución()

Lleva a cabo el cifrado del control de ejecución cuando el cifrado es efectuado por Entidades Funcionales relacionadas con el control de acceso radioeléctrico. Este método entregará información de cifrado y desencadenará el cifrado y el descifrado en el canal radioeléctrico físico. La información de cifrado se describirá en el atributo InfoCifrado.

- EnviarParámetros()

Realiza la consulta a la clase BD_Radiobúsqueda para obtener la información de los parámetros específicos del entorno radioeléctrico (por ejemplo, identificación de la célula utilizada por un terminal para acceder a la red).

- DeterminarPosición()

Lleva a cabo la determinación de posición de un terminal móvil. En este método se efectúan algunos de los cálculos necesarios para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.

- EnviarInfoUbicación()

Realiza la consulta a la clase BD_Radiobúsqueda para obtener la información de ubicación del terminal móvil con la exactitud requerida.

- HacerCorresponderInfo()

Lleva a cabo las funciones necesarias para hacer corresponder la información de ubicación específica del entorno radioeléctrico o (como es un ID de células) con una información de ubicación independiente del entorno radioeléctrico.

- EnviarInforme()

Permite la relación de las clases ICN_RACF2 y RACF2 para obtener información sobre la atribución dinámica de recursos radioeléctricos.

- ControlarAtribución()

Lleva a cabo la toma atribución dinámica de recursos radioeléctricos para el transporte de paquetes de datos a través de la interfaz radioeléctrica. Este método es responsable, una vez que se han reservado radiocanales físicos, de la utilización efectiva de canales radioeléctricos físicos, atribuyendo o desatribuyendo los correspondientes canales radioeléctricos físicos para transferencia de información.

- EnviarSolicitudPetición()

Permite la relación de las clases ICN_RACF2 y RACF2 para identificar la solicitud de selección y reserva de recursos radioeléctricos.

- EnviarInfoRRE()

Realiza la consulta a la clase BD_Radiobúsqueda para obtener la información de Recursos RadioEléctricos (RRE).

- SeleccionarReservarRRE()

Lleva a cabo la selección y reserva de los RRE para la ejecución del traspaso iniciado por la propia RACF2 o a petición de la Entidad Funcional SACF perteneciente al actor CN. Este método consiste en convertir las peticiones de establecimiento o liberación de enlace radioeléctrico de acceso en peticiones de canal radioeléctrico físico, reserva y liberación de los canales radioléctricos físicos correspondientes y acuse de esta reserva/liberación a la entidad solicitante. La aceptabilidad de dichas peticiones de canal radioeléctrico físico viene determinada por el método juzgar aceptabilidad del servicio. Este método puede también efectuar la reserva y la liberación de canal físico en caso de traspaso.

- EjecutarCtrlPotencia()

Lleva a cabo la ejecución de control de potencia RF. A fin de minimizar el nivel de interferencia (y maximizar así la reutilización del espectro radio eléctrico), es importante que la potencia de transmisión radioeléctrica no sea mayor que la requerida para la calidad de servicio solicitada. Dependiendo de las evaluaciones de la calidad del canal radioeléctrico, este método controla el nivel de la potencia transmitida desde el terminal móvil así como desde la estación de base.

- EnviarInfoServicio()

Permite la relación de las clases ICN_RACF2 y RACF2 para identificar la información del servicio.

- EstablecerInfoAS()

Lleva a cabo el establecimiento de la información de Aceptabilidad del Servicio (AS). Este método establece y actualiza la información sobre la posibilidad de atribución de recurso radioeléctrico según la disponibilidad de recursos radioeléctricos en una célula. Esta información es utilizada por el método juzgar aceptabilidad de servicio.

- JuzgarAS()

Lleva a cabo las funciones necesarias para juzgar la AS. Este método puede implementarse en la red y también en terminales móviles. En la red, este método juzga la posibilidad de atribución de recurso radioeléctrico en cada petición de dicho recurso sobre la base de la información de aceptabilidad del servicio obtenida del método establecimiento de la aceptabilidad del servicio. En el terminal móvil, este método juzga la información de aceptabilidad del servicio difundida por el método difusión de información de permiso de aceptabilidad del servicio. Según el resultado, este método permite la iniciación de la petición del servicio desde el terminal móvil que requiere recursos radioeléctricos (por ejemplo, origen de llamadas) sólo cuando se ha obtenido del juicio un resultado positivo.

- EnviarInfoSatélite()

Realiza la consulta a la clase BD_Radiobúsqueda para obtener la información de satélite.

- ControlarConfiguración()

Lleva a cabo el control dinámico de la configuración de recursos de red radioeléctricos en redes satélite.

RFTR2

Métodos

- EnviarInfoServicio()

Permite la relación de las clases ICN_RACF2 y RFTR2 para identificar la información del servicio.

Este método fue descrito en el método EnviarInfoServicio() del control RACF2.

- EstablecerInfoAS()

Lleva a cabo el establecimiento de la información de Aceptabilidad del Servicio (AS).

Este método fue descrito en el método EstablecerInfoAS () del control RACF2.

- JuzgarAS()

Lleva a cabo las funciones necesarias para juzgar la AS.

Este método fue descrito en el método JuzgarAS () del control RACF2.

SNCF

Métodos

- InformarConexiónRS()

Permite la relación de las clases RACF2 y SNCF para identificar la información de la conexión en Redes Satélite RS.

- EstablecerLiberarAECRE()

Lleva a cabo el establecimiento y liberación de Asociaciones, Enlaces de conexión (hacia y desde la red central) y Canales RadioEléctricos (AECRE).

- GestionarCRE()

Lleva a cabo la gestión de la forma en que son fijados los Canales RadioEléctricos (CRE), por ejemplo, a haces puntuales de satélite.

- EstablecerLiberarAsociaciones()

Lleva a cabo el establecimiento y liberación de asociaciones entre diversos canales portadores en el satélite, por ejemplo en apoyo de llamadas directas de terminal a terminal que no transitan por la red central.

2.6.2.2. Clases tipo frontera

ICN_RACF2

Métodos

- SolicitarRadiobúsqueda()

Permite la relación del actor CN y la clase ICN_RACF2 para identificar la solicitud de ejecución de radiobúsqueda de terminal con arreglo a la petición de las Entidades Funcionales SACF o PSCF (para datos por paquetes), las cuales pertenecen al actor CN.

- OrdenarCifrar()

Permite la relación de las clases RACF2 y la ICN_RACF2 para ordenar el cifrado del control de ejecución (incluidos entrega y desencadenamiento de información de cifrado).

- ProporcionarInfoUbicación()

Permite la relación de las clases RACF2 y la ICN_RACF2 para obtener información de localización de terminal independientemente del entorno radioeléctrico a través de una o más Entidades Funcionales RACF.

- InformarAtribución()

Permite la relación del actor CN y la clase ICN_RACF2 para obtener información sobre la atribución dinámica de recursos radioeléctricos.

- SolicitarPetición()

Permite la relación del actor CN y la clase ICN_RACF2 para identificar la solicitud de selección y reserva de recursos radioeléctricos.

- InformarServicio()

Permite la relación del actor CN y la clase ICN_RACF2 para identificar la información del servicio.

Atributos

- InfoUbicación

Contiene características/funciones necesarias para permitir a la red localizar un MT a fin de establecer una conexión o entregarle paquetes. La información de ubicación puede proporcionarse con exactitud diferente, según el modo de explotación del terminal en ese momento (conexión con conmutación de circuitos activa, conexión de datos por paquetes de reserva, etc).

- InfoServicio

Contiene las características de servicio relacionadas con la gestión de ubicaciones. Con esta información la red puede actualizar la información de ubicación y/o la información de situación activa del terminal móvil (es decir, si puede o no alcanzarse el terminal) en la base de datos.

2.6.2.3. Clases tipo entidad

BD_Radiobúsqueda

Métodos

- TraerInfoRadiobúsqueda()

Proporciona a la clase RACF la información obtenida en la clase BD_Radiobúsqueda para obtener la información para llevar a cabo la radiobúsqueda.

- TraerInfoCifrado()

Proporciona a la clase RACF la información obtenida en la clase BD_Radiobúsqueda para obtener la información para llevar a cabo el cifrado.

- TraerParámetros()

Proporciona a la clase RACF2 la información obtenida en la clase BD_Radiobúsqueda para obtener la información de los parámetros específicos del entorno radioeléctrico (por ejemplo, identificación de la célula utilizada por un terminal para acceder a la red).

- TraerInfoUbicación()

Proporciona a la clase RACF2 la información obtenida en la clase BD_Radiobúsqueda para obtener la información de ubicación del terminal móvil con la exactitud requerida.

- TraerInfoRRE()

Proporciona a la clase RACF2 la información obtenida en la clase BD_Radiobúsqueda para obtener la información de Recursos RadioEléctricos (RRE).

- TraerInfoSatélite()

Proporciona a la clase RACF la información obtenida en la clase BD_Radiobúsqueda para obtener la información de satélite.

Atributos

- InfoRadiobúsqueda

La información de radiobúsqueda incluye :

- Identificación de la zona de ubicaciones del MT y sus situación (ocupado, en reposo, registrado activo).
- Respuesta de radiobúsqueda de terminal; contenida en el sistema de información de radioacceso; por ejemplo, identificación y direccionamiento de la celda.
- Información de enrutamiento basados en la respuesta del terminal.

- InfoCifrado

Información necesaria (claves u otros parámetros para calcular las claves) requerida para el cifrado y descifrado del canal radioeléctrico físico. El cifrado puede basarse en la utilización de una clave dependiente de la sesión, obtenida mediante señalización y/o información dependiente de la sesión.

- Parámetros

Son los parámetros necesarios para determinar la posición geográfica de los terminales móviles mediante información dinámica (por ejemplo, características de las señales RF recibidas, tales como temporización, intensidad de la señal, ángulo de incidencia) y conocimiento previo de la

información pertinente (por ejemplo, información almacenada tal como referencia de tiempo, posición geográfica de los elementos de red, etc).

- InfoUbicación

Este atributo fue descrito en la frontera ICN_RACF2.

- InfoRRE

La información relacionada con los Recursos RadioEléctricos (RRE), incluye: velocidad de transmisión, ancho de banda (BW), Rata de Error de Bit (BER), Calidad de Servicio (QoS), parámetros de tráfico, servicio.

- InfoSatélite

Contiene la configuración de recursos de red radioeléctrica. En las redes de satélite, la utilización optima de recursos de comunicación escasos requieren que esta configuración se controle dinámicamente.

2.6.3. Caso de uso 3. Determinar Posición Geográfica (Figura 2.10)

2.6.3.1. Clases tipo control

RACF3

Métodos

- EnviarMSRF()

Permite la relación de las clases GPF y RACF3 para obtener las Medidas o Señales RF (MSRF).

- CoordinarMSRF()

Lleva a cabo la coordinación de las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil o modificar las señales RF transmitidas para permitir al terminal móvil efectuar dichas mediciones.

- RemitirResultadoPG()

Permite la relación de las clases RFTR3 y RACF3 para obtener el resultado de las mediciones necesarias para determinar la Posición Geográfica (PG) de un terminal móvil.

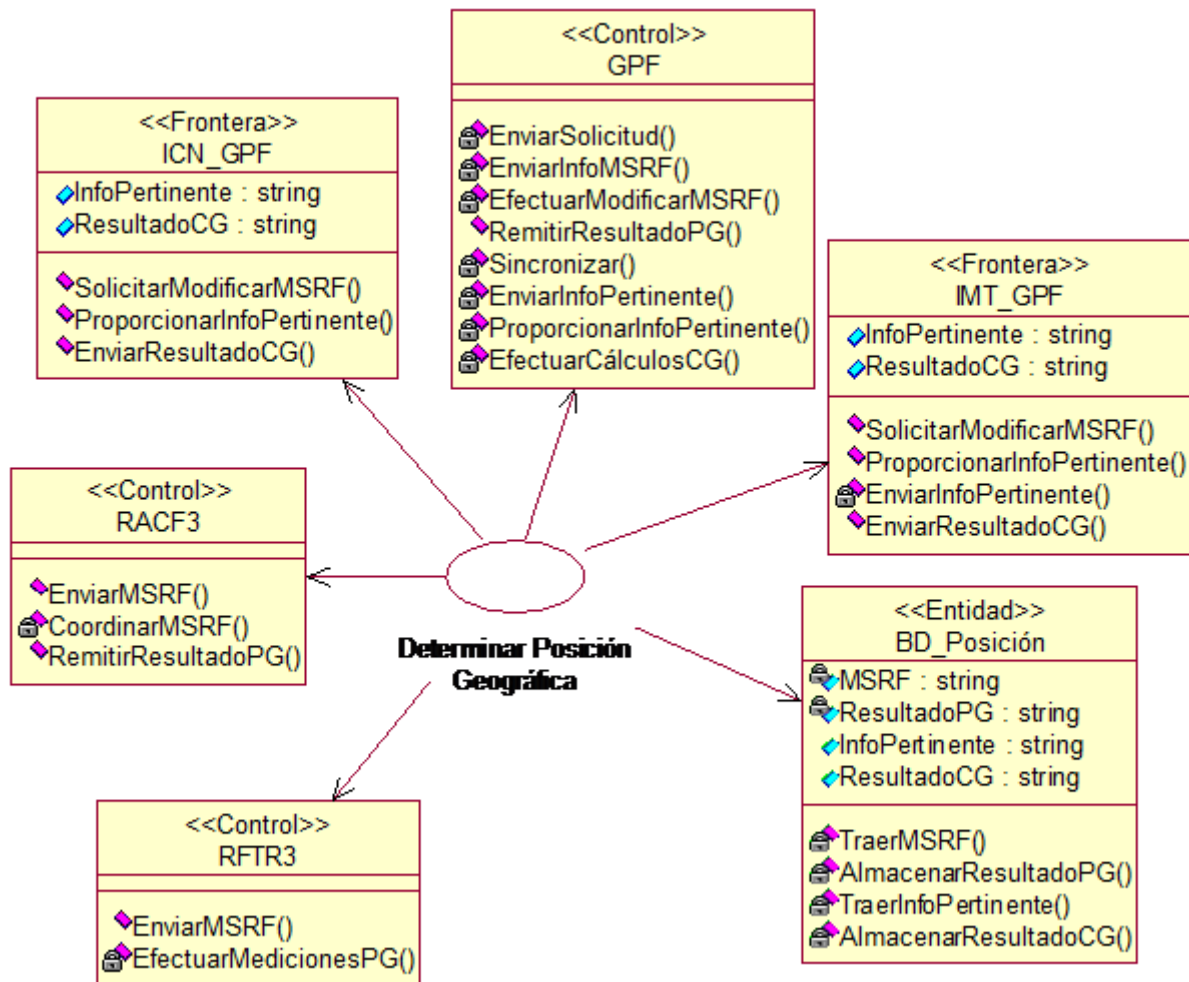


Figura 2.10. Clases Caso de Uso 3 Determinar Posición Geográfica

RFTR3

Métodos

- EnviarMSRF()

Permite la relación de las clases RACF3 y RFTR3 para obtener las medidas RF o señales RF.

- EfectuarMedicionesPG()

Lleva a cabo la ejecución de las mediciones necesarias par determinar la posición geográfica de un terminal móvil, o modificar las señales RF trasmitidas para permitir al terminal móvil efectuar esas mediciones.

GPF

Métodos

- **EnviarSolicitud()**

Permite la relación de las clases ICN_GPF y GPF o IMT_GPF y GPF para identificar la solicitud de la ejecución de las mediciones RF necesarias o modificación de las señales RF transmitidas a fin de permitir que el terminal móvil efectúe dichas mediciones.

- **EnviarMSRF()**

Realiza la consulta a la clase BD_Posición para obtener la información de las Medidas RF o Señales RF.

- **Efectuar/ModificarMSRF()**

Lleva a cabo la ejecución de las medidas RF necesarias o modificación de las señales RF transmitidas a fin de permitir al terminal móvil efectuar dichas mediciones.

- **RemitirResultadoPG()**

Permite la relación de las clases RACF3 y GPF para obtener el resultado de las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil.

- **Sincronizar()**

Lleva a cabo la sincronización con el terminal móvil a fin de obtener las mediciones RF necesarias o modificar sus señales RF transmitidas para permitir al GPF efectuar esas mediciones. Este método evalúa la información relacionada con el acceso al sistema transmitida desde la red a uno o más terminales móviles. La funcionalidad requerida para analizar esta información reside en el terminal móvil.

- **EnviarInfoPertinente()**

Realiza la consulta a la clase BD_Posición para obtener la información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de hora, cálculos parciales, etc).

- **ProporcionarInfoPertinente()**

Permite la relación de las clases IMT_GPF y GPF para obtener información de los cálculos necesarios para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.

- EfectuarCálculosCG()

Lleva a cabo la ejecución de algunos de los cálculos necesarios para determinar las Coordenadas Geográficas (CG) del terminal móvil.

2.6.3.2. Clases tipo frontera

ICN_GPF

Métodos

- SolicitarModificarMSRF()

Permite la relación del actor CN y la clase ICN_GPF para identificar la solicitud de la ejecución de las mediciones RF necesarias o modificación de las señales RF transmitidas a fin de permitir que el terminal móvil efectúe dichas mediciones.

- ProporcionarInfoPertinente()

Permite la relación de las clases GPF y ICN_GPF para obtener la información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de hora, cálculos parciales, etc).

- EnviarResultadoCG()

Permite la relación de las clases GPF y ICN_GPF para obtener el resultado de la ejecución de algunos de los cálculos necesarios para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.

Atributos

- InfoPertinente

Son las mediciones, datos de posición geográfica de los elementos de red, indicaciones de tiempo, etc.

- ResultadoCG

Es el resultado de la ejecución de algunos de los cálculos necesarios para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.

IMT_GPF

Métodos

- SolicitarModificarMSRF()

Permite la relación del actor MT y la clase IMT_GPF para identificar la solicitud de la ejecución de las mediciones RF necesarias o modificación de las señales RF transmitidas a fin de permitir que el terminal móvil efectúe dichas mediciones.

- ProporcionarInfoPertinente()

Permite la relación de las clases GPF y IMT_GPF para obtener la información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de hora, cálculos parciales, etc).

- EnviarInfoPertinente()

Permite la relación del actor MT y la clase IMT_GPF para obtener información de los cálculos necesarios para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.

- EnviarResultadoCG()

Permite la relación de las clases GPF y IMT_GPF para obtener el resultado de la ejecución de algunos de los cálculos necesarios para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.

Atributos

- InfoPertinente

Este atributo fue descrito en la frontera ICN_GPF.

- ResultadoCG

Este atributo fue descrito en la frontera ICN_GPF.

2.6.3.3. Clases tipo entidad

BD_Posición

Métodos

- TraerMSRF()

Proporciona a la clase GPF la información obtenida en la clase BD_Posición para obtener la información de las Medidas RF o Señales RF.

- AlmacenarResultadoPG()

Almacena el resultado de las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil de la clase RACF3.

- TraerInfoPertinente()

Proporciona a la clase GPF la información obtenida en la clase BD_Posición para obtener la información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de hora, cálculos parciales, etc).

- AlmacenarResultadoCG()

Almacena el resultado del cálculo de las coordenadas geográficas del terminal móvil

Atributos

- MSRF

Las Mediciones o Señales RF (MSRF) son las características de las señales RF recibidas, tales como temporización, intensidad de la señal, ángulo de incidencia. La red IMT-2000 y los terminales móviles pueden tener la capacidad de afectar las características de las señales RF de manera que mejore la calidad de recepción para que puedan obtenerse resultados significativos.

- ResultadoPG

Es el resultado de las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil de la clase RACF3.

- InfoPertinente

Este atributo fue descrito en la frontera ICN_GPF.

- ResultadoCG

Este atributo fue descrito en la frontera ICN_GPF.

2.6.4. Caso de uso 4. Realizar Entrega de Mensajes (Figura 2.11)

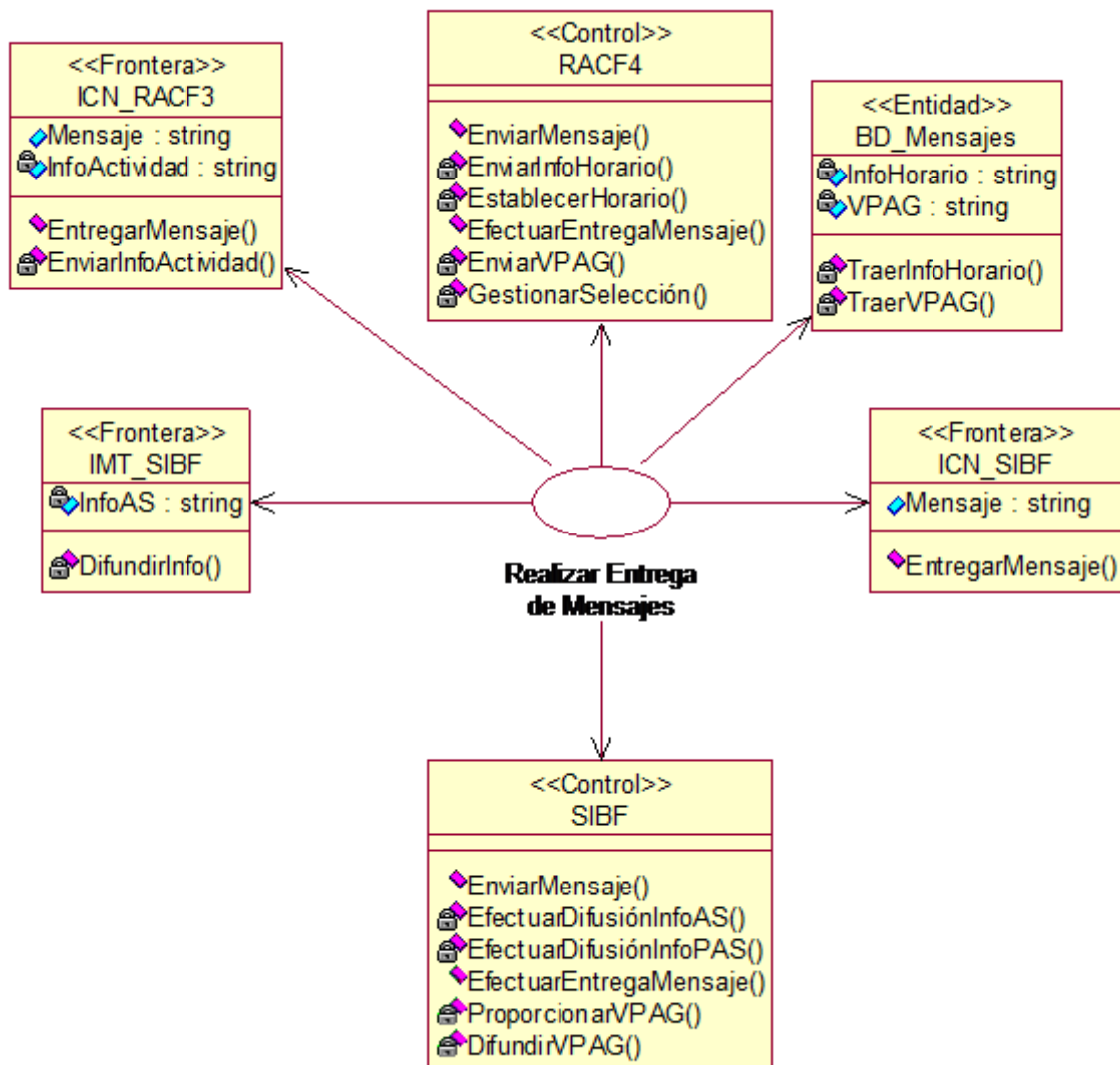


Figura 2.11. Clases Caso de Uso 4 Realizar Entrega de Mensajes

2.6.4.1. Clases tipo control

RACF4**Métodos**

- EnviarMensaje()

Permite la relación de las clases ICN_RACF3 y RACF4 para obtener los mensajes recibidos de la Entidad Funcional SACF.

- EnviarInfoHorario()

Realiza la consulta a la clase BD_Mensajes para obtener la información de Horarios de entrega de mensajes.

- EstablecerHorario()

Lleva a cabo el establecimiento del horario de entrega de mensajes recibidos de la Entidad Funcional SACF.

- EfectuarEntregaMensaje()

Lleva a cabo la ejecución de la entrega de mensajes.

- EnviarVPAG()

Realiza la consulta a la clase BD_Mensajes para obtener la información de los Valores Probatorios Aleatorios Globales (VPAG).

- GestionarSelección()

Lleva a cabo la gestión de la selección de valores probatorios aleatorios globales cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.

SIBF

Métodos

- EnviarMensaje()

Permite la relación de las clases ICN_SIBF y SIBF para obtener los mensajes que permitan la difusión de información y la entrega de mensajes.

- EnviarDifusiónInfoAS()

Lleva a cabo la ejecución de Difusión de Información de Acceso al Sistema (AS).

- EfectuarDifusiónInfoPAS()

Lleva a cabo la ejecución de Difusión de Información de Permiso de Acceso al Servicio (PAS).

- EfectuarEntregaMensaje()

Lleva a cabo la ejecución de la entrega de mensajes.

- ProporcionarVPAG()

Permite la relación de las clases RACF4 y SIBF para proporcionar los VPAG para difusión cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.

- DifundirVPAG()

Lleva a cabo la difusión del VPAG cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.

2.6.4.2. Clases tipo frontera

ICN_RACF4

Métodos

- EntregarMensaje()

Permite la relación del actor CN y la clase ICN_RACF3 para obtener los mensajes recibidos de la Entidad Funcional SACF.

- EnviarInfoActividad()

Permite la relación de las clases RACF y ICN_RACF3 para obtener la información de la selección del VPAG cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.

Atributos

- Mensaje

Son los mensajes que permiten la difusión de información y la entrega de mensajes.

- InfoActividad

Es la información de la selección del VPAG cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.

ICN_SIBF

Métodos

- EntregarMensaje()

Permite la relación del actor CN y la clase ICN_SIBF para obtener los mensajes que permitan la difusión de información y la entrega de mensajes.

Atributos

- Mensaje

Este atributo se describió en la frontera ICN_RACF3.

IMT_SIBF***Métodos***

- DifundirInfo()

Permite la relación de las clases SIBF y IMT_SIBF para difundir la información necesaria para efectuar la supervisión y el análisis de información de acceso al sistema. Este método entrega el mensaje al terminal móvil. Incluye la recuperación de la información de encaminamiento, el reenvío de mensaje del centro de mensajes a la red servidora y por último la entrega de mensaje al terminal móvil.

Atributos

- InfoAS

Esta información es proporcionada al MT. Puede incluir derechos de Acceso al Sistema, identificación de red, bandas de frecuencia utilizadas, configuraciones de los canales lógicos, etc. Además permite al MT configurarse así mismo de manera que pueda acampar en una célula, registrar e iniciar y recibir llamadas.

2.6.4.3. Clases tipo entidad***BD_Mensajes******Métodos***

- TraerInfoHorario()

Proporciona a la clase RACF4 la información obtenida en la clase BD_Mensajes para obtener la información de Horarios de entrega de mensajes.

- TraerVPAG()

Proporciona a la clase RACF la información obtenida en la clase BD_Mensajes para obtener la información de los VPAG.

Atributos

- InfoHorario

Son los horarios disponibles para la entrega de mensajes.

- VPAG

Es el Valor Probatorio Aleatorio Global (VPAG) cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.

2.7. DIAGRAMAS DE CLASES DEL SISTEMA

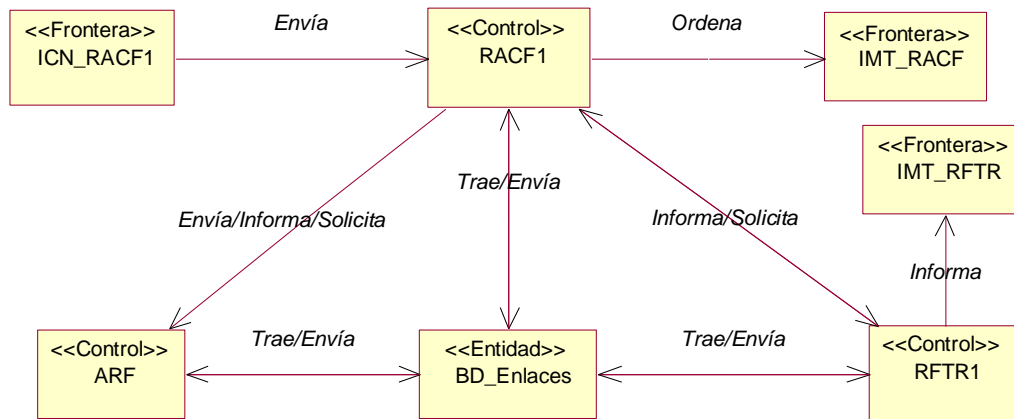


Figura 2.12. Diagrama de Clases Establecer y Liberar Enlaces de Acceso

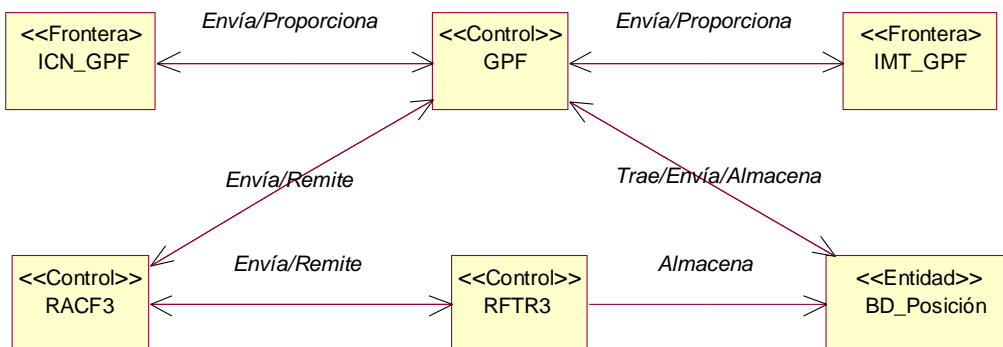


Figura 2.13. Diagrama de Clases Realizar Radiobúsqueda de Terminal

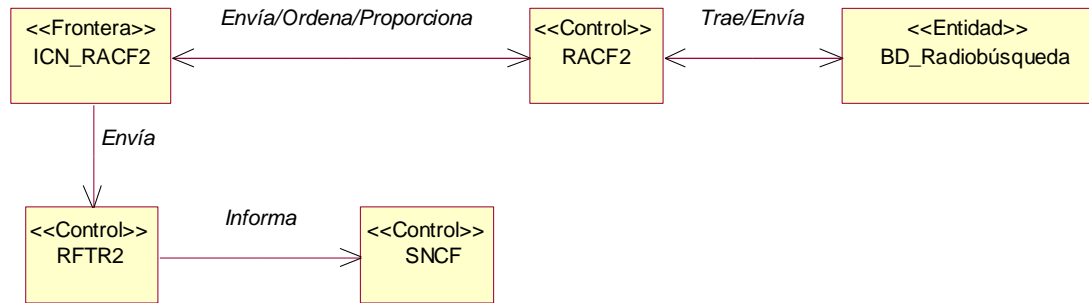


Figura 2.14. Diagrama de Clases Determinar Posición Geográfica

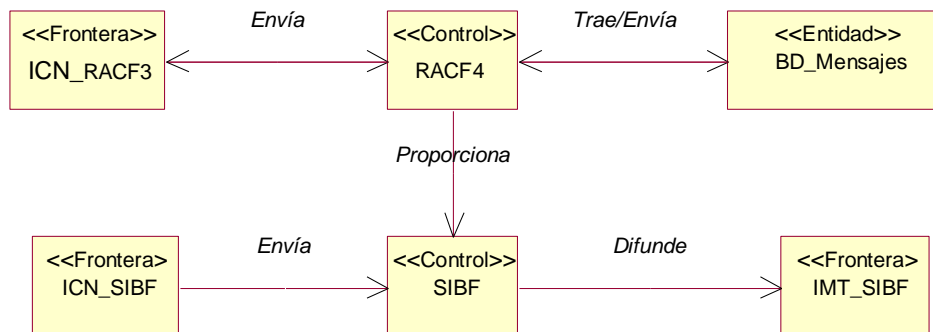


Figura 2.15. Diagrama de Clases Realizar Entrega de Mensajes

2.8. DIAGRAMAS DE SECUENCIAS DEL SISTEMA

A continuación se muestran todos los diagramas de secuencia del sistema y posteriormente se muestran las fallas que se pueden presentar en los mismos. Estas fallas son consideradas como las pruebas realizadas al sistema.

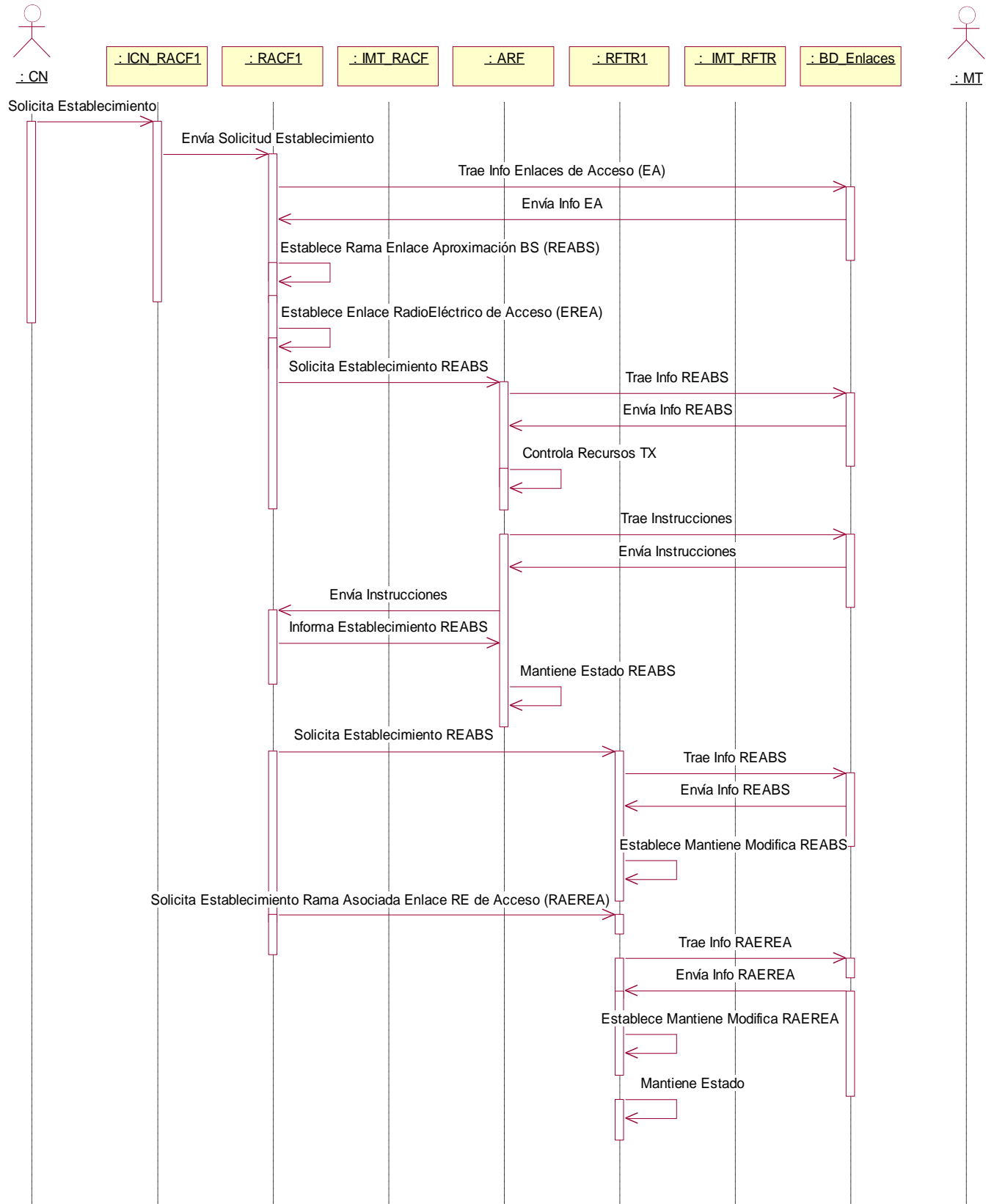


Figura 2.16. Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (1/3)

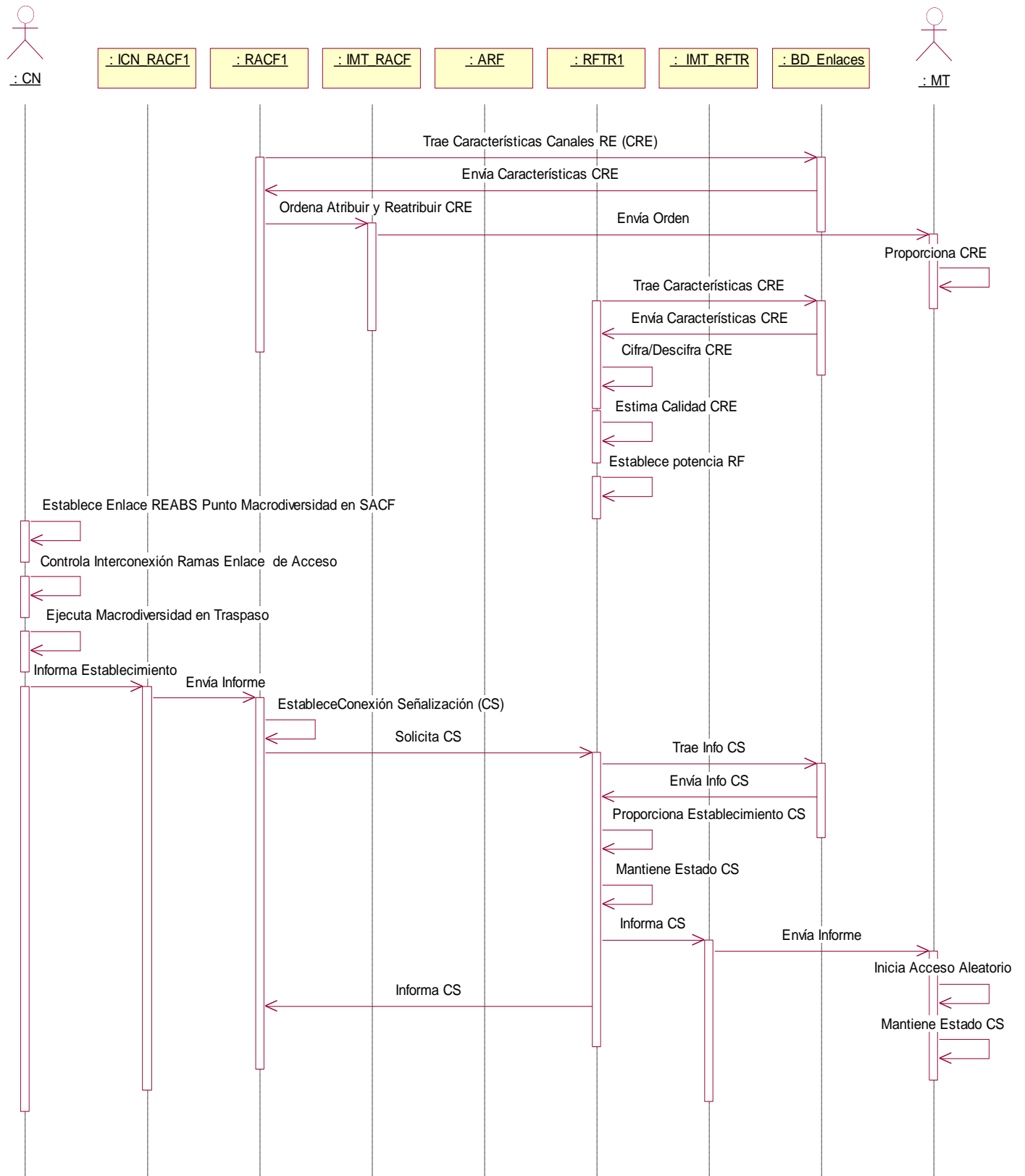


Figura 2.17. Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (2/3)

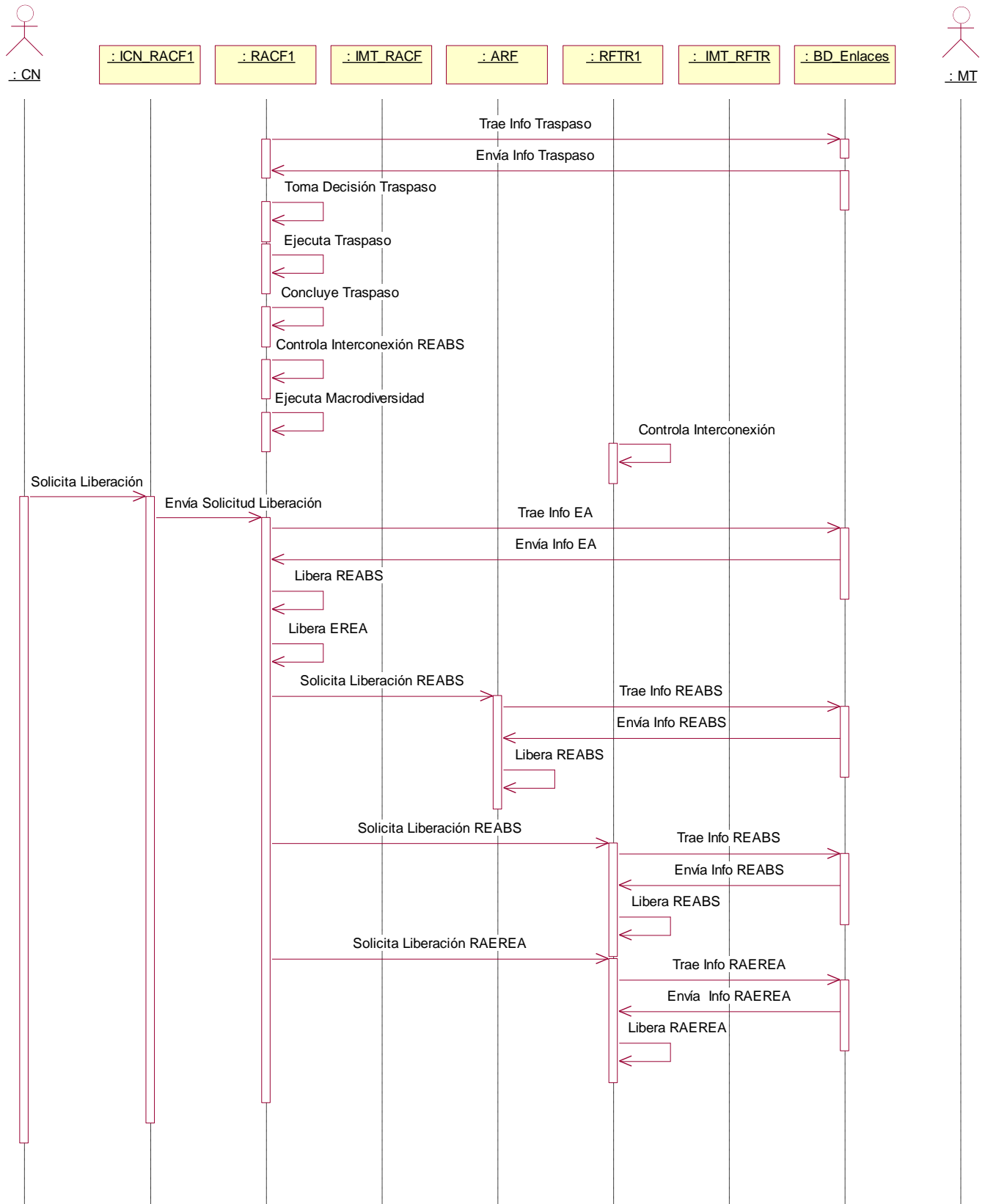


Figura 2.18. Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (3/3)

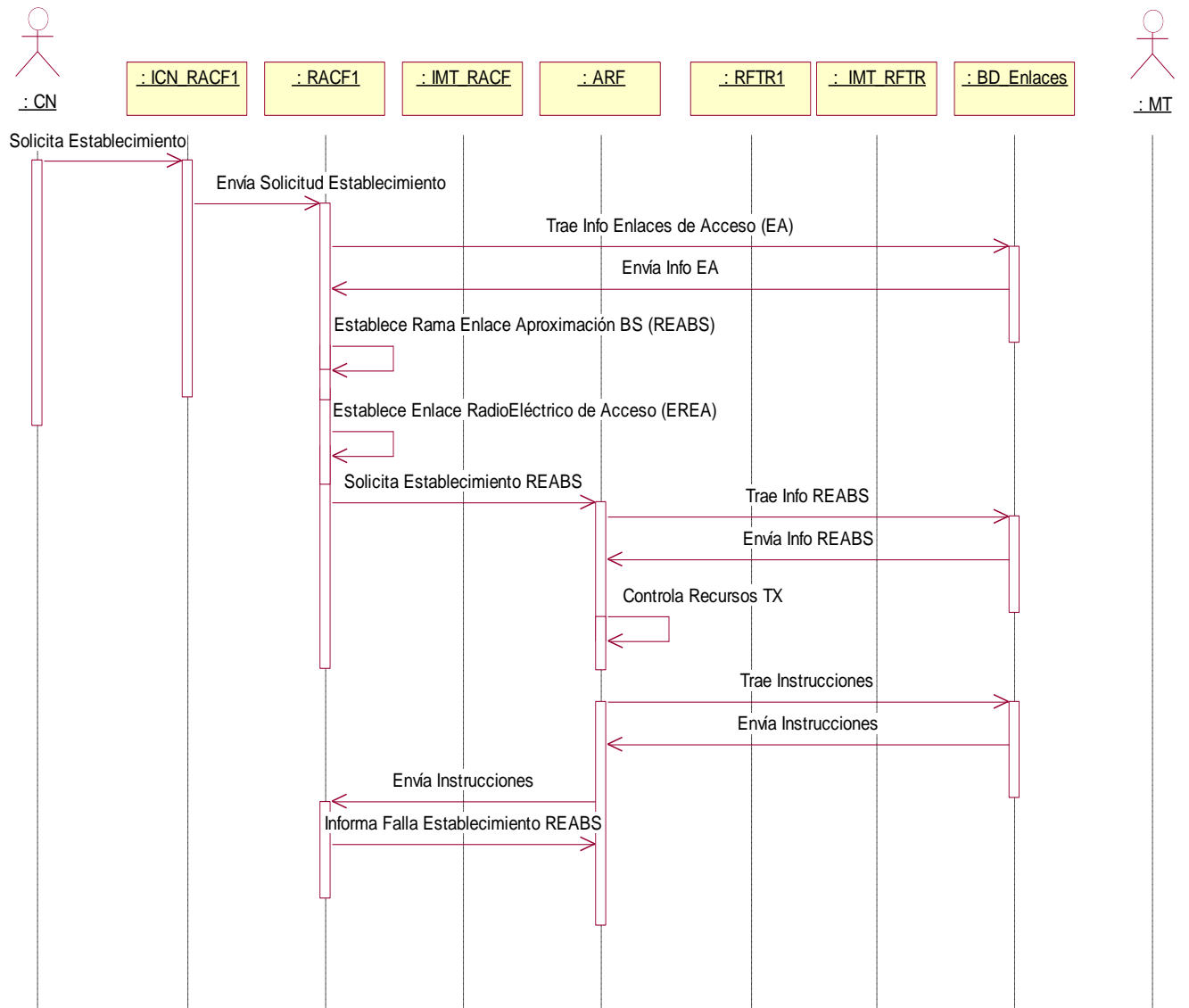


Figura 2.19. Falla 1 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (1/3)

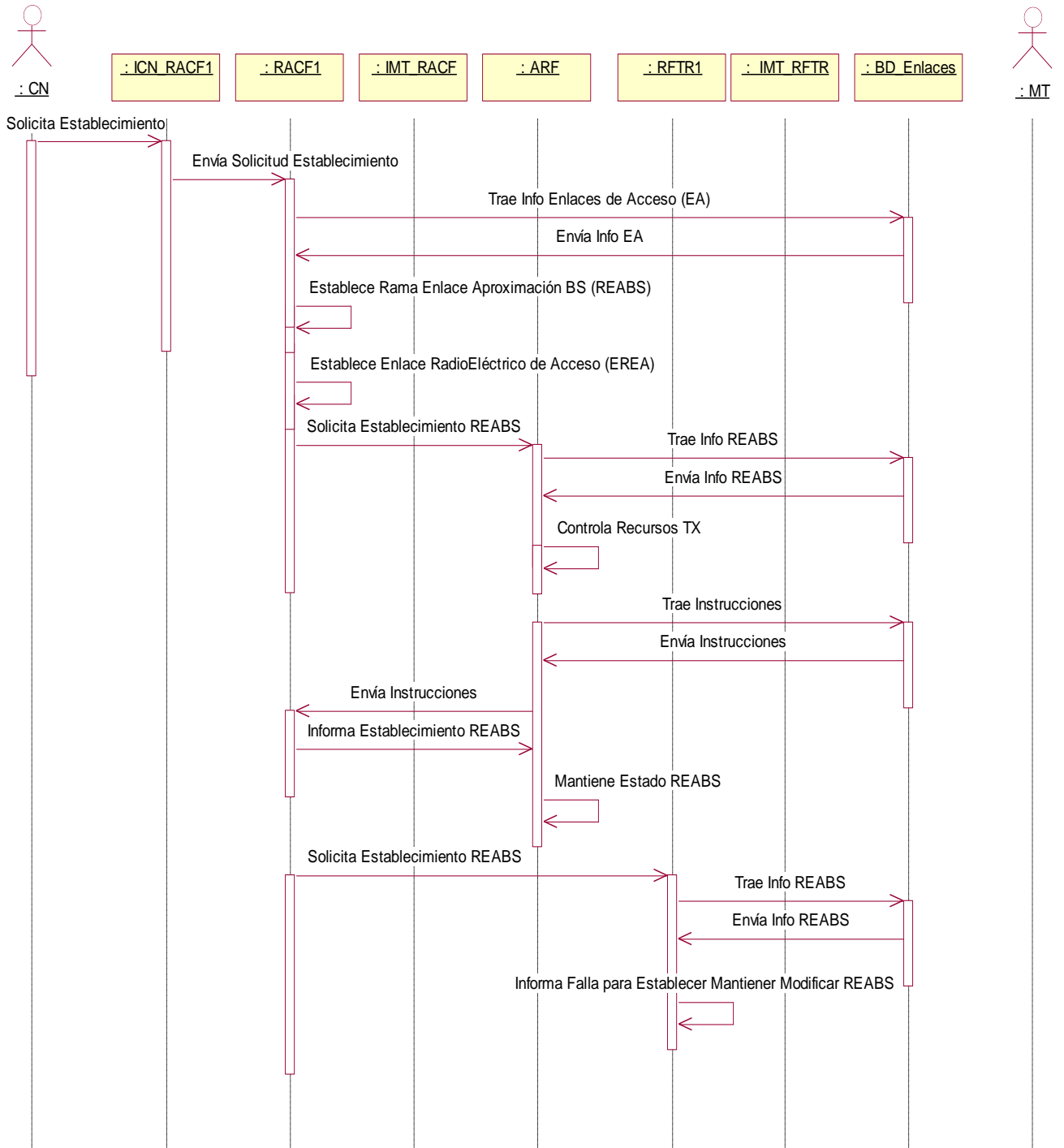


Figura 2.20. Falla 2 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (1/3)

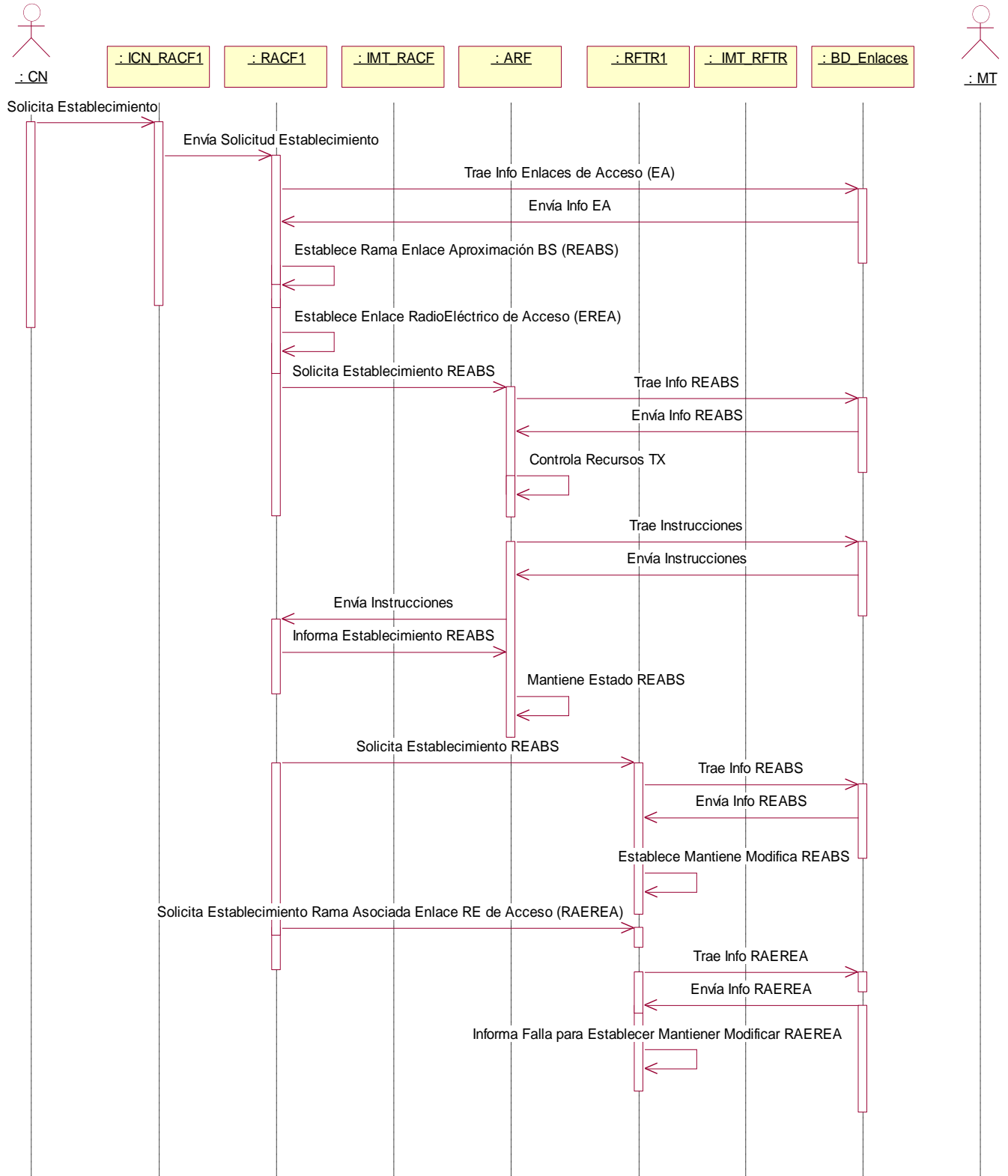


Figura 2.21. Falla 3 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (1/3)

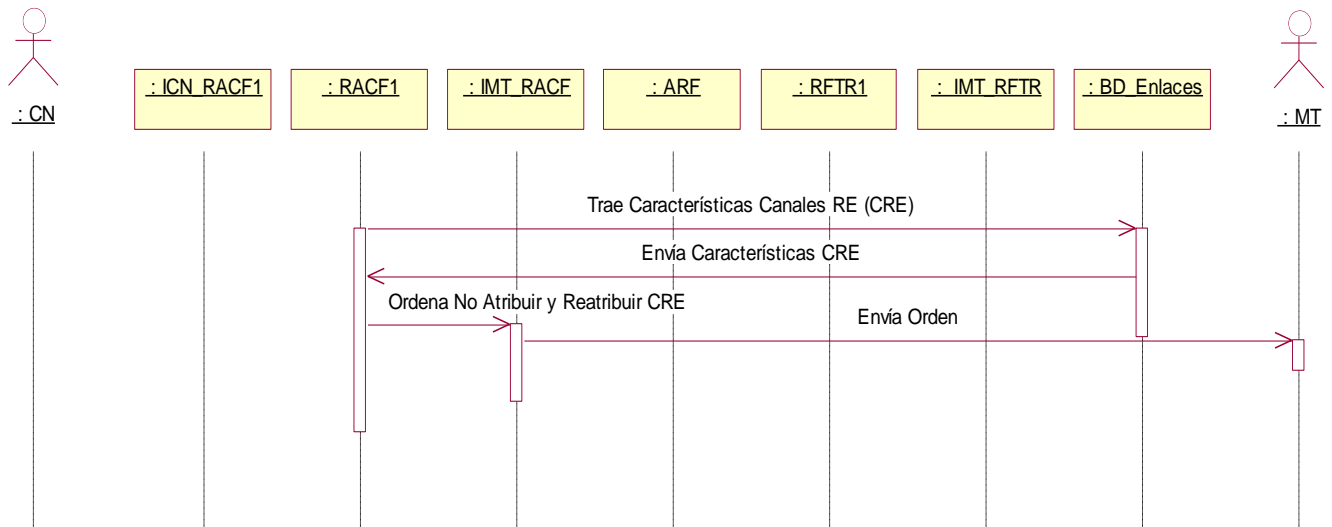


Figura 2.22. Falla 4 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (2/3)

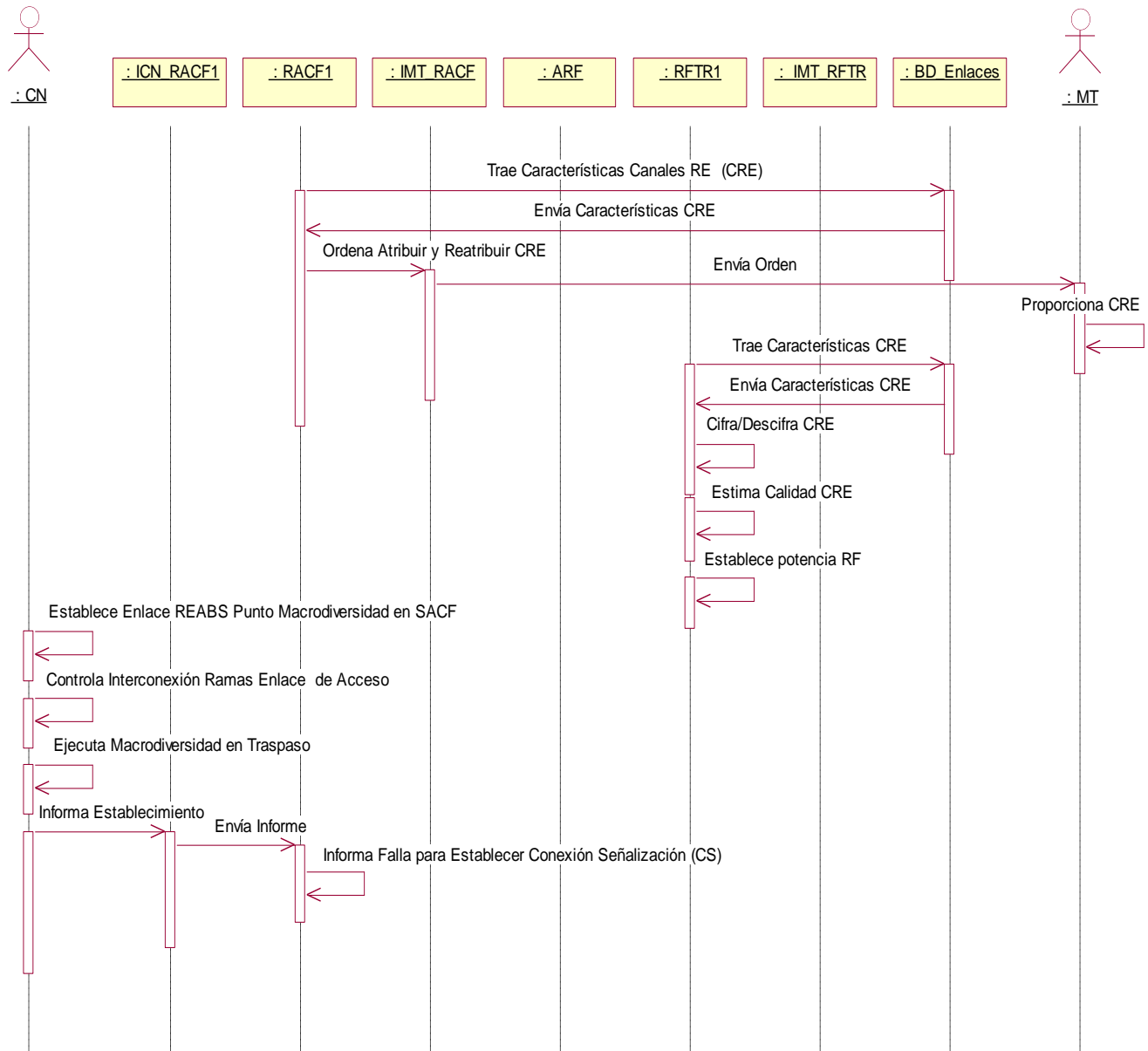


Figura 2.23. Falla 5 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (2/3)

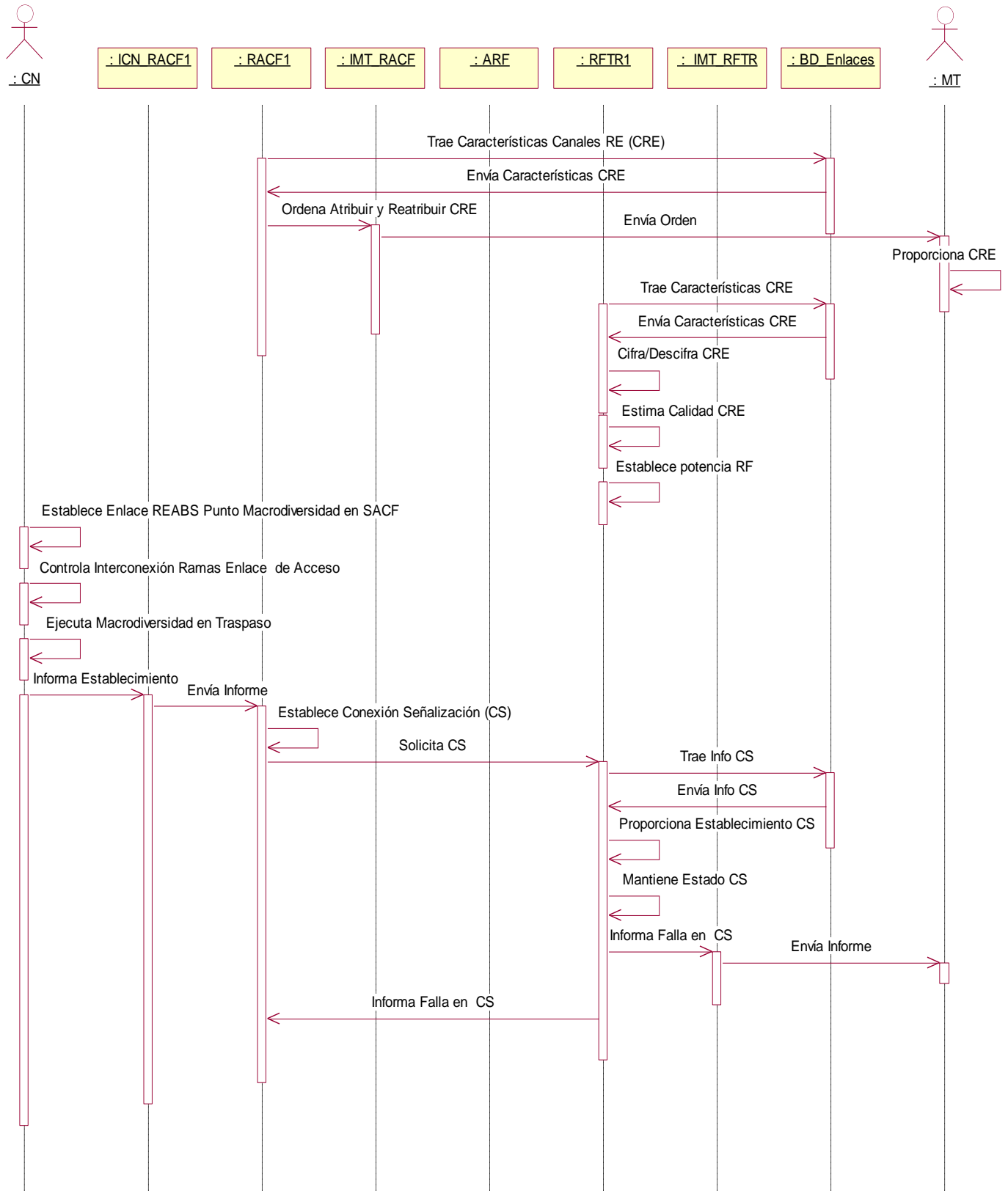


Figura 2.24. Falla 6 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (2/3)

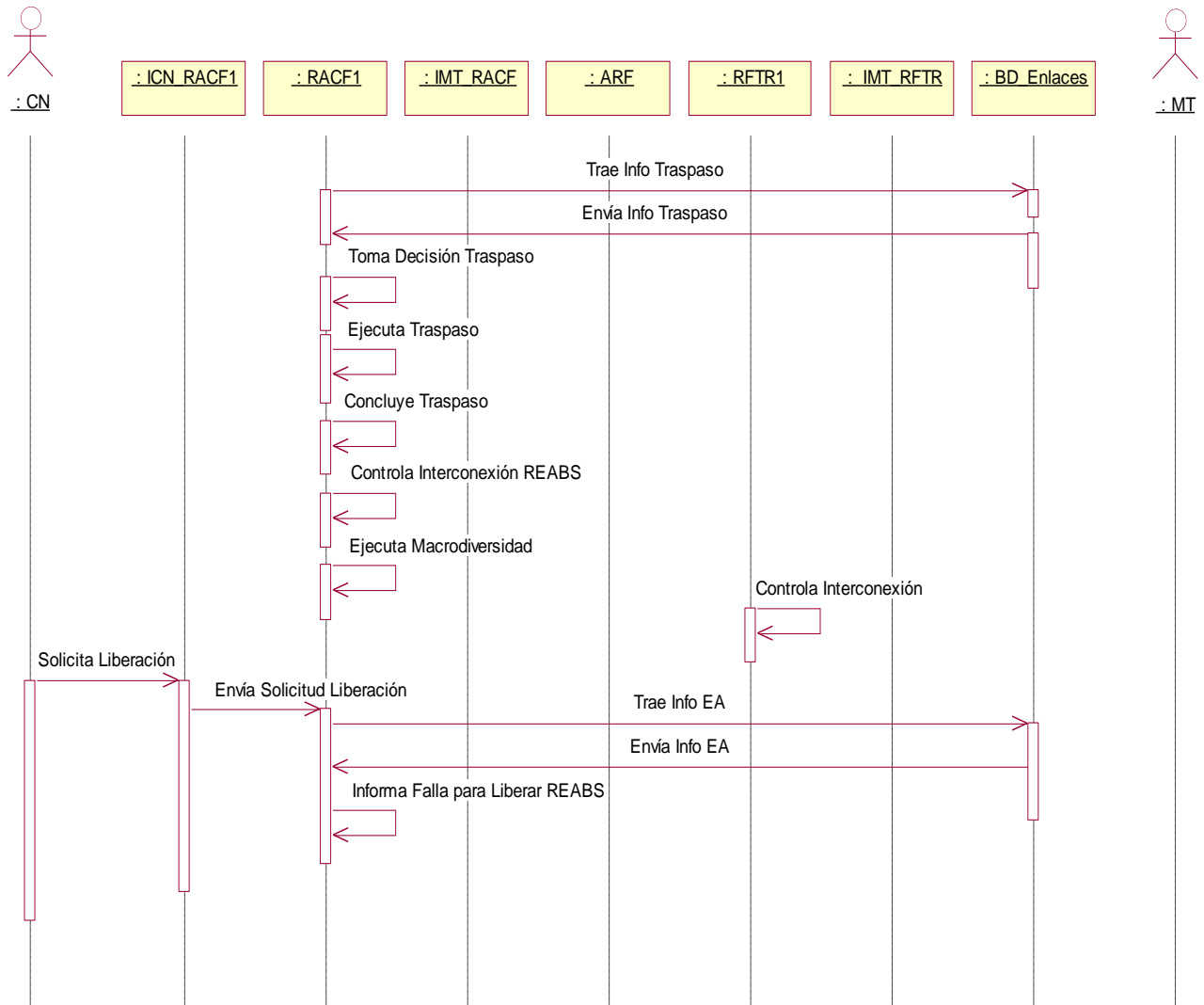


Figura 2.25. Falla 7 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (3/3)

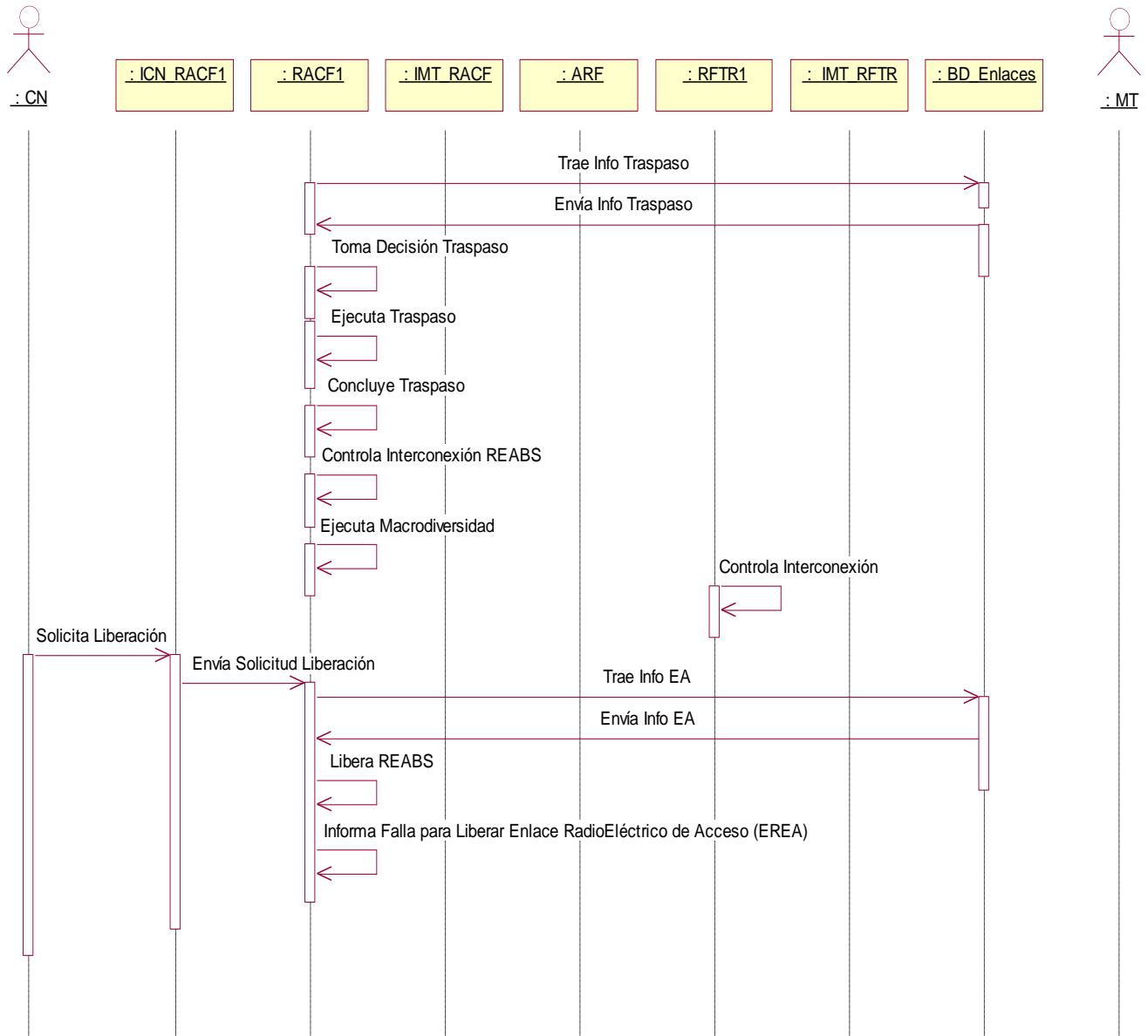


Figura 2.26. Falla 8 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (3/3)

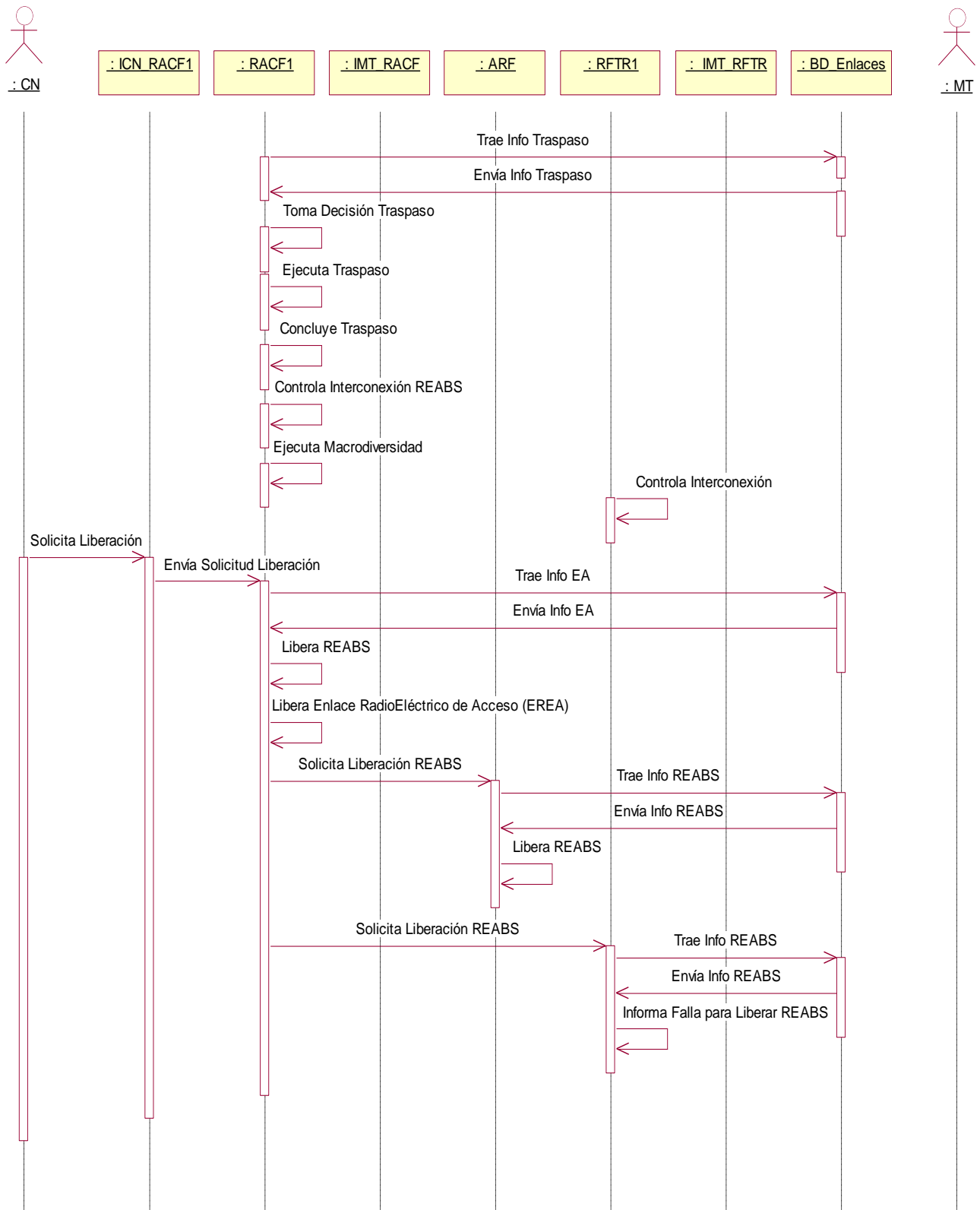


Figura 2.27. Falla 9 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (3/3)

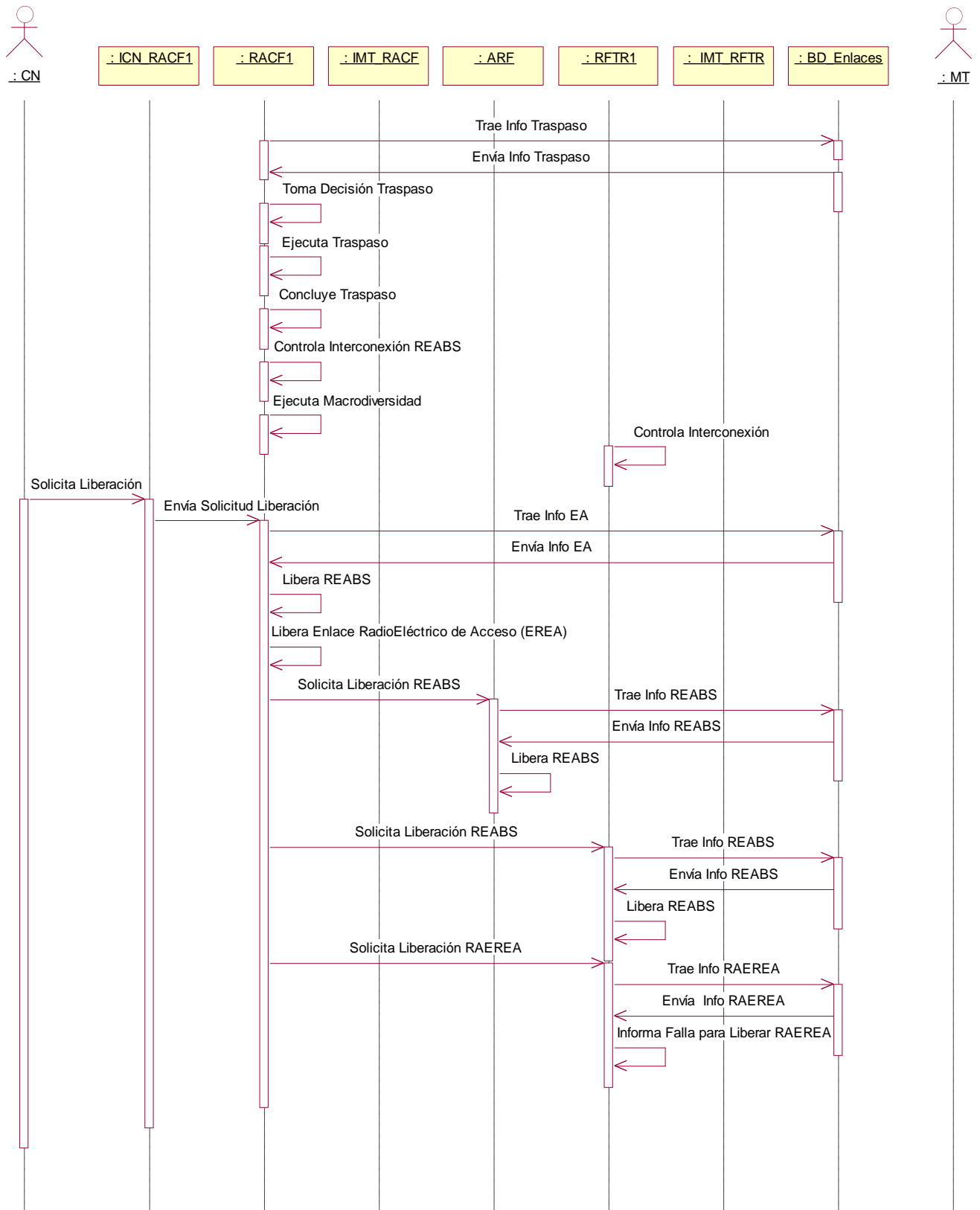


Figura 2.28. Falla 10 Diagrama de Secuencia Establecimiento y Liberación de Enlaces de Acceso (3/3)

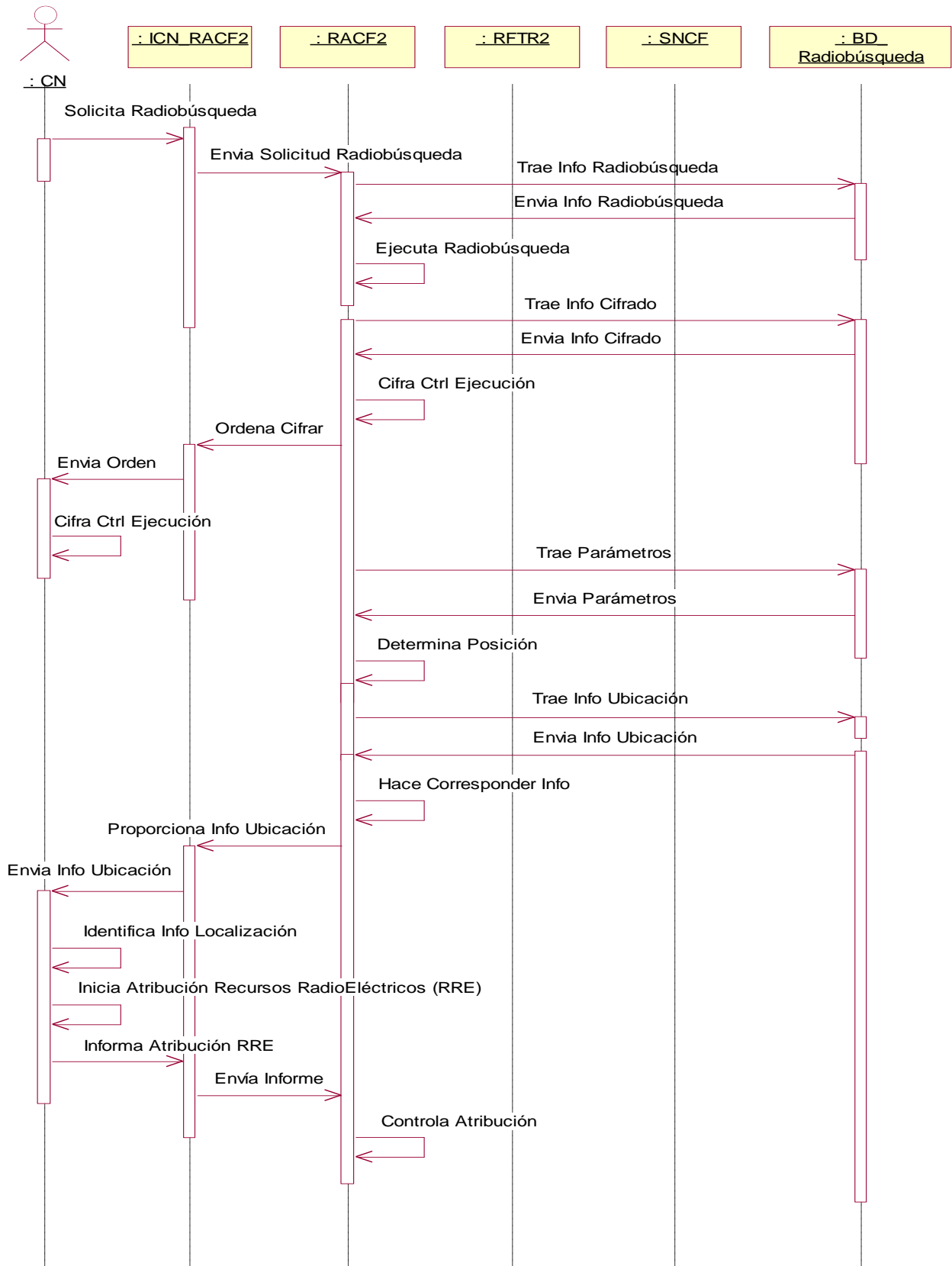


Figura 2.29. Diagrama de Secuencias Realizar Radiobúsqueda de Terminal (1/2)

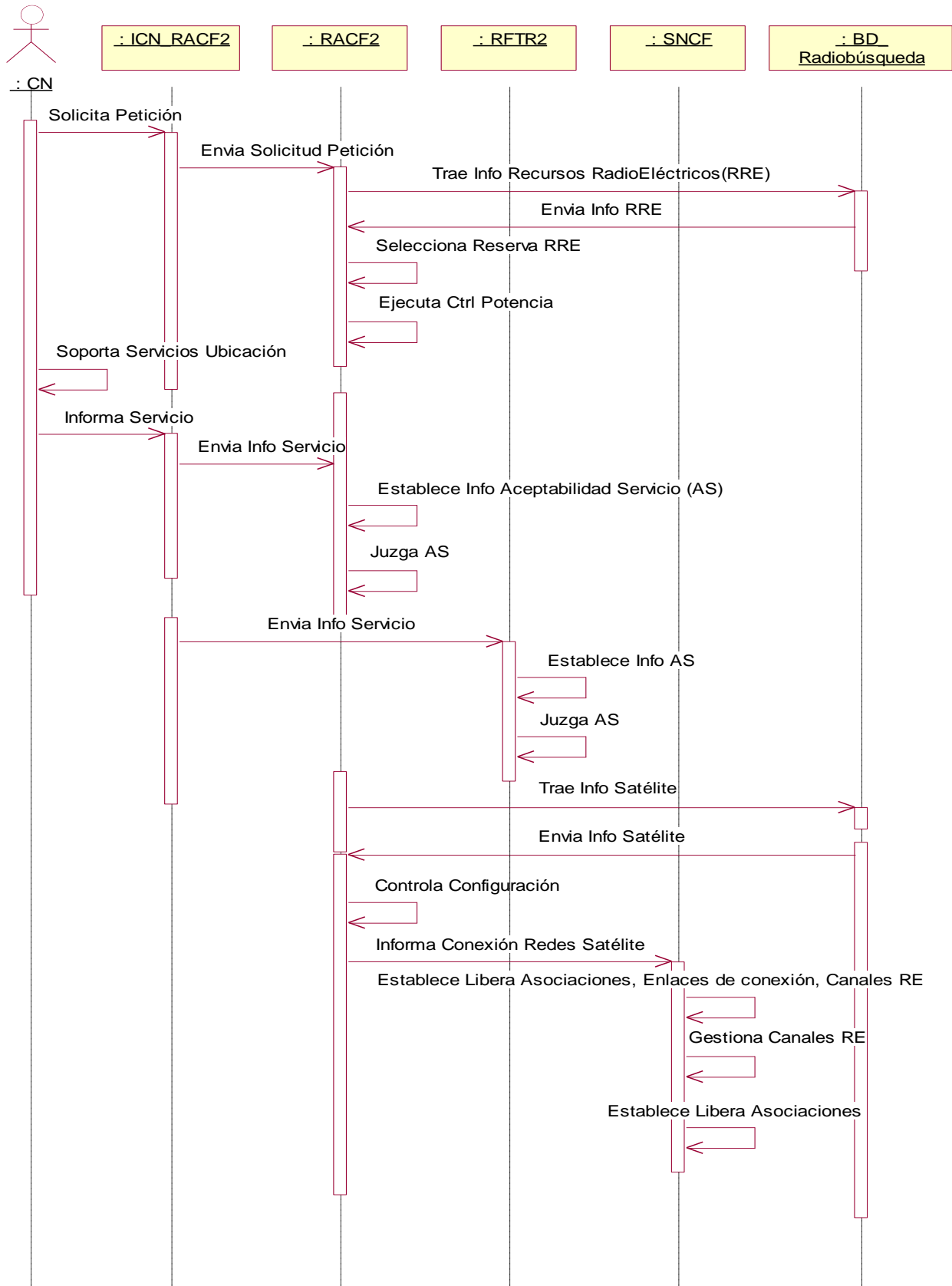


Figura 2.30. Diagrama de Secuencia Realizar Radiobúsqueda de Terminal (2/2)

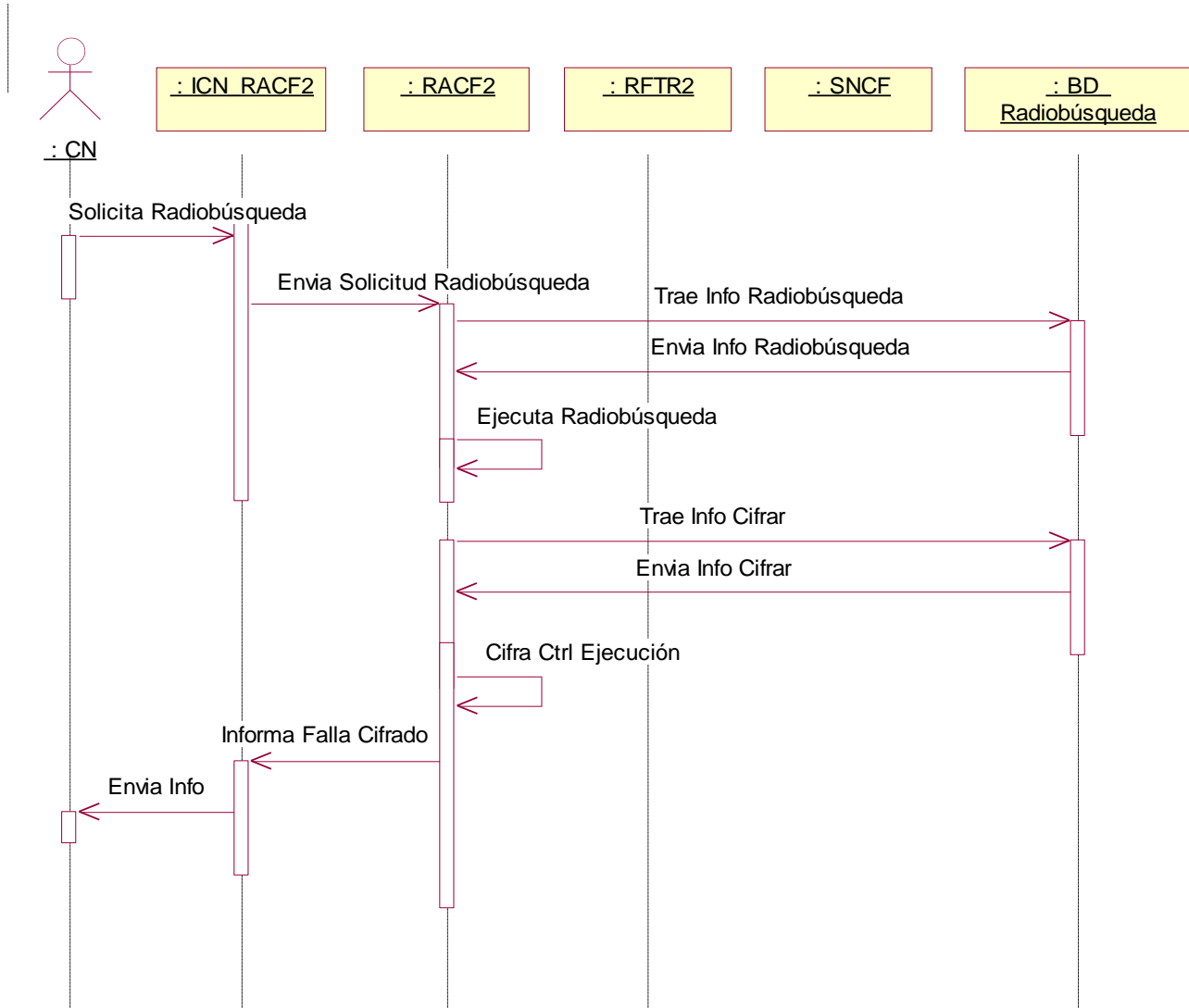


Figura 2.31. Falla 1 Diagrama de Secuencia Realizar Radiobúsqueda de Terminal (1/2)

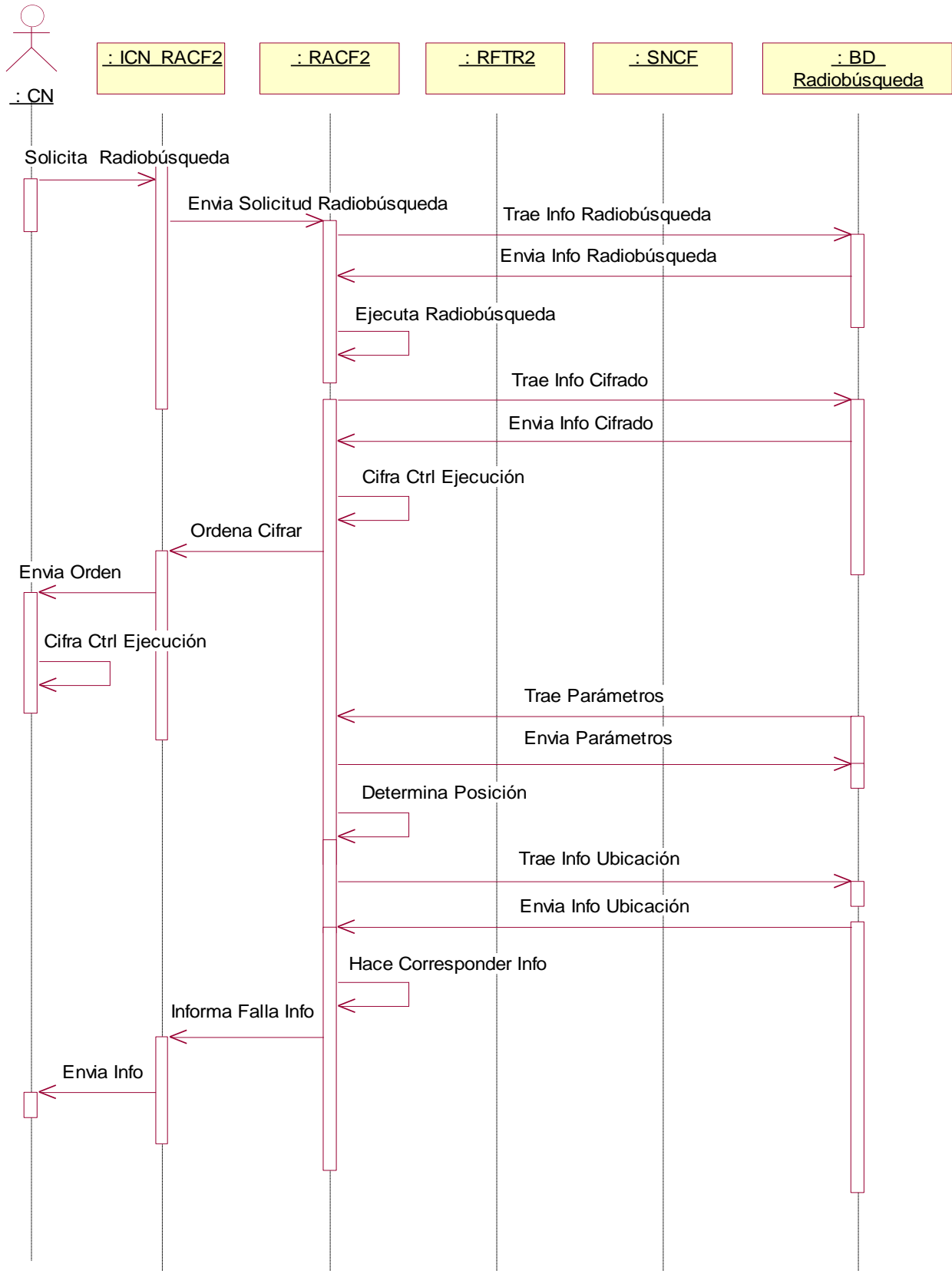


Figura 2.32. Falla 2 Diagrama de Secuencia Realizar Radiobúsqueda de Terminal (1/2)

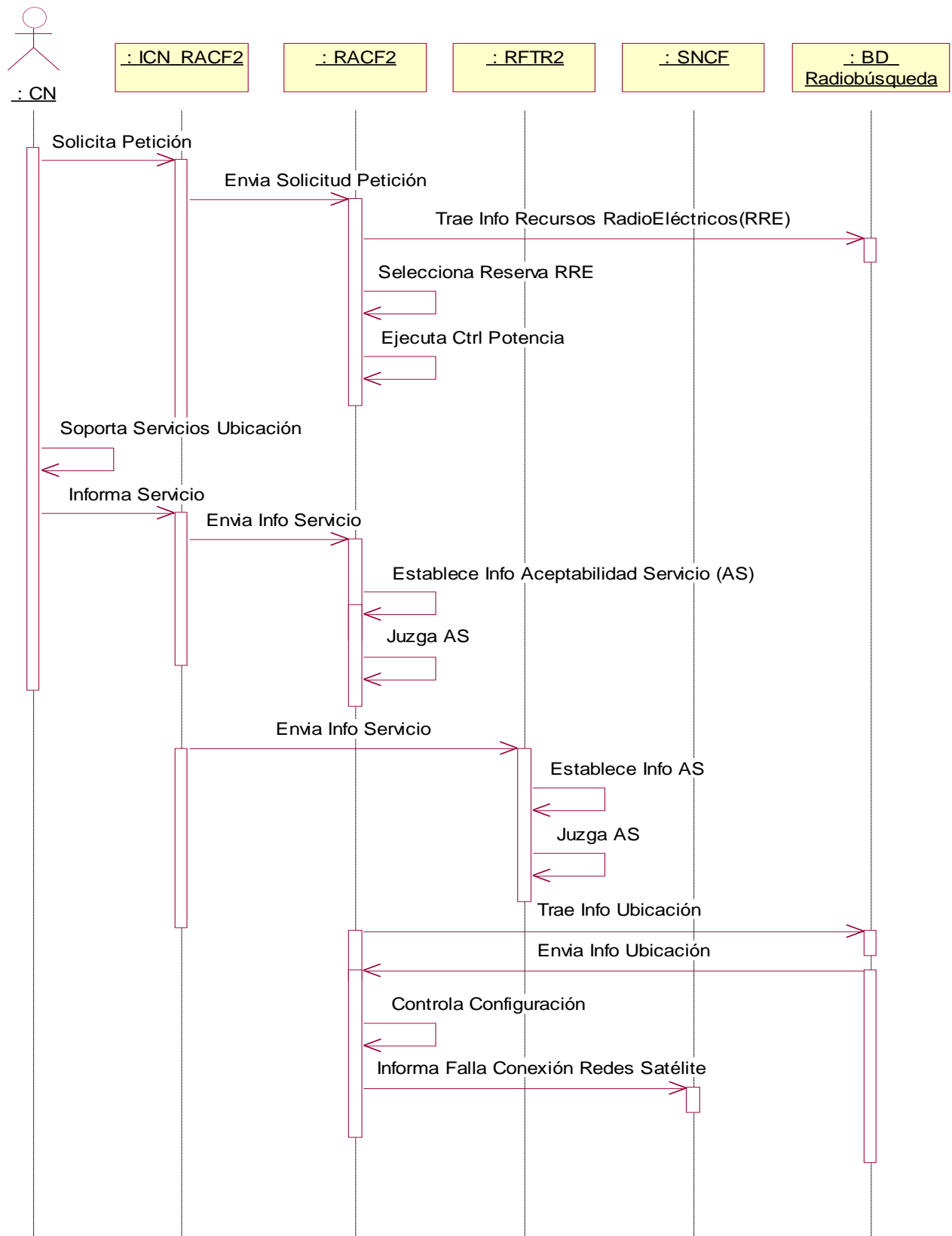


Figura 2.33. Falla 3 Diagrama de Secuencia Realizar Radiobúsqueda de Terminal (2/2)

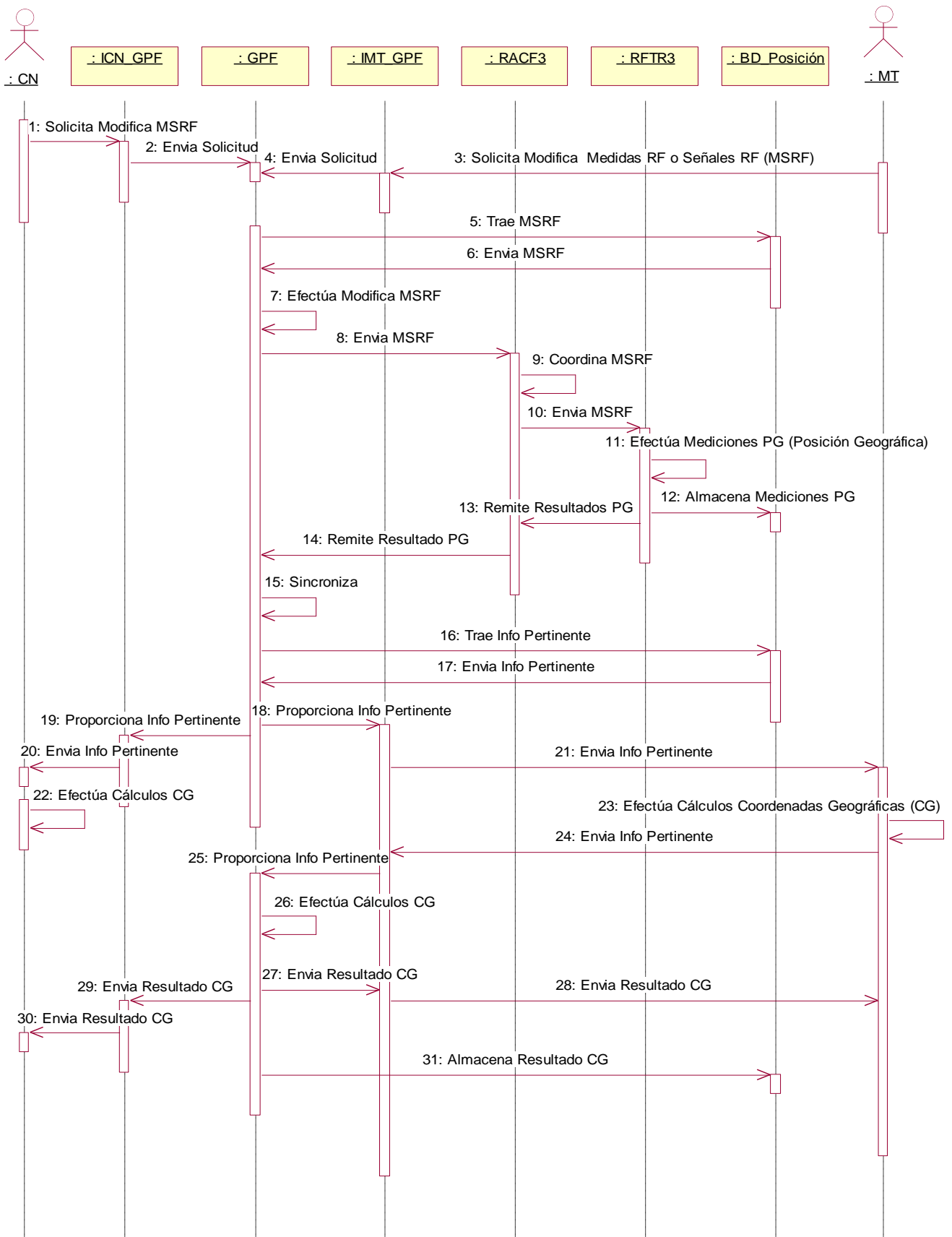


Figura 2.34. Diagrama de Secuencia Determinar Posición Geográfica

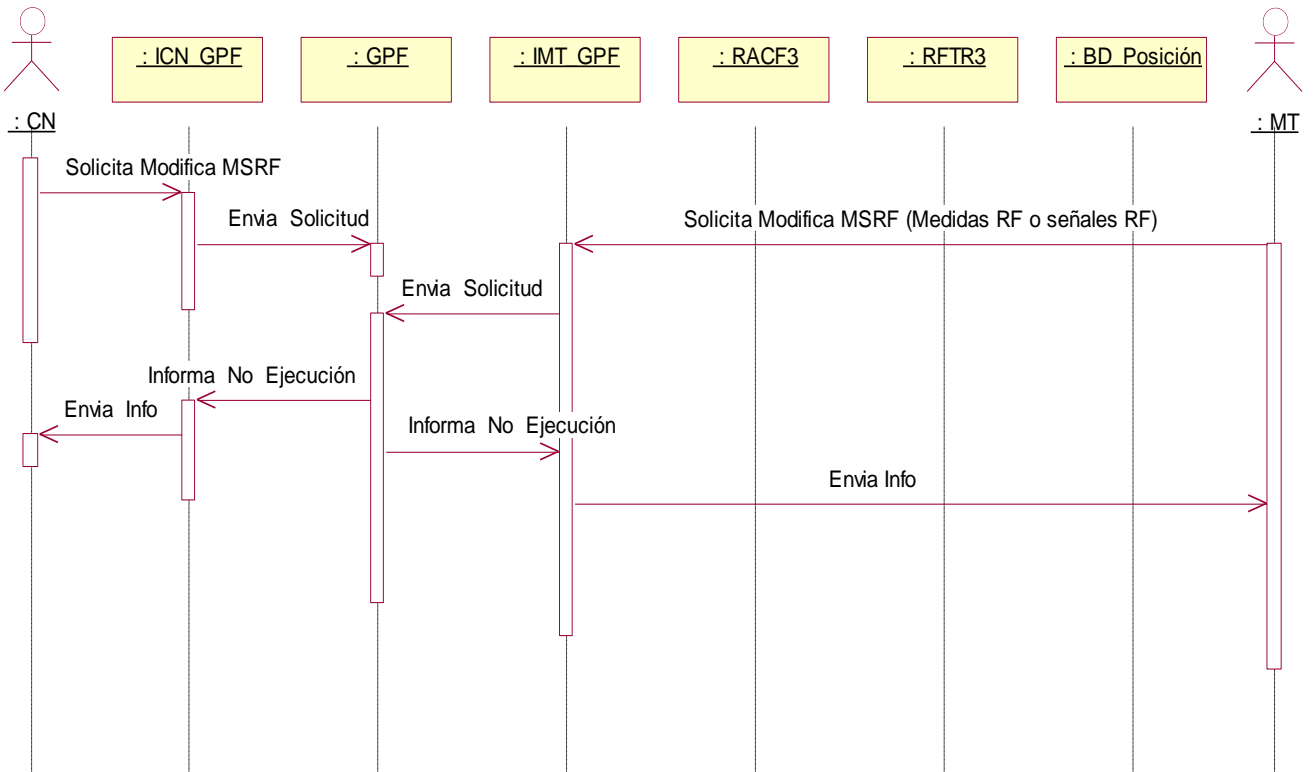


Figura 2.35. Falla 1 Diagrama de Secuencia Determinar Posición Geográfica

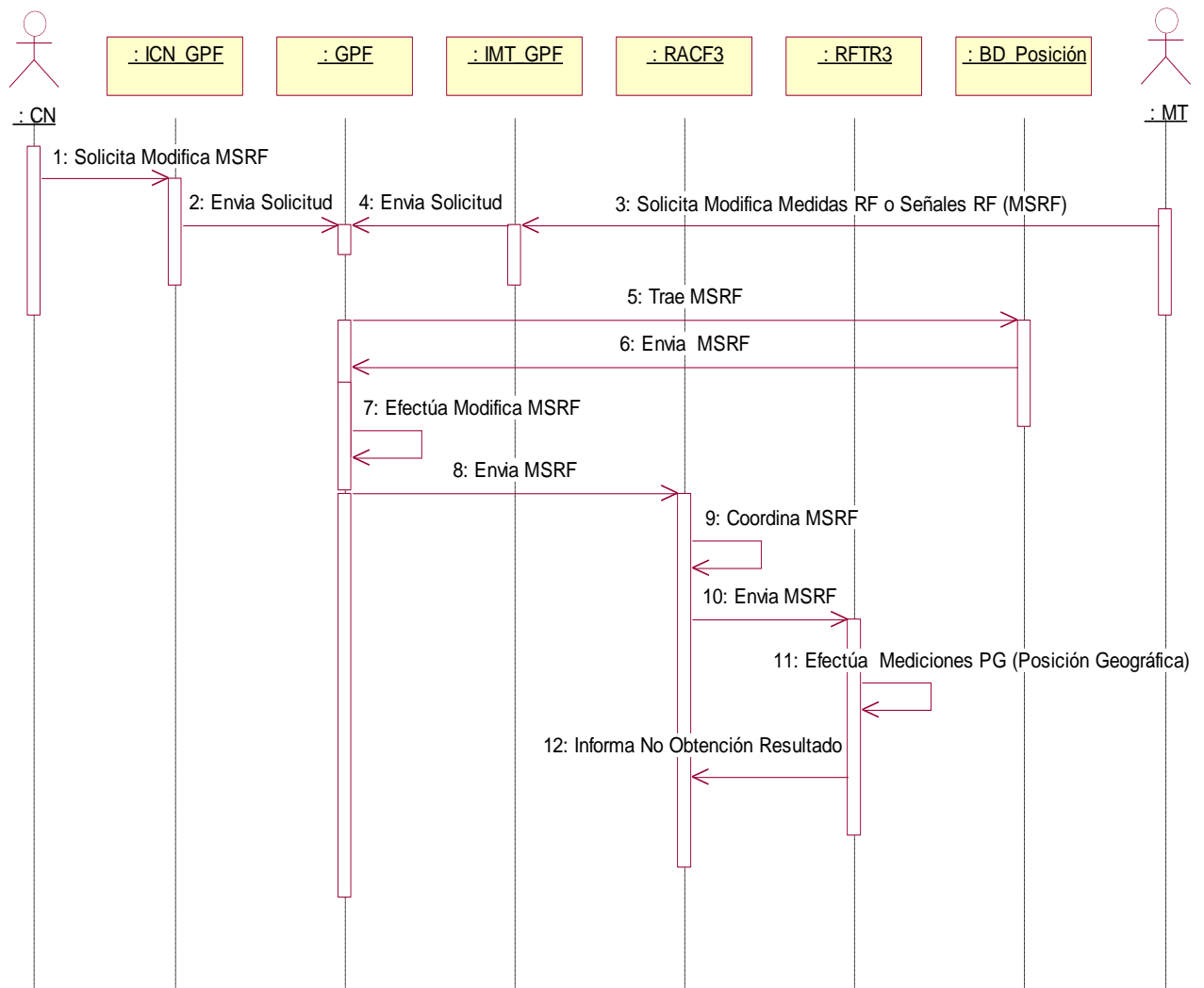


Figura 2.36. Falla 2 Diagrama de Secuencia Determinar Posición Geográfica

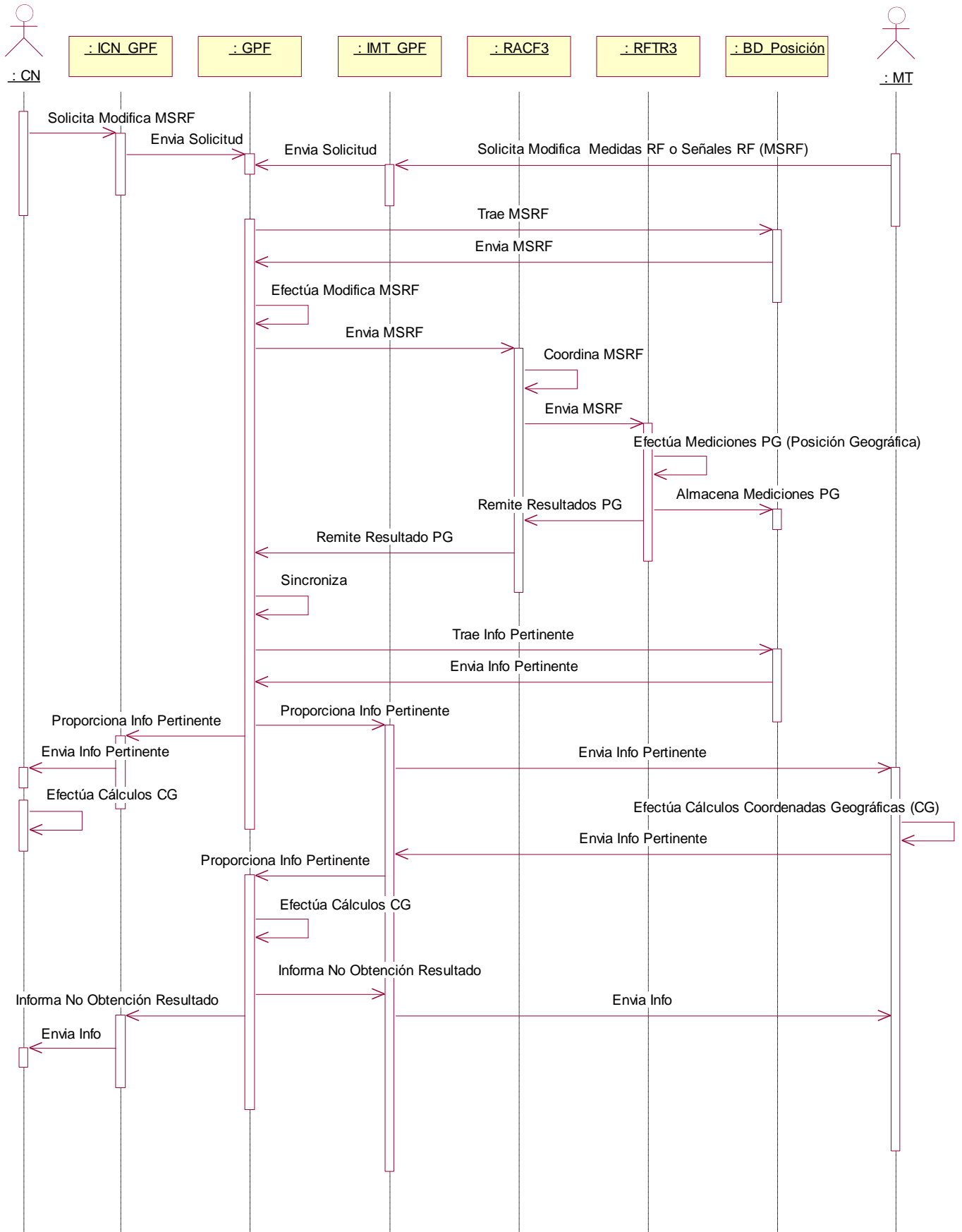


Figura 2.37. Falla 3 Diagrama de Secuencia Determinar Posición Geográfica

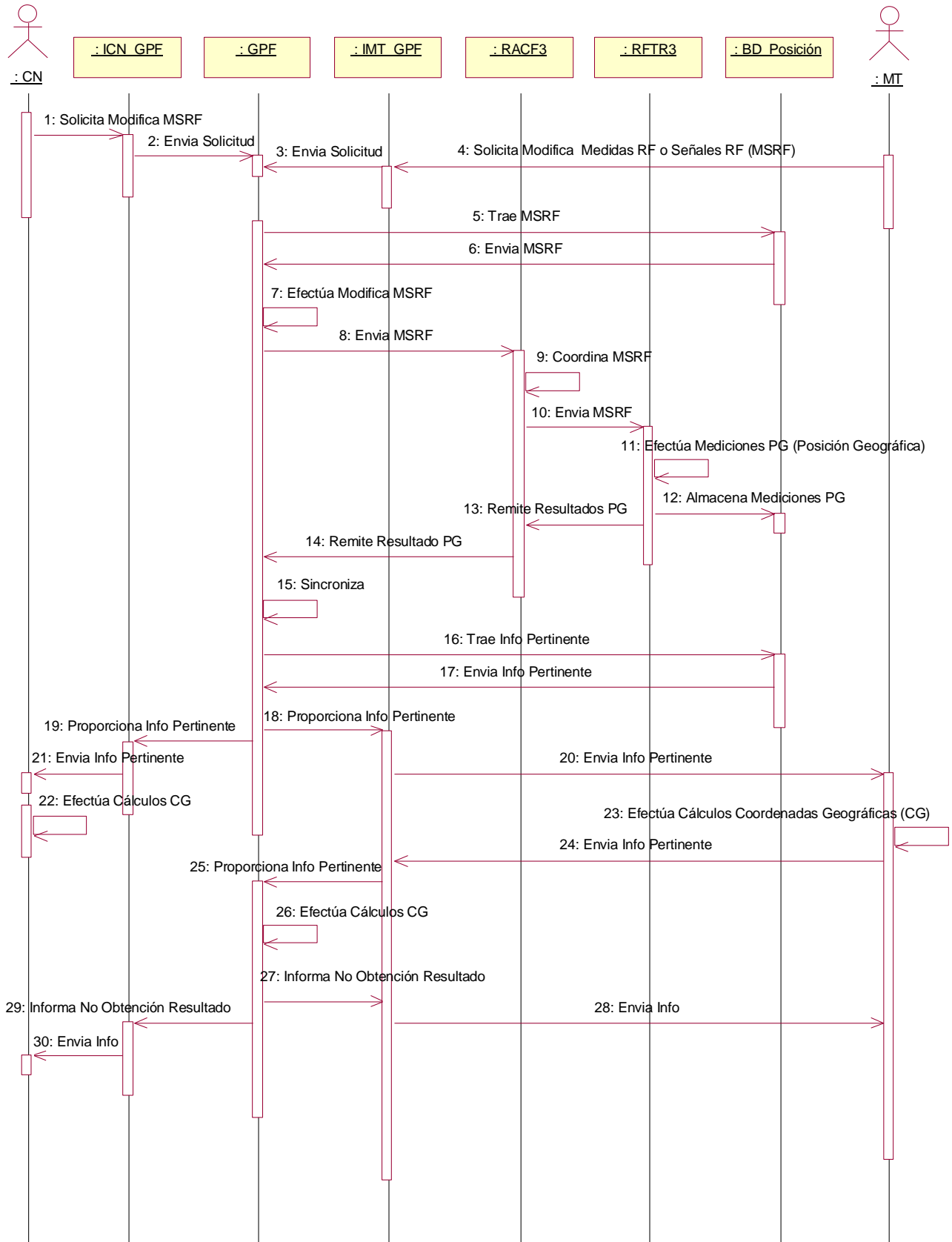


Figura 2.38. Diagrama de Secuencia Realizar Entrega de Mensajes

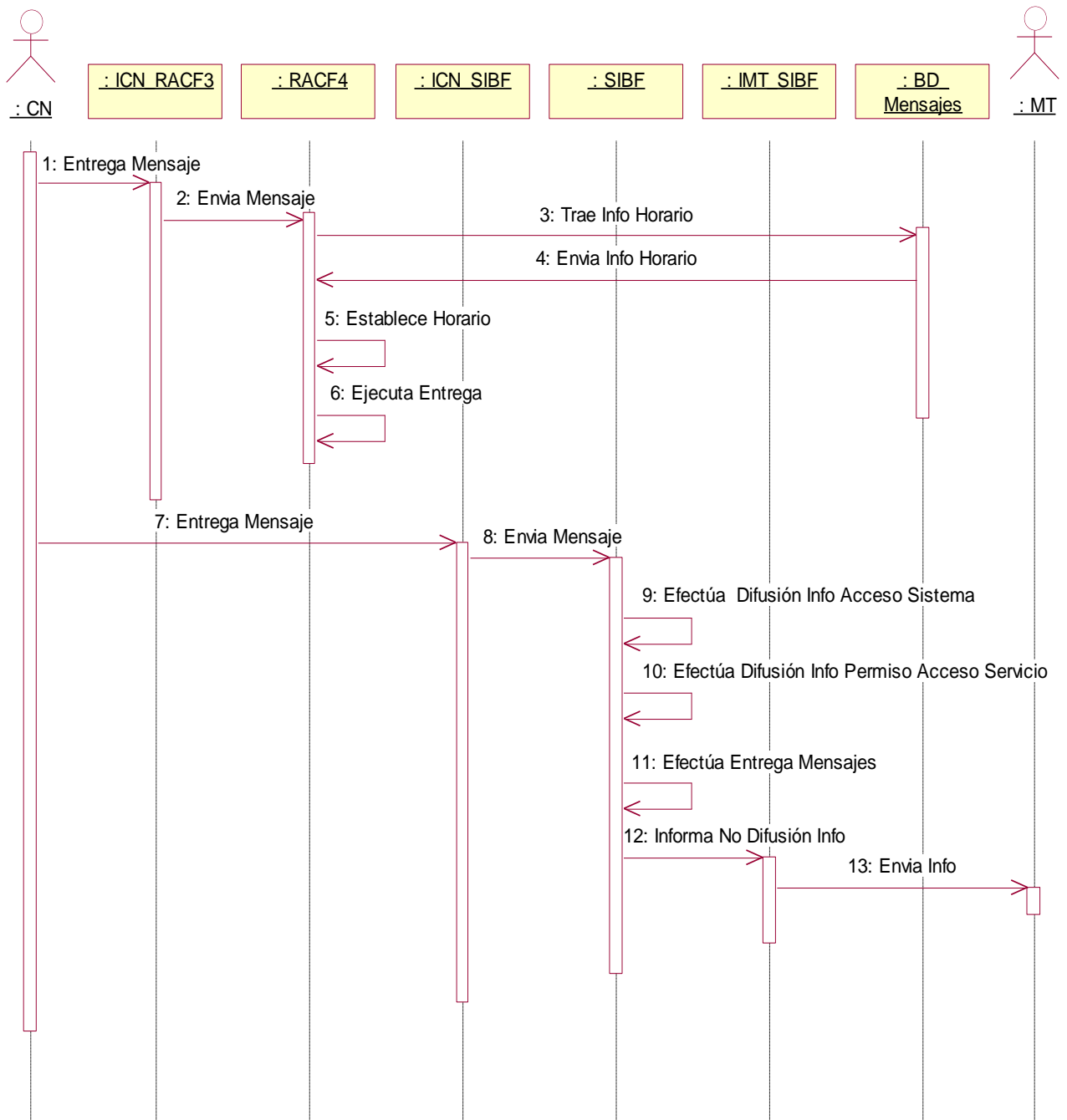


Figura 2.39. Falla 1 Diagrama de Secuencia Realizar Entrega de Mensajes

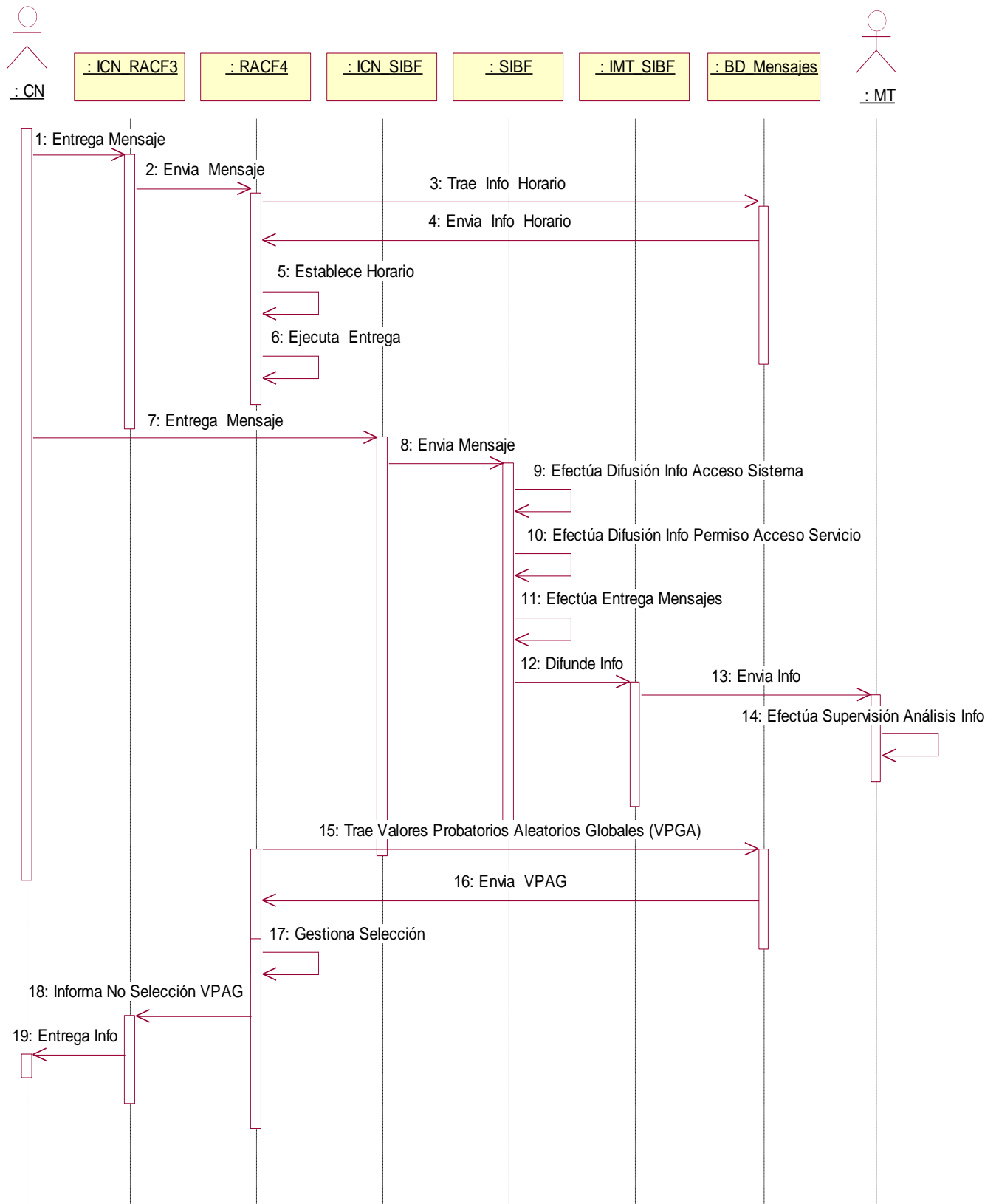


Figura 2.40. Falla 2 Diagrama de Secuencia Realizar Entrega de Mensajes

Con la presentación de los diagramas de secuencia se da por concluido el modelamiento del módulo RAN, el cual permitió su descripción a nivel funcional e interacción de sus funciones, con el propósito de conocer su operación real, comportamiento y ubicación. Con esto se puede dar inicio a la descripción de la funcionalidad del módulo RAN.

Capítulo 3

DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL MÓDULO RAN

Un aspecto importante del Sistema IMT-2000 es la capacidad para habilitar nuevos servicios de voz y datos significativamente más avanzados que los ofrecidos por las tecnologías de sistemas móviles pre-IMT-2000. Los usuarios móviles del Sistema tendrán a su disposición nuevos servicios vocales y no vocales, incluyendo servicios multimedia y paquetes de datos con velocidades superiores a las ofrecidas actualmente, en cuanto a la calidad e inteligibilidad del servicio de voz que ofrecerá IMT-2000 será comparable al ofrecido por las redes fijas; otra capacidad del Sistema es la asignación del ancho de banda por demanda optimizando la utilización de recursos del Sistema, ofreciendo a los usuarios velocidades de transmisión que van desde la requerida para mensajes paging hasta velocidades asociadas con vídeo o transferencia de archivos; soporta comunicaciones asimétricas que requieren mayor velocidad en una dirección y menor velocidad en la otra; apoya servicios como llamadas de emergencia, suministrando información adicional a la llamada hasta donde le sea permitido, por ejemplo, Identificación de usuario y otra información que podría ser requerida por las autoridades locales o nacionales, sin embargo la seguridad en las comunicaciones es uno de los aspectos mas relevantes del Sistema.

En este capítulo se tendrá en cuenta el modelamiento realizado en el Capítulo 2, con el objetivo de presentar la funcionalidad del módulo RAN a través de la prestación de servicios interactivos de tipo conversacional ofrecidos por el sistema IMT-2000.

SERVICIOS DEL SISTEMA IMT-2000

3.1.1. Categoría de Servicios

Los tres principales servicios identificados desde la perspectiva del usuario para los sistemas móviles de tercera generación IMT-2000 son:

- Servicios móviles
- Servicios interactivos
- Servicios de distribución

3.1.1.1. Servicios móviles

Estos servicios están directamente relacionados con la movilidad de los usuarios incluyendo la movilidad de terminal. La información de localización puede ser suministrada a usuarios autorizados por un Sistema Móvil IMT-2000 o para autoridades relevantes en caso de llamadas de emergencias o para la gestión de tráfico vehicular. Para proteger la privacidad del usuario, el acceso a la información de localización debe ser restringido a aplicaciones específicas autorizadas por el usuario y la administración correspondiente. La precisión de la información de localización esta sujeta a limitaciones del sistema y a requerimientos de usuario.

3.1.1.2. Servicios interactivos

Los servicios Interactivos para un Sistema Móvil IMT-2000 están estrechamente ajustados a la definición de la UIT-T para redes fijas. Estas se encuentran separadas en tres categorías:

- *Servicios conversacionales*

Proveen comunicaciones de diálogo bidireccionales extremo a extremo en tiempo real, transferida de usuario a usuario o entre usuario y un Host (por ejemplo, para procesamiento de datos).

- *Servicios de mensajería*

Ofrece comunicaciones usuario a usuario entre usuarios individuales, vía unidades de almacenamiento con almacenamiento y envío, buzones y/o manejo de mensajes (por ejemplo,

edición de información, procesamiento y conversaciones).

- *Servicios de almacenamiento y envío*

Puede recuperar y/o almacenar información en centros de información.

3.1.1.3.Servicios de Distribución

Provee un flujo continuo de información la cual es distribuida desde una fuente central a un número ilimitado de receptores conectados y autorizados a la red. Estos servicios incluyen servicios de multidifusión. Los usuarios pueden o no habilitar para control la presentación y la información puede ser difundida a todos los receptores o direccionada a uno o más receptores especificados.

3.2.PRESTACIÓN DE SERVICIOS MÓVILES IMT-2000

Para proponer una alternativa de prestación de servicios móviles en el Sistema IMT-2000, a continuación se describe el esquema de secuencia del servicio móvil (Figura 3.1), el cual se origina a partir de los requerimientos planteados en el Capítulo 2.

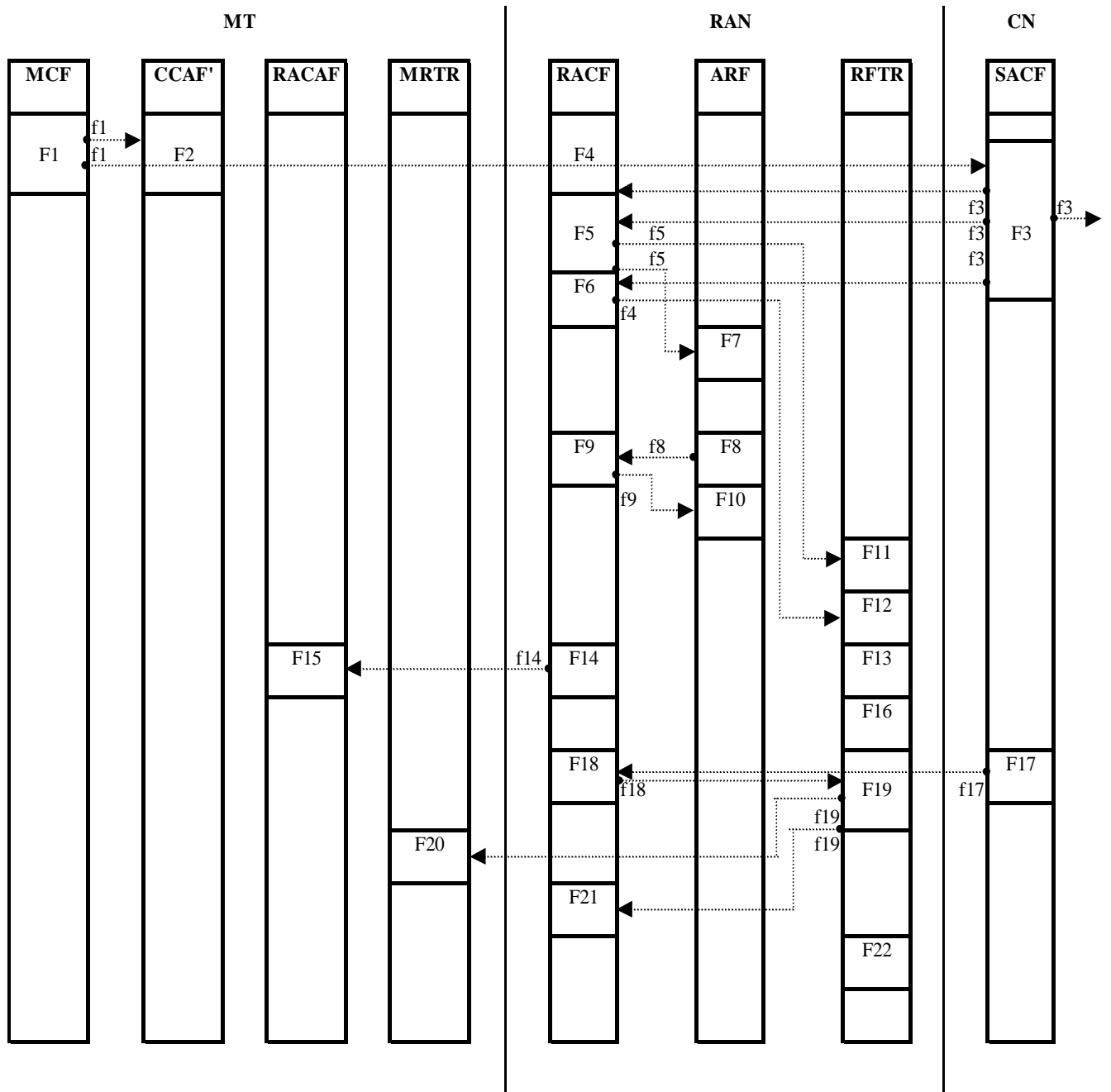


Figura 3.1 Esquema de secuencia del servicio interactivo (1/5)

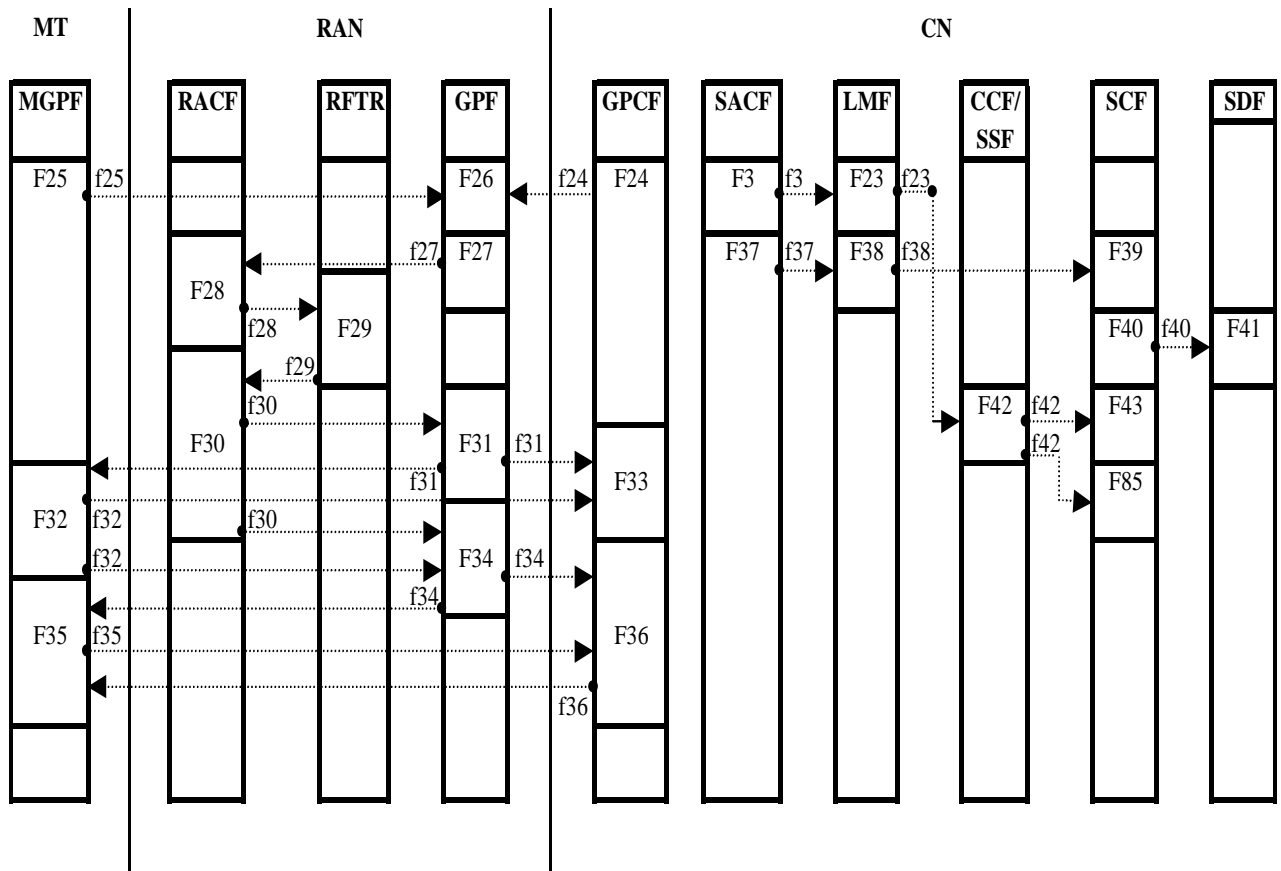


Figura 3.1 Esquema de secuencia del servicio interactivo (2/5)

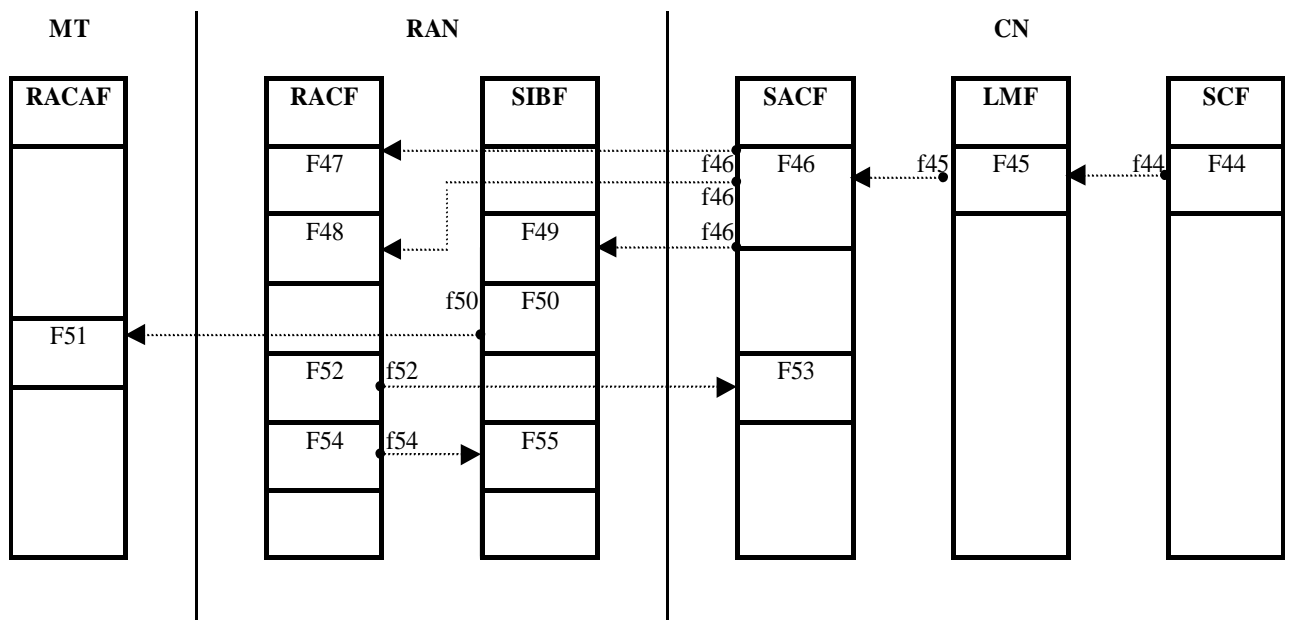


Figura 3.1 Esquema de secuencia del servicio interactivo (3/5)

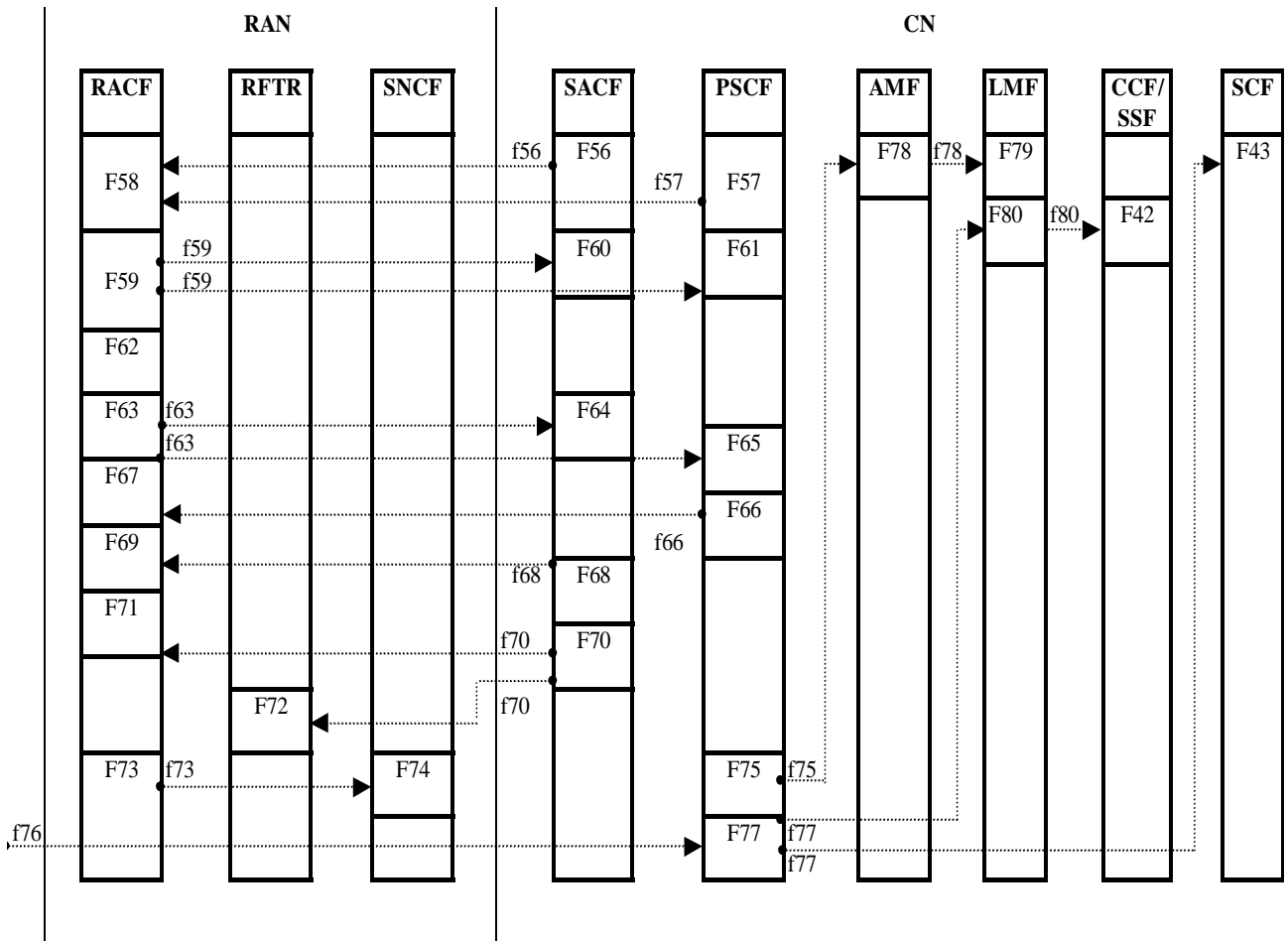


Figura 3.1 Esquema de secuencia del servicio interactivo (4/5)

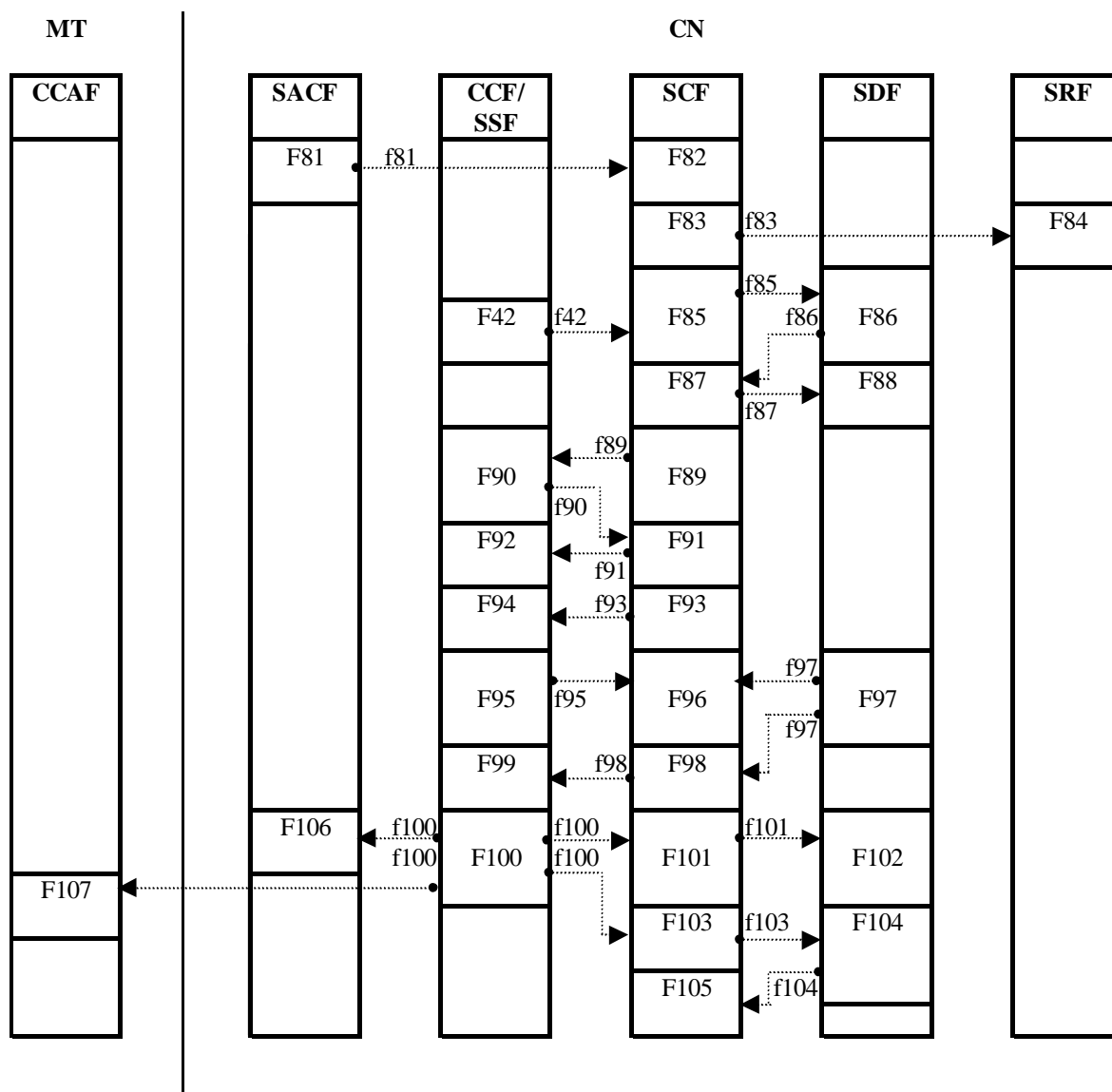


Figura 3.1 Esquema de secuencia del servicio interactivo (5/5)

Las funciones que hacen parte de este esquema se describen a continuación (Ver Figura 3.1):

F1: Establecimiento de asociación relacionado y no relacionado con la llamada de un terminal móvil/usuario y la red.

f1: Envía información.

F2: Establece, mantiene y/o modifica un radioenlace de acceso (al igual que instancias de

llamadas).

F3: Establece y libera enlaces de acceso.

f3: Solicitud de establecimiento y liberación de enlaces de acceso.

F4: Proporciona información para establecimiento y liberación de enlaces de acceso.

F5: Establece y libera una rama del enlace de aproximación a la BS.

f5: Solicitud de establecimiento y liberación de una rama de un enlace de aproximación a la BS.

F6: Establece y libera el enlace radioeléctrico de acceso.

F7: - Proporciona información para establecer y liberar una rama de un enlace de aproximación a la BS.

- Controla los recursos de transmisión para proporcionar la capacidad portadora solicitada.

F8: Obtiene instrucciones de encaminamiento para una rama de un enlace de aproximación a la BS.

f8: Solicitud de encaminamiento para una rama de un enlace de aproximación a la BS.

F9: Proporciona la capacidad para encaminar un enlace de aproximación a la BS.

f9: Informa sobre establecimiento de un enlace de aproximación a la BS.

F10: Mantiene el estado de una rama de un enlace de aproximación a la BS.

F11: Establece, mantiene, modifica y libera una rama de un enlace de aproximación a la BS.

f6: Solicitud de establecimiento y liberación de una rama asociada de un enlace radioeléctrico de acceso.

F12: Establece, mantiene, modifica y libera la rama asociada de un enlace radioeléctrico de acceso.

F13: Mantiene el estado del enlace radioeléctrico entre el terminal móvil y la red.

F14: Atribución y reatribución de uno o más canales radioeléctricos físicos para una rama de un enlace radioeléctrico de acceso.

f14: Orden para atribuir y reatribuir canales radioeléctricos físicos.

F15: Proporciona la atribución y reatribución de uno o más canales radioeléctricos físicos para una rama de un enlace radioeléctrico de acceso.

- F16: - Cifrar y descifrar el canal radioeléctrico cuando el cifrado es efectuado por FE relacionadas con el control de acceso radioeléctrico.
- Estimar la calidad de los canales radioeléctricos.
 - Establecer la potencia RF.
- F17: - Establece y libera una rama de un enlace de aproximación a la BS cuando el punto de macrodiversidad esta ubicado en la SACF.
- Controla la interconexión de ramas de un enlace de acceso y la ejecución de macrodiversidad en el traspaso en casos en los que el punto de macrodiversidad está situado en la SACF.
- f17: Informa sobre establecimiento y liberación de una rama de un enlace aproximación a la BS cuando el punto de macrodiversidad esta ubicado en la SACF.
- F18: Establece una conexión de señalización.
- f18: Solicitud de conexión de señalización.
- F19: - Proporciona el establecimiento de una conexión de señalización (es decir, detección y tratamiento de acceso aleatorio).
- Mantiene el estado de una conexión de señalización.
- f19: Información sobre conexión de señalización.
- F20: - Inicia acceso aleatorio.
- Mantiene el estado de una conexión de señalización.
- F21: - Toma la decisión de traspaso (evaluación de calidad del servicio basada en estimaciones de la calidad del canal radioeléctrico, incluidas células circundantes).
- Toma la decisión de traspaso (iniciada por el lado red para reatribuir los recursos).
 - Ejecuta el traspaso.
 - Concluye el traspaso.
 - Controla la interconexión de ramas de un enlace de aproximación a la BS y la ejecución de macrodiversidad en el traspaso cuando el punto de macrodiversidad está ubicado en la RACF.

- F22: Controla la interconexión de ramas de un enlace radioeléctrico de acceso y la macrodiversidad en el traspaso (cuando el punto de macrodiversidad está ubicado en la RFTR).
- F23: Proporciona información de encaminamiento para establecer la comunicación.
- F24: Encarga al GPF que efectúe las mediciones radiofrecuencia necesarias o que modifique las señales radiofrecuencia transmitidas a fin de permitir que el terminal móvil efectúe dichas mediciones.
- f24: Solicitar ejecución o modificación de señales radiofrecuencia.
- F25: Solicitar que el lado red efectúe las mediciones radiofrecuencia necesarias o que modifique las señales radiofrecuencia transmitidas a fin de permitir que el terminal móvil efectúe dichas mediciones.
- f25: Solicitar ejecución o modificación de señales radiofrecuencia.
- F26: Recibe peticiones de la GPCF o MGPF para ejecutar los pasos necesarios para determinar la posición geográfica de los terminales móviles.
- F27: Efectúa las medidas RF necesarias o modifica las señales RF transmitidas a fin de permitir al terminal móvil efectuar dichas mediciones.
- f27: Envía medidas RF o señales RF.
- F28: Coordina las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil o modificar las señales RF transmitidas para permitir al terminal móvil efectuar dichas mediciones.
- f28: Envía medidas RF o señales RF.
- F29: - Efectúa las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil, o modificar las señales RF transmitidas para permitir al terminal móvil efectuar esas mediciones.
- Remite los resultados de las mediciones necesarias para determinar la posición geográfica de un terminal móvil.
- f29: Envía resultados de mediciones.
- F30: Remite el resultado de las mediciones de posición geográfica.
- f30: Envía resultados de mediciones.

- F31: Sincronizar con el terminal móvil a fin de efectuar las mediciones RF necesarias o modificar sus señales RF transmitidas para permitir a GPF efectuar esas mediciones.
- f31: Envía información sobre mediciones, datos de posición, indicaciones de tiempo.
- F32: Recibe información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de tiempo, etc) del receptor de radio en el lado móvil o de la GPF en el lado red y remite los datos a GPCF o, si es posible, efectuar los necesarios cálculos para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.
- f32: Envía información sobre mediciones, datos de posición, indicaciones de tiempo.
- F33: Recibe información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de hora, cálculos parciales, etc) de la GPF o de la MGPF en el lado móvil y efectúa el cálculo final necesario para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.
- F34: - Recibe información pertinente (mediciones, datos de posición, indicaciones de hora, etc.) de RACF o de MGPF y efectuar algunos de los cálculos necesarios para determinar las coordenadas geográficas del terminal móvil.
- Envía el resultado a la parte solicitante (GPCF o MGPF).
- f34: Envía resultados del cálculo de las coordenadas geográficas del terminal móvil.
- F35: Presenta los resultados al usuario terminal móvil o enviarlos a GPCF.
- f35: Envía resultados del cálculo de las coordenadas geográficas del terminal móvil.
- F36: Envía los resultados a la parte solicitante (MGPF).
- f36: Envía resultados del cálculo de las coordenadas geográficas del terminal móvil.
- F37: Proporciona control relacionado y no relacionado con la llamada.
- f37: Envía información de ubicación de Terminal Móvil (MT).
- F38: Almacena información de ubicación del MT.
- f38: Envía información de localización o situación de abomado.
- F39: Datos de Identidad de Usuario (UI) y del MT.
- F40: Modifica perfil de usuario.
- f40: Información de perfil de usuario.
- F41: Trata almacenamiento, acceso y coherencia en los datos relacionados con los servicios.
- f23: Envía información de encaminamiento y perfil de comunicación.

- f80: Envía información relevante de datos por paquetes.
- F42: Identifica, analiza la numeración y dispara el servicio.
- f42: Orden de disparo del servicio.
- f77: Envía paquetes
- F43: Controla la conexión y acceso a los servicios de conexión (incluidos los de paquetes).
- F44: Centro de Mensajes.
- f44: Mensajes referentes al servicio.
- F45: Servicio de mensajería.
- f45: Envía mensajes.
- F46: Entrega de mensajes.
- f46: Envía mensajes.
- F47: Establece el horario de entrega de mensajes recibidos de SACF.
- F48: Ejecuta la entrega de mensajes.
- F49: - Efectúa la difusión de información de acceso al sistema.
- Efectúa la difusión de información de permiso de acceso al servicio.
- Efectúa la entrega de mensajes (esta función puede estar en SIBF o RACF).
- F50: Difunde la información necesaria para efectuar la supervisión y el análisis de información de acceso al sistema.
- f50: Envía información para supervisión y análisis de información de acceso al sistema.
- F51: Efectúa supervisión y análisis de información de acceso al sistema mediante información difundida por SIBF.
- F52: Gestiona la selección de valores probatorios aleatorios globales cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.
- f52: Envía información para actividades de puesta a prueba aleatoria global.
- F53: Gestiona las actividades de puesta a prueba aleatoria global cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.
- F54: Proporciona valores probatorios aleatorios globales para difusión cuando se utiliza el esquema de puesta a prueba global.
- f54: Envía valores probatorios aleatorios globales.

- F55: Difunde el valor probatorio aleatorio global cuando se utiliza el esquema puesta a prueba global.
- F56: Solicitud ejecución de radiobúsqueda.
- f56: Solicita ejecución de radiobúsqueda.
- F57: Solicitud ejecución de radiobúsqueda.
- f57: Solicita ejecución de radiobúsqueda.
- F58: Ejecuta la radiobúsqueda de terminal con arreglo a la petición de SACF o PSCF (para datos por paquetes).
- F59: Cifrar el control de ejecución cuando el cifrado es efectuado por FE relacionadas con el control de acceso radioeléctrico.
- f59: Orden para cifrado de ejecución.
- F60: Cifrar el control de ejecución (incluidos entrega y desencadenamiento de información de cifrado).
- F61: Cifrar el control de ejecución (incluidos entrega y desencadenamiento de información de cifrado).
- F62: - Determinar la posición de un terminal móvil y seguirle la pista mediante parámetros específicos del entorno radioeléctrico (por ejemplo, identificación de la célula utilizada por un terminal para acceder a la red).
- Hace corresponder información de ubicación específica del entorno radioeléctrico o (como es un ID de células) con una información de ubicación independiente del entorno radioeléctrico.
- F63: Proporciona información de ubicación del terminal con la exactitud requerida.
- f63: Información de ubicación del terminal con la exactitud requerida.
- F64: Identificar información de localización de terminal independientemente del entorno radioeléctrico a través de una o más RACF.
- F65: Identificar información de localización de terminal independientemente del entorno radioeléctrico a través de una o más RACF.
- F66: Inicia la atribución dinámica de recursos radioeléctricos, para el transporte de paquetes de datos a través de la interfaz radioeléctrica.

- f66: Informa sobre atribución dinámica de recursos radioeléctricos.
- F67: Controla la atribución dinámica de recursos radioeléctricos para el transporte de paquetes de datos a través de la interfaz radioeléctrica.
- F68: Inicia la atribución dinámica de recursos radioeléctricos, para el transporte de datos a través de la interfaz radioeléctrica.
- f68: Petición de selección y reserva de recursos radioeléctricos.
- F69: - Selecciona y reserva recursos radioeléctricos para la ejecución del traspaso, iniciado por la propia RACF o a petición de SACF.
- Ejecuta el control de potencia RF.
- F70: Soporta servicios basados en la ubicación dependientes de la información de localización en las RACF.
- f70: Envía información sobre servicio.
- F71: - Establece información de aceptabilidad del servicio.
- Juzga la aceptabilidad del servicio.
- F72: - Establece información de aceptabilidad del servicio.
- Juzga la aceptabilidad del servicio.
- F73: Controla dinámicamente la configuración de recursos de red radioeléctricos (en redes satélite).
- f73: Información para conexión en redes satélite.
- F74: - Establecer y liberar asociaciones y enlaces de conexión (hacia y desde la red central) y canales radioeléctricos.
- Gestiona la forma en que son fijados los canales radioeléctricos, por ejemplo, a haces puntuales de satélite.
- Establece y libera asociaciones entre diversos canales portadores en el satélite, por ejemplo en apoyo de llamadas directas de terminal a terminal, que no transitan por la red central.
- F75: Solicita la radiobúsqueda del MT para manejo de datos por paquetes e información exacta de ubicación.

- F76: Efectúa el control de confidencialidad, autenticación de usuario y actualización de parámetros (para manejo de datos por paquetes).
- f76: Datos de usuario, claves de acceso y/o parámetros relacionados con el servicio de datos por paquetes.
- F77: Encamina y retransmite paquetes hacia un determinado móvil según el servicio y datos asociados.
- f75: Envía solicitud.
- F78: Realiza el manejo de autenticación, validez, coherencia y almacenamiento de datos.
- f78: Envía información de abonado.
- F79: Guarda información de identidad de abonado, su perfil y perfil de servicio.
- F80: Gestiona, actualiza y transfiere información relevante de datos por paquete.
- F81: Proporciona servicios RI no relacionados con la llamada.
- f81: Envía información.
- F82: Proporciona servicios RI relacionados y no relacionados con la llamada.
- F83: Proporciona recursos especializados para servicios RI.
- f83: Envía información.
- F84: Proporciona recursos especializados para servicios RI (recepción de dígitos, anuncios, puentes de conferencia, etc).
- F85: Solicita el servicio.
- f85: Información numérica (código).
- F86: Verifica la existencia del suscriptor.
- f86: Reporte positivo o negativo.
- F87: Presta el servicio y solicita la información necesaria para la prestación del servicio.
- f87: Solicita información.
- F88: Lee las tablas del perfil de usuario y servicio.
- F89: Solicita el estado del recurso.
- f89: Información relacionada con el estado del recurso.
- F90: Integración del recurso.
- f90: Envía respuesta.
- F91: Solicitud de conexión.
- f91: Envía solicitud.

- F92: Inicia el proceso de conexión.
- F93: Inicia el proceso de tarificación.
- f93: Petición de tarificación.
- F94: Inicio de proceso de aplicación de tarificación.
- F95: Realiza la conexión de tarificación.
- f95: Inicio de tarificación.
- F96: Petición de tarificación.
- F97: Datos de suscriptor.
- f97: Envía datos de suscriptor.
- F98: Petición de registro de comunicación.
- f98: Solicitud de inicio de registro.
- F99: Procesamiento de petición.
- F100: Terminada la comunicación se produce un informe de desconexión y fin de tarificación y registro de comunicación.
- f100: Datos, informe de tarificación e informe de desconexión para liberar los recursos.
- F101: Aviso de fin de tarificación.
- f101: Datos de tarificación
- F102: Almacena datos de tarificación.
- F103: Recolecta los datos del registro.
- f103: Datos del registro.
- F104: Almacenamiento.
- f104: Reporte fin de almacenamiento.
- F105: Fin de la comunicación.
- F106: Libera los enlaces de acceso (y la conexión de señalización).
- F107: Libera el RE de acceso.

Con la descripción de los esquemas de secuencia del servicio interactivo se concluye este capítulo, logrando presentar la funcionalidad del módulo RAN a través de la prestación de este servicio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Actualmente la UIT no ha incluido en ninguna Recomendación los flujos de información relativos a la gestión de recursos radioeléctricos (RRM, *Radio Resource Management*), a la gestión de la estación base (BSM, *Base Station Management*) o entre la red de acceso radioeléctrico y la red medular (RAN-CN). Los flujos de información de BSM y de RAN-CN están fuera del ámbito del CS-1 de la IMT-2000. Por esta razón, en este proyecto se desarrollaron Esquemas de Secuencia de flujos de información del Módulo RAN, que constituyeron la base para el Modelamiento en UML.
- Debe resaltarse que con la realización de este proyecto se hace un aporte a la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), debido a que actualmente esta organización está trabajando en la normalización de los sistemas de Comunicaciones Móviles de Tercera Generación que proporcionarán acceso inalámbrico a la infraestructura mundial de telecomunicaciones con cubrimiento a través de sistemas satelitales y terrestres, prestando servicio a usuarios fijos y móviles para redes públicas y privadas.
- Para realizar el proyecto se tomó como referencia el modelo funcional IMT-2000, el cual se ha desarrollado para que sea no específico del servicio y del entorno, permitiendo a los miembros de la familia IMT-2000 tener la opción de implementar selectivamente sólo aquellas funciones que se necesitan para sustentar los servicios que decidan ofrecer.

Además, el modelo debe permitir el desarrollo modularizado para facilitar la evolución a servicios avanzados extremo a extremo y permitir que los subsistemas o redes puedan mejorar para proporcionar capacidades adicionales sin afectar a ningún otro subsistema o red, así mismo, pueden añadirse subsistemas completamente nuevos para tener en cuenta la evolución de las necesidades sin afectar negativamente al resto de subsistemas.

- Para presentar de manera correcta y eficiente la funcionalidad del módulo RAN a través de la prestación de servicios interactivos de tipo conversacional ofrecidos por el sistema IMT-2000, se tuvo en cuenta el modelamiento en UML del módulo RAN, ya que en éste se presenta detalladamente los esquemas de secuencia de flujos de información entre entidades funcionales.
- La arquitectura funcional propuesta por la UIT con IMT-2000, demuestra una vez más las grandes características del modelo de arquitectura desarrollado para Redes Inteligentes, el cual dará posiblemente paso a desarrollos de otras grandes tecnologías.
- Debido a que la Red Inteligente (RI), es una tecnología muy flexible en cuanto a creación de servicios y gestión de perfil de usuario, y que permite una rápida introducción, desarrollo y disponibilidad de nuevos servicios, además de la facilidad para introducción de nuevas tecnologías, aumento del control por los suscriptores, acceso universal a los servicios, facilidad de aplicación de esquemas tarifarios, servicios de alta calidad, confiabilidad, seguridad y competitividad, y ya que la aplicación de RI reduce la dependencia del backbone de la red y proporciona una separación lógica entre el control del servicio y los datos del servicio del control básico de la llamada; se comprueba que es la plataforma adecuada para dar soporte a los requerimientos de los Sistemas Móviles de Tercera Generación SMTG y es escogida para el desarrollo de los mismos. Las versiones nacientes y futuras de las RI, las normas de conmutación y señalización, comprenden la gestión de móviles y el acceso radioeléctrico como parte natural de los protocolos. Esto incluye el registro/actualización de la ubicación, la radiobúsqueda y algunos tipos de traspaso entre células radioeléctricas.

RECOMENDACIONES

- Para el desarrollo de proyectos de grado relacionados con SMTG es aconsejable contar con la colaboración de miembros de organizaciones internacionales como la UIT, con el objetivo de tener acceso a información actualizada y crear vínculos para la realización de futuros proyectos en áreas de investigación y desarrollo.
- Para lograr un óptimo y eficiente desarrollo de proyectos futuros relacionados con el Sistema IMT-2000, es recomendable realizar en la etapa inicial un estudio detallado de las características y el funcionamiento del sistema.
- El modelamiento del módulo RAN presentado en esta monografía es sólo una propuesta de las muchas que pueden existir. En caso de realizarse una posible implementación real, deberá tenerse en cuenta aspectos relacionados con viabilidad, costos, equipos, entre otros.
- Debido a que los temas tratados en esta monografía se encuentran actualmente en proceso de regulación por los organismos estandarizadores, la información consignada sobre los modelos funcionales IMT-2000 no se han definido completamente por lo que se expone a variaciones y puede llegar incluso a diferir en lo estipulado en esta monografía.
- Para llevar a cabo la especificación del modelo, se requiere inicialmente profundizar en el lenguaje que se va a utilizar, para lo cual no sólo es suficiente entender la teoría, sino que se debe recurrir a ejemplos ya realizados y desarrollar ejercicios antes de enfrentarse al modelo que se busca especificar.

DESCRIPCIÓN DEL ANEXO

El anexo “LOS MODELOS FUNCIONALES IMT-2000”, contiene de manera detallada la especificación de todas las funciones requeridas para la sustentación del servicio IMT-2000, las cuales se han agrupado en Entidades Funcionales FE (Functional Entity) y se han indicado las relaciones funcionales entre estas FE. Esta información es considerada de gran importancia ya que fue fundamental para la especificación y el modelamiento del sistema por lo cual es necesaria para entender la forma como fue modelado.

BIBLIOGRAFÍA

- Recomendación ITU-T Q.1701. **Marco Para las Redes de Telecomunicaciones IMT-2000.** Marzo 1999.
- Recomendación ITU-T Q.1711. **Modelo funcional de red para las Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2000 (IMT-2000).** Marzo 1999.
- Recomendación ITU-T Q.1721. **Flujos de Información para el Conjunto de Capacidades 1 del Sistema IMT-2000.** Junio 2000.
- Recomendación ITU-R M.1035. **Marco General para el Estudio de la Funcionalidad de las Interfaces Radioeléctricas y del Subsistema Radioeléctrico en las Telecomunicaciones Móviles Internacionales - 2000 (IMT-2000).** 1994.
- Recomendación ITU-R M.1224. **Vocabulario de Términos de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2000 (IMT-2000).** 1997.
- Recomendación ITU-R M.1225. **Pautas de Evaluación de las Tecnologías de Transmisión Radioeléctrica para las IMT-2000.** 1997.
- Recomendación ITU-R M.1311. **Marco para la Modularidad y los Elementos Radioeléctricos Comunes en las IMT-2000.** 1997.
- Fierro, Patricia Helena. **Sistemas Móviles de Tercera Generación – El Acceso Radioeléctrico.** Universidad del Cauca. 1998.

- Camacho, Martha C.; Ordóñez, Mónica. **Propuesta de un Modelo de Integración Entre Una Red WATM y Una Red IMT-2000**. Universidad del Cauca. 2000.
- Mosquera, Victor M.; Sanchez, Mónica. **Gestión de Servicios Conversacionales en el Sistema IMT-2000 desde la perspectiva TMN**. Universidad del Cauca. 2000.
- Melo, Darío E; Ramírez, Gustavo A. **Metodología Integral para la Construcción de Servicios Interactivos de Entretenimiento**. Universidad del Cauca. 2001.

REFERENCIAS A INTERNET

- <http://www.itu.int>
- <http://www.3gpp.org>
- <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/q/q1000up/q1701.html>
- http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/q/q1000up/s_q1711.html
- <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/q/q1000up/q1711.html#contents>
- <http://www.rational.com/uml.htm>
- <http://www.itu.int/search/wais/Macbeth/>

GLOSARIO

ATM	Modo de Transferencia Asíncrono.
AECRE	Asociaciones, Enlaces de conexión y Canales RadioEléctricos.
AS	Aceptabilidad del Servicio.
BD_Enlaces	Clase de tipo Entidad del Caso de Uso 1.
BD_Radiobúsqueda	Clase de tipo Entidad del Caso de Uso 2.
BD_Posición	Clase de tipo Entidad del Caso de Uso 3.
BD_Mensajes	Clase de tipo Entidad del Caso de Uso 4.
BER	Rata de Error de Bit.
BS	Estación Base.
BW	Ancho de Banda.
CCCH	Canal de Control Común.
CDMA	Acceso Múltiple por División de Código.
CN	Red Central.
CRE	Canales RadioEléctricos.
CS	Conexión de Señalización
DCCH	Canal de Control Especializado.
EA	Enlace de Acceso.
EREA	Enlace RadioEléctrico de Acceso.
FDD	Duplexación por División de Frecuencia
FDMA	Acceso Múltiple por División de Frecuencia.
FE	Entidad Funcional.
GPCF	Función de Control de Posición Geográfica
GPF	Función de Posición Geográfica.

ICN_GPF	Clase de tipo Frontera entre el actor CN y la GPF en el Caso de Uso 3.
ICN_RACF1	Clase de tipo Frontera entre el actor CN y la RACF1 en el Caso de Uso 1.
ICN_RACF2	Clase de tipo Frontera entre el actor CN y la RACF2 en el Caso de Uso 2.
ICN_RACF3	Clase de tipo Frontera entre el actor CN y la RACF4 en el Caso de Uso 4.
ICN_SIBF	Clase de tipo Frontera entre el actor CN y la SIBF en el Caso de Uso 4.
IMT_GPF	Clase de tipo Frontera entre el actor MT y la GPF en el Caso de Uso 3.
IMT_RACF	Clase de tipo Frontera entre el actor MT y la RACF1 en el Caso de Uso 1.
IMT_RFTR	Clase de tipo Frontera entre el actor MT y la RFTR1 en el Caso de Uso 1.
IMT_SIBF	Clase de tipo Frontera entre el actor MT y la SIBF en el Caso de Uso 4.
IMT-2000	Telecomunicaciones Móviles Internacionales-2000.
IWF	Función de Interfuncionamiento
LAC	Control de Acceso al Enlace.
LAN	Red de Área Local.
MAC	Control de Acceso al Medio.
MGPF	Función de Posición Geográfica del móvil.
MSRF	Medidas o Señales RF.
MT	Terminal Móvil.
PAS	Permiso de Acceso al Servicio.
PG	Posición Geográfica.
PSCF	Función de Control de Servicio de Paquetes.
QoS	Calidad de Servicio.
RACF	Función de Control de Acceso Radioeléctrico.
RACF1	Clase RACF en el Caso de Uso 1.
RACF2	Clase RACF en el Caso de Uso 2.
RACF3	Clase RACF en el Caso de Uso 3.
RACF4	Clase RACF en el Caso de Uso 4.
RAAREA	Rama de Asociada de un Enlace RadioEléctrico de Acceso.
RAN	Red de Acceso Radioeléctrico.
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados.
RDSI-BA	RDSI de banda ancha.
RE	RadioEléctrico.

REABS	Rama del Enlace de Aproximación a la BS.
RF	Radio Frecuencia.
RFTR	Transmisión y Recepción en Radiofrecuencia.
RFTR1	Clase RFTR en el Caso de Uso 1.
RFTR2	Clase RFTR en el Caso de Uso 2.
RFTR3	Clase RFTR en el Caso de Uso 3.
RI	Red Inteligente.
RRE	Recursos RadioEléctricos.
RTPC	Red Telefónica Pública Conmutada.
RTT	Tecnologías de Transmisión Radioeléctrica.
SACF	Función de Control de Acceso al Servicio.
SIBF	Función de Difusión de Información de Acceso al Sistema
SMTG	Sistemas Móviles de Tercera Generación.
TCP/IP	Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet.
TDD	Duplexación por División en el Tiempo.
TDMA	Acceso Múltiple por División de Tiempo.
UML	Lenguaje Unificado de Modelado
UI	Identidad de Usuario
UIM	Módulo de Identidad de Usuario.
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
UIT-T	Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT.
UIT-R	Sector de Normalización de las Radiocomunicaciones de la UIT.
VPAG	Valores Probatorios Aleatorios Globales.