

Funciones Avanzadas de Control de Llamadas

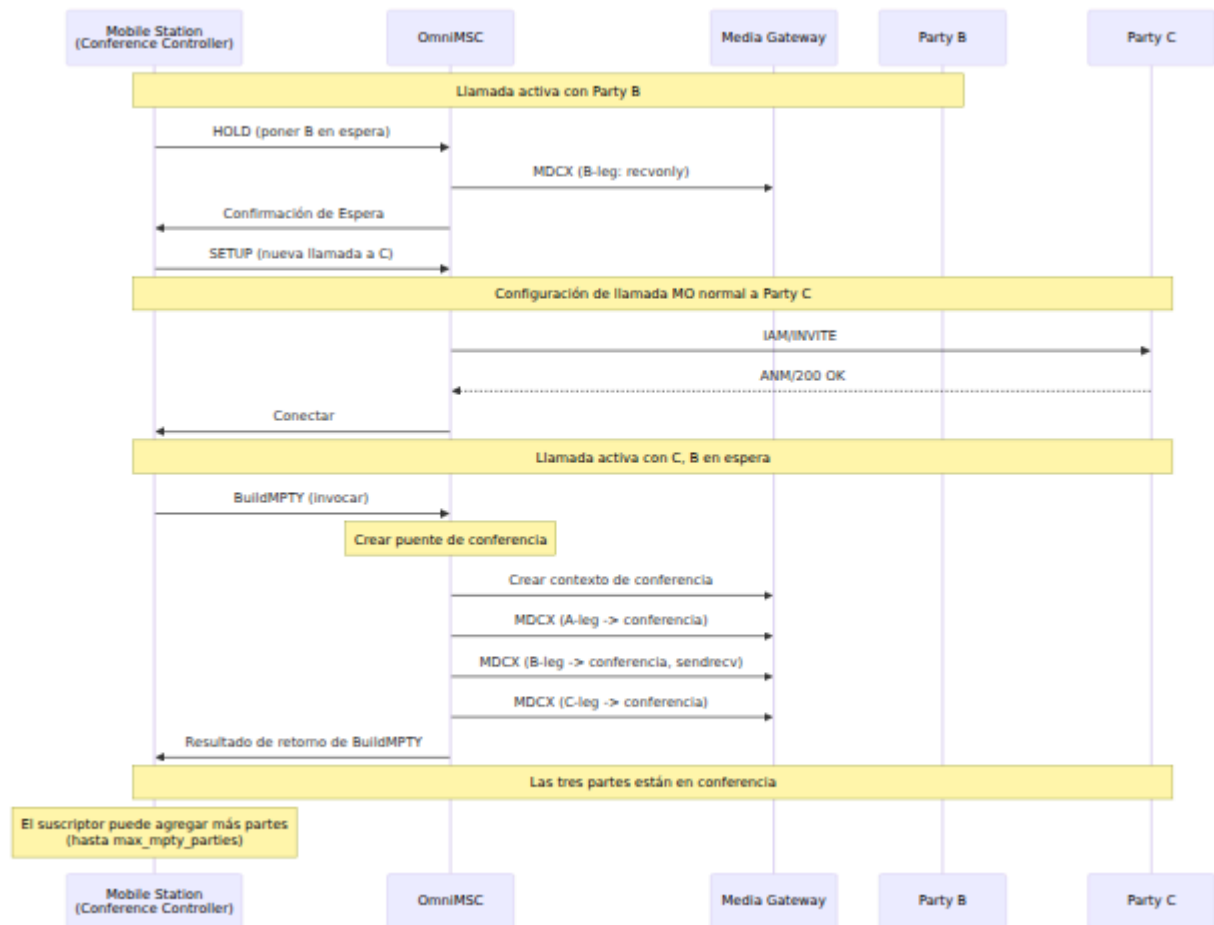
Este documento describe las funciones avanzadas de control de llamadas conmutadas por circuito implementadas en OmniMSC, incluyendo llamadas multiparte, transferencia de llamadas, finalización de llamadas, desvío de llamadas, multicall, servicios prioritarios y facturación.

Para servicios suplementarios básicos (desvío de llamadas, restricción, CLIP/CLIR, USSD), consulte [Servicios Suplementarios](#). Para diagramas de flujo de llamadas, consulte [Diagramas de Flujo de Llamadas](#). Para parámetros de configuración, consulte [Referencia de Configuración](#). Para operaciones generales, consulte [Guía de Operaciones](#).

MPTY (Llamadas Multiparte / Conferencia)

MPTY permite a un suscriptor establecer una llamada de conferencia con múltiples partes remotas según 3GPP TS 24.084. El suscriptor actúa como el controlador de la conferencia, uniendo llamadas en espera y activas en una sola conversación multiparte.

Secuencia MPTY



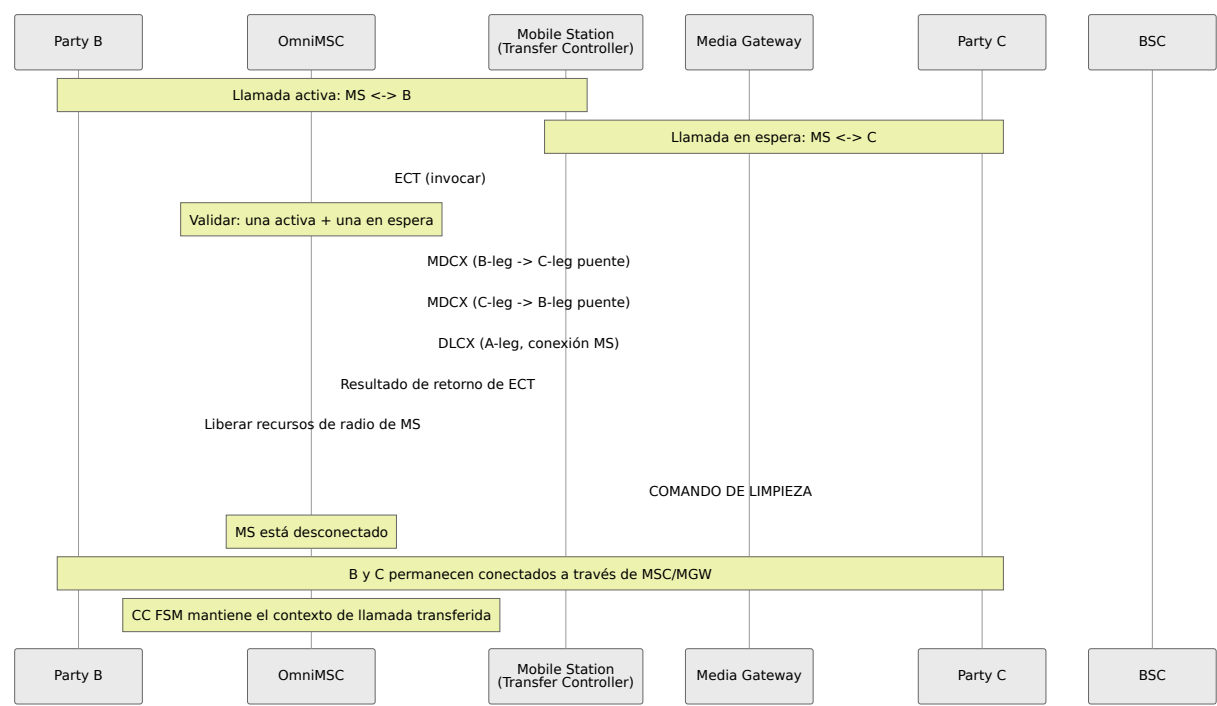
Configuración MPTY

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
max_mpty_parties	integer	6	Número máximo de partes en una sola conferencia (incluido el controlador). Según 3GPP TS 24.084, el mínimo requerido es 3.
mpty_tone_on_join	boolean	true	Reproducir un tono de notificación cuando una parte se une a la conferencia.
mpty_tone_on_leave	boolean	true	Reproducir un tono de notificación cuando una parte abandona la conferencia.

ECT (Transferencia de Llamada Explícita)

ECT permite a un suscriptor conectar dos llamadas y luego desconectarse de la conexión según 3GPP TS 24.091. El suscriptor debe tener una llamada activa y una llamada en espera. Después de ECT, las dos partes remotas están conectadas directamente a través del MSC.

Secuencia ECT



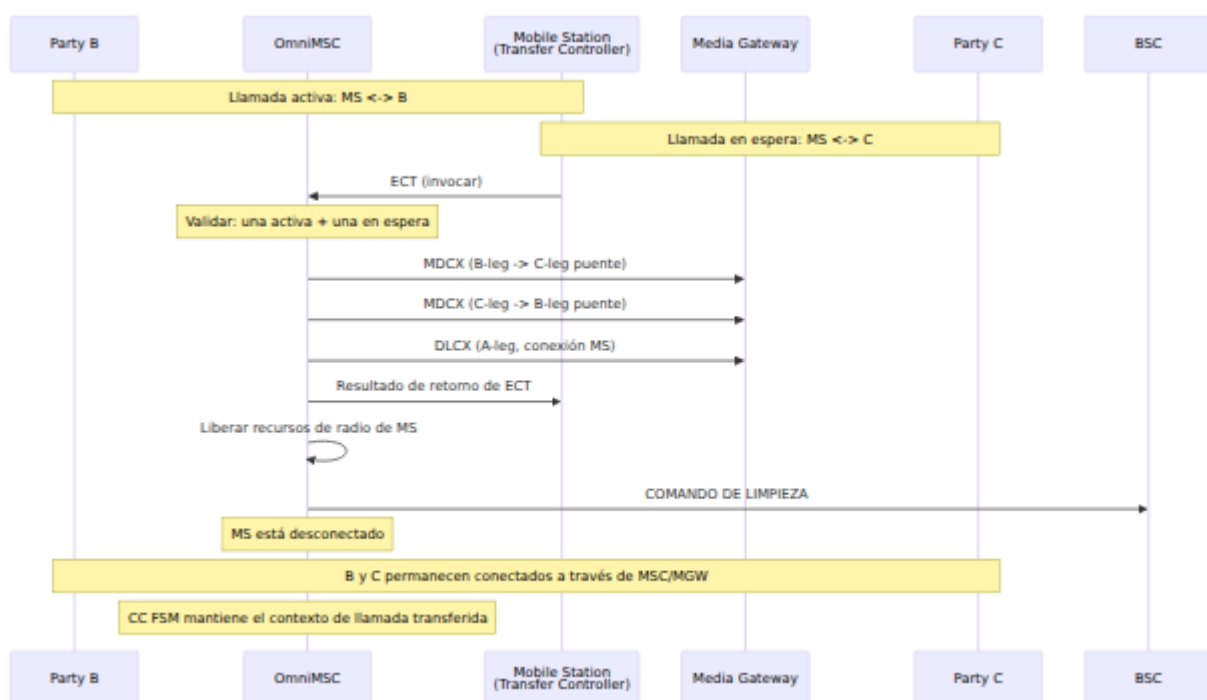
Configuración ECT

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
ect_alerting_allowed	boolean	true	Si se permite ECT cuando la segunda llamada está en estado de alerta (aún no respondida). Cuando false, ambas llamadas deben ser respondidas antes de ECT.

CCBS (Finalización de Llamada a Suscriptor Ocupado)

CCBS permite a un llamador solicitar un retorno de llamada automático cuando un suscriptor llamado ocupado se vuelve libre, según 3GPP TS 24.093 y 3GPP TS 23.135. El MSC monitorea el estado del suscriptor llamado e inicia un retorno de llamada cuando se vuelve inactivo.

Flujo CCBS



Configuración CCBS

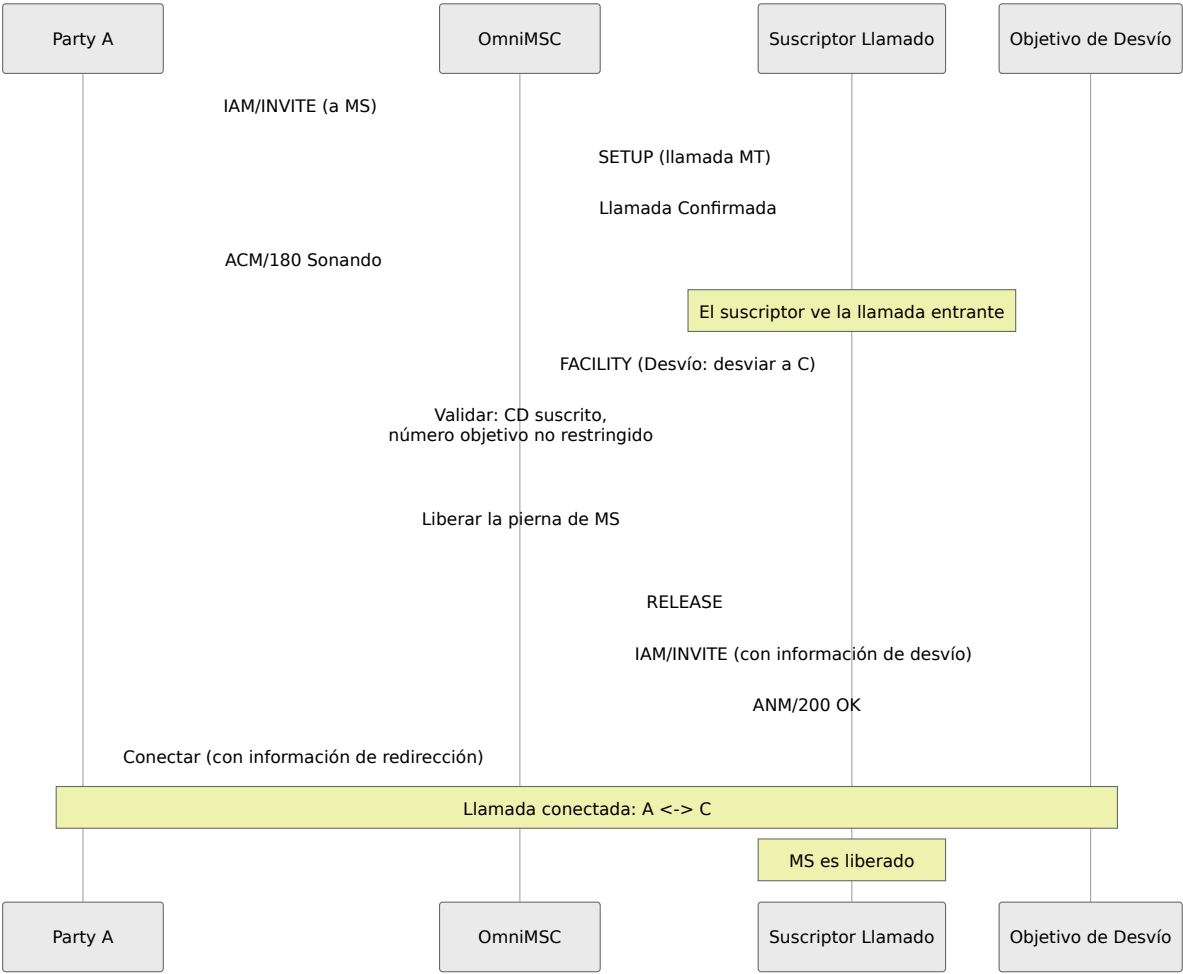
Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
ccbs_queue_size	integer	5	Número máximo de solicitudes de CCBS pendientes por suscriptor. Las solicitudes adicionales son rechazadas. Según 3GPP TS 23.135 Sec 4.2.
ccbs_supervision_timer	integer	180	Temporizador de supervisión en segundos. Si el suscriptor llamado no se vuelve libre dentro de este período, la solicitud de CCBS expira.
ccbs_recall_timer	integer	20	Tiempo en segundos para esperar a que el suscriptor originador responda al recuerdo de CCBS.

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
ccbs_retain_timer	integer	30	Tiempo en segundos para retener la solicitud de CCBS después de que el suscriptor llamado se vuelva libre, en caso de que el suscriptor se vuelva ocupado nuevamente antes de que se complete el recuerdo.

Desvío de Llamadas

El Desvío de Llamadas (CD) permite a un suscriptor llamado redirigir una llamada entrante a otro número antes de responder, según 3GPP TS 24.072. A diferencia del desvío de llamadas, el CD es una acción bajo demanda iniciada por el suscriptor durante la fase de alerta.

Secuencia de Desvío de Llamadas



Configuración de Desvío de Llamadas

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
cd_max_redirections	integer	5	Número máximo de desvíos de llamadas secuenciales para prevenir bucles.

Configuración de Multicall

Multicall permite a un suscriptor mantener múltiples llamadas CS simultáneas según 3GPP TS 23.135. Esto es distinto de MPTY (conferencia): en multicall, cada llamada tiene audio independiente. El suscriptor cambia entre llamadas usando el mecanismo HOLD/RETRIEVE.

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
max_calls_per_subscriber	integer	2	Número máximo de llamadas CS por suscriptor que puede estar activa, cuando el servicio está activo, cuando están en espera o cuando están en espera de red.
max_bearers_per_subscriber	integer	2	Número máximo de portadoras de llamadas CS simultáneas que puede coincidir con el número de llamadas CS simultáneas que puede coincidir con max_calls_per_subscriber.

eMLPP (Precedencia y Pre-empción Multi-Nivel Mejorada)

eMLPP proporciona manejo de llamadas prioritarias según 3GPP TS 24.067. Las llamadas se asignan a un nivel de prioridad, y las llamadas de mayor prioridad pueden pre-emptar llamadas de menor prioridad cuando los recursos son escasos.

Niveles de Prioridad

Nivel de Prioridad	Nombre	Descripción
0	A	Mayor prioridad (Flash Override). Reservado para autoridades de emergencia nacionales.
1	B	Flash. Reservado para funcionarios gubernamentales/militares de alto rango.
2	0	Inmediato. Alto-prioridad gubernamental/militar.
3	1	Prioridad. Tráfico de prioridad general.
4	2	Rutina. Llamadas estándar de suscriptores (predeterminado).

Configuración eMLPP

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
<code>emlpp_enabled</code>	<code>boolean</code>	<code>false</code>	Habilitar manejo de llamadas prioritarias eMLPP.
<code>emlpp_default_priority</code>	<code>integer</code>	<code>4</code>	Nivel de prioridad predeterminada para llamadas sin prioridad explícita (Rutina).
<code>emlpp_preemption_enabled</code>	<code>boolean</code>	<code>true</code>	Si las llamadas de mayor prioridad pueden pre-emptar llamadas activas de menor prioridad cuando los recursos se agotan.
<code>emlpp_preemption_tone</code>	<code>boolean</code>	<code>true</code>	Reproducir un tono de advertencia de pre-empción antes de desconectar la

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
			llamada pre-emptada.

AoCC (Consejo de Cargos - Facturación)

AoCC proporciona información de cargos en tiempo real al suscriptor durante una llamada según 3GPP TS 24.086. El MSC envía información sobre la tarifa de carga e indicaciones de carga acumulada a la estación móvil.

Configuración AoCC

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
<code>aocc_enabled</code>	<code>boolean</code>	<code>false</code>	Habilitar Consejo de Cargos - Facturación.
<code>aocc_currency</code>	<code>string</code>	<code>"EUR"</code>	Código de moneda (ISO 4217) para la visualización de cargos.
<code>aocc_rate_source</code>	<code>atom</code>	<code>:camel</code>	Fuente de tarifas de carga: <code>:camel</code> (desde SCP a través de CAP), <code>:local</code> (desde la tabla de tarifas local), <code>:cdr</code> (desde parámetros de CDR).
<code>aocc_update_interval</code>	<code>integer</code>	<code>10</code>	Intervalo en segundos entre notificaciones de actualización de carga al suscriptor.

Referencias de Especificaciones 3GPP

Especificación	Título	Función
TS 24.084	Servicio Suplementario de Llamadas Multiparte (MPTY)	MPTY / Llamadas de conferencia
TS 24.091	Servicio Suplementario de Transferencia de Llamada Explícita (ECT)	ECT
TS 24.093	Finalización de Llamada a Suscriptor Ocupado (CCBS)	CCBS
TS 23.135	Multicall	Multicall, procedimientos de red de CCBS
TS 24.072	Servicio Suplementario de Desvío de Llamadas	Desvío de Llamadas
TS 24.067	Precedencia y Pre-empción Multi-Nivel Mejorada (eMLPP)	Niveles de prioridad eMLPP
TS 24.086	Servicio Suplementario de Consejo de Cargos (AoC)	Facturación AoCC
TS 24.083	Espera de Llamada y Retención de Llamada	Retener/Recuperar para multicall

API REST

Este documento describe la API REST de OmniMSC, que proporciona acceso programático a datos de suscriptores, llamadas activas, configuración de enrutamiento, pares SIP, puertas de enlace de medios, conexiones RAN y estado del sistema. La API escucha en el puerto 8444 y sirve una especificación OpenAPI 3 (OAS3) autogenerada.

Para el panel de control basado en la web, consulte [Panel de Control](#). Para conceptos de enrutamiento referenciados por los puntos finales de ruta, consulte [Configuración de Enrutamiento](#).

Documentación OpenAPI

OmniMSC genera automáticamente una especificación OpenAPI 3 a partir del enrutador de la API. La interfaz interactiva Swagger UI está disponible en `http://<host>:8444/schema` y proporciona una interfaz navegable y comprobable para todos los puntos finales.

Puntos finales

Todos los puntos finales se sirven bajo el prefijo de ruta `/api`. Los cuerpos de solicitud y respuesta utilizan codificación JSON.

Suscriptores

Método	Ruta	Descripción
GET	/api/subscribers	Listar suscriptores VLR. Soporta parámetros de consulta opcionales para filtrar por IMSI o MSISDN (coincidencia parcial).
GET	/api/subscribers/{id}	Recuperar detalles completos de un solo suscriptor, incluyendo identidad, ubicación, estado de autenticación, perfil de servicio y servicios suplementarios.
DELETE	/api/subscribers/{id}	Eliminar un registro de suscriptor del VLR. Activa MAP PurgeMS hacia el HLR.
POST	/api/subscribers/{id}/actions	Ejecutar una acción en un suscriptor, como iniciar un desasociación, forzar re-autenticación o activar una actualización de ubicación.
POST	/api/subscribers/{id}/ss	Gestionar servicios suplementarios para un suscriptor, incluyendo activación, desactivación e interrogación de restricción de llamadas, desvío de llamadas y otros servicios.

Llamadas

Método	Ruta	Descripción
GET	/api/calls	Listar todas las transacciones de llamadas activas de CC FSM, incluyendo referencia de llamada, dirección, partes, estado y duración.
GET	/api/calls/{id}	Recuperar detalles completos de una sola llamada, incluyendo temporización, códec, BSC/RNC que atiende y historial de estado de CC FSM.
DELETE	/api/calls/{id}	Liberar una llamada activa. Inicia la desconexión del lado de la red y el comando BSSMAP CLEAR.

SMS

Método	Ruta	Descripción
GET	/api/sms	Listar transacciones SMS activas con ID de transacción, dirección, suscriptor, estado y dirección del Centro SMS.

Rutas

Método	Ruta	Descripción
GET	/api/routes	Listar todas las entradas en la tabla de rutas, incluyendo prefijo, tipo de destino, prioridad y parámetros específicos del destino.
POST	/api/routes	Agregar una nueva ruta a la tabla de rutas. La ruta entra en vigor de inmediato sin reinicio.
DELETE	/api/routes	Eliminar una ruta de la tabla de rutas por prefijo y tipo de destino.
GET	/api/routes/lookup	Buscar la ruta que se seleccionaría para un número de parte llamada dado. Útil para verificar el comportamiento de enrutamiento sin realizar una llamada.

Pares SIP

Método	Ruta	Descripción
GET	/api/sip/peers	Listar todos los pares SIP configurados con dirección, transporte, estado, llamadas activas y capacidad.
GET	/api/sip/peers/{name}	Recuperar detalles completos de un solo par SIP, incluyendo lista de códecs, estado de mantenimiento de OPTIONS y estadísticas de llamadas.
PUT	/api/sip/peers/{name}	Actualizar la configuración de un par SIP (dirección, puerto, transporte, códecs, canales máximos, intervalo de OPTIONS).

Puertas de enlace de medios

Método	Ruta	Descripción
GET	/api/mgw	Listar puertas de enlace de medios configuradas con nombre, dirección, protocolo (MGCP o Megaco) y estado de alcanzabilidad.

RAN y STP

Método	Ruta	Descripción
GET	/api/ran/connections	Listar conexiones RAN activas (sesiones orientadas a conexión SCCP) con ID de conexión, IMSI del suscriptor, BSC/RNC y estado.
GET	/api/ran/bscs	Listar BSCs conocidos con código de punto, título global, conteo de celdas y última marca de tiempo de BSSMAP RESET.
GET	/api/stp	Obtener estado del enlace STP, incluyendo estado de ASP M3UA, detalles de asociación SCTP y contadores de tráfico.

Paginación

Método	Ruta	Descripción
POST	/api/paging	Iniciar una solicitud de paginación para un suscriptor por IMSI o MSISDN. Envía BSSMAP PAGING a los BSCs apropiados.
GET	/api/paging	Listar solicitudes de paginación pendientes con identidad del suscriptor, LAC objetivo, causa de paginación y tiempo transcurrido.

Aviso de Cargos

Método	Ruta	Descripción
POST	/api/aoc	Enviar un mensaje de Aviso de Cargos a un suscriptor durante una llamada activa. Soporta AoCI (información) y AoCE (cobro) según 3GPP TS 24.086.

Llamadas y SMS Silenciosos

Método	Ruta	Descripción
POST	/api/silent	Iniciar una llamada silenciosa o SMS silencioso hacia un suscriptor. Utilizado para interceptación legal y pruebas de red.

Celdas de Transferencia

Método	Ruta	Descripción
GET	/api/handover/cells	Listar celdas configuradas como objetivos de transferencia, incluyendo identidad de celda, LAC, BSC y prioridad de transferencia.
POST	/api/handover/cells	Agregar una celda a la lista de objetivos de transferencia con identidad de celda, LAC y parámetros de prioridad.

Sistema

Método	Ruta	Descripción
GET	/api/health	Punto final de verificación de salud. Devuelve un simple indicador de estado adecuado para sondas de balanceo de carga.
GET	/api/status	Estado del sistema incluyendo estadísticas de VM BEAM, asignación de memoria, salud del supervisor, conteo de alarmas activas y resumen de configuración de MSC.
GET	/metrics	Punto final de raspado de métricas de Prometheus. Devuelve todos los contadores y medidores de telemetría de OmniMSC en formato de exposición de Prometheus. Consulte Métricas y Monitoreo .

Formato de Respuesta

Todos los puntos finales devuelven respuestas JSON. Las solicitudes exitosas devuelven los datos solicitados en un objeto o array de nivel superior. Las respuestas de error incluyen un objeto JSON con un campo `error` que contiene un mensaje legible por humanos y, cuando sea aplicable, un campo `code` con un identificador de error legible por máquina.

Los puntos finales de lista soportan paginación a través de los parámetros de consulta `page` y `page_size`. La respuesta incluye un objeto `meta` con campos `total`, `page` y `page_size`.

Las respuestas de detalles de suscriptores y llamadas incluyen objetos anidados para datos relacionados (identidad, ubicación, autenticación, temporización) que coinciden con la estructura descrita en las secciones de [detalles de suscriptores del Panel de Control](#) y [detalles de llamadas](#).

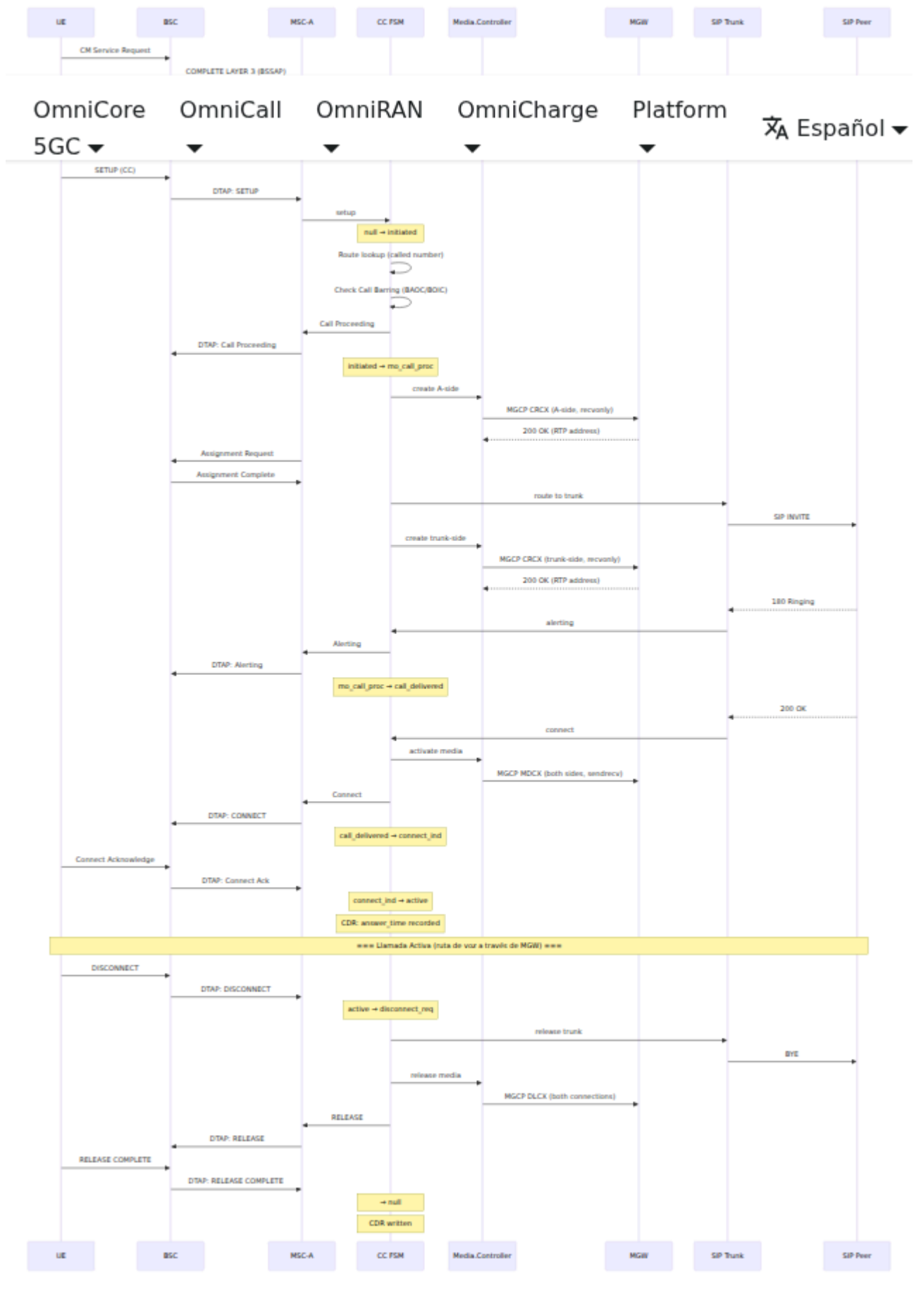
Diagramas de Flujo de Llamadas

Este documento contiene diagramas de secuencia para todos los principales escenarios de llamadas manejados por OmniMSC. Cada diagrama muestra el flujo de señalización entre los elementos de la red.

Para definiciones de estados de FSM de CC, consulte la [Guía del Panel de Control](#). Para la configuración de enrutamiento, consulte [Configuración de Enrutamiento](#). Para detalles de señalización de troncos SIP, consulte [Troncos SIP](#). Para señalización de troncos ISUP, consulte [Troncos ISUP](#). Para el control de la puerta de enlace de medios durante el establecimiento de la llamada, consulte [Control de Medios](#). Para flujos de servicios suplementarios (retener, MPTY, ECT), consulte [Servicios Suplementarios](#).

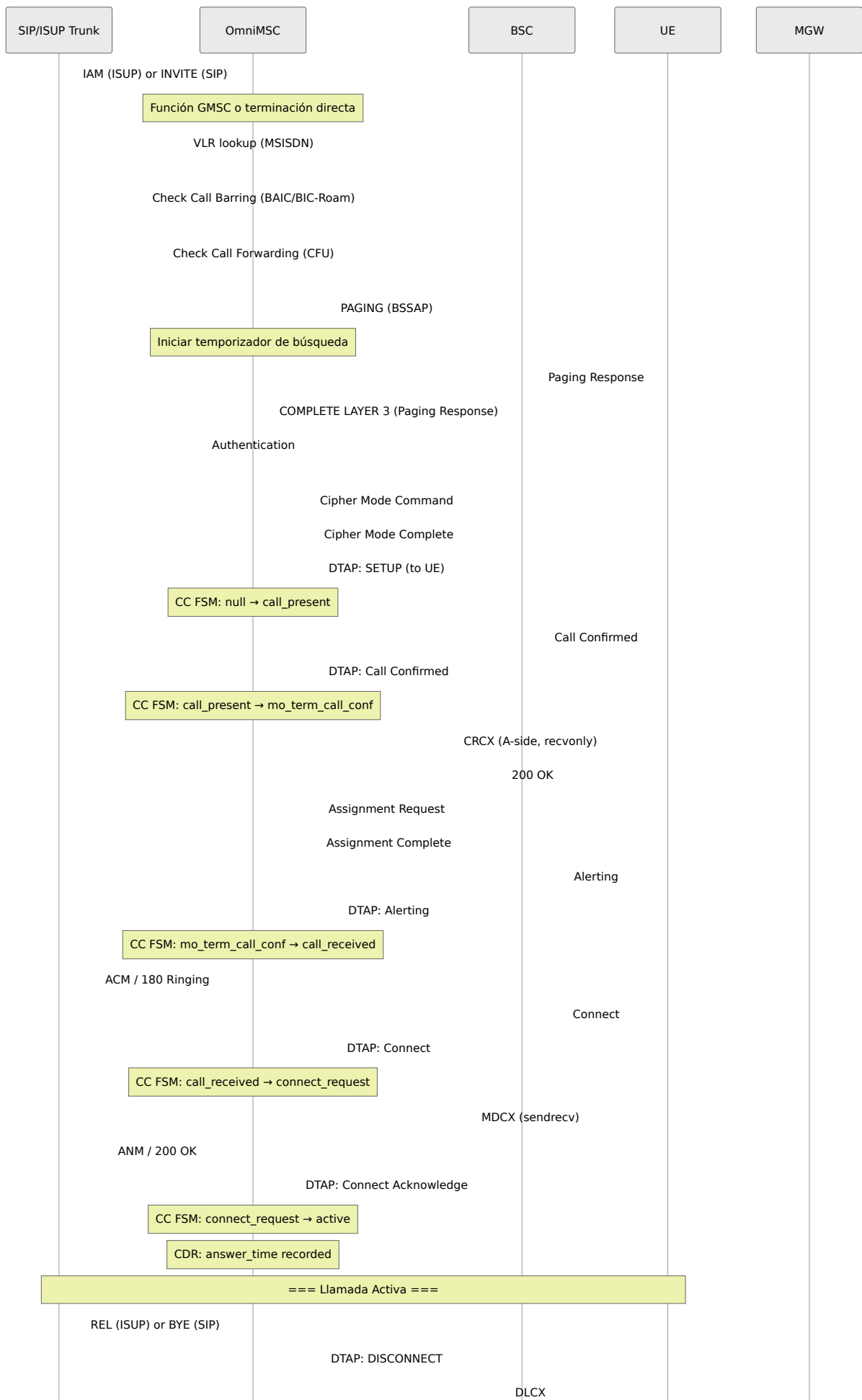
Llamada de Origen Móvil (MO)

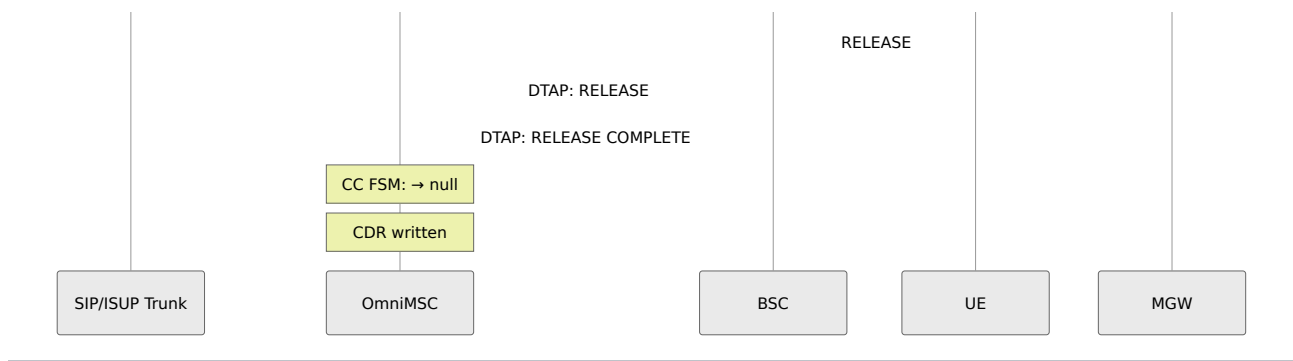
Un suscriptor inicia una llamada saliente. El MSC maneja el establecimiento de la llamada, la autenticación (si es necesario), el modo de cifrado, la asignación y la asignación de troncos.



Llamada de Terminación Móvil (MT)

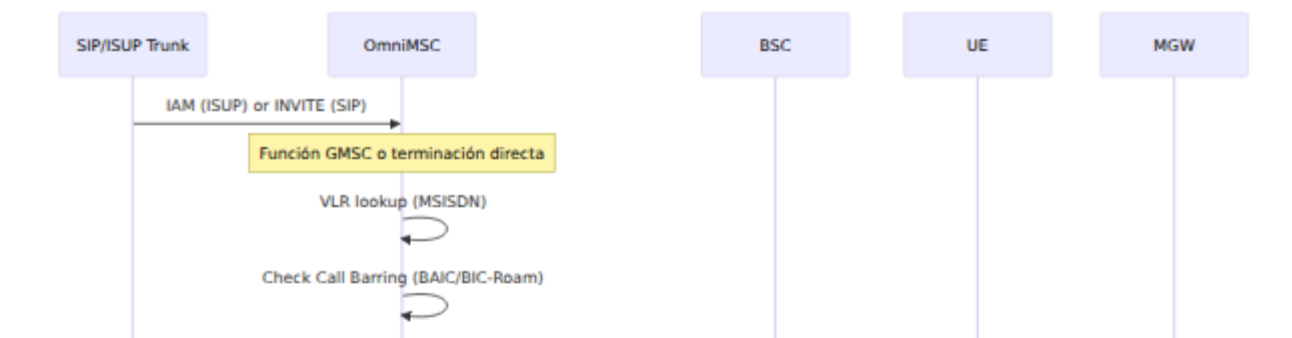
Una llamada entrante llega desde la PSTN o un par SIP. El MSC busca al suscriptor, establece la ruta de radio y conecta la llamada. La señalización del lado del tronco puede ser SIP o ISUP dependiendo de la ruta.



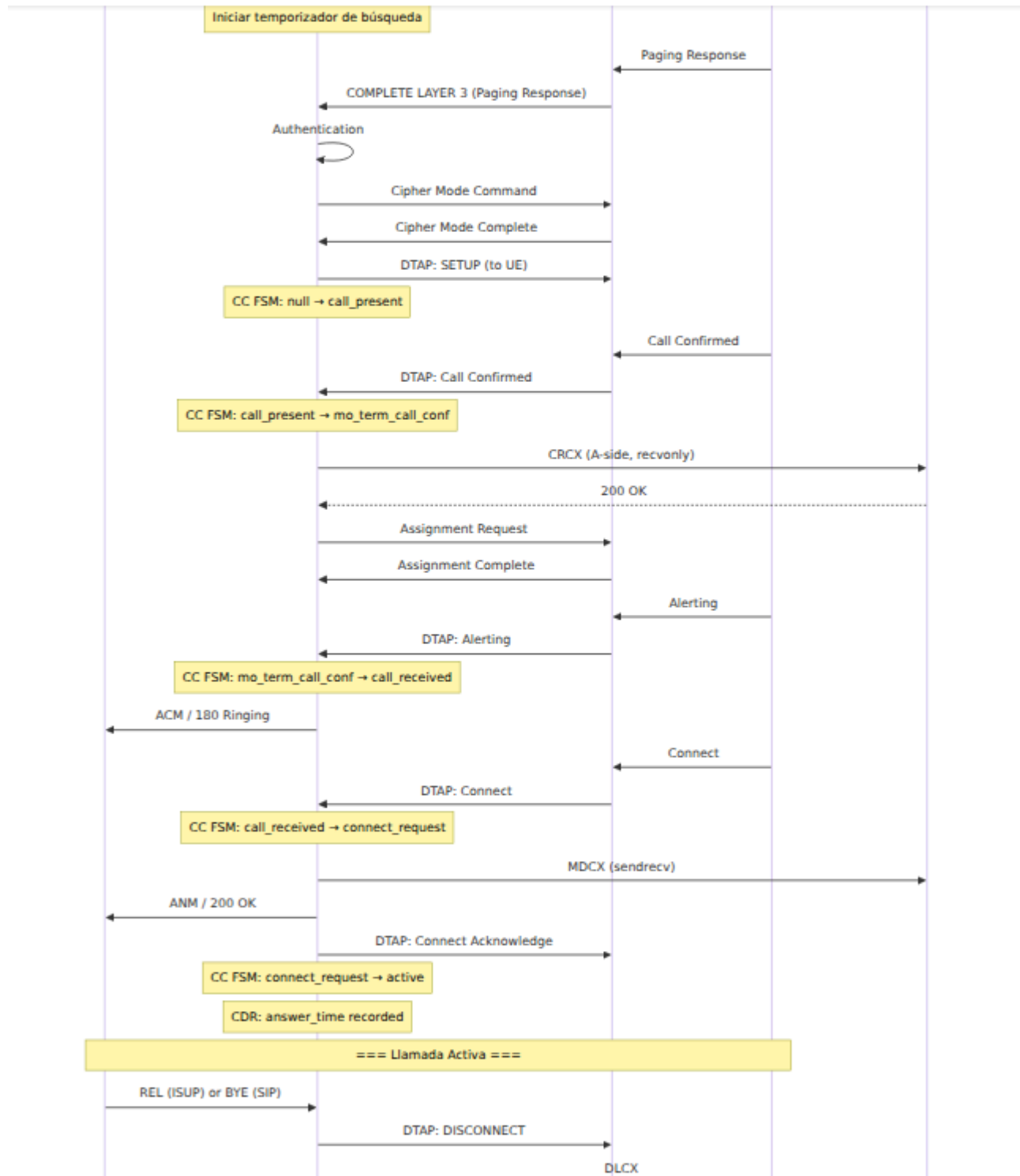


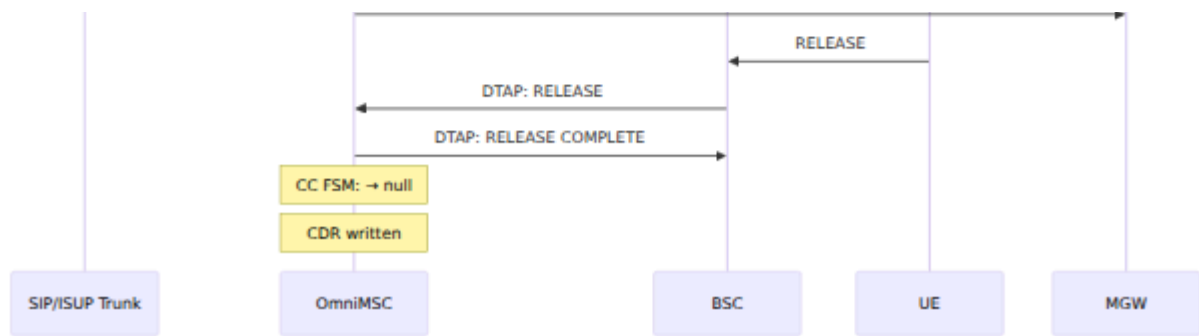
Retener y Recuperar Llamadas

Retener y Recuperar Llamadas permite a un suscriptor suspender y reanudar una llamada activa según 3GPP TS 24.083. Mientras una llamada está en espera, la puerta de enlace de medios coloca el tramo retenido en modo de solo recepción, silenciando la ruta de audio. El suscriptor puede establecer una segunda llamada mientras la primera está en espera.



OmniCore 5GC ▼ OmniCall ▼ OmniRAN ▼ OmniCharge ▼ Platform ▼ Español ▼





El mensaje HOLD del UE no contiene parámetros. El MSC responde con HOLD ACK en caso de éxito o HOLD REJECT si la operación no está permitida (por ejemplo, si el suscriptor no tiene provisionado el Retener Llamadas). RETRIEVE sigue el mismo patrón con RETRIEVE ACK o RETRIEVE REJECT.

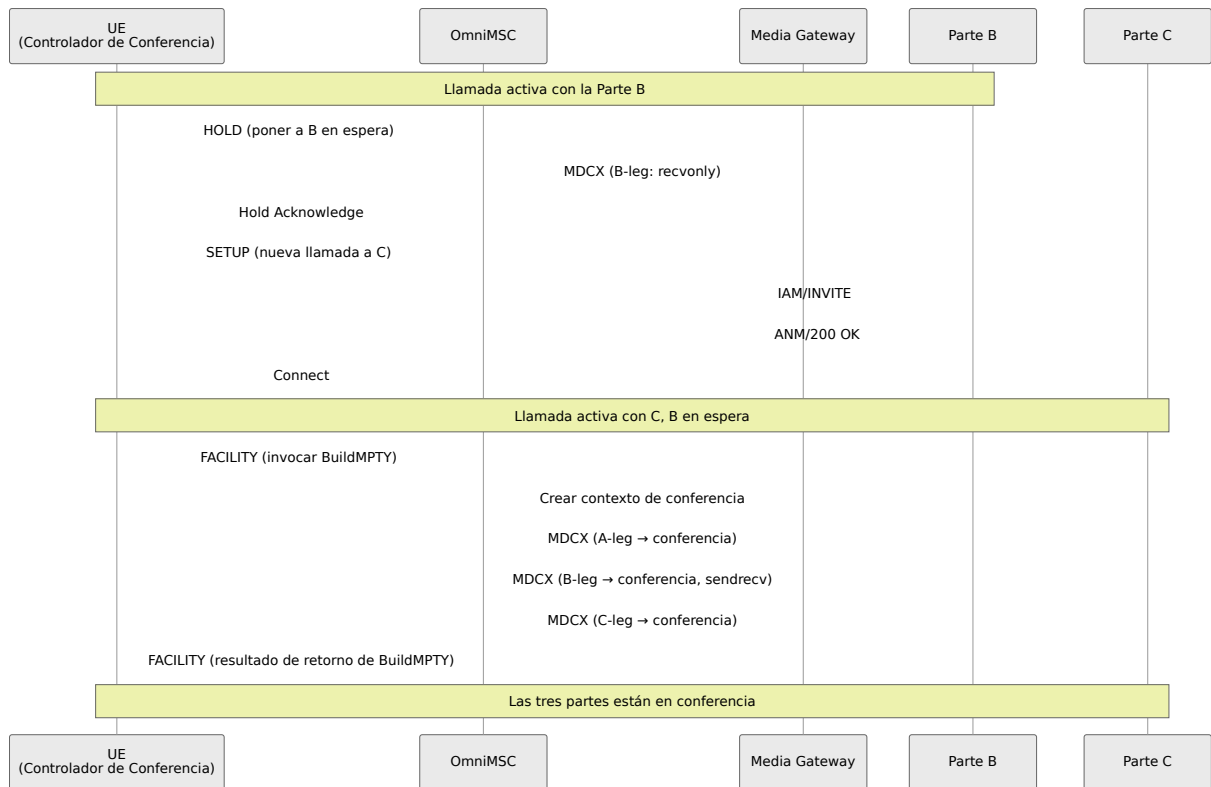
Conferencia Multi-Partes (MPTY)

MPTY permite a un suscriptor unir múltiples llamadas en una conferencia según 3GPP TS 24.084. El suscriptor actúa como el controlador de la conferencia. Todo el audio de la conferencia se mezcla a través de un puente de conferencia en la puerta de enlace de medios.

Para la configuración, consulte [Funciones Avanzadas de Llamadas](#).

BuildMPTY

El suscriptor establece dos llamadas (una activa, una en espera), luego invoca BuildMPTY a través de un mensaje CC FACILITY para fusionarlas en una conferencia.



HoldMPTY, RetrieveMPTY, SplitMPTY

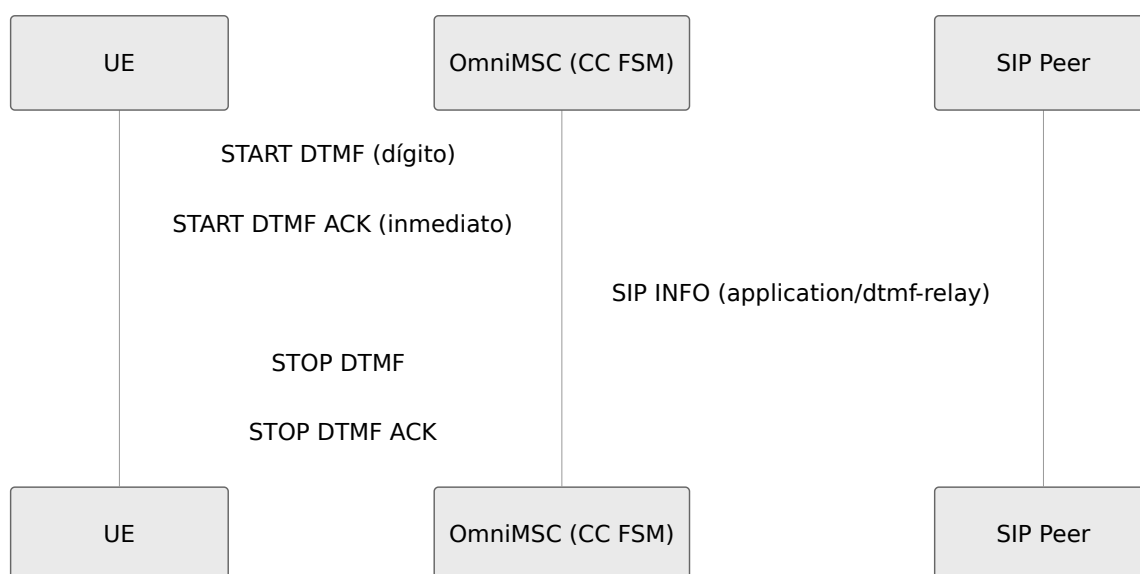
Una vez que se establece una conferencia, el controlador tiene tres operaciones adicionales disponibles:

Operación	Efecto
HoldMPTY	Coloca toda la conferencia en espera. Todas las partes remotas escuchan silencio. El controlador puede establecer una llamada privada fuera de la conferencia.
RetrieveMPTY	Reanuda una conferencia en espera. Todas las partes se reconectan al puente de conferencia.
SplitMPTY	Extrae una parte de la conferencia a una llamada separada en espera. Las partes restantes continúan en conferencia. Si solo quedan dos partes después de la separación, el contexto de conferencia se libera y la llamada vuelve a ser una conexión normal punto a punto.

Cada operación es invocada por el UE a través de un mensaje CC FACILITY y es reconocida por el MSC con un resultado de retorno correspondiente o un error.

Relé DTMF

OmniMSC retransmite tonos DTMF desde la interfaz de radio al lado del tronco. El UE envía un mensaje START DTMF (3GPP TS 24.008) que contiene el dígito. La CC FSM reconoce inmediatamente al UE y reenvía el dígito al par SIP.



El cuerpo SIP INFO utiliza el tipo de contenido `application/dtmf-relay` con campos de Señal y Duración. El MSC envía START DTMF ACK inmediatamente al UE sin esperar la respuesta del par SIP, evitando el recorte de audio en la ruta de radio. El relé DTMF se maneja en cualquier estado de llamada donde exista una conexión del lado del tronco.

Llamadas de Emergencia

Las llamadas de emergencia reciben un manejo prioritario. El MSC detecta llamadas de emergencia por el tipo de mensaje CC Emergency Setup (3GPP TS 24.008 §9.3.8, tipo de mensaje 0x0E) y el tipo de solicitud de servicio CM (`:emergency`).

La autenticación se intenta normalmente. Si tiene éxito, se establece el modo de cifrado y el MSISDN del suscriptor se utiliza como el número del llamante. Si la autenticación falla, la llamada continúa de todos modos: se omite el modo de cifrado y el IMEI se utiliza como el número del llamante en su lugar. Se aceptan llamadas de UEs sin SIM.

A diferencia de la configuración de CC regular, el mensaje de configuración de emergencia no lleva un IE de Número BCD de Parte Llamada: el dispositivo solo envía una Capacidad de Portadora opcional y una Categoría de Servicio de Emergencia. El MSC utiliza la `psap_address` configurada como el número llamado para la búsqueda en la tabla de rutas y el Request-URI de INVITE SIP saliente. Consulte la [Referencia de Configuración](#) para parámetros de emergencia.

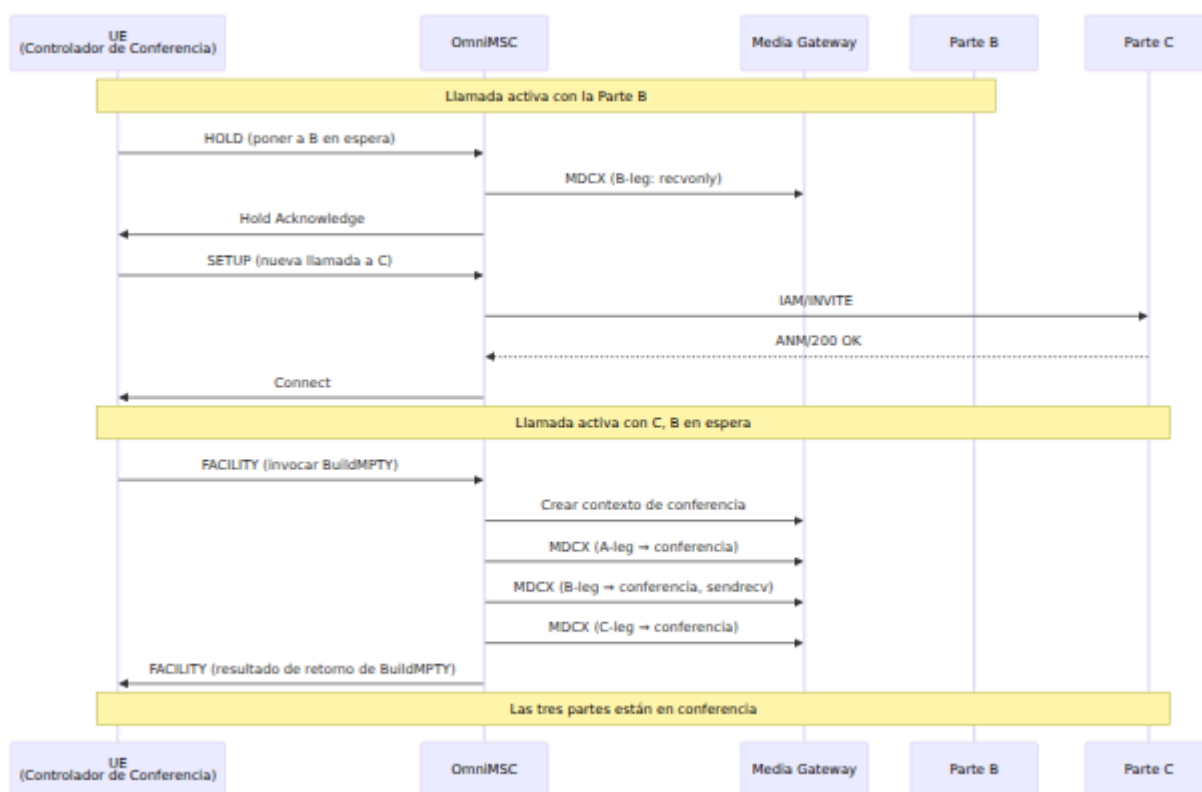


Diagrama de Estados de FSM de CC

La FSM de CC (Máquina de Estados Finitos de Control de Llamadas) gestiona el ciclo de vida de una sola llamada conmutada por circuitos según 3GPP TS 24.008. Las rutas MO y MT comparten estados comunes pero entran a través

de diferentes transiciones. El estado de llamada en vivo, la duración, el códec y el BSC/RNC que sirve son visibles en la página de Llamadas Activas del panel de control — consulte la [Guía del Panel de Control](#).

Estados de Llamada MO



null

MS SETUP received

initiated



Call Proceeding sent

mo_call_proc

Alerting (remote ringing)

call_delivered

Connect sent to MS

RELEASE COMPLETE

connect_ind

Connect Ack from MS

active

MS DISCONNECT

Network release

disconnect_req

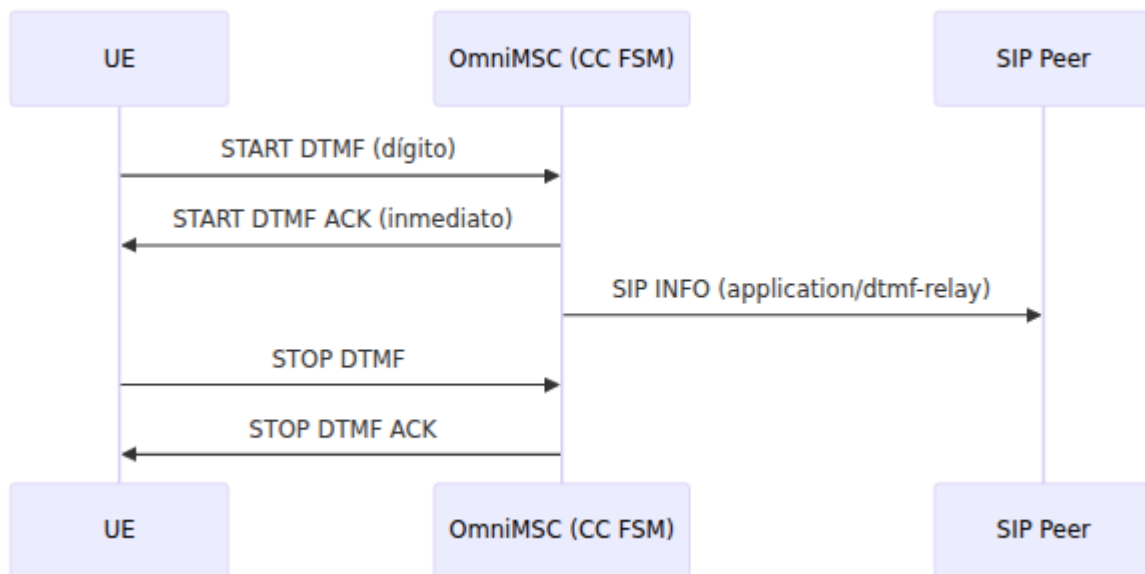
disconnect_ind

RELEASE sent

RELEASE sent

release_req

Estados de Llamada MT



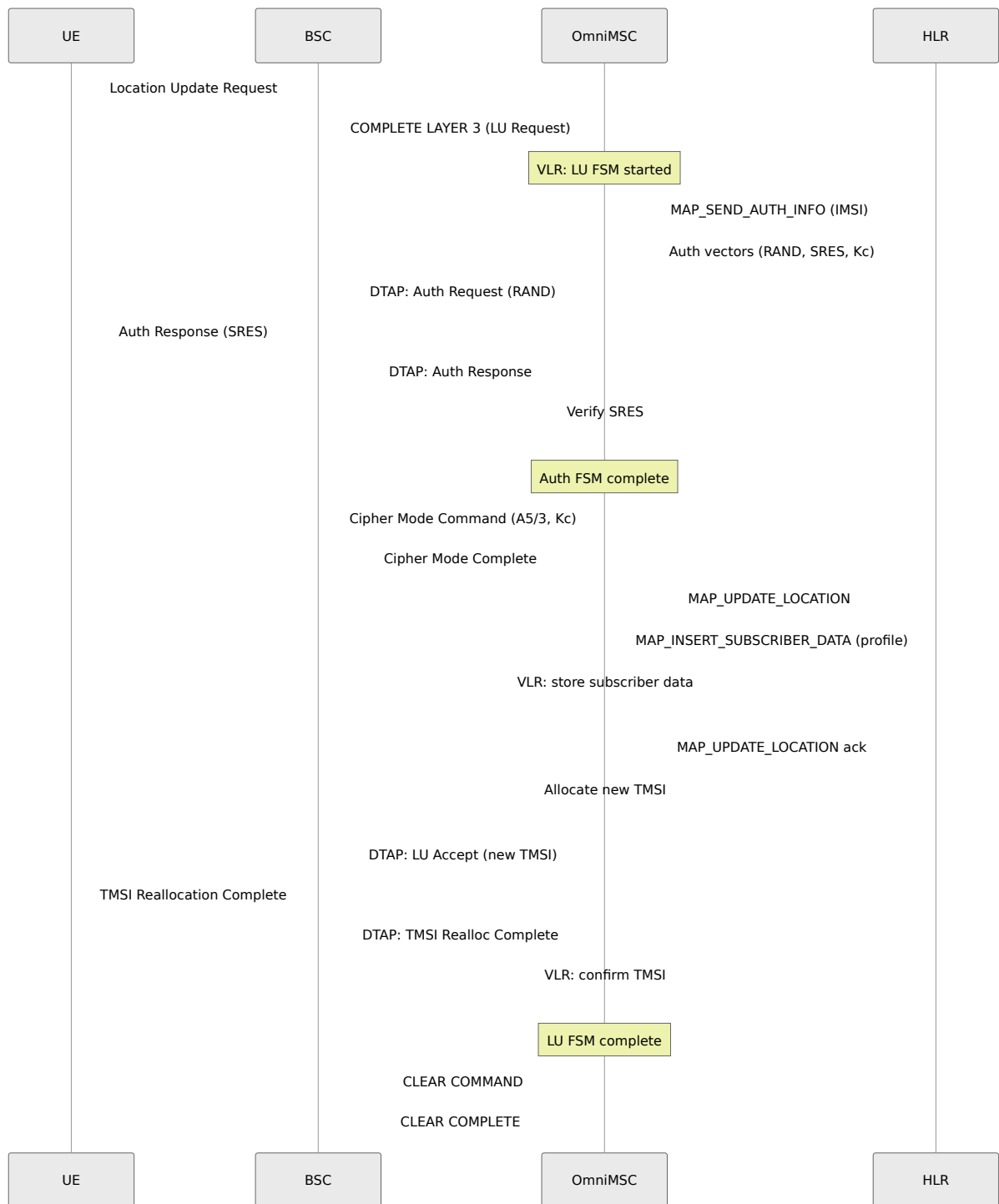
Liberación de Conexión

Cuando se pierde la conexión de la interfaz A (fallo de enlace de radio, liberación de BSC o fallo de transporte), MSC-A envía un evento `connection_lost` a todas las FSM de CC asociadas con ese suscriptor. Cada FSM de CC que recibe este evento libera sus recursos del lado del tronco (SIP BYE o ISUP REL) y las conexiones de la puerta de enlace de medios (MGCP DLCX), luego transiciona al estado nulo y escribe el CDR.

Esto asegura que no se filtren recursos de tronco o medios cuando la ruta de radio se pierde inesperadamente. La FSM de CC maneja `connection_lost` en cualquier estado excepto nulo.

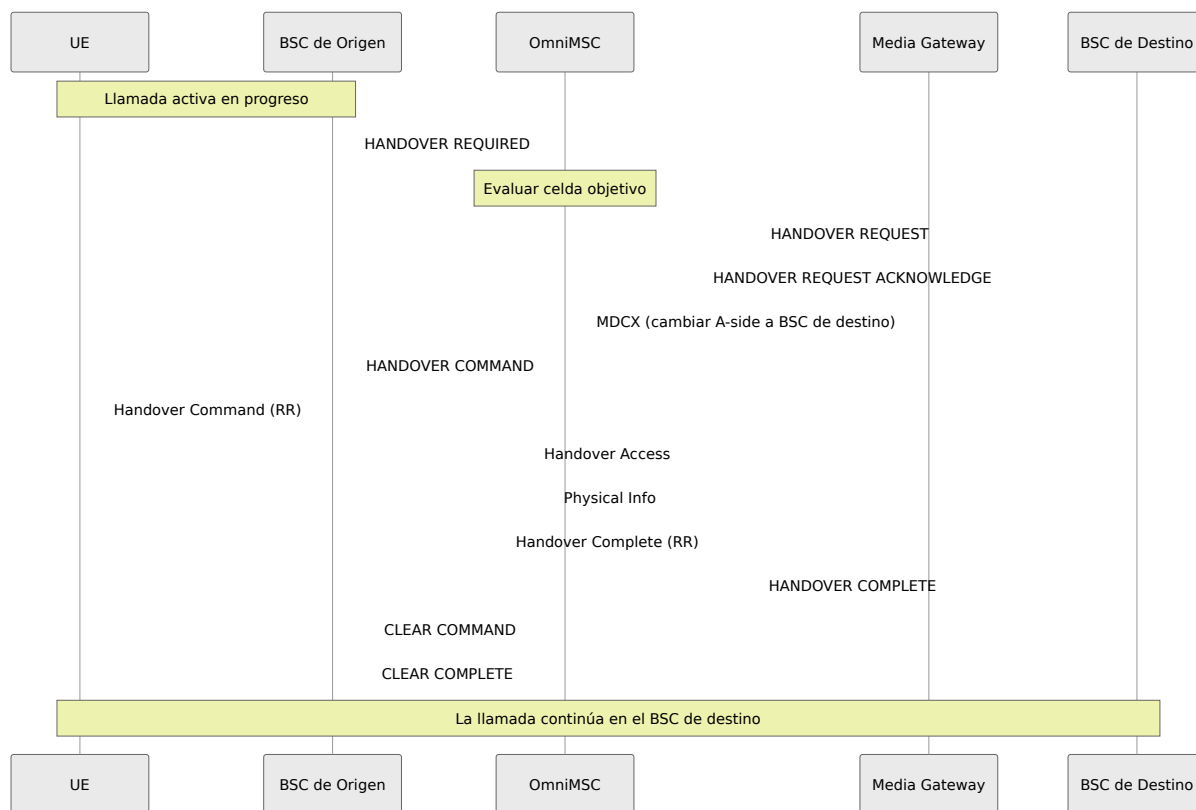
Actualización de Ubicación

El suscriptor se registra con el MSC. El MSC autentica al suscriptor y actualiza el HLR.



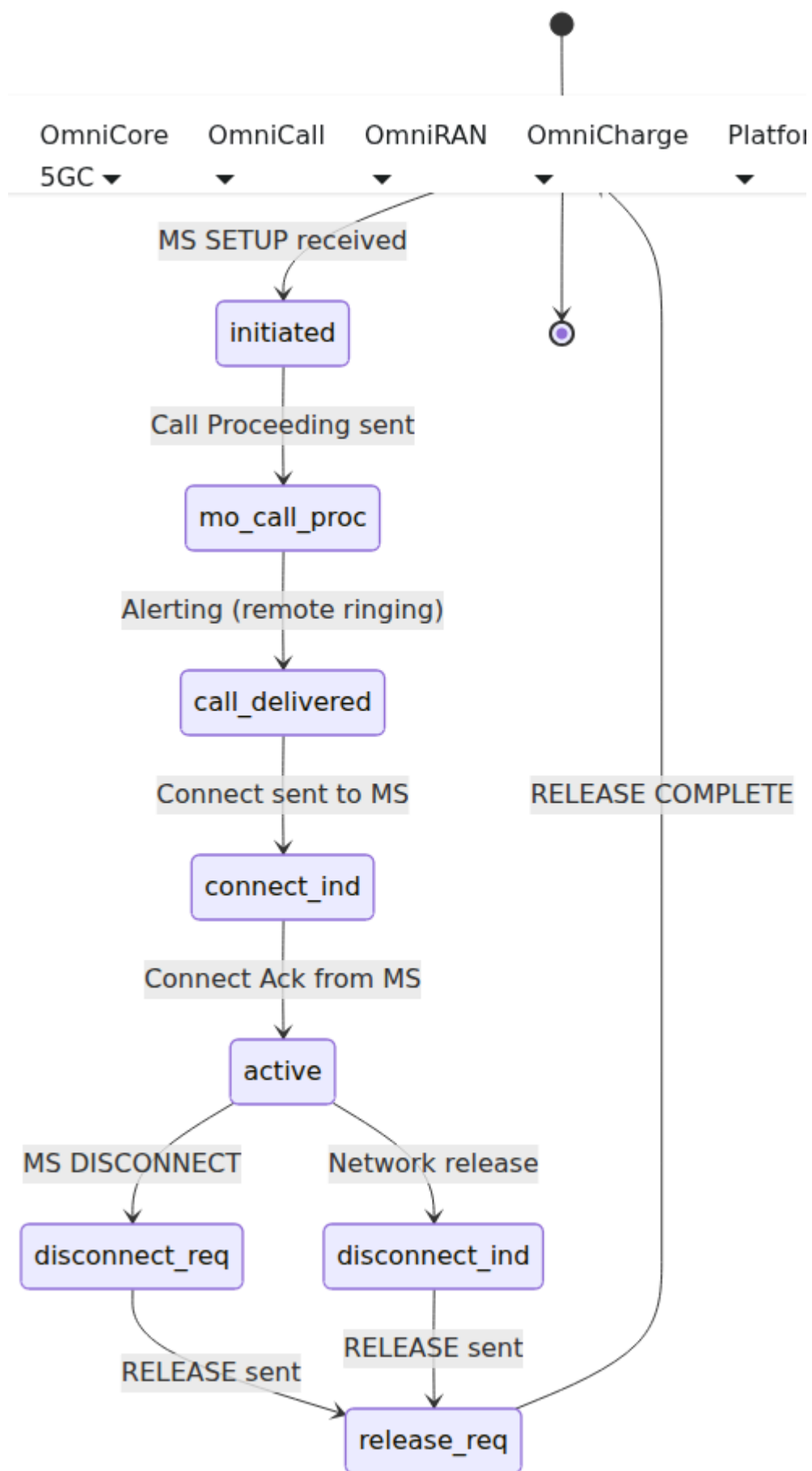
Transferencia Intra-MSC

Transferencia de una llamada activa entre dos BSCs atendidos por el mismo MSC.



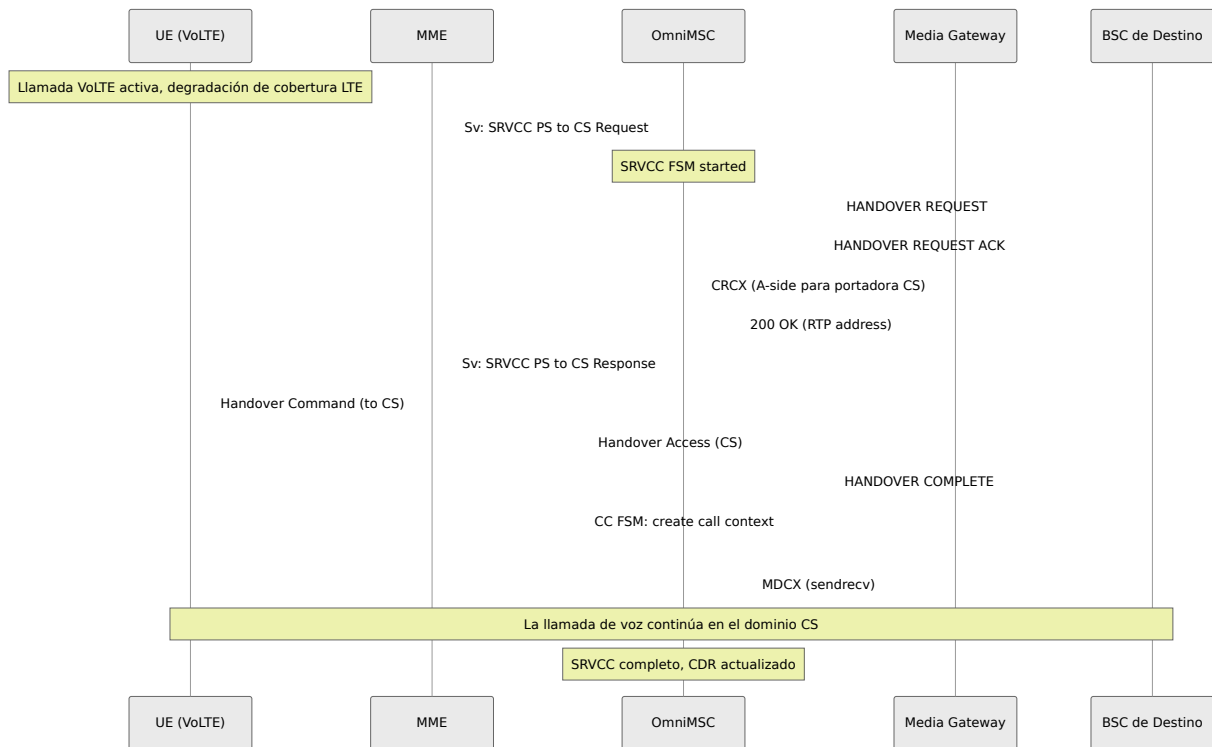
Transferencia Inter-MSC

Transferencia de una llamada activa de OmniMSC (MSC-A) a un MSC de destino (MSC-B).



SRVCC (Continuidad de Llamadas de Voz de Radio Única)

Transferencia de una llamada VoLTE del dominio IMS/LTE al dominio CS según 3GPP TS 23.216.



Llamada Activada por CAMEL (Interacción SCP)

Llamada con interacción O-BCSM (O-BCSM) de CAMEL según 3GPP TS 23.078.

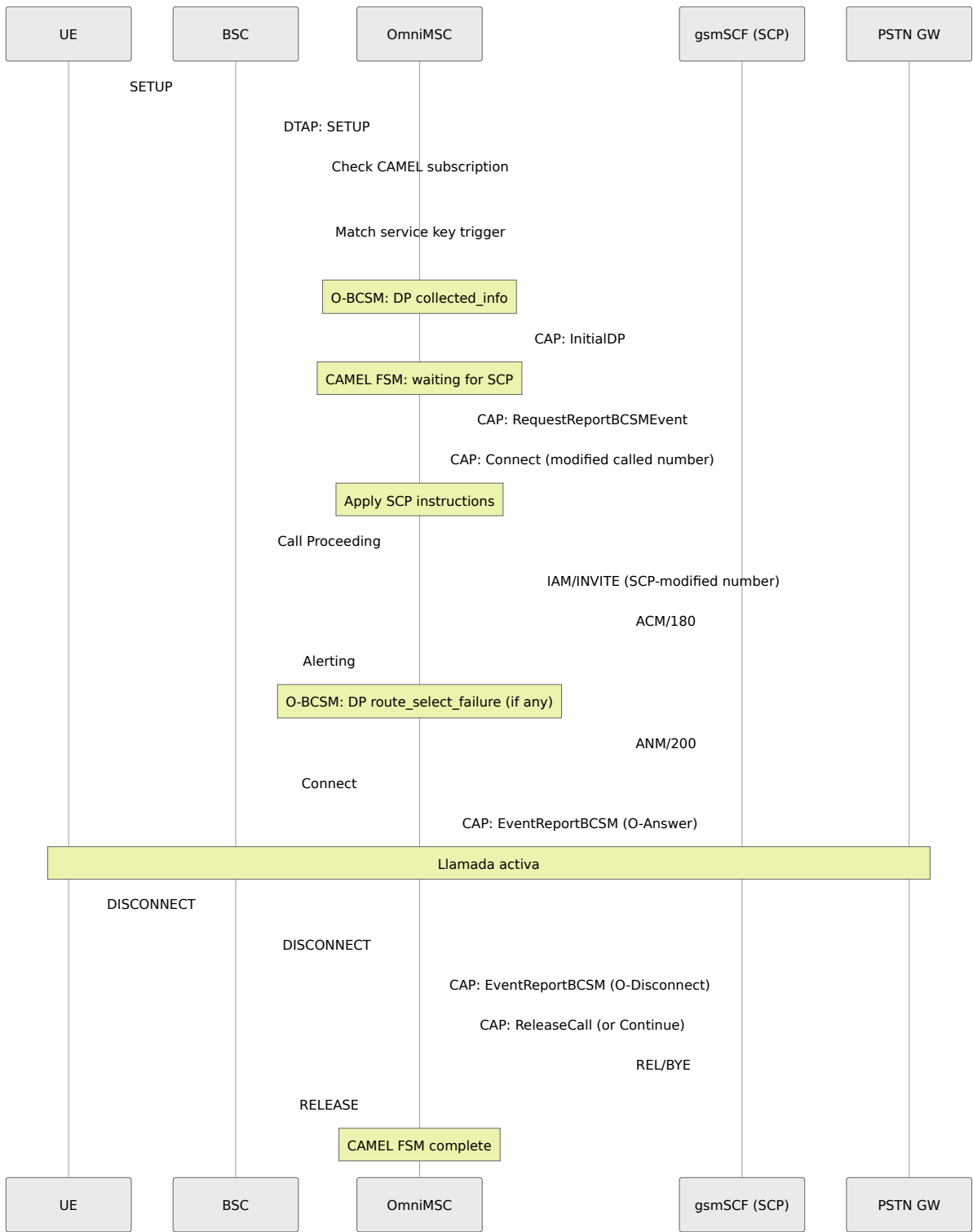


Diagrama de Secuencia MPTY (BuildMPTY)

Configuración de llamada de conferencia multi-partes. El suscriptor establece dos llamadas, luego las une en una conferencia según 3GPP TS 24.084. Para la configuración, consulte [Funciones Avanzadas de Llamadas](#).

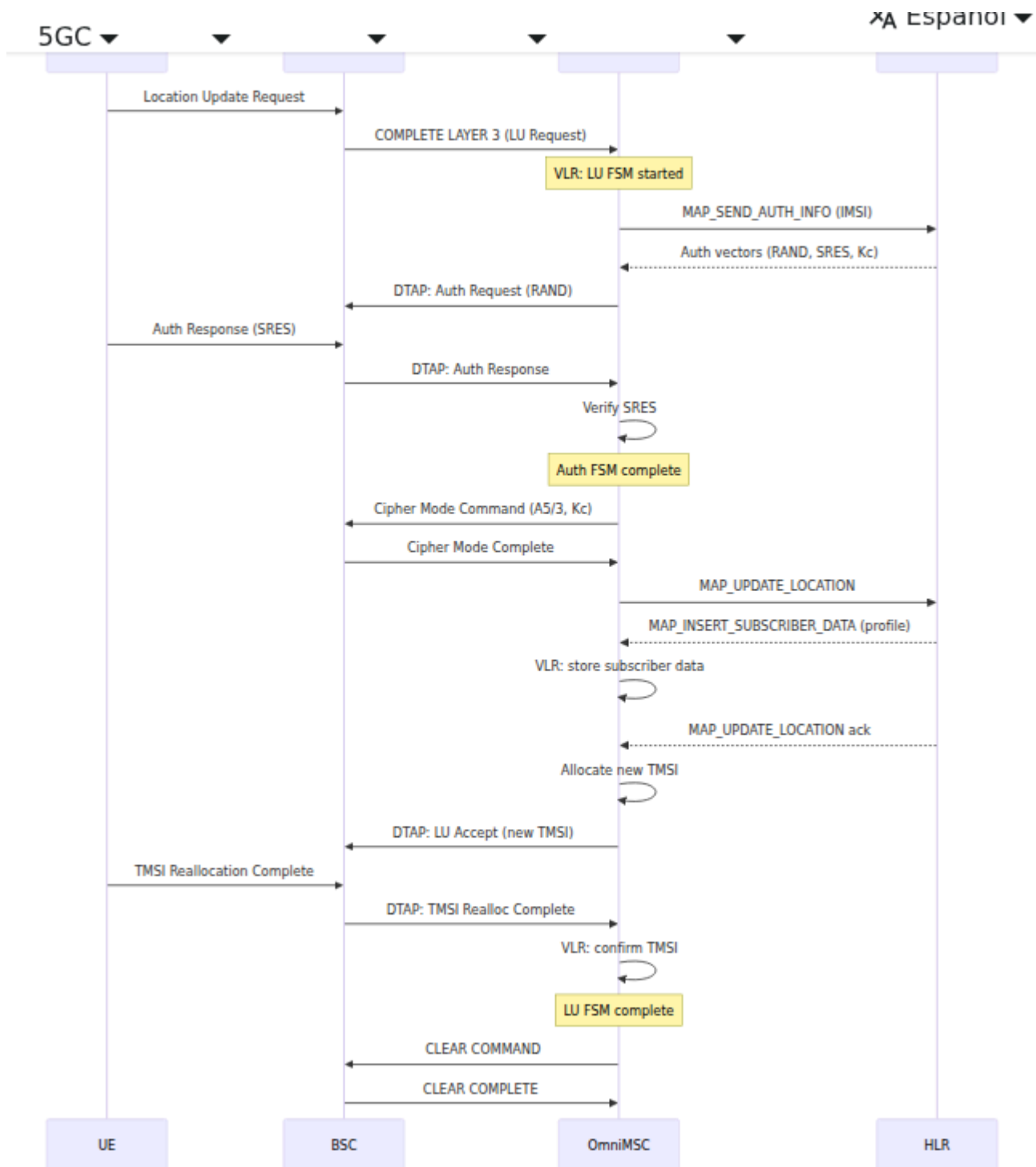


Diagrama de Secuencia ECT (Transferencia de Llamadas Explícita)

La Transferencia de Llamadas Explícita conecta a dos partes remotas y libera al suscriptor que transfiere según 3GPP TS 24.091. Para la configuración, consulte [Funciones Avanzadas de Llamadas](#).

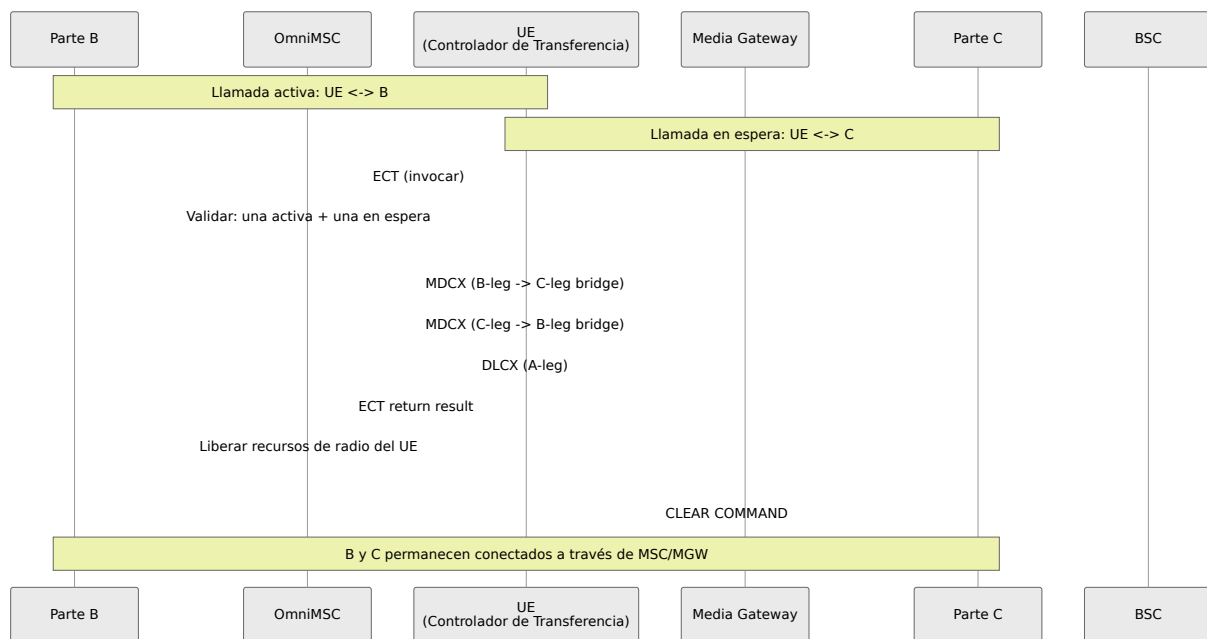


Diagrama de Secuencia de Llamada MT CSFB

Llamada de terminación móvil a un suscriptor conectado a LTE a través de Circuit-Switched Fallback según 3GPP TS 23.272. El MSC busca a través de la interfaz SGs, el UE retrocede a 2G/3G, y la llamada continúa a través de la interfaz A. Para detalles de SGs, consulte [Interfaz SGs y CSFB](#).

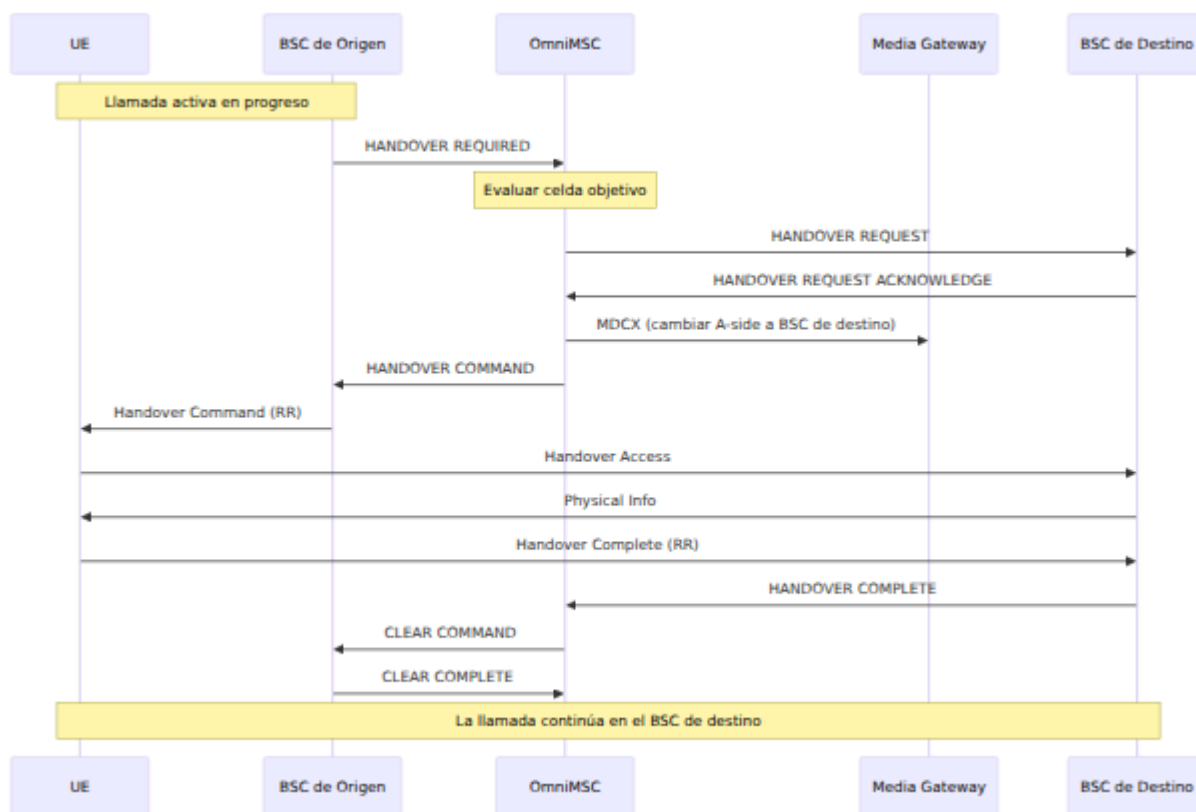
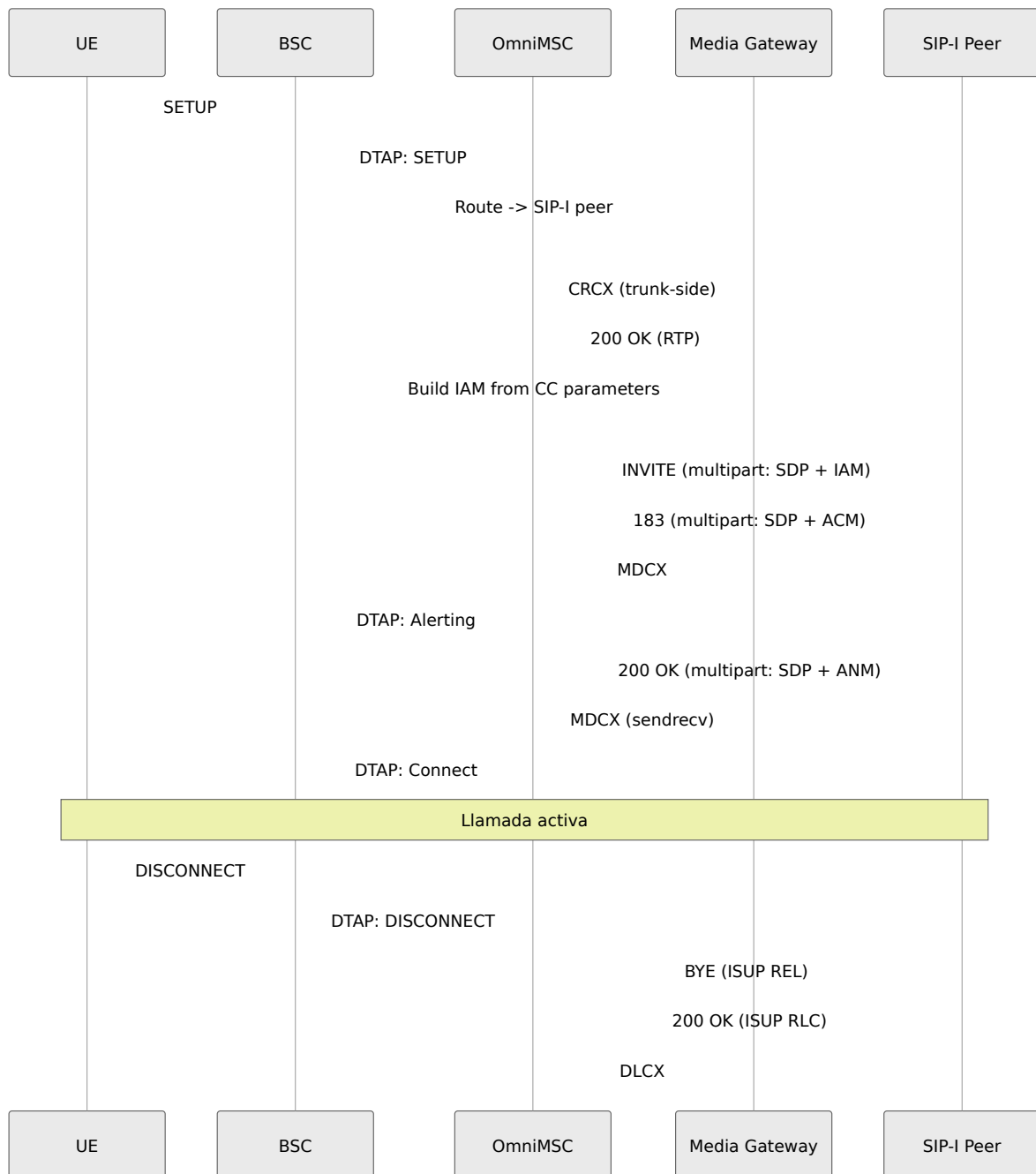


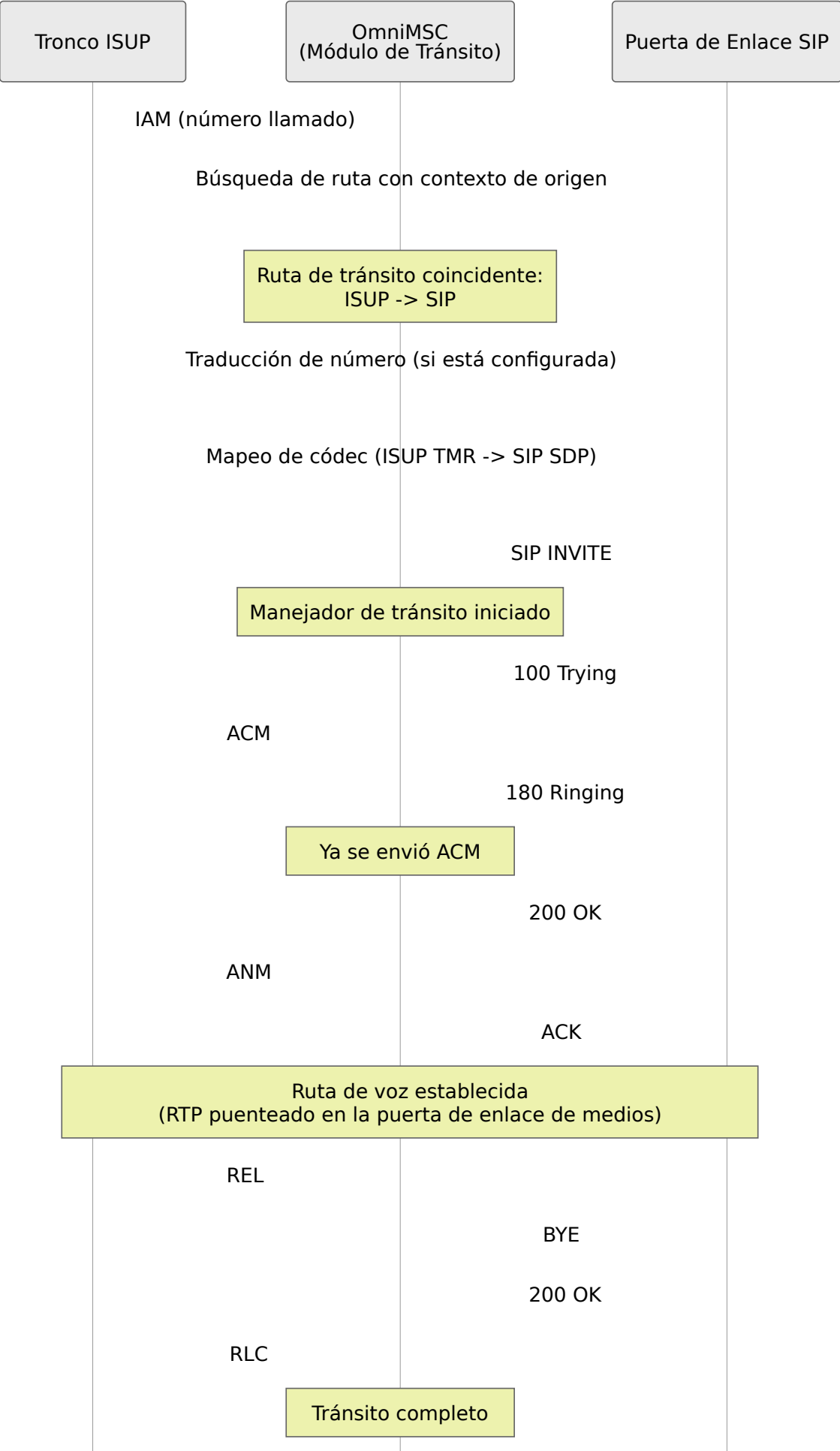
Diagrama de Secuencia de Llamada SIP-I

Llamada saliente a través de tronco SIP-I con ISUP encapsulado según ITU-T Q.1912.5. El INVITE lleva un cuerpo multipart que contiene SDP y el ISUP IAM. Para detalles de SIP-I, consulte [Troncos SIP-I](#).



Llamada de Tránsito de ISUP a SIP

Llamada de tránsito de interconexión entre un tronco ISUP y un par SIP, eludiendo la FSM de CC.



Tronco ISUP

OmniMSC
(Módulo de Tránsito)

Puerta de Enlace SIP

CAMEL / CAP

Este documento describe la implementación de CAMEL (Aplicaciones Personalizadas para Lógica Móvil Mejorada) en OmniMSC, incluyendo la configuración de claves de servicio, el manejo de diálogos CAP, los puntos de detección BCSM, las operaciones CAP soportadas y el transporte TCAP.

Para el diagrama de secuencia de llamada activado por CAMEL (InitialDP, Connect, EventReportBCSM), consulte [Diagramas de Flujo de Llamadas](#). Para cómo se ajustan los disparadores CAMEL en la tubería de enrutamiento (flujo de análisis de números), consulte [Configuración de Enrutamiento](#). Para los campos CDR relacionados con CAMEL (FurnishChargingInformation, cause_for_term), consulte [Registros de Detalle de Llamadas](#). Para la configuración de claves de servicio CAMEL, consulte [Referencia de Configuración](#).

Visión General

CAMEL proporciona un marco para que los operadores móviles implementen servicios de Red Inteligente (IN) sobre la red central GSM/UMTS. OmniMSC actúa como el gsmSSF (Función de Conmutación de Servicio GSM), interactuando con un gsmSCF externo (Función de Control de Servicio GSM, también conocido como SCP) para proporcionar servicios de control de llamadas en tiempo real, como carga prepaga, traducción de números, filtrado de llamadas y redes privadas virtuales.

El gsmSCF controla el procesamiento de llamadas enviando instrucciones a OmniMSC en puntos de detección definidos dentro del Modelo de Estado de Llamada Básica (BCSM). OmniMSC informa los eventos de la llamada de vuelta al gsmSCF y ejecuta las instrucciones recibidas (continuar, conectar a un número diferente, liberar la llamada, aplicar carga).

Configuración de Clave de Servicio

Cada suscriptor puede tener una o más suscripciones CAMEL provisionadas a través de MAP INSERT SUBSCRIBER DATA desde el HLR. Una suscripción CAMEL incluye una clave de servicio, que identifica el servicio IN a invocar, y la dirección del gsmSCF (Título Global) a contactar.

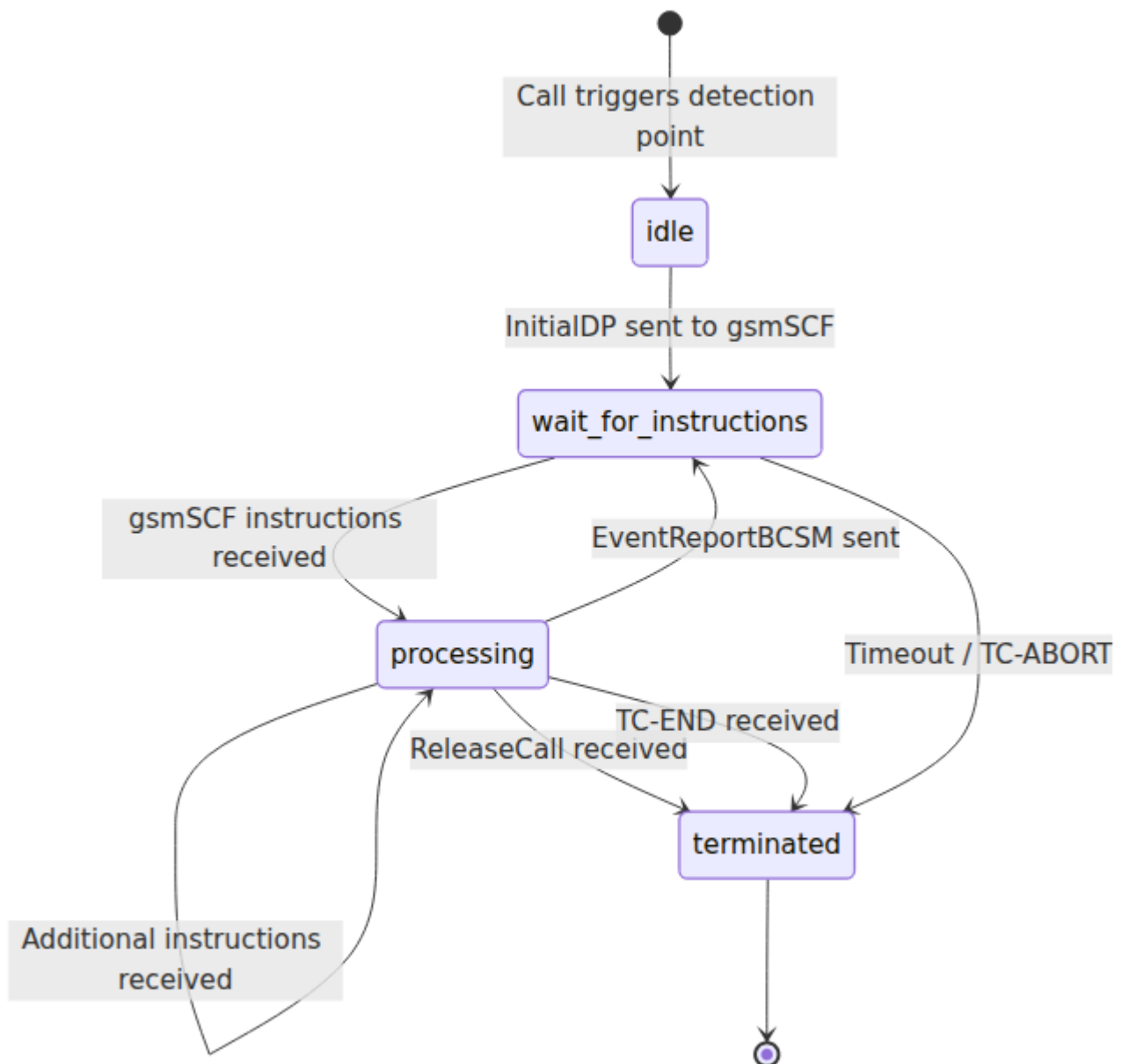
Cuando una llamada activa un punto de detección CAMEL (como collected_info para llamadas MO o terminating_attempt_authorized para llamadas MT), OmniMSC verifica los datos de suscripción CAMEL del suscriptor. Si se encuentra una clave de servicio coincidente, OmniMSC abre un diálogo CAP con el gsmSCF y envía una operación InitialDP.

Parámetro de Suscripción	Descripción
Clave de servicio	Entero que identifica el servicio IN (por ejemplo, 1 para prepago, 2 para VPN)
Dirección gsmSCF	Título Global del SCP a contactar
Manejo de llamadas por defecto	Acción si el SCP no es accesible: <code>:continue_call</code> o <code>:release_call</code>
Lista de TDP	Lista de puntos de detección de disparo armados para esta suscripción
Fase CAMEL	Fase CAMEL soportada (Fase 1, 2, 3 o 4)

Si el gsmSCF no es accesible o el diálogo TCAP falla, OmniMSC aplica la acción de manejo de llamadas por defecto de los datos de suscripción CAMEL del suscriptor.

Estados del Diálogo CAP

Cada interacción CAMEL se ejecuta como un diálogo CAP independiente dentro de una transacción TCAP. El diálogo rastrea el estado de la interacción SSF-SCF desde InitialDP hasta la terminación.



Estado	Descripción
idle	Punto de detección activado, preparando InitialDP
wait_for_instructions	InitialDP enviado, esperando respuesta del gsmSCF
processing	Ejecutando instrucciones del gsmSCF (Continue, Connect, ApplyCharging)
terminated	Diálogo completo, transacción TCAP cerrada

Operaciones CAP

OmniMSC soporta las siguientes operaciones CAP para la interacción de servicio CAMEL Fase 2 y Fase 3.

SSF a SCF (OmniMSC a gsmSCF)

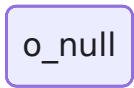
Operación	Descripción
InitialDP	Informa un punto de detección activado con parámetros de llamada (clave de servicio, número llamado/llamante, tipo de evento, información de ubicación)
EventReportBCSM	Informa un evento de llamada en un punto de detección armado (respuesta, desconexión, abandono, fallo en la selección de ruta)
ApplyChargingReport	Informa el resultado de una operación de carga (duración de la llamada, unidades de carga consumidas)
CallInformationReport	Informa información de llamada solicitada por el gsmSCF (duración de la llamada, causa de liberación)

SCF a SSF (gsmSCF a OmniMSC)

Operación	Descripción
Continue	Reanudar el procesamiento de la llamada en el estado BCSM actual
Connect	Enrutar la llamada a un número de destino diferente (traducción de números, enrutamiento VPN)
ReleaseCall	Liberar la llamada con un código de causa especificado
RequestReportBCSMEvent	Armar puntos de detección para futuros informes de eventos (respuesta, desconexión, abandono)
ApplyCharging	Aplicar parámetros de carga (duración máxima de la llamada, aviso de carga)
FurnishChargingInformation	Proporcionar datos de carga en formato libre para incluir en el CDR
ResetTimer	Reiniciar el temporizador de inactividad del SSF para prevenir el tiempo de espera durante un largo procesamiento del SCP
SendChargingInformation	Enviar información de aviso de carga a la estación móvil
CallInformationRequest	Solicitar información de llamada que se informará al liberar la llamada

Puntos de Detección O-BCSM

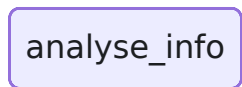
El Modelo de Estado de Llamada Básica de Origen define los puntos de detección disponibles para llamadas MO según 3GPP TS 23.078.



MO call initiated



Digits collected



Number analysis
complete



Remote party alerting



Remote party answers

Route select failure



Called party busy / no
answer

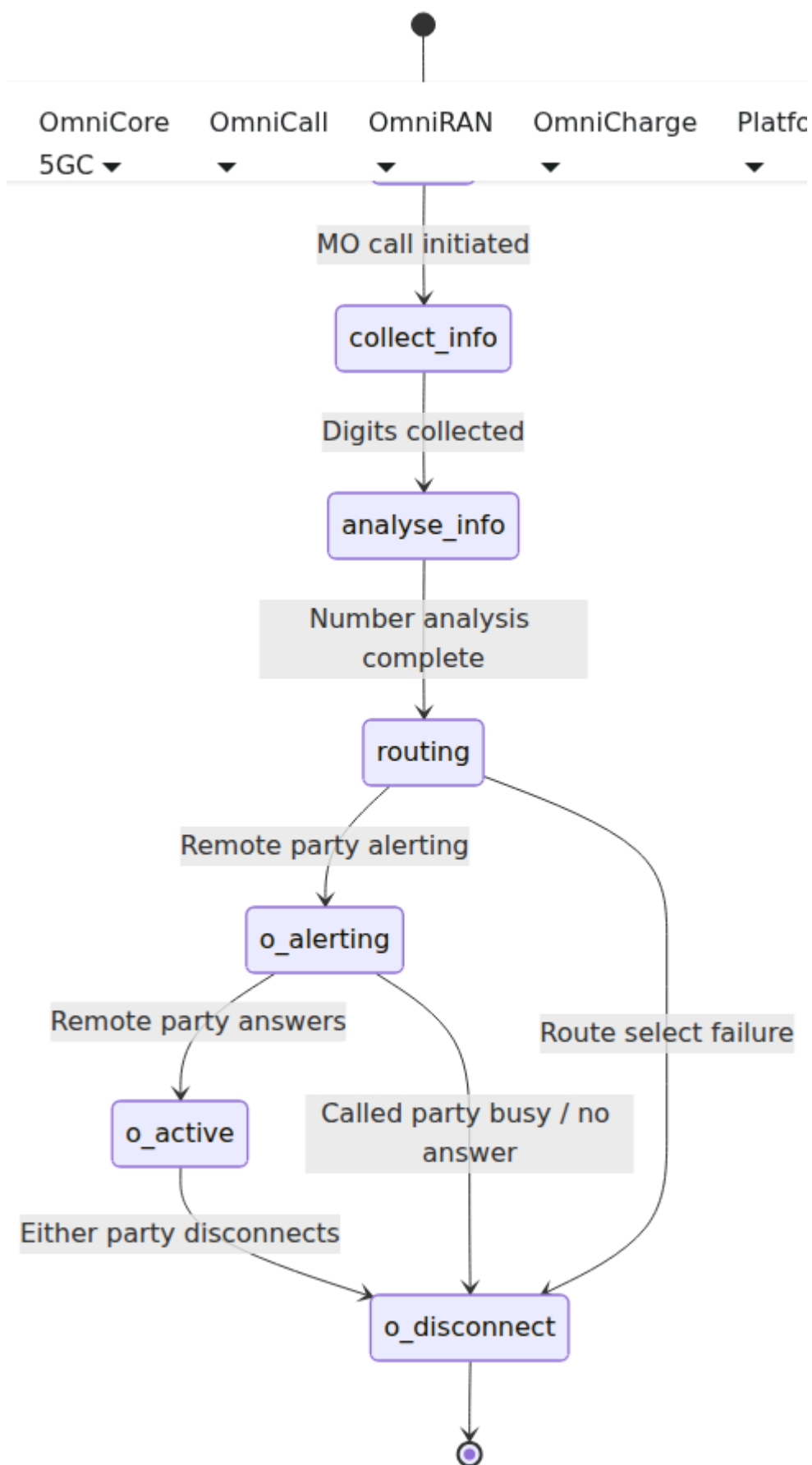
Either party disconnects



Punto de Detección	Estado BCSM	Disparador
collected_info (DP 2)	collect_info	Dígitos marcados disponibles, antes del análisis de números
analysed_info (DP 3)	analyse_info	Análisis de números completo, antes del enrutamiento
route_select_failure (DP 4)	routing	El enrutamiento falla (sin ruta, tronco ocupado, par inactivo)
o_called_party_busy (DP 5)	o_alerting	Parte llamada ocupada
o_no_answer (DP 6)	o_alerting	Parte llamada no responde dentro del temporizador
o_answer (DP 7)	o_active	Parte llamada responde
o_disconnect (DP 9)	o_disconnect	Cualquiera de las partes inicia la desconexión

Puntos de Detección T-BCSM

El Modelo de Estado de Llamada Básica de Terminación define los puntos de detección disponibles para llamadas MT.



Punto de Detección	Estado BCSM	Disparador
terminating_attempt_authorized (DP 12)	terminating_attempt_authorized	Llamada recibida antes de la paginación
t_busy (DP 13)	t_alerting	Suscriptor llamado ocupado
t_no_answer (DP 14)	t_alerting	Suscriptor llamado respondiendo dentro de un tiempo
t_answer (DP 15)	t_active	Suscriptor llamado respondiendo
t_disconnect (DP 17)	t_disconnect	Cualquiera de las partes inicia la desconexión

Transporte TCAP/CAP

Las operaciones CAP se llevan a cabo a través de diálogos TCAP (Parte de Aplicación de Capacidades de Transacción), que a su vez utilizan la pila de transporte SCCP/M3UA/SCTP. OmniMSC utiliza un decodificador BER genérico a través del módulo TcapDecoder para analizar los PDU TCAP y CAP entrantes.

Parámetro de Transporte	Valor
SSN (local, SSF)	146
SSN (remoto, SCF)	148
Tipo de diálogo TCAP	Estructurado (TC-BEGIN, TC-CONTINUE, TC-END)
Codificación	ASN.1 BER (Reglas de Codificación Básica)
Contexto de aplicación	CAP v2: 0.4.0.0.1.0.50.0, CAP v3: 0.4.0.0.1.0.50.1

La dirección del gsmSCF es un Título Global, enrutado a través de la Traducción de Títulos Globales SCCP al nodo SCP. OmniMSC mantiene una transacción TCAP durante la vida útil de cada diálogo CAP, utilizando TC-CONTINUE para intercambiar operaciones dentro del diálogo y TC-END para cerrarlo.

Referencias

Referencia	Título	Relevancia
3GPP TS 23.078	CAMEL Fase 3 -- Etapa 2	Arquitectura CAMEL, modelo BCSM, puntos de detección
3GPP TS 29.078	Parte de Aplicación CAMEL (CAP) -- Etapa 3	Codificación del protocolo CAP, definiciones ASN.1
ITU-T Q.771- Q.775	Capacidades de Transacción	Manejo de diálogos y transacciones TCAP
ITU-T Q.711- Q.716	SCCP	Conexión de señalización para el transporte TCAP
3GPP TS 22.078	CAMEL -- Descripción del Servicio	Requisitos del servicio CAMEL

Registros de Detalle de Llamadas

Este documento describe el subsistema de Registro de Detalle de Llamadas (CDR) en OmniMSC de Omnitouch. Los CDR se generan en cumplimiento con 3GPP TS 32.298 y proporcionan el seguimiento de cargos y auditoría para todos los servicios conmutados por circuito manejados por el MSC.

Para los parámetros de configuración relacionados con CDR, consulte [Referencia de Configuración](#). Para la página de Estadísticas de CDR en la interfaz web, consulte [Guía del Panel de Control](#). Para métricas y eventos de alarma relacionados con CDR en Prometheus, consulte [Métricas y Monitoreo](#).

Visión General

OmniMSC genera CDR para llamadas de voz, transacciones de SMS, actualizaciones de ubicación y eventos de roaming. Cada CDR captura la identidad del suscriptor, detalles del servicio, marcas de tiempo, ubicación y causa de terminación para una sola transacción. Los CDR se recopilan en memoria, se almacenan en búfer y se vacían periódicamente en archivos en formato ASN.1 BER siguiendo las estructuras de registro definidas en 3GPP TS 32.298.

El subsistema de CDR consta de dos componentes:

- **Receptor de CDR** -- recibe eventos del FSM de Control de Llamadas, procedimientos de actualización de ubicación VLR y manejadores de SMS. Correlaciona eventos para llamadas activas (configuración, alerta, respuesta, liberación) en registros de CDR completos y gestiona números de secuencia por tipo de registro.
 - **Escritor de CDR** -- escribe registros de CDR codificados en archivos en disco, manejando la rotación de archivos basada en tamaño, conteo de registros e intervalo de tiempo.
-

Tipos de Registro

OmniMSC admite los siguientes tipos de registros CDR, cada uno identificado por una etiqueta ASN.1 única según TS 32.298.

Etiqueta ASN.1	Tipo de Registro	Descripción
0	MOCallRecord	Llamada de voz de origen móvil. Generado cuando un suscriptor origina una llamada de voz.
1	MTCallRecord	Llamada de voz terminada móvil. Generado cuando un suscriptor recibe una llamada de voz.
5	MOSMSRecord	SMS de origen móvil. Generado cuando un suscriptor envía un mensaje corto.
6	MTSMSRecord	SMS terminado móvil. Generado cuando un suscriptor recibe un mensaje corto.
13	LocUpdateHLRRecord	Actualización de Ubicación (HLR). Generado para procedimientos de actualización de ubicación a nivel HLR, rastreando cambios MSC/VLR.
14	LocUpdateVLRRecord	Actualización de Ubicación (VLR). Generado para procedimientos de actualización de ubicación a nivel VLR, rastreando cambios de área de ubicación, resultados de autenticación y asignación de TMSI.
17	RoamingRecord	Evento de roaming. Generado para eventos de roaming inter-MSC.

Campos de CDR

Registros de Llamadas de Voz (MOCallRecord y

MTCallRecord)

Campo	Descripción
served_imsi	IMSI del suscriptor que originó o recibió la llamada
served_msisdn	MSISDN (número de teléfono) del suscriptor atendido
served_imei	IMEI del equipo móvil utilizado
calling_number	Número de la parte que llama (número A)
called_number	Número de la parte llamada (número B), presente en registros MO
connected_number	Número de la parte realmente conectada (puede diferir del número llamado debido a reenvío)
recording_entity	Dirección del MSC que generó el CDR
msc_address	Dirección E.164 del MSC
msc_incoming_tkgrp	Nombre del grupo de troncos entrantes
msc_outgoing_tkgrp	Nombre del grupo de troncos salientes
location	Ubicación del suscriptor en el momento de la llamada, incluyendo el Código de Área de Ubicación (LAC) y la Identidad de Celda (CI)
basic_service	Servicio de portador o código de teleservicio que identifica el tipo de servicio
seizure_time	Marca de tiempo UTC cuando se inició la llamada (mensaje de configuración recibido)

Campo	Descripción
answer_time	Marca de tiempo UTC cuando se respondió la llamada (puede ser nulo para llamadas no respondidas)
release_time	Marca de tiempo UTC cuando se liberó la llamada
call_duration	Duración de la llamada en segundos, medida desde la respuesta hasta la liberación. Cero para llamadas no respondidas.
radio_chan_used	Tipo de canal de radio utilizado (tasa completa o media)
cause_for_term	Razón para la terminación de la llamada (ver Causa de Terminación a continuación)
diagnostics	Información diagnóstica: código de causa GSM 04.08, código de error MAP, o causa específica de la red
call_reference	Número de referencia de llamada único
sequence_number	Número de secuencia por tipo de registro para la detección de huecos por sistemas de facturación posteriores
ms_classmark	Información de marca de clase de estación móvil
system_type	Tipo de red de acceso: GERAN, UTRAN o desconocido
partial_record_type	Para CDR parciales: indica si este es un registro parcial intermedio o final

Registros de SMS (MOSMSRecord y MTSMSRecord)

Campo	Descripción
served_imsi	IMSI del suscriptor
served_msisdn	MSISDN del suscriptor
served_imei	IMEI del equipo móvil
service_centre	Dirección del Centro de Servicio de SMS
recording_entity	Dirección del MSC de grabación
location	Ubicación del suscriptor (LAC/CI)
message_reference	Número de referencia del mensaje SMS (solo MO)
destination_number	Número de destino del SMS (solo MO)
originating_number	Número del remitente del SMS (solo MT)
origination_time	Marca de tiempo de origen del SMS (MO) o entrega (MT)
sms_result	Resultado de la entrega del SMS: éxito, fallo de entrega o reenviado

Registros de Actualización de Ubicación

Campo	Descripción
served_imsi	IMSI del suscriptor
served_msisdn	MSISDN del suscriptor (solo registros VLR)
recording_entity	Dirección de la entidad de grabación
update_time	Marca de tiempo UTC de la actualización de ubicación
update_type	Tipo de actualización: actualización de ubicación normal, actualización de ubicación periódica, adjunto IMSI o desadjunto IMSI
old_location / new_location	Información de ubicación anterior y nueva (registros VLR: LAC/CI)
old_msc / new_msc	Direcciones de MSC anteriores y nuevas (registros HLR)
old_vlr / new_vlr	Direcciones de VLR anteriores y nuevas (registros HLR)
vlr_result / hlr_result	Resultado del procedimiento de actualización de ubicación
authentication_result	Resultado de autenticación: éxito, fallo (sin vectores), fallo (desajuste de autenticación) o no realizado (solo registros VLR)
tmsi_allocated	Nuevo valor de TMSI si se asignó uno durante el procedimiento (solo registros VLR)

Causa de Terminación

El campo `cause_for_term` registra por qué se terminó una llamada. Los siguientes valores están definidos según TS 32.298.

Causa	Valor Entero	Descripción
normal_release	0	Liberación normal de la llamada por cualquiera de las partes
partial_record	1	CDR parcial generado para una llamada de larga duración (registro intermedio)
partial_record_call_reestablishment	2	Registro parcial debido a la re-establecimiento de la llamada
unsuccessful_call_attempt	3	La configuración de la llamada falló antes de la respuesta (ocupado, sin respuesta, fallo de enrutamiento)
abnormal_release	4	Liberación anormal debido a fallo de enlace de radio, error de protocolo o error del sistema
CAMEL_init_call_release	5	Llamada liberada por el servicio CAMEL (liberación iniciada por SCP)
management_intervention	52	Llamada liberada por intervención del operador

Receptor de CDR

El Receptor es un GenServer que actúa como el punto central de recopilación para eventos de CDR. Recibe notificaciones de eventos del FSM de Control de Llamadas, VLR y manejadores de SMS, y los correlaciona en registros de CDR completos.

Flujo de Eventos

Para llamadas de voz, el Receptor recibe una secuencia de eventos a lo largo de la vida de la llamada:

1. Configuración de llamada -- registra la identidad del suscriptor, números llamados/llamantes, dirección (MO o MT), tiempo de ocupación y tipo de servicio.
2. Alerta de llamada -- registrado para diagnósticos pero no genera un campo de CDR.
3. Respuesta de llamada -- registra la marca de tiempo de respuesta y comienza el temporizador de CDR parcial para llamadas largas.
4. Liberación de llamada -- calcula la duración de la llamada, selecciona la causa de terminación, genera el registro final de CDR y lo almacena en búfer para escritura.

Para SMS y actualizaciones de ubicación, el Receptor genera un registro de CDR inmediatamente a partir de una sola notificación de evento.

Almacenamiento en Búfer y Vaciamiento

Los registros de CDR se acumulan en un búfer en memoria. El búfer se vacía al Escritor bajo dos condiciones:

- Se activa un temporizador de vaciado periódico (intervalo predeterminado: 5000 ms).
- El búfer alcanza su tamaño máximo (predeterminado: 1000 registros), lo que desencadena un vaciado inmediato.

Generación de CDR Parciales

Para llamadas de larga duración, el Receptor genera registros de CDR parciales intermedios a un intervalo configurable (predeterminado: 3600 segundos / 1 hora). Cada CDR parcial captura el estado de la llamada hasta ese punto. El registro final de CDR al liberar la llamada se marca como el último parcial si se generaron parciales intermedios. Esto asegura que los sistemas de facturación posteriores puedan reconstruir la duración completa de la llamada incluso si el MSC falla antes de que la llamada termine.

Números de Secuencia

El Receptor mantiene contadores de números de secuencia independientes para cada tipo de registro (llamada MO, llamada MT, SMS MO, SMS MT, roaming, actualización de ubicación HLR, actualización de ubicación VLR). Los números de secuencia se incrementan de manera monótona y se envuelven en 10000. Los sistemas de facturación posteriores utilizan números de secuencia para detectar huecos que indican registros de CDR perdidos.

Nomenclatura de Archivos CDR

Los archivos CDR siguen una convención de nomenclatura que incluye la identidad del MSC, la marca de tiempo y el número de secuencia:

`<NodeID> <Fecha><Hora>_<SeqNum>.dat`

Donde:

- NodeID es el nombre del MSC (de la configuración de recording_entity).
- Fecha está en formato AAAAMMDD.
- Hora está en formato HHMMSS.
- SeqNum es un número de secuencia de 4 dígitos con ceros a la izquierda (se envuelve en 10000).

Por ejemplo: MSC01_20260329_143022_0001.dat

Los archivos se escriben en formato ASN.1 BER que contiene una secuencia de registros de CDR como se define en TS 32.298.

Rotación de Archivos

Los archivos CDR se rotan (se cierran y se abre un nuevo archivo) cuando se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- El archivo excede el tamaño máximo configurado (predeterminado: 10 MB).
 - El archivo contiene el número máximo configurado de registros (predeterminado: 100,000).
 - Ha transcurrido el intervalo de tiempo configurado desde que se abrió el archivo (predeterminado: 3600 segundos).
 - Se desencadena una rotación explícita a través de la API.
-

Configuración

El subsistema de CDR se configura a través de los parámetros de inicio del Receptor y del Escritor.

Parámetros del Receptor

Parámetro	Predeterminado	Descripción
recording_entity	(requerido)	Dirección o nombre del MSC de grabación, escrito en cada registro de CDR
msc_address	Igual que recording_entity	Dirección E.164 del MSC incluida en los registros de llamadas
flush_interval	5000 ms	Intervalo entre vaciados periódicos del búfer al Escritor
buffer_size	1000	Número máximo de registros de CDR mantenidos en el búfer antes de un vaciado forzado
partial_cdr_interval	3600 segundos	Intervalo para generar CDR parciales intermedios en llamadas de larga duración

Parámetros del Escritor

Parámetro	Predeterminado	Descripción
output_dir	(requerido)	Directorio donde se escriben los archivos CDR. Se crea automáticamente si no existe.
node_id	(requerido)	Identificador del elemento de red utilizado en los nombres de archivos CDR
extension	.dat	Extensión de archivo para archivos CDR
max_file_size	10,000,000 bytes (10 MB)	Tamaño máximo del archivo antes de la rotación
max_records	100,000	Número máximo de registros por archivo antes de la rotación
rotation_interval	3600 segundos	Tiempo máximo que un archivo permanece abierto antes de la rotación. Establecer en nulo para deshabilitar la rotación basada en tiempo.

Interfaz Web de CDR

La página de Estadísticas de CDR en el Panel de Control muestra información en tiempo real sobre el subsistema de CDR.

Página de Estadísticas de CDR que muestra el estado del escritor, profundidad del búfer, llamadas activas rastreadas y números de secuencia por tipo.

Campo	Descripción
Registros en Archivo	Número de registros de CDR escritos en el archivo de salida actual
Pendientes en Búfer	Número de registros de CDR almacenados en memoria a la espera del próximo vaciado
Llamadas Activas Rastreadas	Número de llamadas con estado CDR abierto (entre configuración y liberación)
Archivo Actual	Ruta del archivo de salida CDR actual, o "No hay archivo abierto" si está inactivo
Números de Secuencia	Contadores de secuencia por tipo de registro que muestran el siguiente número de secuencia para cada tipo de CDR

La página se actualiza automáticamente cada 5 segundos a través de WebSocket.

Referencias de Especificación 3GPP

Especificación	Título	Relevancia
TS 32.298	Reglas de Codificación de Registros de Datos de Carga	Tipos de registros CDR, estructura ASN.1, definiciones de campos
TS 32.205	Descripción de Datos de Carga para el Dominio CS	Principios de carga del dominio CS y requisitos de contenido de CDR
TS 32.015	Carga y Facturación	Contexto general de la arquitectura de carga

Referencia de Configuración

Este documento cubre cada parámetro de configuración para OmniMSC. La configuración se especifica en archivos de configuración de Elixir (`config.exs`, `dev.exs`, `runtime.exs`) y puede ser sobrescrita en tiempo de ejecución a través de variables de entorno.

Para un ejemplo de inicio rápido, consulte la [Guía de Operaciones](#).

Identidad del MSC

```
config :omnimsc, :msc
```

Define la identidad de red SS7 del MSC, utilizada para direccionamiento SCCP, operaciones MAP, identificación de Área de Localización y generación de CDR. Los parámetros de identidad del MSC activos son visibles en la página del Sistema del panel de control — para más información, consulte la [Guía del Panel de Control](#).

```
config :omnimsc, :msc,  
  point_code: 500,  
  global_title: "14155550100",  
  name: "OMNIMSC01",  
  msc_number: "14155550100",  
  vlr_number: "14155550100",  
  mcc: 313,  
  mnc: 380,  
  lac: 0x1092,  
  allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
point_code	integer o [integer, integer, integer]	Sí	0	Código de SS7. Puede especificarse como un elemento plano o en formato ITU bits $[a, b, c]$ (codificado como $a*2048 + b*16 + c$).
global_title	string	Sí	"000000000000"	Título Global (número E.164) para enrutar MAP a HLR y nodos proxy.
name	string	Sí	"OMNIMSC01"	Nombre lógico de MSC. Utilizar el campo recording de CDR, descripción de alarmas y mensajes de registro.
msc_number	string	Sí	--	Dirección del MSC, en el HLR en la actualización de ubicación utilizada para enrutar llamadas.

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
<code>vlr_number</code>	<code>string</code>	Sí	--	Dirección del VLR con el que está localizado el móvil. Se envía a la actualización de la ubicación. Típicamente es la misma que la de <code>msc_number</code> .
<code>mcc</code>	<code>integer</code>	Sí	--	Código de País Móvil (3 dígitos). Combinado con <code>mnc</code> y <code>lac</code> forman la Identidad de Localización (LAI) transmitida en la Información del Sistema.
<code>mnc</code>	<code>integer</code>	Sí	--	Código de País Móvil (2 o 3 dígitos).
<code>lac</code>	<code>integer</code>	Sí	--	Código de Localización (bits). Identifica el área de localización servida por el MSC/VLR.
<code>allowed_a5</code>	<code>list(atom)</code>	No	<code>[:a5_1, :a5_3]</code>	Algoritmos de cifrado A5 permitidos.

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
				permitidos: cifrado de aérea. Val válidos: : :a5_1, :a :a5_3. La negociaci algoritmos prefiere A A5/1 > A5 TS 48.008

HLR

config :omnimsc, :hlr

Configura la dirección HLR remota para operaciones MAP (Enviar Información de Autenticación, Actualizar Ubicación, Insertar Datos de Suscriptor, Purga MS).

```
config :omnimsc, :hlr,  
  address: "14155550200",  
  point_code: [3, 14, 2]
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
<code>address</code>	<code>string</code>	Sí	--	Título Global HLR (número E.164) para enrutamiento MAP.
<code>point_code</code>	<code>integer</code> o <code>[integer, integer, integer]</code>	No	--	Código de punto SS7 HLR para enrutamiento MTP3 directo cuando no se utiliza la Traducción de Título Global. Puede ser un entero plano o formato ITU de 14 bits <code>[a, b, c]</code> .

VLR

```
config :omnimsc, :vlr
```

Controla el comportamiento del Registro de Ubicación del Visitante, incluyendo la política de autenticación, gestión de TMSI y modos de laboratorio/invitado.

```
config :omnimsc, :vlr,  
  hlr_adapter: Omnimsc.VLR.HLR.Live,  
  auth_required: true,  
  tmsi_realloc: true,  
  num_auth_vectors: 1
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	
hlr_adapter	module	No	Omnimsc.VLR.HLR.Live	Módulo de adaptación para el entorno real. Se utiliza en el entorno de simulación para probar el comportamiento del sistema.
auth_required	boolean	No	true	Si se requiere autenticación A3/A5 con el servidor. Cuando se activa, el entorno de simulación se autenticará con el servidor.
tmsi_realloc	boolean	No	true	Si se requiere un reasignación de direcciones de autenticación y ubicación. Mejora el rendimiento al considerar suscripciones.
num_auth_vectors	integer	No	1	Número de vectores de autenticación solicitados por cada información.

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	
				auto 3GP Valo red MAP men
lab_mode	boolean	No	false	Cua cua auto SRE a pr labo SIM coir
guest_mode	boolean	No	false	Cua que des HLR un l alea par den

M3UA / STP

```
config :omnimsc, :m3ua_asp
```

Configura la conexión M3UA ASP (Proceso del Servidor de Aplicaciones) a un Punto de Transferencia de Señalización. Toda la señalización SS7 (interfaz A, MAP a HLR/SMSc, ISUP) se enruta a través de este enlace.

```
config :omnimsc, :m3ua_asp,  
  enabled: true,  
  local_ip: {10, 5, 198, 200},  
  local_port: 0,  
  remote_ip: {10, 179, 4, 10},  
  remote_port: 2905,  
  routing_context: 10,  
  point_code: 500,  
  network_indicator: :international,  
  receive_watchdog: false
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
<code>enabled</code>	<code>boolean</code>	No	<code>false</code>	Si se deshabilita, no se establece una conexión con el cliente ASP. Cuando <code>false</code> , no se establece ninguna conexión.
<code>local_ip</code>	<code>tuple</code>	No	<code>{0, 0, 0, 0}</code>	Dirección de enlace local como una tupla de Erlang.
<code>local_port</code>	<code>integer</code>	No	<code>0</code>	Puerto local de enlace. Si es <code>0</code> para que el sistema operativo asigne un puerto efímero.
<code>remote_ip</code>	<code>tuple</code>	Sí	--	Dirección SCTP STI como una tupla de Erlang.
<code>remote_port</code>	<code>integer</code>	No	<code>2905</code>	Puerto remoto de enlace. El puerto predeterminado es el puerto M3UA asignado por IANA.
<code>routing_context</code>	<code>integer</code>	No	--	Valor de contexto de enrutamiento.

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
				M3UA. El código de punto de coincidencia se configura en el STP de este AS.
<code>point_code</code>	<code>integer</code>	No	--	Código de punto de coincidencia SS7 local que anuncia durante la activación. El código de punto de coincidencia debe coincidir con el código de punto de coincidencia del STP. :msc point_code
<code>network_indicator</code>	<code>atom</code>	No	:international	Indicador de red MTP3: :international :international :national :reserved :spare
<code>receive_watchdog</code>	<code>boolean</code>	No	true	Si se deshabilita el watchdog de latido MTP3. Cuando ASP no recibe falta de Ack y no se recupera el enlace.

Los oyentes SCTP directos (para conexiones BSC sin un STP) se configuran bajo `config :omnimsc, :sctp:`


```

config :omnimsc, :sctp,
  listeners: [
    [name: :a_interface, ip: {0, 0, 0, 0}, port: 2905, ppid: 3]
  ]

```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
name	atom	Sí	--	Nombre lógico del oyente para búsquedas de asociación SCTP y visualización en el panel de control.
ip	tuple	No	{0, 0, 0, 0}	Dirección IP de enlace. Use {0, 0, 0, 0} para todas las interfaces.
port	integer	No	2905	Puerto de enlace SCTP.
ppid	integer	No	3	Identificador de Protocolo de Carga SCTP. El valor 3 indica M3UA (RFC 4666).

Sobrescritura en tiempo de ejecución: Establezca las variables de entorno `SCTP_LISTEN_IP` y `SCTP_LISTEN_PORT`.

SIP

```
config :omnimsc, :sip
```

Configura el oyente SIP y las puertas de enlace SIP para interconexión VoIP.

```
config :omnimsc, :sip,  
  signaling_address: "10.5.198.200",  
  listen_ip: {0, 0, 0, 0},  
  listen_port: 5060,  
  transport: :udp,  
  peers: [  
    [name: "Default-GW", address: "10.1.1.50", port: 5060,  
      transport: :udp, codecs: [:pcmu, :pcma],  
      max_channels: 100, options_interval: 60],  
    [name: "International-GW", address: "10.1.1.51", port: 5062,  
      transport: :udp, codecs: [:pcmu, :pcma, :amr, :amr_wb]]  
  ]
```

Parámetros del Oyente SIP

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
<code>signaling_address</code>	<code>string</code>	No	--	Dirección utilizada en el encabezado de los mensajes de contacto en las líneas de código SDP. De lo contrario, se utiliza la dirección de oyente si no se especifica.
<code>listen_ip</code>	<code>tuple</code>	No	<code>{0, 0, 0, 0}</code>	Dirección de enlace de oyente.
<code>listen_port</code>	<code>integer</code>	No	<code>5060</code>	Puerto de oyente.
<code>transport</code>	<code>atom</code>	No	<code>:udp</code>	Protocolo de transporte predeterminado. Uno de <code>:tcp</code> , <code>:udp</code> .

Parámetros del Par SIP

Cada par en la lista `peers` acepta lo siguiente:

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	
<code>name</code>	<code>string</code>	Sí	--	Nombre de referencia para la entrada enrutada. <code>:sip</code>
<code>address</code>	<code>string</code>	Sí	--	Dirección de host.
<code>port</code>	<code>integer</code>	No	<code>5060</code>	Puerto.
<code>transport</code>	<code>atom</code>	No	<code>:udp</code>	Transporte: <code>:tcp</code> o <code>:tls</code> .
<code>codecs</code>	<code>list(atom)</code>	No	<code>[:pcmu, :pcma]</code>	Códigos de soporte de códecs válidos: <code>:amr</code> .
<code>max_channels</code>	<code>integer</code>	No	<code>100</code>	Máximo de canales concurrentes. No son reutilizados cuando se alcanza el límite.
<code>options_interval</code>	<code>integer</code> o <code>nil</code>	No	<code>nil</code>	Intervalo de tiempo para mantener el estado de OPTIC por canal. Si se especifica, cesará el estado de OPTIC.

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	
				en ni desha

Para la configuración de enrutamiento que hace referencia a estos pares, consulte [Configuración de Enrutamiento](#). Para el comportamiento de mantenimiento SIP OPTIONS y estados de salud del par, consulte [SIP Trunking](#).

MGCP / Medios

`config :omnimsc, :mgcp` y `config :omnimsc, :media`

MGCP (Protocolo de Control de Puerta de Enlace, RFC 3435) se utiliza para controlar puertas de enlace de medios para la configuración de rutas de portadora. El MSC actúa como el Agente de Llamadas MGCP, emitiendo comandos CRCX, MDCX y DLCX a las puertas de enlace. La clave `:media` selecciona qué protocolo de control de medios utilizar.

```
config :omnimsc, :mgcp,
  listen_port: 2727,
  gateways: [
    %{name: "MGW-01", address: "10.1.1.50", port: 2427, domain:
"mgw"}
  ]

config :omnimsc, :media,
  gateway: "MGW-01",
  mode: :mgcp
```

Parámetros MGCP

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
<code>listen_port</code>	<code>integer</code>	No	<code>2727</code>	Puerto UDP local para el Agente de Llamadas MGCP (RFC 3435 Sec 2.2). Establezca en <code>0</code> para deshabilitar el transporte MGCP (por ejemplo, en pruebas).
<code>gateways</code>	<code>list(map)</code>	No	<code>[]</code>	Lista de puertas de enlace de medios gestionadas

Parámetros de la Puerta de Enlace

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
<code>name</code>	<code>string</code>	Sí	--	Identificador lógico de la puerta de enlace utilizado para búsquedas y visualización en el panel de control.
<code>address</code>	<code>string</code>	Sí	--	Dirección IP de la puerta de enlace de medios.
<code>port</code>	<code>integer</code>	No	<code>2427</code>	Puerto MGCP en la puerta de enlace.
<code>domain</code>	<code>string</code>	No	--	Nombre de dominio de la puerta de enlace utilizado en la nomenclatura de puntos finales (por ejemplo, <code>aa1n/1@gw</code>).

Modo de Medios

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
<code>gateway</code>	<code>string</code>	No	--	Nombre de la puerta de enlace predeterminada (debe coincidir con un <code>name</code> de puerta de enlace de la configuración MGCP o Megaco).
<code>mode</code>	<code>atom</code>	No	<code>:mgcp</code>	Protocolo de control de medios: <code>:mgcp</code> para RFC 3435 o <code>:megaco</code> para ITU-T H.248.

SMSc

```
config :omnimsc, :smsc
```

Configura la dirección del Centro de Servicio de Mensajes Cortos para operaciones MAP MT-ForwardSM y MO-ForwardSM.

```
config :omnimsc, :smsc,  
    address: "14155550300"
```


Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
address	string	S???	--	Título Global SMSc (número E.164) para enrutamiento MAP.

CDR

```
config :omnimsc, :cdr
```

Los registros CDR se generan según 3GPP TS 32.250 por el Colector de CDR y se escriben en archivos en formato ASN.1 BER (3GPP TS 32.298) por el Escritor de CDR. La nomenclatura de archivos sigue el patrón

```
<NodeID>_<YYYYMMDD>_<HHMMSS>_<SeqNum>.dat.
```

```
config :omnimsc, :cdr,
  output_dir: "/var/cdr/omnimsc",
  max_file_size: 10_000_000,
  max_records: 100_000,
  rotation_interval: 3600
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
<code>output_dir</code>	<code>string</code>	Sí	<code>"/tmp/omnimsc/cdr"</code>	Dirección del archivo de CDR que se escribirá en el proceso de creación automática. Si no existe, se creará.
<code>max_file_size</code>	<code>integer</code>	No	<code>10,000,000</code>	Tamaño máximo del archivo en bytes (aproximadamente 10 MB). Si se supera, se creará un nuevo archivo.
<code>max_records</code>	<code>integer</code>	No	<code>100,000</code>	Número máximo de registros en el archivo. Si se supera, se creará un nuevo archivo.
<code>rotation_interval</code>	<code>integer</code>	No	<code>3600</code>	Intervalo de tiempo en segundos en el que se rotará el archivo. Si se supera, se creará un nuevo archivo. Este intervalo es independiente del tamaño del archivo y del número de registros.

Rutas

```
config :omnimsc, :routes
```

Define reglas de enrutamiento basadas en prefijos que mapean los prefijos de números marcados a destinos. La tabla de rutas utiliza el emparejamiento de prefijo más largo con prioridad como desempate.

```
config :omnimsc, :routes, [  
  %{prefix: "000", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 100},  
  %{prefix: "04", type: :local, priority: 50},  
  %{prefix: "02", type: :local, priority: 50},  
  %{prefix: "001", type: :sip, peer: "International-GW", priority:  
10},  
  %{prefix: "", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 1}  
]
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
<code>prefix</code>	<code>string</code>	Sí	--	Prefijo de número de destino. La vacía "" actúa como una ruta predeterminada que captura todo.
<code>type</code>	<code>atom</code>	Sí	--	Tipo de destino. Valores válidos: <code>:local</code> , <code>:sip</code> , <code>:transit</code> , <code>:sip_i</code> , o <code>:sip_with_f</code> .
<code>priority</code>	<code>integer</code>	No	<code>10</code>	Prioridad de la ruta. Los valores más bajos tienen precedencia cuando múltiples rutas coinciden con el mismo prefijo.
<code>peer</code>	<code>string</code>	Condicional	--	Nombre del par de destino (requerido cuando <code>type</code> es <code>:sip</code> , <code>:sip_i</code> , o <code>:sip_with_f</code>). Debe coincidir con el <code>name</code> de par de configuración.
<code>trunk_group</code>	<code>string</code>	Condicional	--	Nombre del grupo de troncos ISUP (requerido cuando <code>type</code> es <code>:isup</code>).

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
point_code	[integer, integer, integer]	Condicional	[0, 0, 0]	Código de punto de destino para enrutamiento.
cic_range	{integer, integer}	No	{1, 31}	Rango inclusivo de Códigos de Identificación de Circuito para ISUP.
transport	atom	No	:udp	Anulación de transporte SIP en esta ruta.

Las rutas también se pueden gestionar en tiempo de ejecución a través de la API REST (`POST /routes`, `DELETE /routes`) y la interfaz web. Para ejemplos detallados de enrutamiento, consulte [Configuración de Enrutamiento](#).

Información MM

```
config :omnimsc, :mm_info
```

Controla el mensaje de INFORMACIÓN MM enviado a la estación móvil después de la Aceptación de Actualización de Ubicación (3GPP TS 24.008 sección 9.2.15a). Contiene el nombre de la red, la hora y la zona horaria.

```
config :omnimsc, :mm_info,
  network_name: "OmniTouch",
  short_name: "OT",
  timezone_offset: 0
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
network_name	string	No	"OmniTouch"	Nombre completo de la red mostrada en el dispositivo. Codificado en alfabeto predeterminado de 7 bits (3GPP TS 24.008 10.5.3.5a).
short_name	string o nil	No	nil	Nombre corto de la red. Límite del mensaje de INFORMACIÓN MM cuando nil.
timezone_offset	integer	No	0	Desplazamiento UTC en segundos de hora. Por ejemplo, UTC+5:30 (India) es 19800. UTC-5 (EE.UU. Oriental) es -18000. Codificado en BCD según 3GPP TS 24.008 10.5.3.8.

Grupo de MSC

```
config :omnimsc, :pool
```

Configura la operación de MSC en Grupo según 3GPP TS 23.236. El modo de grupo permite que múltiples instancias de MSC compartan BSCs a través de A-Flex, proporcionando distribución de carga y resiliencia.

```
config :omnimsc, :pool,  
  enabled: true,  
  pool_id: "POOL-01",  
  nri_bitlength: 10,  
  nri_values: [1, 2],  
  members: [  
    %{name: "MSC-02", nri_values: [3, 4], address: "10.1.1.2",  
port: 2905},  
    %{name: "MSC-03", nri_values: [5, 6], address: "10.1.1.3",  
port: 2905}  
  ]
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
<code>enabled</code>	<code>boolean</code>	No	<code>false</code>	Si se habilita el modo de operación de grupo. Cuando <code>false</code> , el modo de operación es independiente.
<code>pool_id</code>	<code>string</code>	Condicional	<code>nil</code>	Identificador del área de grupo. Requerido cuando <code>enabled</code> es <code>true</code> .
<code>nri_bitlength</code>	<code>integer</code>	No	<code>10</code>	Número de bits por campo de identificación de Red de Red extra-TMSI. Debe ser idéntico para todos los miembros del grupo.
<code>nri_values</code>	<code>list(integer)</code>	Condicional	<code>[]</code>	Valores de identificación de Red de Red extra-TMSI.

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
				debe ser mayor que 0 y no puede ser 0. Si se especifica, el grupo debe tener al menos un miembro. Requiere que el grupo esté habilitado. <code>enabled: true</code>
<code>null_nri</code>	<code>integer</code>	No	<code>0</code>	Valor que indica si se permite a los miembros activar enrutas básicas. Si se establece en 0, los miembros no pueden enrutar tráfico básico al miembro de destino del grupo.
<code>members</code>	<code>list(map)</code>	No	<code>[]</code>	Otras instancias de MSC en el grupo. Cada elemento de la lista es un mapa con las siguientes claves: <code>name</code> , <code>nri_value</code> , <code>address</code> y <code>port</code> .

Para detalles sobre la arquitectura del grupo y el diseño de bits NRI, consulte [Grupo de MSC & NRI](#).

Sobrecarga

```
config :omnimsc, Omnimsc.Overload
```

Umbrales de protección contra sobrecarga. Cuando se excede cualquier umbral, se rechazan nuevas solicitudes de servicio (llamadas, paginación, Actualizaciones de Ubicación) con la causa GSM 42 (congestión del equipo de conmutación). La función `admit?/0` proporciona lecturas sin bloqueo a través de `persistent_term` para una sobrecarga mínima en la ruta caliente.

```
config :omnimsc, Omnimsc.Overload,  
  max_calls: 10_000,  
  max_subscribers: 50_000,  
  max_process_count: 500_000,  
  max_paging_rate: 1_000,  
  check_interval: 5_000
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
<code>max_calls</code>	<code>integer</code>	No	<code>10,000</code>	Máximo llamada activa concurrentes dentro de estado de sobrecarga
<code>max_subscribers</code>	<code>integer</code>	No	<code>50,000</code>	Máximo suscriptor registrado en el VLM antes de sobrecarga
<code>max_process_count</code>	<code>integer</code>	No	<code>500,000</code>	Máximo conteo de procesos en la VM B antes de sobrecarga. Monitorización de presión de procesos de la VM
<code>max_paging_rate</code>	<code>integer</code>	No	<code>1,000</code>	Máximo solicitud de paginación por segundo antes de sobrecarga

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
<code>check_interval</code>	<code>integer</code>	No	<code>5,000</code>	Intervalo en milisegundos entre verificaciones de umbral de sobrecarga.

Las transiciones de estado de sobrecarga emiten eventos de telemetría `[ :omnimsc, :overload, :state_change ]` para monitoreo externo. Consulte [Referencia de Métricas](#).

SGs / CSFB

```
config :omnimsc, :sgs
```

Configura la interfaz SGs-AP para el Retroceso de Circuito Conmutado (CSFB) y SMS sobre SGs con MMEs LTE según 3GPP TS 29.118.

```
config :omnimsc, :sgs,
  listen_port: 29118,
  vlr_name: "vlr.omnimsc.local"
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
listen_port	integer	No	29118	Puerto de escucha SO para conexiones SGs-AP de MMEs. El puerto 291 es el predeterminado asignado por 3GPP. Establezca 0 para deshabilitar SGs.
vlr_name	string	No	"vlr.omnimsc.local"	Nombre de VLR (FQDN) enviado a MMEs en la Aceptación Actualización de Ubicación SGs-AP. El utiliza esto para identificar y enrutar a instancia de VLR.

Para detalles del protocolo SGs, estados de asociación y flujos de llamadas CSFB, consulte [SGs / CSFB](#).

USSD

```
config :omnimsc, :ussd
```

Configura puertas de enlace USSD externas para enrutar solicitudes de Datos de Servicio Suplementario No Estructurados. Cada puerta de enlace maneja códigos de servicio USSD específicos (por ejemplo, `*100#` para saldo). Una puerta de enlace con `codes: :all` actúa como la opción de respaldo predeterminada para códigos no coincidentes.

```
config :omnimsc, :ussd,  
  gateways: [  
    %{name: "Balance", address: "14155550300", ssn: 147, codes:  
      ["*100"]},  
    %{name: "Recharge", address: "14155550301", ssn: 147, codes:  
      ["*123"]},  
    %{name: "Default", address: "14155550302", ssn: 147, codes:  
      :all}  
  ]
```

Parámetros de la Puerta de Enlace USSD

Cada puerta de enlace en la lista `gateways` acepta lo siguiente:

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
name	string	No	"unnamed"	Nombre lógico de la puerta de enlace para registro y visualización en el panel de control.
address	string	Sí	--	Título Global de la puerta de enlace (número E.164) para enrutamiento MAP USSD.
ssn	integer	No	147	Número de Subsistema SCCP para puerta de enlace. El 147 es el estándar de USSD.
codes	list(string) o :all	No	:all	Códigos de servicio USSD manejados en esta puerta de enlace (por ejemplo, ["*100", "*101"]). Establezca :all para puerta de

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
				enlace predeterminado que captura todo.

Para detalles del protocolo USSD y comportamiento de retransmisión, consulte [USSD](#).

Emergencia

```
config :omnimsc, Omnimsc.Emergency
```

Configura la detección de números de emergencia, clasificación de categorías de servicio y enrutamiento PSAP según 3GPP TS 22.101.

Los mensajes de Configuración de Emergencia (3GPP TS 24.008 §9.3.8) no llevan un IE de Número BCD de Parte Llamada — a diferencia de la configuración CC regular, el dispositivo no incluye los dígitos marcados.

OmnimSC utiliza la `psap_address` configurada como el número llamado para la búsqueda en la tabla de rutas y el URI de solicitud SIP INVITE saliente. Este valor debe coincidir con un prefijo en la tabla de rutas para que la llamada pueda ser enrutada al par SIP o tronco apropiado.

```
config :omnimsc, Omnimsc.Emergency,
  numbers: ["112", "911", "999", "000", "110", "119"],
  psap_address: "000",
  allow_without_sim: true
```


Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	D
numbers	list(string)	No	["112", "911", "999", "000", "110", "119"]	Nu er re La a nú or au cif pr lla
psap_address	string	No	"112"	Nu lla ut el er de de er Da m Co de Er no nú lla va ut la lla la er ru

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	D
				tro sa de SI No Pa Lla IA Es es nú cc ur ru er er ru
<code>allow_without_sim</code>	<code>boolean</code>	No	<code>true</code>	Si pe lla er de es m SI (IM al Se TS re pe

Interfaz Web

```
config :omnimsc, OmnimscWeb.Endpoint
```

El panel de control web es servido por un endpoint Phoenix con LiveView. Proporciona paneles en tiempo real para suscriptores, llamadas, conexiones, enrutamiento y alarmas.

```
config :omnimsc, OmnimscWeb.Endpoint,  
  http: [ip: {0, 0, 0, 0}, port: 4000],  
  url: [host: "localhost"],  
  secret_key_base: "generate-with-mix-phx-gen-secret",  
  server: true,  
  pubsub_server: Omnimsc.PubSub,  
  live_view: [signing_salt: "oMnImScLv"]
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	
<code>http.ip</code>	<code>tuple</code>	No	<code>{0, 0, 0, 0}</code>	Direr { pa loc
<code>http.port</code>	<code>integer</code>	No	<code>4000</code>	Pu HT de
<code>url.host</code>	<code>string</code>	No	<code>"localhost"</code>	No pa de er ho pr
<code>secret_key_base</code>	<code>string</code>	Sí	--	Cl se Ge ph Re pr de er St
<code>server</code>	<code>boolean</code>	No	<code>true</code>	Si el Es fa de pa

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	
<code>check_origin</code>	<code>boolean</code>	No	<code>true</code> (prod)	Si ve er or W Es fa de
<code>pubsub_server</code>	<code>atom</code>	No	<code>Omnimsc.PubSub</code>	No se pa tra Liv
<code>live_view.signing_salt</code>	<code>string</code>	No	<code>"oMnImScLv"</code>	Se se Liv

Sobrescritura en tiempo de ejecución: Establezca las variables de entorno `SECRET_KEY_BASE`, `PHX_HOST`, y `PORT`. En producción, HTTPS con el puerto 443 se configura automáticamente.

API REST

`config :api_ex`

La API REST es servida por `api_ex` en un puerto separado, proporcionando acceso programático a suscriptores, llamadas, rutas, pares SIP, conexiones y salud del sistema.

```
config :api_ex,  
  api: %{  
    port: 8444,  
    listen_ip: "0.0.0.0",  
    product_name: "Omnitouch MSC",  
    title: "API - Omnitouch MSC",  
    hostname: "localhost",  
    enable_tls: false  
  }
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
port	integer	No	8444	Puerto de escucha HTTP para la API REST.
listen_ip	string	No	"0.0.0.0"	Dirección IP de enlace para el oyente de la API.
product_name	string	No	"Omnitouch MSC"	Nombre del producto mostrado en la interfaz Swagger.
title	string	No	"API - Omnitouch MSC"	Título de la página para la interfaz Swagger.
hostname	string	No	"localhost"	Nombre de host para la generación de URL de la API.
enable_tls	boolean	No	false	Si se debe habilitar TLS para el endpoint de la API.

Endpoints de API Disponibles

Ruta	Métodos	Descripción
GET /subscribers	GET, DELETE	Listar o eliminar suscriptores VLR.
POST /subscribers/:id/actions	POST	Activar acciones de suscriptor (paginación, desvinculación).
GET /calls	GET, DELETE	Listar o liberar llamadas activas.
GET /sms	GET	Listar transacciones SMS.
GET /routes	GET, POST, DELETE	Gestionar la tabla de rutas.
GET /routes/lookup	GET	Buscar una ruta por número marcado.
GET /sip/peers	GET, PATCH	Listar o actualizar la configuración del par SIP.
GET /mgw	GET	Listar el estado de la puerta de enlace de medios.
GET /ran/connections	GET	Listar conexiones RAN (interfaz A) activas.
GET /ran/bscs	GET	Listar BSCs conectados.
GET /stp	GET	Mostrar el estado de conexión STP.

Ruta	Métodos	Descripción
GET /health	GET	Verificación de salud del sistema.
GET /status	GET	Resumen del estado del sistema.
POST /paging	POST	Activar una solicitud de paginación.
POST /silent	POST	Iniciar una llamada silenciosa o SMS silencioso.

Ejemplo Completo de

Configuración de Producción

```
# config/runtime.exs
import Config

config :omnimsc, :msc,
  point_code: 500,
  global_title: "14155550100",
  name: "OMNIMSC01",
  msc_number: "14155550100",
  vlr_number: "14155550100",
  mcc: 313,
  mnc: 380,
  lac: 0x1092,
  allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]

config :omnimsc, :hlr,
  address: "14155550200",
  point_code: [3, 14, 2]

config :omnimsc, :vlr,
  hlr_adapter: Omnimsc.VLR.HLR.Live,
  auth_required: true,
  tmsi_realloc: true,
  num_auth_vectors: 1

config :omnimsc, :m3ua_asp,
  enabled: true,
  local_ip: {10, 5, 198, 200},
  local_port: 0,
  remote_ip: {10, 179, 4, 10},
  remote_port: 2905,
  routing_context: 10,
  point_code: 500,
  network_indicator: :international,
  receive_watchdog: true

config :omnimsc, :sip,
  signaling_address: "10.5.198.200",
  listen_ip: {0, 0, 0, 0},
  listen_port: 5060,
  transport: :udp,
```

```
peers: [
  [name: "Default-GW", address: "10.1.1.50", port: 5060,
    transport: :udp, codecs: [:pcmu, :pcma],
    max_channels: 100, options_interval: 60],
  [name: "International-GW", address: "10.1.1.51", port: 5062,
    transport: :udp, codecs: [:pcmu, :pcma, :amr, :amr_wb],
    max_channels: 500]
]

config :omnimsc, :mgcp,
  listen_port: 2727,
  gateways: [
    %{name: "MGW-01", address: "10.1.1.50", port: 2427, domain:
"mgw"}
  ]

config :omnimsc, :media,
  gateway: "MGW-01",
  mode: :mgcp

config :omnimsc, :smsc,
  address: "14155550300"

config :omnimsc, :cdr,
  output_dir: "/var/cdr/omnimsc",
  max_file_size: 10_000_000,
  max_records: 100_000,
  rotation_interval: 3600

config :omnimsc, :routes, [
  %{prefix: "000", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 100},
  %{prefix: "04", type: :local, priority: 50},
  %{prefix: "02", type: :local, priority: 50},
  %{prefix: "001", type: :sip, peer: "International-GW", priority:
10},
  %{prefix: "", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 1}
]

config :omnimsc, :mm_info,
  network_name: "Omnitouch",
  short_name: "OT",
  timezone_offset: 0

config :omnimsc, Omnimsc.Overload,
```

```
max_calls: 10_000,  
max_subscribers: 50_000,  
max_process_count: 500_000,  
max_paging_rate: 1_000,  
check_interval: 5_000
```

```
config :omnimsc, Omnimsc.Emergency,  
  numbers: ["112", "911", "999", "000", "110", "119"],  
  psap_address: "000",  
  allow_without_sim: true
```

```
config :omnimsc, :sgs,  
  listen_port: 29118,  
  vlr_name: "vlr.omnimsc.local"
```

```
config :omnimsc, :ussd,  
gateways: []
```

```
config :omnimsc, :pool,  
enabled: false
```

Panel de Control

Este documento describe el panel de control basado en la web de OmniMSC, una interfaz de monitoreo y gestión en tiempo real construida con Phoenix LiveView. El panel de control es accesible en `http://<host>:4000` y proporciona visibilidad en vivo de suscriptores, llamadas, conexiones, enrutamiento, CDRs y salud del sistema.

Todas las páginas se actualizan automáticamente cada 5 segundos a través de WebSocket. No se requiere recarga manual de la página. El interruptor de auto-actualización en cada página permite pausar las actualizaciones al inspeccionar un registro particular.

Para la configuración del punto final (dirección de enlace, puerto), consulte [Referencia de Configuración](#). Para la API REST, consulte [Referencia de API](#).

Tablero

El tablero es la página principal, proporcionando un resumen de un vistazo de todo el MSC.

Tarjetas de Resumen

La fila superior muestra seis contadores en tiempo real:

Tarjeta	Descripción
Suscriptores	Número de suscriptores actualmente registrados en el VLR
Llamadas Activas	Número de transacciones de llamadas activas en el CC FSM
SMS Activos	Número de transacciones de SMS en progreso
Conexiones RAN	Conteo de BSCs y RNCs con asociaciones SCTP ESTABLECIDAS
Estado del Enlace STP	Estado M3UA ASP hacia el STP (ACTIVO, INACTIVO, CAÍDO)
Tiempo de Actividad del Sistema	Tiempo transcurrido desde el inicio de la aplicación

Tabla de Enlaces SS7

Muestra el estado de todos los enlaces de señalización SS7 configurados, incluyendo el estado M3UA ASP y el modo de tráfico.

Tabla de BSCs Conocidos

Lista cada BSC por nombre, código de punto, conteo de celdas y estado de asociación SCTP.

Tabla de Pares SIP

Columna	Descripción
Nombre	Nombre lógico del par
Dirección	Dirección IP del par y puerto SIP
Llamadas	Conteo actual de llamadas activas en este par
Estado	Insignia de estado de salud (Activo, Inactivo, Desconocido)

Tabla de Puertas de Enlace de Medios

Lista las puertas de enlace de medios configuradas con nombre, dirección, protocolo (MGCP o Megaco) y estado de accesibilidad.

Feed de Eventos Recientes

Un feed desplazable de los eventos de telemetría más recientes, cada uno etiquetado con una insignia de tipo de evento (LLAMADA, LU, PAR, SMS, INFO) y marca de tiempo UTC. Los eventos se envían en tiempo real a medida que ocurren.

Suscriptores

La página de Suscriptores proporciona una lista buscable de todos los registros de suscriptores del VLR. Ingrese un IMSI o MSISDN (se admite coincidencia parcial) en el cuadro de búsqueda para filtrar la lista en tiempo real.

Columnas de la Lista de Suscriptores

Columna	Descripción
IMSI	Identidad Internacional de Suscriptor Móvil
MSISDN	Número ISDN de Estación Móvil
TMSI	Identidad Temporal de Suscriptor Móvil asignada por el VLR
LAC	Código de Área de Localización de la celda actual del suscriptor
Estado	Estado de registro en el VLR
Autenticación	Estado de autenticación
LU	Estado de finalización de Actualización de Localización

Detalle Expandible del Suscriptor

Hacer clic en una fila de suscriptor expande una vista detallada organizada en las siguientes secciones.

Identidad

Campo	Descripción
IMSI	Identidad Internacional de Suscriptor Móvil
MSISDN	Número ISDN de Estación Móvil
TMSI	Identidad Temporal de Suscriptor Móvil
IMEI	Identidad Internacional de Equipos Móviles (si está disponible)
Número HLR	Dirección del HLR de origen del suscriptor

Ubicación y Estado

Campo	Descripción
LAC	Código de Área de Localización
CI	Identidad de Celda
BSC Servidor	Nombre del BSC que actualmente atiende a este suscriptor
Tipo de RAN	Tipo de acceso radio (GERAN-A, UTRAN-lu, o SGs)
Conteo de Uso	Número de tokens de conteo de uso activo que posee el MSC-A de este suscriptor
Expira	Marca de tiempo de expiración del registro VLR
Estado	Estado actual del suscriptor en el VLR
Roaming	Si el suscriptor está marcado como en roaming
SGs	Estado de asociación SGs (si está registrado a través de MME para CSFB)

Autenticación

Campo	Descripción
Algoritmo	Algoritmo de autenticación en uso (COMP128v1, COMP128v3, Milenage)
Tuplas	Número de tripletas de autenticación restantes
Quintuplet UMTS	Si los quintuplets de autenticación UMTS están disponibles

Perfil de Servicio

Muestra los servicios de circuitos conmutados recibidos del HLR a través de MAP Insert Subscriber Data, incluyendo suscripciones de servicio de portadora y teleservicio.

Servicios Suplementarios

Lista todos los servicios suplementarios provisionados con insignias de estado:

Servicio	Descripción
BAOC	Prohibición de Todas las Llamadas Salientes
BOIC	Prohibición de Llamadas Internacionales Salientes
BOIC-exHC	Prohibición de Llamadas Internacionales Salientes excepto a País de Origen
BAIC	Prohibición de Todas las Llamadas Entrantes
BIC-Roam	Prohibición de Llamadas Entrantes cuando está en Roaming
CFU	Desvío de Llamadas Incondicional
CFB	Desvío de Llamadas en Ocupado
CFNRy	Desvío de Llamadas en No Respuesta
CFNRc	Desvío de Llamadas en No Alcanzable
CW	Espera de Llamadas
HOLD	Retención de Llamadas
MPTY	Multi-Partido
CLIP	Presentación de Identificación de Línea Llamante
CLIR	Restricción de Identificación de Línea Llamante

Cada servicio muestra una insignia de estado activa/inactiva y, donde sea aplicable, el número desviado y los parámetros de condición.

Conexión MSC-A

Muestra el estado actual del FSM MSC-A para cualquier conexión activa asociada con este suscriptor, incluyendo el nombre del estado, tokens de

conteo de uso activo y tiempo transcurrido en el estado.

Conexiones

La página de Conexiones proporciona visibilidad de todos los enlaces de señalización, conexiones RAN y pares SIP.

Enlace STP (M3UA ASP)

Campo	Descripción
IP Local	Dirección de enlace SCTP local
Remoto	Dirección y puerto STP remoto
ID de Asociación	Identificador de asociación SCTP
Estado	Insignia de estado M3UA ASP (ACTIVO, INACTIVO, CAÍDO)

Todo el transporte de señalización utiliza SCTP (Protocolo de Control de Transmisión de Flujos) para una entrega confiable y multi-homed según la RFC 4960.

BSCs Conocidos

Columna	Descripción
Código de Punto	Código de punto SS7 del BSC
Título Global	Dirección de título global del BSC (si está configurado)
Último Reinicio	Marca de tiempo del intercambio RESET más reciente con este BSC

Pares SIP

Columna	Descripción
Nombre	Nombre lógico del par
Dirección	Dirección IP del par y puerto SIP
Transporte	Protocolo en uso (UDP, TCP o TLS)
Llamadas Activas	Número actual de llamadas activas a este par
Capacidad	Máximo de canales concurrentes configurados para este par
Últimas OPCIONES	Marca de tiempo de la respuesta de mantenimiento de OPCIONES más reciente y exitosa
Estado	Insignia de estado de salud (Activo, Inactivo, Desconocido)

Llamadas Activas

La página de Llamadas Activas muestra una tabla en vivo de todas las transacciones de llamadas CC FSM actualmente en progreso.

Columnas de la Tabla de Llamadas

Columna	Descripción
Ref. de Llamada	Número de referencia de llamada único
Dirección	Insignia MO (Móvil Originante) o MT (Móvil Terminante)
IMSI	IMSI del suscriptor
Llamante	Número de la parte que llama (A-number)
Llamado	Número de la parte llamada (B-number)
Estado	Estado del CC FSM con insignia codificada por colores
Duración	Tiempo transcurrido desde la toma de la llamada
Codec	Codec de voz negociado
BSC/RNC	Nombre del BSC o RNC que atiende

Detalle Expandible de la Llamada

Hacer clic en una fila de llamada expande una vista detallada con dos paneles.

Detalles de la Llamada

Campo	Descripción
Ref. de Llamada	Referencia única de la llamada
Dirección	MO o MT
Estado del CC FSM	Estado actual de la máquina de estados finita de Control de Llamadas
IMSI	IMSI del suscriptor
MSISDN	Número de teléfono del suscriptor
IMEI	Identidad del equipo móvil
Parte Llamante	A-number como se presenta en la interfaz de señalización
Parte Llamada	B-number como se presenta en la interfaz de señalización

Temporización y Recursos

Campo	Descripción
Duración	Duración transcurrida de la llamada
Tiempo de Toma	Marca de tiempo UTC del inicio de la configuración de la llamada
Tiempo de Respuesta	Marca de tiempo UTC de la respuesta de la llamada (vacío si aún no ha sido respondida)
Servicio Básico	Servicio de portadora o teleservicio asociado con la llamada
Temporizador CC Activo	Temporizador de protocolo CC actualmente en ejecución (si hay alguno)
BSC/RNC	Nombre del BSC o RNC que maneja el lado radio

Rutas y Troncales

La página de Rutas y Troncales proporciona tres vistas con pestañas para gestionar la configuración de enrutamiento de llamadas en tiempo de ejecución.

Pestaña de Tabla de Rutas

Muestra todas las reglas de enrutamiento basadas en prefijos con filtrado de búsqueda por prefijo o tipo de destino.

Columna	Descripción
Prefijo	Prefijo numérico (cadena vacía indica la ruta predeterminada que captura todo)
Tipo de Destino	Insignia que indica el tipo de ruta: EMRG, SIP, LOCAL, ISUP, TRANSIT, GMSC
Detalles	Información específica del destino como nombre del par o grupo de troncal
Prioridad	Valor de prioridad numérico (valores más altos tienen prioridad)
Acciones	Botones Editar y Eliminar para cada ruta

El botón **Agregar Ruta** abre un formulario modal que admite todos los tipos de destino. Los cambios en la ruta tienen efecto inmediato sin requerir un reinicio.

Para conceptos y configuración de enrutamiento detallados, consulte [Configuración de Enrutamiento](#).

Pestaña de Troncales ISUP

Muestra grupos de troncales ISUP configurados con disponibilidad de circuitos y conteos de llamadas.

Pestaña de Pares SIP

Muestra el estado del par SIP con dirección, transporte, soporte de codec, capacidad de canal y conteos de llamadas activas.

SMS

La página de SMS lista todas las FSM de transacciones de SMS activas, mostrando ID de transacción, IMSI del suscriptor, dirección (MO o MT), estado de la transacción y dirección del Centro de SMS. Las transacciones completadas se eliminan automáticamente de la lista.

CDRs

La página de Estadísticas de CDR proporciona visibilidad en el subsistema de Registro de Datos de Carga.

Contadores de Resumen

Contador	Descripción
Registros en Archivo	Número de registros CDR escritos en el archivo de salida actual
Pendientes en Búfer	Número de registros CDR almacenados en memoria a la espera del siguiente ciclo de escritura
Llamadas Activas Rastreadas	Número de llamadas con registros CDR abiertos (no finalizados)

Estado del Escritor

Campo	Descripción
Ruta de Archivo Actual	Ruta del sistema de archivos del archivo de salida CDR activo
Registros Escritos	Total de registros escritos en el archivo actual
Búfer Pendiente	Registros en cola en el búfer de escritura

Números de Secuencia

Contadores de secuencia por tipo de registro rastrean el número de secuencia que aumenta de manera monótona para cada categoría de CDR:

Tipo de Registro	Descripción
LU HLR	Actualización de Localización hacia HLR
LU VLR	Actualización de Localización en VLR
Llamada MO	Llamada de voz Móvil Originante
Llamada MT	Llamada de voz Móvil Terminante
SMS MO	Mensaje corto Móvil Originante
SMS MT	Mensaje corto Móvil Terminante
Roaming	Registros de eventos de roaming

Pool

La página de Pool es accesible cuando el modo de pool de MSC está habilitado. Muestra el estado de todos los miembros del pool de MSC, incluyendo nombre del miembro, código de punto, rango de NRI, estado de salud (Activo, Inactivo o Drenando) y marca de tiempo de la última sondeo de salud exitoso. Un gráfico de distribución de suscriptores muestra la asignación de NRI entre los miembros del pool.

Para la configuración del pool y el enrutamiento basado en NRI, consulte [Pool de MSC y NRI](#).

Sistema

La página del Sistema proporciona información detallada sobre el BEAM VM, asignación de memoria, identidad del MSC, enlaces de transporte y salud del árbol de supervisión.

BEAM VM

Campo	Descripción
Versión OTP	Versión mayor de Erlang/OTP
Procesos	Conteo actual de procesos y límite configurado
Puertos	Conteo de puertos abiertos
Átomos	Tamaño de la tabla de átomos
Planificadores	Número de planificadores en línea
Tiempo de Actividad	Tiempo de actividad del BEAM VM desde el arranque

Memoria

Campo	Descripción
Total	Memoria total asignada por el BEAM VM
Procesos	Memoria consumida por procesos de Erlang/Elixir
ETS	Memoria consumida por tablas ETS
Binario	Memoria consumida por datos de referencia contada binaria
Átomo	Memoria consumida por la tabla de átomos
Sistema	Memoria consumida por el sistema de tiempo de ejecución (no proceso)

Configuración del MSC

Muestra los parámetros de identidad del MSC activos:

Campo	Descripción
Nombre	Nombre lógico del MSC
Código de Punto	Código de punto SS7 local
Título Global	Dirección de título global del MSC
A5 Permitido	Algoritmos de cifrado A5 permitidos para GERAN

Transporte SCTP

Campo	Descripción
Enlace	Nombre del enlace de transporte
IP Local	Dirección de enlace SCTP local
Remoto	Dirección y puerto STP remoto
Estado	Insignia de estado de asociación SCTP

Salud del Árbol de Supervisión

Lista todos los hijos del supervisor de nivel superior de OmniMSC (44 hijos), cada uno mostrado con:

Campo	Descripción
PID	Identificador de proceso Erlang
Tipo	Tipo de proceso (trabajador o supervisor)
Estado	Insignia de salud (Ejecutando, Reiniciando o Detenido)

Esta vista es útil para verificar que todos los subsistemas estén operativos después del inicio o tras un evento de recuperación de fallos.

Trunking ISUP

Este documento describe la interfaz de troncal ISUP (Parte de Usuario ISDN) implementada por OmniMSC, incluyendo la gestión de grupos de troncos, la asignación de circuitos, la codificación de mensajes, temporizadores, soporte para verificación de continuidad e integración con la tabla de rutas y SIP-I.

Para el mapeo de códigos de causa ISUP-SIP, consulte [Trunking SIP](#). Para SIP-I (SIP con ISUP encapsulado), consulte [Trunking SIP-I](#). Para la configuración de enrutamiento y el tipo de ruta `:isup`, consulte [Configuración de Enrutamiento](#). Para diagramas de flujo de llamadas que muestran la señalización ISUP en contexto (IAM/ACM/ANM, tránsito ISUP a SIP), consulte [Diagramas de Flujo de Llamadas](#).

Grupos de Troncos ISUP

OmniMSC organiza los circuitos ISUP en grupos de troncos. Cada grupo de troncos representa un conjunto de circuitos de voz hacia un intercambio SS7 remoto, identificado por un código de punto de destino y un rango de Códigos de Identificación de Circuitos (CICs).

Asignación de CIC

Cuando una llamada se enruta a un grupo de troncos ISUP, el administrador de circuitos asigna un CIC libre del rango configurado utilizando un algoritmo de búsqueda secuencial. El CIC asignado se incluye en el IAM saliente y se reserva hasta que la llamada se libera.

Parámetro	Tipo	Descripción
trunk_group	string	Identificador único del grupo de troncos, referenciado en las entradas de la tabla de rutas
point_code	list	Código de punto de destino como [a, b, c], codificado como $a*2048 + b*8 + c$
cic_range	{start, end}	Rango inclusivo de CICs disponibles para este grupo de troncos

Gestión del Estado del Circuito

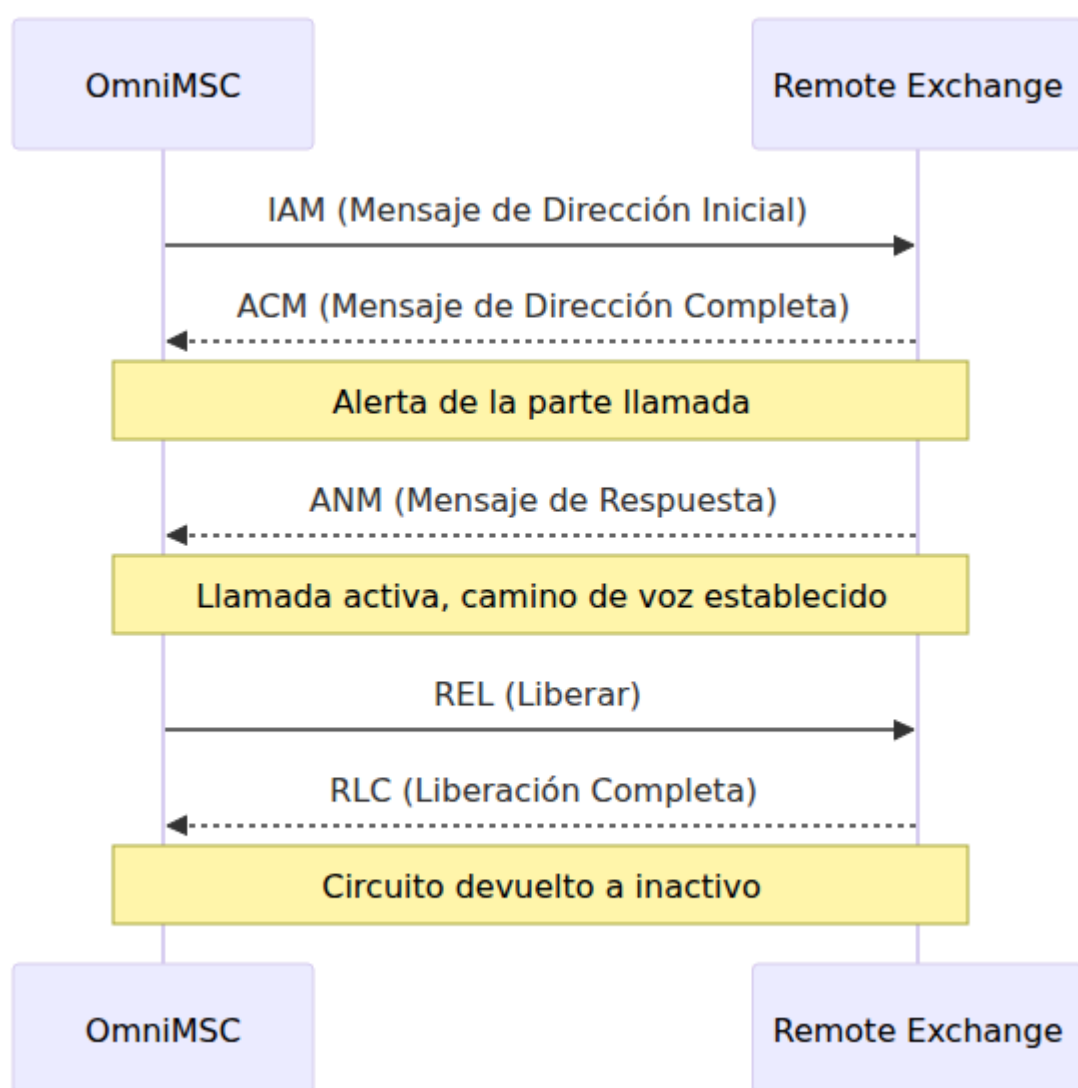
Cada circuito dentro de un grupo de troncos rastrea un estado independiente. El administrador de circuitos maneja operaciones de bloqueo, desbloqueo y reinicio de grupo.

Estado del Circuito	Descripción
Idle	Disponible para toma
Seized	Asignado para una llamada saliente (IAM enviado)
Incoming	Reservado para una llamada entrante (IAM recibido)
Active	Llamada en progreso (ANM intercambiado)
Blocked (local)	Bloqueado localmente a través de BLO, no disponible para toma
Blocked (remote)	Bloqueado remotamente a través de BLO desde el extremo lejano
Unequipped	CIC existe en el rango pero no está provisionado

El bloqueo de circuitos (BLO) y el desbloqueo (UBL) se pueden realizar por circuito o en grupos (CGB/CGU). El reinicio de grupo (GRS/GRA) restablece todos los circuitos en un rango a inactivo y borra cualquier estado de bloqueo.

Flujo de Mensajes ISUP

La secuencia estándar de señalización ISUP para una llamada exitosa sigue el patrón IAM-ACM-ANM-REL-RLC.

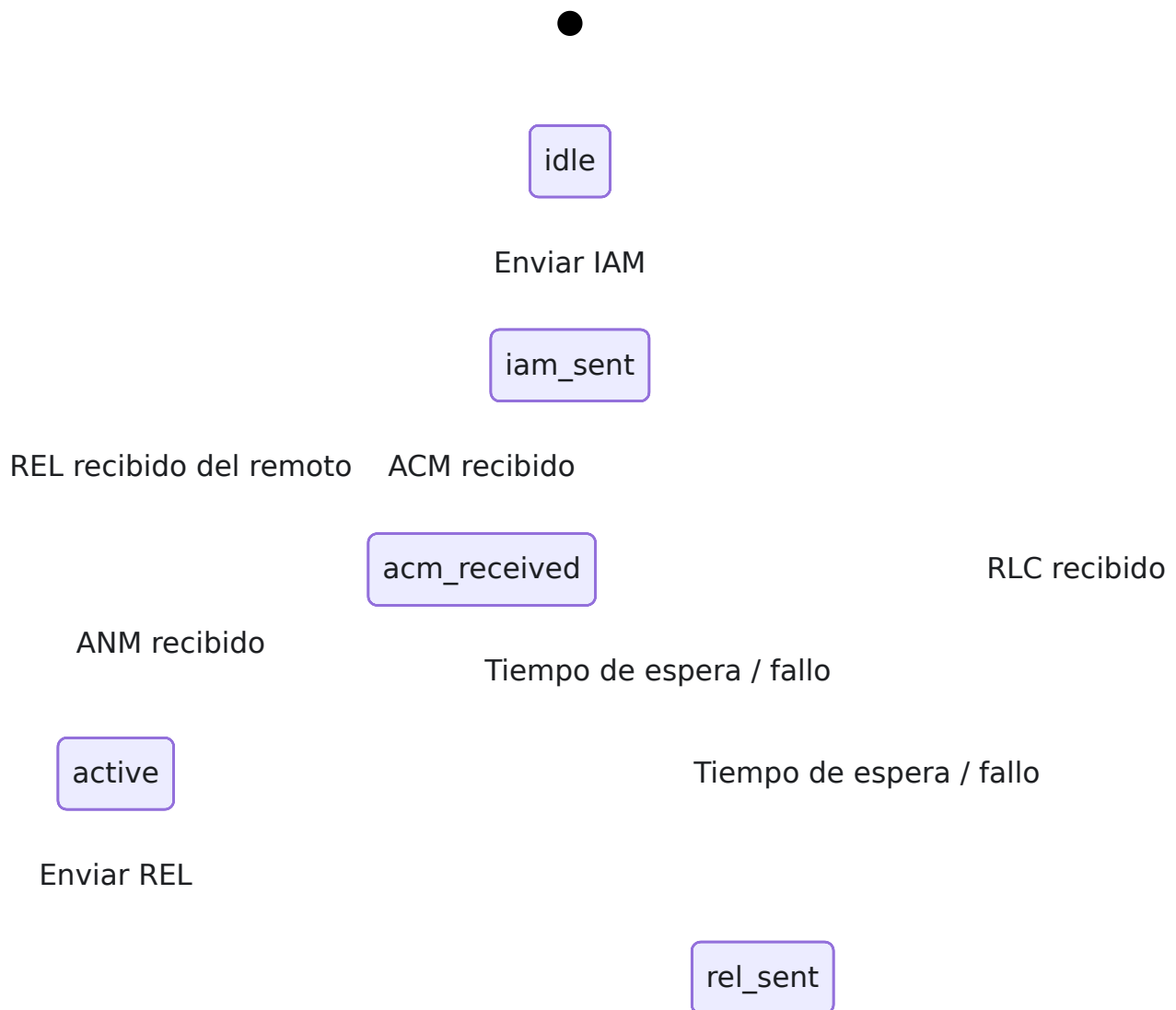


Para llamadas entrantes, las direcciones se invierten: IAM llega del intercambio remoto, y OmniMSC envía ACM y ANM a medida que la llamada avanza a través de la alerta y la respuesta.

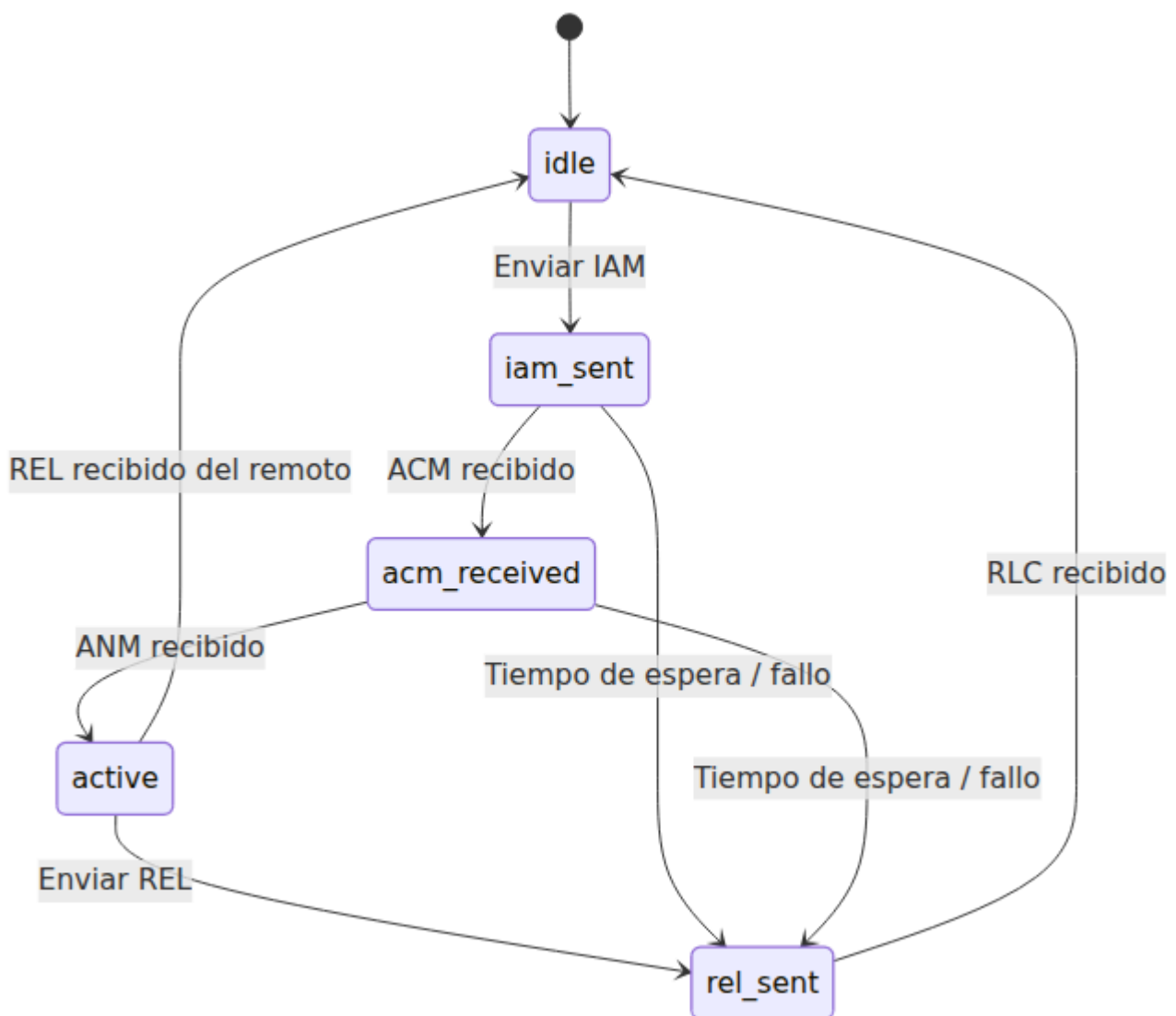
Estados del Manejador ISUP

El manejador ISUP mantiene un estado por llamada que rastrea el progreso de señalización para cada circuito.

Estados de Llamadas Salientes



Estados de Llamadas Entrantes



Temporizadores ISUP

OmniMSC implementa los temporizadores ISUP estándar definidos en ITU-T Q.764. Estos temporizadores protegen contra fallos de señalización y aseguran que los circuitos no queden en estados indeterminados.

Temporizador	Duración	Comenzado Después	Expira Cuando	Acción al Expirar
T1	20s	REL enviado	RLC no recibido	Retransmitir REL
T5	300s	Primer expiración de T1	RLC aún no recibido	Enviar alerta de mantenimiento, restablecer circuito
T7	25s	IAM enviado	ACM no recibido	Liberar llamada, enviar REL
T9	180s	ACM recibido	ANM no recibido	Liberar llamada, enviar REL

Cuando T7 expira sin recibir un ACM, OmniMSC envía un REL con causa 102 (recuperación al expirar el temporizador) y devuelve el circuito a inactivo. Cuando T9 expira sin un ANM, OmniMSC envía un REL con causa 19 (sin respuesta del usuario).

Codificación de Mensajes ISUP

OmniMSC implementa un códec para codificar y decodificar los cinco tipos de mensajes ISUP centrales utilizados en el establecimiento y liberación de llamadas. Todos los mensajes siguen el formato ITU-T Q.763 con secciones de parámetros fijos obligatorios, variables obligatorias y opcionales.

Mensaje	Código de Tipo	Dirección	Parámetros Clave
IAM	0x01	Originante	Naturaleza de la Conexión, Indicadores de Llamada Adelante, Categoría de Parte Llamante, Requisito de Medio de Transmisión, Número de Parte Llamada, Número de Parte Llamante
ACM	0x06	Terminante	Indicadores de Llamada Hacia Atrás, Indicadores de Llamada Hacia Atrás Opcionales, Indicadores de Causa
ANM	0x09	Terminante	Indicadores de Llamada Hacia Atrás
REL	0x0C	Cualquiera	Indicadores de Causa
RLC	0x10	Cualquiera	(ninguno -- solo acuse de recibo)

Mensajes adicionales soportados para el mantenimiento de circuitos:

Mensaje	Código de Tipo	Propósito
BLO	0x13	Bloquear un circuito (mantenimiento local)
UBL	0x14	Desbloquear un circuito
GRS	0x17	Reinicio de grupo de un rango de circuitos
GRA	0x29	Acuse de recibo de reinicio de grupo
COT	0x05	Resultado de verificación de continuidad

Verificación de Continuidad

OmniMSC soporta el procedimiento de verificación de continuidad ISUP para verificar la ruta del portador antes de conectar una llamada. Cuando los Indicadores de Llamada Adelante en un IAM saliente solicitan una verificación de continuidad, ocurre la siguiente secuencia:

1. OmniMSC toma el circuito y envía IAM con el indicador de verificación de continuidad establecido.
2. Se aplica un bucle de retorno en el extremo lejano del circuito.
3. OmniMSC envía un tono de prueba y verifica el retorno.
4. En caso de éxito, OmniMSC envía COT (verificación de continuidad exitosa) y la llamada continúa.
5. En caso de fallo, OmniMSC envía COT (verificación fallida) y puede reintentar en un circuito alternativo.

Para llamadas entrantes, cuando OmniMSC recibe un IAM con el indicador de verificación de continuidad, aplica un bucle de retorno en el circuito especificado y espera el mensaje COT antes de continuar con el establecimiento de la llamada.

Integración de la Tabla de Rutas

Las rutas con tipo `:isup` en la tabla de rutas dirigen las llamadas a un grupo de troncos ISUP. La entrada de ruta especifica el nombre del grupo de troncos, el código de punto de destino y el rango de CIC.

Parámetro de Ruta	Descripción
<code>type</code>	<code>:isup</code>
<code>trunk_group</code>	Nombre del grupo de troncos que coincide con un grupo de troncos configurado
<code>point_code</code>	Código de punto de destino como <code>[a, b, c]</code>
<code>cic_range</code>	Rango de CIC como <code>{start, end}</code>

Cuando el enrutamiento selecciona un destino ISUP, el enrutador de troncos solicita un circuito libre del administrador de circuitos. Si no hay circuitos disponibles en el grupo de troncos primario, el sistema intenta grupos de troncos de desbordamiento hacia el mismo código de punto de destino.

Para ejemplos de configuración de rutas, consulte [Configuración de Enrutamiento](#).

Soporte SIP-I

SIP-I (SIP con ISUP encapsulado) proporciona un transporte basado en IP para mensajes ISUP. Las rutas con tipo `:sip_i` llevan el mensaje ISUP completo (IAM, ACM, ANM, REL) como un cuerpo MIME `application/ISUP` dentro de la señalización SIP según ITU-T Q.1912.5 y RFC 3204.

Los pares SIP-I se configuran por separado de los pares SIP puros. El codificador/decodificador ISUP utilizado para troncos ISUP nativos se comparte con SIP-I para codificar y decodificar los cuerpos ISUP encapsulados.

Para la configuración de SIP-I, flujos de llamadas y mapeo de encabezados, consulte [Trunking SIP-I](#).

SIP con Failover ISUP

Las rutas con tipo `:sip_with_failover` intentan la llamada primero a través de un par SIP. Si la ruta SIP falla (par inalcanzable, respuesta 5xx o tiempo de espera), el enrutador de troncos reintenta automáticamente a través del grupo de troncos ISUP configurado.

Disparador de Failover	Descripción
Estado del par <code>:down</code>	Par SIP inalcanzable (fallo de mantenimiento de opciones)
Respuesta SIP 5xx	Error del servidor del par SIP
Tiempo de espera SIP	Sin respuesta dentro del temporizador de transacción SIP
Excedido <code>max_channels</code>	El par SIP no tiene capacidad disponible

En caso de failover, el enrutador de troncos asigna un CIC del grupo de troncos ISUP y envía un IAM. La FSM de CC permanece en el mismo estado durante todo el failover: el reintento es transparente para la señalización del lado de radio.

Para la configuración de rutas de failover, consulte [Configuración de Enrutamiento](#).

Referencias

Referencia	Título	Relevancia
ITU-T Q.761	Descripción Funcional del ISUP	Visión general y arquitectura del ISUP
ITU-T Q.762	Función General de Mensajes y Señales del ISUP	Definiciones de mensajes
ITU-T Q.763	Formatos y Códigos del ISUP	Codificación de mensajes y formatos de parámetros
ITU-T Q.764	Procedimientos de Señalización del ISUP	Procedimientos de establecimiento/liberación de llamadas, definiciones de temporizadores
ITU-T Q.850	Uso de Causa y Ubicación en ISDN	Definiciones de códigos de causa utilizados en REL
RFC 3204	Tipo de Medio MIME para Objetos ISUP y QSIG	Encapsulación ISUP en SIP-I
ITU-T Q.1912.5	Interoperabilidad entre SIP y BICC o ISUP	Definición del protocolo SIP-I

Operaciones MAP

Este documento describe las operaciones MAP (Mobile Application Part) implementadas por OmniMSC, incluyendo la gestión de diálogos, procedimientos de localización de suscriptores, autenticación, reenvío de SMS, USSD y manejo de errores. Para la configuración, consulte [Referencia de Configuración](#). Para la vista de capa SMS de MO-ForwardSM y MT-ForwardSM, incluyendo detalles del protocolo CP/RP, consulte [SMS](#). Para el manejo de vectores de autenticación y el Auth FSM, consulte [Seguridad](#). Para cómo InsertSubscriberData llena el perfil del suscriptor visible en el panel de control, consulte [Guía del Panel de Control](#).

Cliente MAP

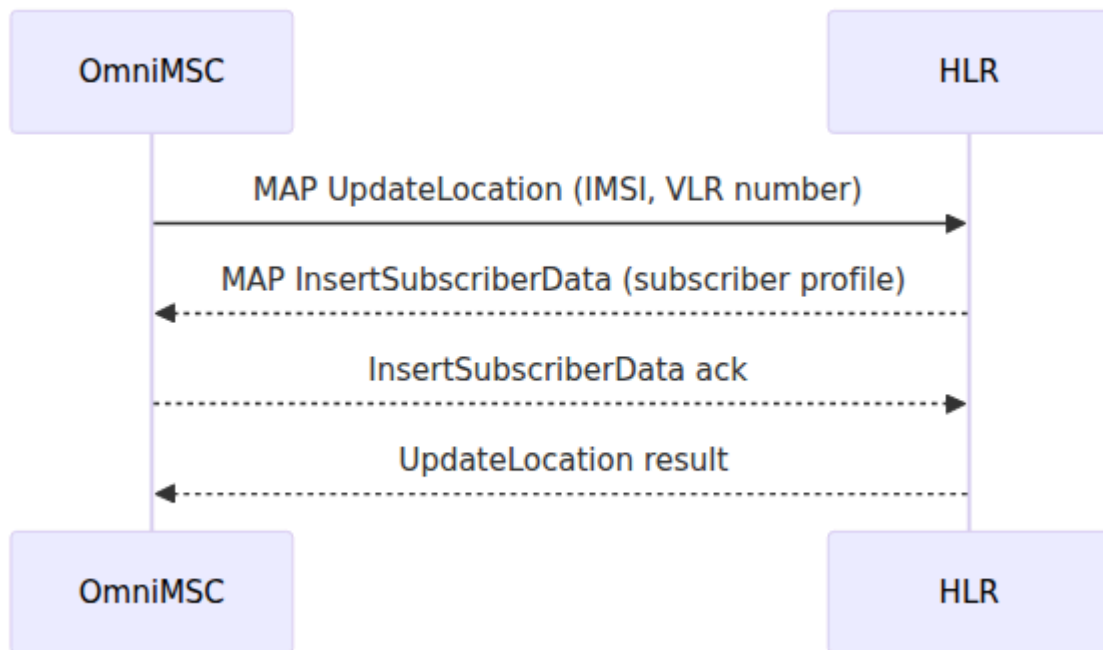
OmniMSC opera un cliente MAP que gestiona diálogos con pares MAP remotos (HLR, SMSc, puerta de enlace USSD). El cliente MAP maneja el ciclo de vida del diálogo, la correlación de transacciones TCAP y la supervisión del tiempo de espera del diálogo.

Cuando un subsistema (VLR, manejador de SMS, manejador de SS) necesita invocar una operación MAP, solicita un nuevo diálogo al cliente MAP. El cliente asigna un ID de transacción local (otid), abre un TCAP BEGIN hacia el par y supervisa el diálogo durante un período de tiempo de espera configurable. Si el par no responde dentro del tiempo de espera, el cliente aborta el diálogo y notifica al subsistema solicitante sobre la falla.

Para diálogos MAP entrantes iniciados por pares remotos (como InsertSubscriberData del HLR o MT-ForwardSM del SMSc), el cliente MAP acepta el TCAP BEGIN, lo correlaciona con el ID de transacción remoto (dtid), genera un proceso manejador y supervisa el diálogo hasta su finalización.

UpdateLocation

El MSC envía MAP UpdateLocation al HLR cuando un suscriptor realiza una Actualización de Localización. El mensaje lleva el IMSI del suscriptor y el número del VLR (la dirección E.164 de este MSC/VLR). El HLR utiliza el número del VLR para enrutar futuras transacciones MT (llamadas, SMS, USSD) al MSC correcto.



Al recibir el resultado de UpdateLocation, el VLR marca la Actualización de Localización como completa y el FSM de LU procede a la asignación de TMSI. Si el HLR devuelve un error (suscriptor desconocido, roaming no permitido), el MSC rechaza la Actualización de Localización hacia la estación móvil con la causa apropiada.

InsertSubscriberData

El HLR envía MAP InsertSubscriberData al MSC durante el procedimiento de UpdateLocation, y también de manera proactiva cuando el perfil del suscriptor cambia (por ejemplo, activación de servicio suplementario a través de la interfaz de aprovisionamiento del HLR). El mensaje lleva el perfil del suscriptor que incluye:

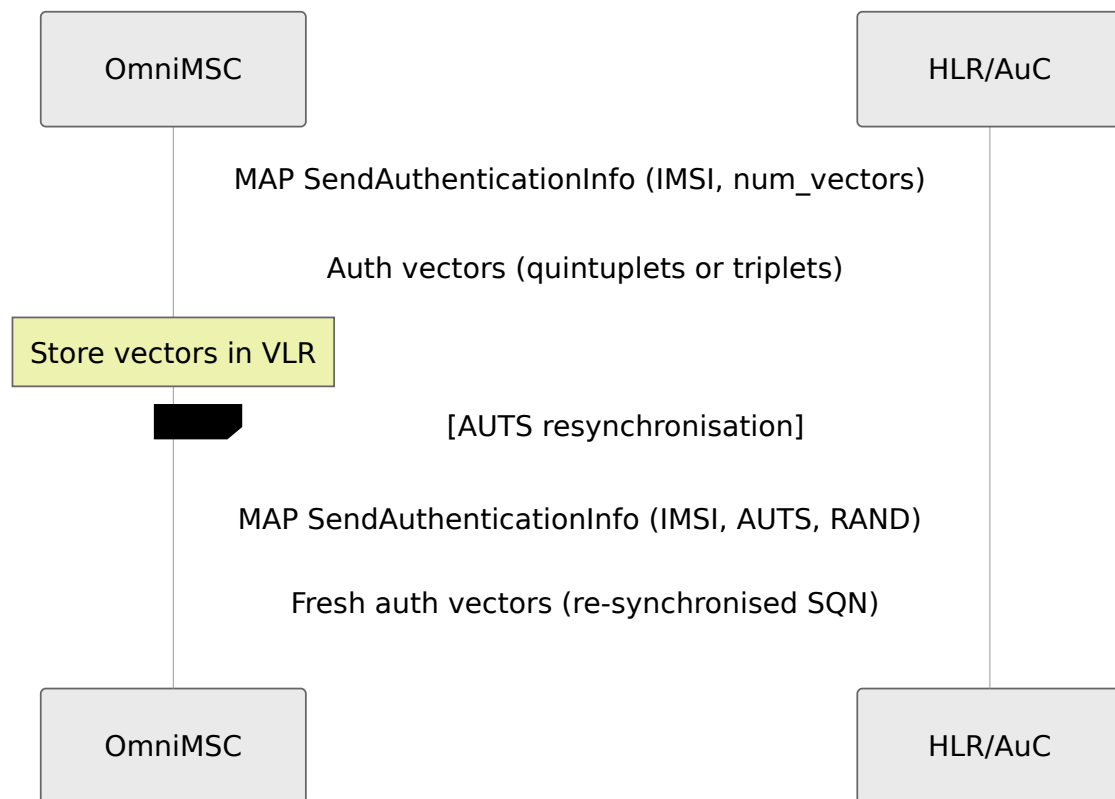
- MSISDN (el número de directorio del suscriptor)
- Servicios de portadora CS y teleservicios
- Categorías de Barring Determinado por el Operador (ODB)
- Datos de servicio suplementario (números de reenvío de llamadas, estado de barring, modo CLIR, estado de CW)
- Información de suscripción CAMEL (claves de servicio, direcciones gsmSCF)

El VLR almacena estos datos en el registro del suscriptor. La configuración de llamadas subsiguientes, entrega de SMS y operaciones de SS referencia este perfil almacenado localmente para evitar viajes de ida y vuelta al HLR.

SendAuthenticationInfo

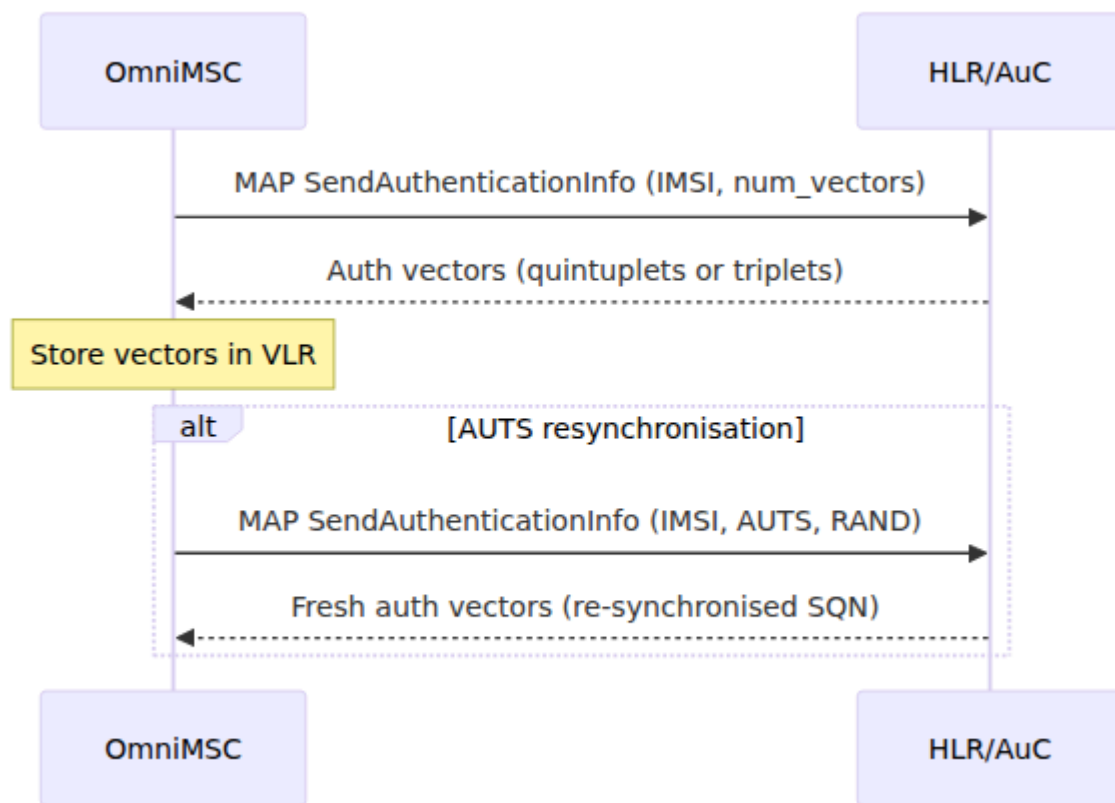
El MSC envía MAP SendAuthenticationInfo al HLR para obtener vectores de autenticación para un suscriptor. La solicitud lleva el IMSI, el número de vectores solicitados y opcionalmente datos de re-sincronización (AUTS) si el UE reportó un fallo en el número de secuencia.

El HLR devuelve vectores de autenticación del AuC: quintetos (RAND, XRES, CK, IK, AUTN) para suscriptores capaces de UMTS o tripletas (RAND, SRES, Kc) para suscriptores solo GSM. El MSC almacena los vectores en el VLR y los utiliza para intentos de autenticación subsiguientes sin contactar nuevamente al HLR hasta que se agoten los vectores.



PurgeMS

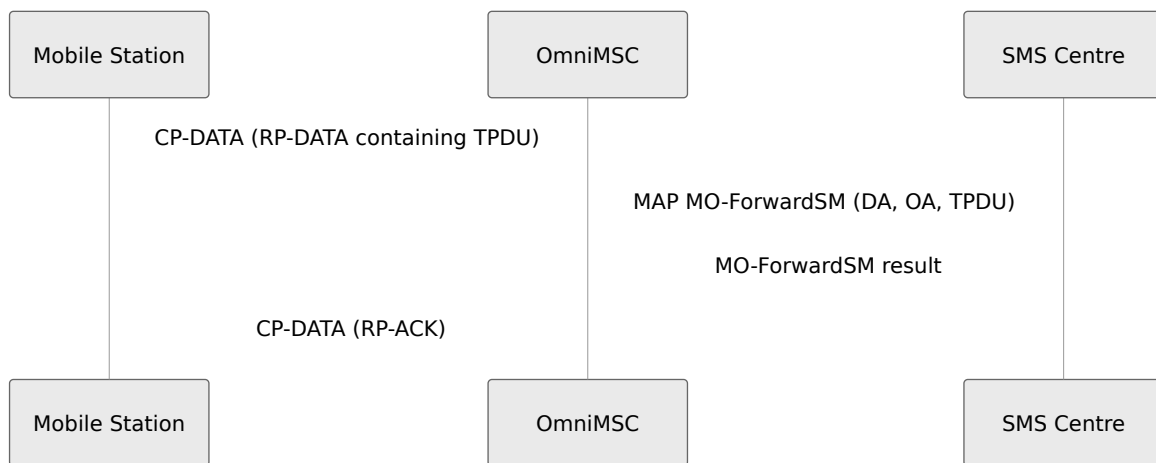
El MSC envía MAP PurgeMS al HLR cuando un suscriptor realiza un desenganche de IMSI. El mensaje lleva el IMSI y el número del VLR. Al recibir PurgeMS, el HLR borra la dirección del VLR del registro del suscriptor. Esto asegura un enrutamiento correcto de T-ADS (Selección de Dominio de Acceso Terminado): sin una dirección VLR válida, el HLR sabe que el suscriptor no es accesible a través del dominio CS y puede enrutar los servicios MT en consecuencia (por ejemplo, activar la bandera MNRF para SMS, devolver suscriptor ausente para llamadas MT).



MO-ForwardSM

El MSC envía MAP MO-ForwardSM al Centro de SMS para mensajes cortos originados por el móvil. El mensaje lleva el SM-RP-DA (destino, típicamente la dirección del SMS), SM-RP-OA (origen, el MSISDN del suscriptor) y el SM-RP-UI (el TPDU que contiene la carga útil del SMS).

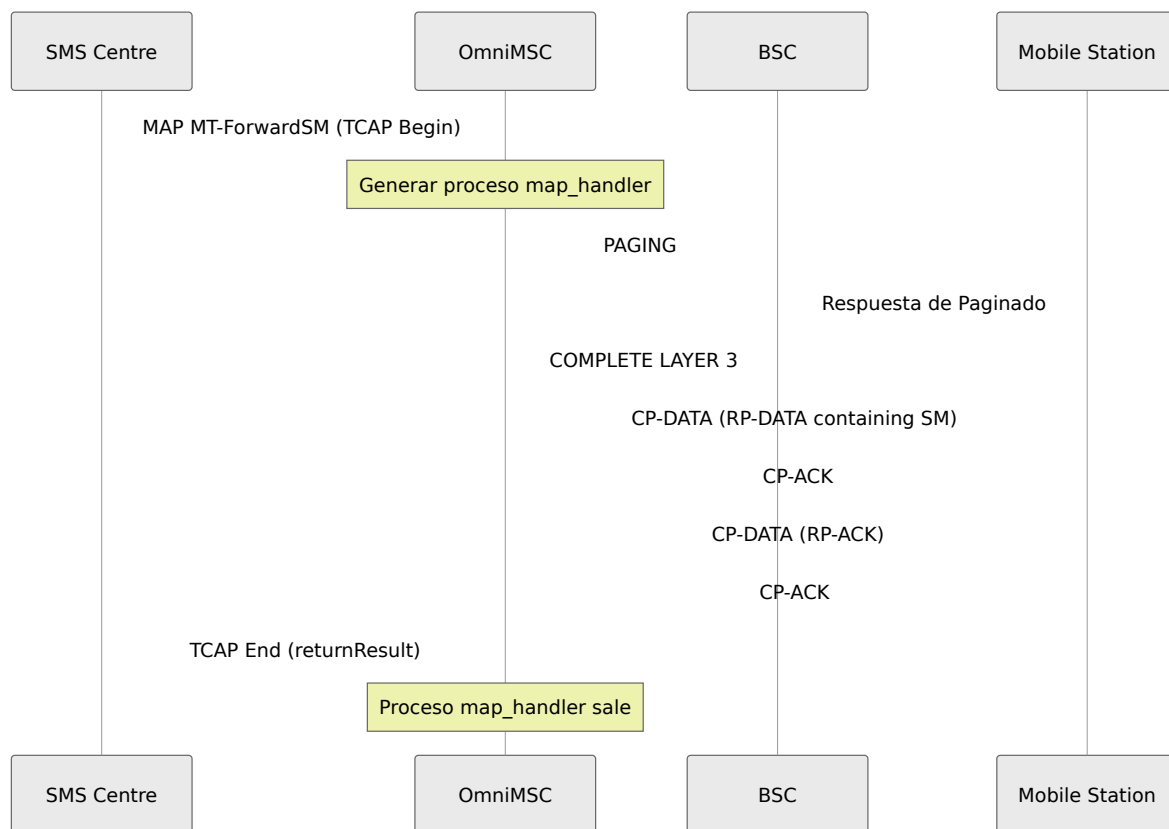
El SMS se reconoce con un resultado de retorno en caso de aceptación exitosa, o un error de retorno si el mensaje no puede ser procesado (por ejemplo, congestión del SMS, destino inválido).



MT-ForwardSM

El Centro de SMS envía MAP MT-ForwardSM al MSC para la entrega de mensajes cortos terminados en el móvil. Al recibir esta operación, OmniMSC genera un proceso map_handler dedicado que gestiona el intento de entrega y mantiene el diálogo MAP abierto hasta que se conozca el resultado.

El manejador busca al suscriptor en el VLR, realiza un paginado si es necesario y entrega el SM a través de DTAP. Una vez que la estación móvil reconoce la entrega (RP-ACK) o reporta un fallo (RP-ERROR), el manejador envía un TCAP End que contiene ya sea un returnResult (entrega exitosa) o un returnError (fallo de entrega con causa) de vuelta al SMSc.



Si la entrega falla (suscriptor ausente, memoria excedida, error de protocolo), el manejador devuelve el error MAP apropiado:

Error	Causa
Suscriptor Ausente	Suscriptor no accesible (no registrado o sin respuesta de paginado)
Fallo en la Entrega de SM	MS devolvió RP-ERROR (memoria llena, error no especificado)
Fallo del Sistema	Error de procesamiento interno

ProcessUnstructuredSS-Request

OmniMSC reenvía solicitudes USSD al HLR a través de MAP

ProcessUnstructuredSS-Request cuando la cadena USSD apunta a un servicio que requiere procesamiento del HLR (por ejemplo, gestión de servicios

suplementarios, consultas de saldo). El MSC reenvía la cadena USSD y DCS (esquema de codificación de datos) al HLR, que procesa la solicitud y devuelve una cadena de respuesta para ser mostrada en la estación móvil.

Para códigos USSD definidos por el operador que son manejados por una puerta de enlace USSD externa en lugar del HLR, el MSC enruta el diálogo MAP a la dirección de la puerta de enlace configurada en su lugar.

Gestión de Transacciones TCAP

Los diálogos MAP se llevan a cabo dentro de transacciones TCAP. OmniMSC mantiene una tabla de transacciones que correlaciona identificadores de transacción locales y remotos a través del ciclo de vida del diálogo.

Mensaje TCAP	Fase del Diálogo MAP	Descripción
TC-BEGIN	Apertura	El iniciador envía el primer invoke; lleva el ID de transacción de origen (otid)
TC-CONTINUE	Activo	Ambas partes intercambian componentes; la respuesta lleva el ID de transacción de destino (dtid) que coincide con el otid del par
TC-END	Cierre	Mensaje final; lleva componentes de resultado o error; diálogo terminado
TC-ABORT	Abort	Terminación anormal; error de protocolo o tiempo de espera

El cliente MAP rastrea cada diálogo activo por su par otid/dtid. Cuando llega un TCAP CONTINUE o END, el cliente empareja el dtid con un otid local para localizar el proceso manejador correspondiente. Esta correlación es esencial para multiplexar muchos diálogos MAP concurrentes a través de una única conexión SCCP.

Tiempo de Espera del Diálogo

Cada diálogo MAP tiene un tiempo de espera configurable. Si el par remoto no responde dentro del período de tiempo de espera, el cliente MAP envía un TC-ABORT (iniciado localmente) y notifica al subsistema solicitante. Esto previene fugas de recursos de pares no responsivos.

Manejo de Errores MAP

OmniMSC maneja errores MAP tanto a nivel de componente (devolver error dentro de un diálogo) como a nivel de diálogo (abort, error del proveedor).

Errores MAP Comunes

Error	Operación Típica	Manejo del MSC
Suscriptor Ausente	MT-ForwardSM, SendRoutingInfo	Reportar fallo de entrega al SMSc; establecer MNRF en VLR
Fallo en la Entrega de SM	MT-ForwardSM	Reenviar causa de fallo de TP al SMSc
Suscriptor Desconocido	UpdateLocation	Rechazar Actualización de Localización
Roaming No Permitido	UpdateLocation	Rechazar Actualización de Localización con causa apropiada
Fallo del Sistema	Cualquiera	Reintentar o reportar fallo al subsistema solicitante
Datos Faltantes	SendAuthenticationInfo	La autenticación no puede proceder; rechazar servicio
Valor de Datos Inesperado	InsertSubscriberData	Registrar y rechazar el parámetro ofensivo

Fallos a Nivel de Diálogo

Cuando se recibe un TCAP ABORT o un diálogo se agota el tiempo, el cliente MAP determina qué subsistema inició el diálogo y entrega una notificación de fallo. El subsistema luego aplica su propia lógica de recuperación (por ejemplo, el FSM de LU rechaza la Actualización de Localización, el manejador de SMS devuelve un fallo de entrega al SMSc).

Enrutamiento de Código de Punto

Cuando OmniMSC recibe un diálogo MAP entrante (por ejemplo, MT-ForwardSM del SMSc, InsertSubscriberData del HLR), la capa M3UA registra el código de punto de origen de la información de enrutamiento del mensaje entrante. Cuando el MSC envía la respuesta (TCAP Continue o End), utiliza este código de punto registrado como el código de punto de destino (DPC) para el mensaje M3UA saliente.

Este mecanismo asegura que las respuestas sean enrutadas de vuelta al nodo de origen correcto, incluso cuando múltiples HLRs o SMScs con diferentes códigos de punto son accesibles a través del mismo STP. La `routing_info` de la asociación M3UA entrante se almacena por diálogo y se utiliza para todos los mensajes subsiguientes dentro de ese diálogo.

Referencias de Especificaciones 3GPP

Especificación	Título	Relevancia
TS 29.002	Especificación de Mobile Application Part (MAP)	Todas las operaciones MAP, códigos de error, procedimientos de diálogo
ITU-T Q.771-Q.775	Parte de Aplicación de Capacidades de Transacción (TCAP)	Gestión de transacciones TCAP, manejo de componentes
ITU-T Q.711-Q.716	Parte de Control de Conexiones de Señalización (SCCP)	Direccionamiento y enrutamiento SCCP para diálogos MAP
RFC 4666	Capa de Adaptación de Usuario MTP3 (M3UA)	Transporte M3UA, enrutamiento de código de punto

Control de Medios

Este documento describe el control de la puerta de enlace de medios en OmniMSC, cubriendo los protocolos de puerta de enlace MGCP y Megaco/H.248, la máquina de estados del Controlador de Medios, la negociación de códecs, el puenteo de conferencias y la generación de SDP.

Para diagramas de flujo de llamadas que muestran la configuración de medios en contexto, consulte [Diagramas de Flujo de Llamadas](#). Para la configuración de códecs de troncos SIP, consulte [Troncalización SIP](#). Para los parámetros de configuración de la puerta de enlace de medios, consulte [Referencia de Configuración](#). Para el puenteo de conferencias MPTY desde la perspectiva de los servicios suplementarios, consulte [Servicios Suplementarios](#).

Control de Puerta de Enlace MGCP

OmniMSC controla las puertas de enlace de medios utilizando el Protocolo de Control de Puerta de Enlace de Medios (MGCP) según el RFC 3435. El Agente de Llamadas MGCP emite tres comandos principales para gestionar las conexiones RTP en la puerta de enlace.

Comandos

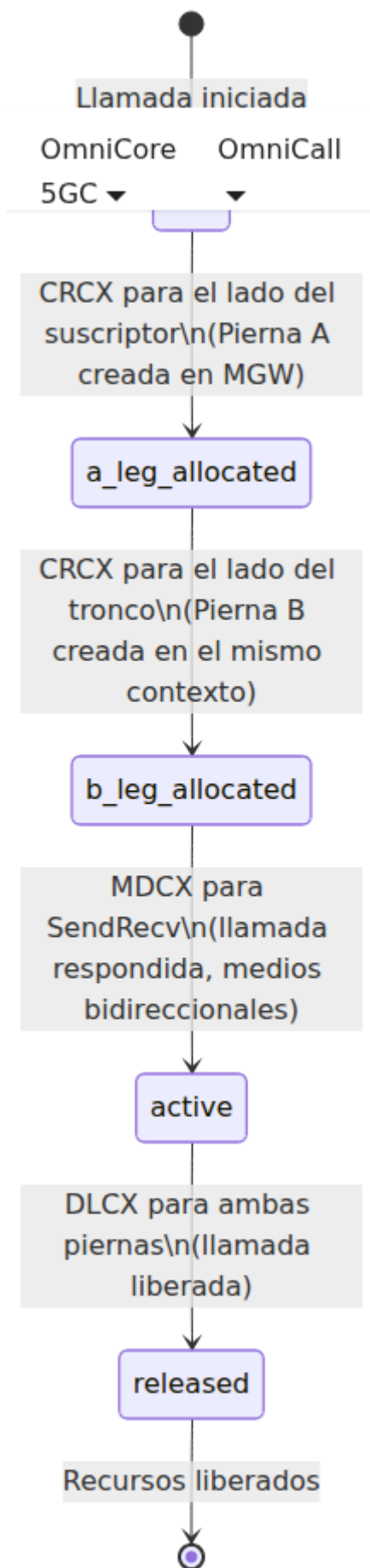
Comando	Propósito	Descripción
CRCX	Crear Conexión	Asigna un nuevo punto final RTP en la puerta de enlace de medios y devuelve la dirección IP local, el puerto y el SDP para ese punto final.
MDCX	Modificar Conexión	Actualiza los parámetros de una conexión existente, como cambiar el modo de medios de solo recibir a enviar y recibir cuando se responde una llamada.
DLCX	Eliminar Conexión	Desmantela una conexión RTP y libera los recursos del punto final asociado en la puerta de enlace.

Nomenclatura de Puntos Finales

Los puntos finales de la puerta de enlace de medios siguen la convención de nomenclatura `rtpbridge/N@mgw`, donde `N` es un número de punto final asignado secuencialmente y `mgw` es el nombre de dominio de la puerta de enlace. Cada pierna de llamada ocupa un punto final dentro de un contexto de conexión en la puerta de enlace.

Estados del Controlador de Medios

El Controlador de Medios gestiona el ciclo de vida de los recursos de medios para cada llamada. Progresará a través de los siguientes estados a medida que se establece y libera la llamada.



Pierna A (Lado del Suscriptor)

La pierna A representa la ruta de medios entre la puerta de enlace de medios y el portador de acceso radioeléctrico del suscriptor a través del BSC o RNC.

Cuando se inicia una llamada, el Controlador de Medios envía un comando CRCX a la puerta de enlace de medios para asignar el punto final de la pierna A. El modo de conexión inicial se establece en **RecvOnly**, lo que significa que la puerta de enlace acepta medios entrantes desde el lado del suscriptor pero no transmite. Esto previene el recorte y el eco durante la fase de alerta.

Cuando se responde la llamada, el Controlador de Medios envía un comando MDCX para cambiar el modo de la pierna A a **SendRecv**, habilitando el flujo de medios bidireccional.

Pierna B (Lado del Tronco)

La pierna B representa la ruta de medios entre la puerta de enlace de medios y el tronco remoto (par SIP o circuito ISUP).

La pierna B se asigna a través de un segundo comando CRCX dentro del mismo contexto de conexión MGW que la pierna A. Al colocar ambas piernas en el mismo contexto, la puerta de enlace de medios conecta internamente los dos flujos RTP, permitiendo la continuidad de la ruta de voz sin hacer un bucle de medios a través del MSC.

Negociación de Códecs

OmniMSC negocia códecs de voz basándose en las capacidades reportadas por el BSC en la respuesta de Solicitud de Asignación BSSMAP (lista de versiones de voz) y las preferencias de códec del tronco saliente.

Códecs Soportados

Códec	Carga RTP	Descripción
AMR-FR	dinámico	Tasa de Múltiples Adaptativas a Tasa Completa, modo alineado a octetos (octet-align=1)
GSM-EFR	dinámico	Tasa Completa Mejorada GSM (6.60 kbit/s)
GSM-FR	3	Tasa Completa GSM (13.0 kbit/s)
AMR-HR	dinámico	Tasa de Múltiples Adaptativas a Media Tasa
GSM-HR	dinámico	Tasa Media GSM (5.60 kbit/s)

La lista de oferta de códecs se construye a partir de la intersección de las capacidades de versión de voz reportadas por el BSC y las preferencias de códec configuradas en el MSC. El SDP resultante se incluye en la invitación SIP saliente al par troncal, permitiendo que el lado remoto seleccione el códec preferido del conjunto ofrecido.

Puente de Conferencias (Multi-Partido)

OmniMSC soporta llamadas de conferencia multi-partido (MPTY) según 3GPP TS 24.083 aprovechando la capacidad de puenteo de conferencias de la puerta de enlace de medios.

Cuando un suscriptor invoca el servicio suplementario MPTY, el Controlador de Medios asigna un contexto de conferencia en la puerta de enlace de medios.

Las piernas de llamada individuales se añaden o eliminan de la conferencia a medida que los participantes se unen o se van.

Operaciones de Conferencia

Operación	Descripción
Crear Conferencia	Asigna un nuevo contexto de conferencia en la puerta de enlace de medios con un punto final de mezcla dedicado.
Añadir a la Conferencia	Mueve una pierna de llamada existente al contexto de conferencia a través de MDCX, conectando al participante con el mezclador de la conferencia.
Eliminar de la Conferencia	Mueve una pierna de llamada fuera del contexto de conferencia de vuelta a una conexión punto a punto.

El mezclador de conferencias en la puerta de enlace de medios maneja la mezcla de medios para todos los participantes. El MSC controla la membresía de la conferencia solo a través de señalización y no procesa medios directamente.

Generación de SDP

OmniMSC genera SDP (Protocolo de Descripción de Sesión) para mensajes SIP salientes utilizando las siguientes convenciones:

Campo SDP	Valor
Origen (o=)	<code>OmniMSC</code> como el nombre de usuario del originador de la sesión
Conexión (c=)	Dirección IP devuelta por la puerta de enlace de medios en la respuesta CRCX
Medios (m=)	Puerto RTP devuelto por la puerta de enlace de medios, con tipos de carga de códec de la oferta negociada
Atributos (a=)	Parámetros específicos del códec como <code>fmtp</code> para el modo alineado a octetos de AMR

La dirección y el puerto de conexión en el SDP siempre reflejan el punto final asignado de la puerta de enlace de medios, asegurando que RTP fluya directamente entre la puerta de enlace de medios y el par remoto sin atravesar la ruta de señalización del MSC.

Soporte de Megaco/H.248

Como alternativa al MGCP, OmniMSC soporta el control de la puerta de enlace de medios a través del protocolo Megaco/H.248 según la Recomendación ITU-T H.248. La elección entre MGCP y Megaco es configurable por puerta de enlace de medios a través de la configuración del modo de medios.

Megaco utiliza un modelo de comando basado en transacciones con comandos de Añadir, Modificar, Sustraer y Mover que se mapean conceptualmente a las operaciones CRCX, MDCX y DLCX de MGCP. El Controlador Megaco gestiona las transacciones H.248, la asignación de contexto y el ciclo de vida de terminación en la puerta de enlace.

Tanto los transportes MGCP como Megaco utilizan UDP por defecto. El Controlador de Medios abstrae las diferencias de protocolo para que el FSM de CC y otros componentes de manejo de llamadas interactúen con una interfaz

de control de medios unificada, independientemente del protocolo de puerta de enlace subyacente.

Configuración de la Puerta de Enlace

Cada puerta de enlace de medios se define con los siguientes parámetros de identidad:

Parámetro	Descripción
Nombre	Nombre lógico de la puerta de enlace utilizado para la identificación en registros y en el panel de control
Dirección	Dirección IP de la puerta de enlace de medios
Puerto	Puerto de escucha MGCP o Megaco en la puerta de enlace
Dominio	Nombre de dominio de la puerta de enlace utilizado en la dirección de los puntos finales MGCP (la parte @mgw de los nombres de los puntos finales)

Para el conjunto completo de parámetros de configuración de medios, consulte [Referencia de Configuración](#).

Referencias

- **RFC 3435** -- Protocolo de Control de Puerta de Enlace de Medios (MGCP) Versión 1.0
- **ITU-T H.248** -- Protocolo de Control de Puerta de Enlace (Megaco)
- **3GPP TS 24.083** -- Servicios suplementarios de Espera de Llamada y Retención de Llamadas (MPTY)

- **RFC 4566** -- Protocolo de Descripción de Sesión (SDP)

Métricas y Monitoreo

Este documento describe la telemetría, métricas, alarmas y puntos finales de salud proporcionados por OmniMSC. Para la configuración del umbral de sobrecarga, consulte [Referencia de Configuración](#). Para solucionar problemas de condiciones de alerta, consulte [Guía de Solución de Problemas](#). Para la vista del panel en tiempo real de llamadas activas y recuento de suscriptores, consulte [Guía del Panel de Control](#).

Visión General de Telemetría

OmniMSC emite eventos de telemetría Erlang/Elixir para todas las actividades operativas significativas. Estos eventos se exportan como métricas de Prometheus, disponibles en el punto final `/metrics` en el puerto HTTP de Phoenix. Todos los nombres de métricas están bajo el espacio de nombres `omnimsc_` para evitar colisiones con otras aplicaciones. La página del sistema en el panel de control proporciona una vista en tiempo real de las estadísticas de la VM BEAM, incluyendo el recuento de procesos, memoria y carga del programador — consulte [Guía del Panel de Control](#).

Las definiciones de métricas se declaran en

`Omnimsc.Telemetry.Metrics.Prometheus.metrics/0`. Cualquier recolector compatible con Prometheus (Prometheus, Grafana Agent, Datadog, Victoria Metrics) puede recopilar estas métricas en el intervalo de raspado estándar.

Referencia de Métricas

Métrica	Tipo	Etiquetas	
<code>omnimsc_active_calls_count</code>	Gauge	--	Lla act
<code>omnimsc_vlr_subscribers_count</code>	Gauge	--	Sus act en
<code>omnimsc_sccp_connections_count</code>	Gauge	--	Con act
<code>omnimsc_sms_sent_count</code>	Counter	--	Tot env
<code>omnimsc_location_update_complete_count</code>	Counter	<code>type</code>	Act ubi (in per
<code>omnimsc_auth_failure_count</code>	Counter	<code>reason</code>	Fal (m syr
<code>omnimsc_auth_skipped_count</code>	Counter	--	Aut (co exi
<code>omnimsc_handover_attempt_count</code>	Counter	<code>type</code>	Int (int int

Métrica	Tipo	Etiquetas	
<code>omnimsc_paging_attempt_count</code>	Counter	<code>result</code>	Int (de tir
<code>omnimsc_peer_status</code>	Gauge	<code>peer</code>	Est SIP 0=
<code>omnimsc_ss_operation_count</code>	Counter	<code>operation</code> , <code>ss_service</code>	Op ser
<code>omnimsc_ss_error_count</code>	Counter	<code>reason</code>	Err de
<code>omnimsc_ussd_request_count</code>	Counter	<code>routing</code>	Sol (lo
<code>omnimsc_map_dialogue_duration</code>	Histogram	<code>operation</code>	Tie del
<code>omnimsc_call_release_count</code>	Counter	<code>type</code>	Lib llar

Valores de Etiqueta

omnimsc_location_update_complete_count -- la etiqueta `type` distingue los tipos de actualización de ubicación según 3GPP TS 24.008:

Valor	Descripción
imsi_attach	Adición de IMSI (suscriptor encendido)
normal	Actualización de ubicación normal (suscriptor se movió a una nueva área de ubicación)
periodic	Actualización de ubicación periódica (expiración del temporizador T3212)

omnimsc_auth_failure_count -- la etiqueta `reason` identifica la causa del fallo:

Valor	Descripción
mac_failure	Desajuste de SRES/RES -- la respuesta de MS no coincide con el valor esperado
sync_failure	SQN fuera de rango, se necesita re-sincronización
timeout	El temporizador de autenticación (T3260) expiró sin respuesta

omnimsc_paging_attempt_count -- la etiqueta `result` rastrea los resultados de la paginación:

Valor	Descripción
dispatched	Paginación enviada a BSC(s)
success	El suscriptor respondió a la paginación
timeout	Se agotaron los intentos máximos sin respuesta

omnimsc_peer_status -- la etiqueta `peer` identifica el par remoto por su nombre configurado (por ejemplo, Default-GW, International-GW, MSC-02).

omnimsc_ss_operation_count -- la etiqueta `operation` identifica la operación de SS (registrar, borrar, activar, desactivar, interrogar) y la etiqueta `ss_service` identifica el servicio objetivo (cfu, cfb, cfnry, cfnrc, cw, clip, clir, baoc, baoic).

omnimsc_ussd_request_count -- la etiqueta `routing` distingue entre solicitudes de SS manejadas localmente y aquellas reenviadas al HLR:

Valor	Descripción
<code>local_ss</code>	Solicitud manejada localmente por el MSC
<code>hlr_relay</code>	Solicitud reenviada al HLR a través de MAP

omnimsc_call_release_count -- la etiqueta `type` distingue la dirección de la llamada:

Valor	Descripción
<code>mo</code>	Llamada de origen móvil liberada
<code>mt</code>	Llamada terminada en móvil liberada

Ejemplos de Consultas PromQL

Las siguientes consultas son puntos de partida útiles para paneles y reglas de alerta.

Monitoreo de llamadas activas -- carga de llamadas actual en el MSC:

```
omnimsc_active_calls_count
```

Tasa de llamadas -- llamadas liberadas por segundo, promediadas durante cinco minutos:

```
rate(omnimsc_call_release_count[5m])
```

Ratio de fallos de autenticación -- fallos de autenticación por segundo según la razón:

```
rate(omnimsc_auth_failure_count[5m])
```

Disponibilidad de pares -- identificar cualquier par que esté actualmente inactivo:

```
omnimsc_peer_status
```

Rendimiento de SMS -- mensajes SMS por segundo:

```
rate(omnimsc_sms_sent_count[5m])
```

Tasa de actualización de ubicación por tipo -- desglose de la actividad de LU:

```
sum by (type) (rate(omnimsc_location_update_complete_count[5m]))
```

Tasa de operaciones de SS por servicio -- actividad de servicio suplementario:

```
sum by (ss_service) (rate(omnimsc_ss_operation_count[5m]))
```

Desglose de enrutamiento USSD -- solicitudes USSD locales vs reenviadas al HLR:

```
sum by (routing) (rate(omnimsc_ussd_request_count[5m]))
```

Sistema de Alarmas

OmniMSC genera y borra alarmas para condiciones que requieren atención del operador. Cada alarma tiene un nivel de severidad y un identificador único.

Tipos de Alarmas

Alarma	Severidad	Descripción
sctp_link_down	Crítica	Asociación SCTP a STP perdida
hlr_unreachable	Crítica	HLR no responde a operaciones MAP
cdr_write_failure	Mayor	Error de escritura en el archivo CDR
overload	Mayor	Umbral de sobrecarga del sistema excedido

Eventos de Telemetría de Alarmas

El subsistema de alarmas emite eventos de telemetría que pueden ser consumidos por sistemas de monitoreo externos o adjuntados a métricas de Prometheus:

Evento	Descripción
[:omnimsc, :alarm, :raised]	Emitido cuando se detecta una condición de alarma. Los metadatos incluyen alarm_id, severidad, fuente y texto descriptivo.
[:omnimsc, :alarm, :cleared]	Emitido cuando se resuelve una condición de alarma. Los metadatos incluyen alarm_id, severidad y fuente.

Las alarmas permanecen activas hasta que se resuelve la condición subyacente, momento en el cual se emite el evento de borrado. Múltiples activaciones del mismo alarm_id sin un borrado intermedio se deduplican.

Punto Final de Salud

OmniMSC expone un punto final de verificación de salud para su uso por equilibradores de carga y sistemas de orquestación.

GET /api/health devuelve el estado general de salud del sistema. La respuesta indica si el MSC está operativo y aceptando tráfico. Una respuesta saludable confirma que los subsistemas centrales (VLR, CC, cliente MAP, pila SIP) están en funcionamiento. Una respuesta no saludable indica que uno o más subsistemas críticos han fallado.

Este punto final es adecuado para sondas de vivacidad y preparación de Kubernetes, o para verificaciones de salud de equilibradores de carga en implementaciones tradicionales.

Punto Final de Estado

GET /api/status devuelve información detallada del sistema, incluyendo el recuento de llamadas activas, el recuento de suscriptores registrados, los estados de los enlaces de pares, un resumen de alarmas, el recuento de procesos BEAM y el tiempo de actividad. Este punto final proporciona una instantánea completa para paneles operativos y propósitos de diagnóstico.

La respuesta de estado incluye toda la información necesaria para evaluar la capacidad del sistema e identificar componentes degradados sin requerir acceso a Prometheus.

Protección contra Sobrecarga

OmniMSC incluye un mecanismo de protección contra sobrecarga configurable que evita que el sistema exceda los límites operativos seguros. El módulo de sobrecarga monitorea continuamente cuatro métricas y las compara con umbrales configurables.

Umbrales de Sobrecarga

Métrica	Umbral Predeterminado	Descripción
Llamadas activas	10,000	Máximo de llamadas CS concurrentes
Suscriptores registrados	50,000	Máximo de suscriptores en el VLR
Recuento de procesos BEAM	500,000	Máximo de procesos Erlang
Tasa de paginación	1,000/seg	Máximo de solicitudes de paginación por segundo

Cuando se excede cualquier umbral, el módulo de sobrecarga rechaza nuevas solicitudes de servicio con la causa GSM 42 (congestión del equipo de conmutación). Las llamadas ya en progreso no se ven afectadas. El estado de sobrecarga se refleja en el evento de telemetría `[ :omnimsc, :overload, :state_change ]` y en la alarma `overload`.

La protección contra sobrecarga se aplica a actualizaciones de ubicación, solicitudes de configuración de llamadas y transacciones SMS. Las llamadas de emergencia evitan la protección contra sobrecarga independientemente de la carga del sistema, según 3GPP TS 22.101.

Para la configuración de umbrales, consulte [Referencia de Configuración](#).

Grupo MSC y NRI

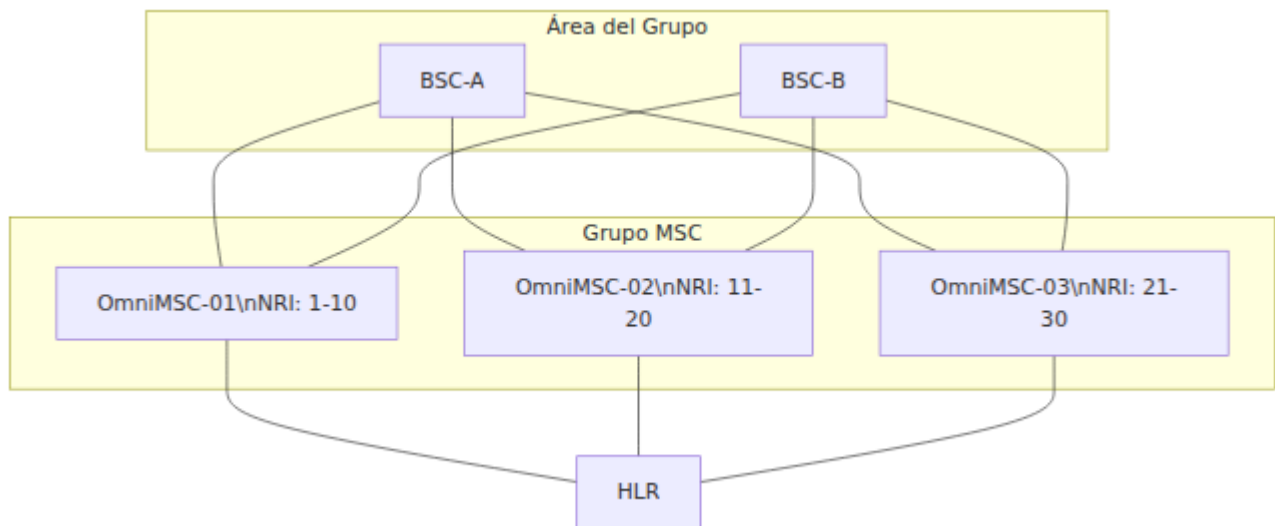
Este documento describe la arquitectura MSC-in-Pool implementada por OmniMSC de Omnitouch según 3GPP TS 23.236. La agrupación permite que múltiples servidores MSC compartan un área de grupo común, proporcionando distribución de carga entre MSC y resiliencia contra fallos individuales de MSC.

Para el comportamiento de enrutamiento consciente del grupo, consulte [Enrutamiento](#). Para la página del grupo en la interfaz web, consulte [Guía del Panel de Control](#). Para parámetros de configuración, consulte [Referencia de Configuración](#). Para detalles sobre la asignación de TMSI, incluyendo el diseño sin retroceso y la incrustación de NRI, consulte [Seguridad](#).

Concepto de MSC-in-Pool

En una arquitectura tradicional, cada BSC se conecta a un único MSC. Si ese MSC falla, todos los suscriptores atendidos por sus BSC pierden el servicio. La agrupación de MSC aborda esta limitación permitiendo que los BSC se conecten a múltiples MSC simultáneamente a través de la interfaz A-Flex. Cualquier MSC en el grupo puede atender a cualquier suscriptor que llegue desde cualquier BSC en el área del grupo.

El mecanismo clave que permite la operación del grupo es el Identificador de Recurso de Red (NRI), un campo de bits incrustado en el TMSI que identifica qué MSC asignó ese TMSI. Cuando un suscriptor presenta un TMSI a un BSC, el BSC extrae el NRI y enruta la señalización al MSC correcto. Si ese MSC no está disponible, el BSC selecciona un MSC alternativo del grupo, y el MSC receptor maneja al suscriptor localmente.



Cada BSC mantiene asociaciones SCTP con cada MSC en el grupo. Para suscriptores que regresan, el BSC utiliza el NRI en el TMSI para seleccionar el MSC que originalmente registró al suscriptor. Para nuevos suscriptores (sin TMSI o NRI nulo), el BSC utiliza selección por ronda o basada en carga.

Identificador de Recurso de Red (NRI)

El NRI está codificado dentro del TMSI de 32 bits asignado por el MSC. Según 3GPP TS 23.236, el campo NRI se coloca inmediatamente después de los dos bits reservados más significativos del TMSI. La longitud del campo NRI es configurable y debe ser idéntica entre todos los miembros del grupo.

Distribución de Bits del TMSI

Bits 31-30	Bits 29-20	Bits 19-0
2 bits	10 bits	20 bits
Reservado	NRI	Aleatorio

La longitud de bits NRI predeterminada es 10, soportando hasta 1024 valores NRI distintos. Implementaciones más pequeñas pueden usar menos bits.

Longitud de Bits NRI	Valores NRI Máximos	Bits Restantes del TMSI
5	32	25
8	256	22
10	1024	20

El valor NRI 0 está reservado como el "NRI nulo" e indica que el TMSI no fue asignado por ningún miembro del grupo. Un suscriptor que presenta un NRI nulo es tratado como un nuevo suscriptor y aceptado localmente con una nueva asignación de TMSI.

Asignación de TMSI

Cuando el modo de agrupación está activo, OmniMSC incrusta uno de sus valores NRI asignados en cada TMSI que asigna. El proceso de asignación genera un TMSI base aleatorio de 32 bits y luego sobrescribe el campo de bits NRI con el valor NRI designado del MSC. Esto asegura que cualquier BSC en el área del grupo pueda determinar qué MSC posee un suscriptor dado inspeccionando el TMSI. Para el comportamiento general de asignación de TMSI y confirmación (incluyendo la elección de diseño sin retroceso), consulte [Seguridad](#).

El MSC utiliza su primer valor NRI configurado como el predeterminado para nuevas asignaciones. Todos los valores NRI asignados al MSC son reconocidos como "locales" al evaluar TMSIs entrantes.

Configuración

La membresía del grupo se configura bajo la clave de grupo en la configuración del MSC (consulte [Referencia de Configuración](#)). Los parámetros esenciales

son:

Parámetro	Predeterminado	Descripción
pool_id	nil (agrupación desactivada)	Identificador del grupo. Todos los MSC en el mismo grupo deben compartir el mismo pool_id. Establecer en nil para operar en modo independiente (no agrupado).
nri_bitlength	10	Número de bits utilizados para el campo NRI en el TMSI. Debe ser idéntico entre todos los miembros del grupo. Rango válido: 1 a 15 según la Sección 5 de TS 23.236.
nri_values	(lista vacía)	Lista de valores NRI propiedad de esta instancia de MSC. Los TMSIs asignados por este MSC contendrán uno de estos valores. Los rangos NRI no deben superponerse entre miembros del grupo.
members	(lista vacía)	Lista de otras instancias de MSC en el grupo. Cada entrada de miembro incluye un nombre lógico, código de punto SS7 y valores NRI asignados. Utilizado para el reenvío de suscriptores basado en NRI y monitoreo de salud.

Cada entrada de miembro en la lista de miembros requiere:

Parámetro	Descripción
name	Nombre lógico del miembro remoto del grupo
point_code	Código de punto SS7 del MSC remoto, utilizado para señalización MAP/E-interface
nri_values	Valores NRI asignados al miembro remoto, utilizados para identificar qué MSC posee un TMSI dado

Manejo de NRI Externos

Cuando un suscriptor presenta un TMSI que contiene un NRI que pertenece a un miembro del grupo diferente, el MSC receptor debe decidir cómo manejar al suscriptor. Esta situación surge cuando la función de selección basada en NRI del BSC (NNSF) enruta al MSC incorrecto, o cuando el MSC propietario no está disponible.

Bits 31-30 2 bits Reservado	Bits 29-20 10 bits NRI	Bits 19-0 20 bits Aleatorio

El Administrador de Grupo siempre acepta al suscriptor localmente y reasigna el TMSI con un valor NRI local. La decisión sobre cómo resolver la identidad del suscriptor depende del estado de salud del MSC propietario:

Estado del MSC Propietario	Comportamiento
Alcanzable	Enviar MAP SendIdentification al MSC propietario para recuperar el IMSI y los vectores de autenticación, luego continuar la actualización de ubicación con la identidad recibida
Inalcanzable	Solicitar el IMSI directamente al UE a través de una Solicitud de Identidad, luego obtener vectores de autenticación del HLR
Desconocido	Comportamiento igual que inalcanzable; solicitar el IMSI al UE

En todos los casos, el suscriptor es re-registrado en el MSC receptor con un nuevo TMSI que contiene un valor NRI local.

Monitoreo de Salud de Miembros del Grupo

Cada MSC en el grupo monitorea la salud de otros miembros del grupo. El estado de salud se rastrea por miembro y afecta directamente el comportamiento de manejo de NRI externos.

Estado del Miembro	Descripción	Efecto en el Manejo de NRI Externos
Activo	El miembro está respondiendo a las sondas de salud	Los suscriptores NRI externos son identificados a través de MAP SendIdentification al MSC propietario
Inactivo	El miembro no ha respondido dentro del período de tiempo	Los suscriptores NRI externos son identificados solicitando el IMSI al UE
Desconocido	Estado inicial antes de que se completen las sondas de salud	Tratado igual que Inactivo
Drenando	El miembro ha anunciado un drenaje para mantenimiento	No se reenvían nuevos suscriptores; las sesiones existentes se mantienen hasta su finalización

Cuando un miembro del grupo se reinicia, transmite un MAP Reset a todos los miembros del grupo. Los MSC receptores marcan todos los registros de suscriptores que originalmente pertenecían al MSC reiniciado para re-registrarse en el próximo contacto. Los cambios en el estado de salud se transmiten al Panel de Control a través de PubSub para visibilidad en tiempo real.

Procedimiento de Actualización Continua

La arquitectura de grupo permite actualizaciones sin tiempo de inactividad al drenar y actualizar un MSC a la vez.

1. Establecer el MSC objetivo en estado de drenaje a través del Panel de Control o API. Los BSC dejan de enviar nuevos suscriptores a este MSC; las sesiones existentes continúan.
2. Esperar a que las llamadas activas se completen de forma natural. Monitorear el conteo de llamadas activas en el panel.
3. Emitir el Comando de Borrado a cualquier conexión BSC restante.
4. Detener el proceso del MSC. Los suscriptores restantes se re-registrarán en otros miembros del grupo en el próximo contacto.
5. Aplicar la actualización de software o cambio de configuración.
6. Iniciar el MSC actualizado. Establece asociaciones SCTP con los BSC y se anuncia a sí mismo a través de MAP Reset.
7. El MSC comienza a aceptar nuevos suscriptores. Los BSC lo incluyen en su algoritmo de selección.
8. Verificar la salud en la página del Grupo: el estado del miembro es Activo, la asignación de NRI es correcta, los suscriptores se están registrando.

Repetir para cada MSC en el grupo.

Página LiveView del Grupo

La página del Grupo en el Panel de Control muestra:

- Identidad del grupo: ID del grupo, valores NRI locales, longitud de bits NRI.
 - Tabla de estado de miembros: nombre, código de punto, rango NRI, estado de salud (Activo, Inactivo o Drenando), marca de tiempo de la última sonda y conteo de suscriptores por miembro.
 - Gráfico de distribución de NRI: distribución visual de suscriptores a través de rangos NRI.
 - Eventos de NRI Externos: encuentros recientes de NRI externos mostrando el TMSI presentado, MSC propietario y resultado (reenviado a través de MAP SendIdentification, resuelto a través de solicitud de IMSI, o fallido).
 - Estadísticas del grupo: total de suscriptores del grupo, relación NRI local versus externo, tasa de éxito de reenvío.
-

Referencias de Especificación 3GPP

Especificación	Título	Relevancia
TS 23.236	Conexión intra-dominio de nodos RAN a múltiples nodos CN	Arquitectura de Grupo MSC, formato NRI, selección de BSC
TS 23.012	Procedimientos de Gestión de Ubicación	Interacción del VLR con la operación del grupo
TS 29.002	Especificación MAP	MAP SendIdentification, MAP Reset para coordinación de grupo
TS 48.008	Interfaz BSC-MSC (A-Flex)	Extensiones A-Flex para señalización BSSAP consciente del grupo

Enrutamiento

Este documento describe cómo OmniMSC de Omnitouch analiza los números llamados, selecciona rutas y entrega llamadas a sus destinos. Cubre el pipeline de análisis de números, la tabla de rutas, los tipos de destino soportados, la función GMSC y las interfaces de gestión de rutas.

Para diagramas de flujo de llamadas que muestran cómo se integra el enrutamiento con la configuración de llamadas, consulte [Diagramas de Flujo de Llamadas](#). Para los parámetros de configuración de la tabla de rutas, consulte [Referencia de Configuración](#). Para la supervisión de salud de pares SIP, consulte [Trunking SIP](#). Para detalles sobre grupos de troncales ISUP, consulte [Trunking ISUP](#). Para la gestión de rutas a través del panel de control, consulte [Guía del Panel de Control](#).

Análisis de Números

Cuando se inicia una llamada, OmniMSC clasifica el número llamado para determinar su tipo y normalizarlo al formato E.164. La clasificación sigue un orden de prioridad y utiliza la configuración de enrutamiento para el despliegue (código de país, prefijo nacional, prefijo internacional, números de emergencia y códigos cortos).

Orden de Clasificación

El motor de análisis de números evalúa el número llamado contra las siguientes categorías en orden. La primera coincidencia gana.

Prioridad	Tipo de Número	Regla de Detección	Normalización
1	Emergencia	Coincidencia exacta con la lista de números de emergencia configurada (por ejemplo, 112, 911, 000)	Sin cambios; la pista de ruta se establece en :emergency
2	Código corto	Coincidencia exacta con la tabla de códigos cortos configurada, donde cada código se asigna a un tipo de servicio (asistencia de operador, consulta de directorio, etc.)	Sin cambios; la pista de ruta se establece en el átomo del tipo de servicio
3	Internacional	El número comienza con "+" o con el prefijo internacional configurado (por defecto "00")	Se elimina el prefijo internacional y se antepone "+" para producir E.164
4	Nacional	El número comienza con el prefijo nacional configurado (por defecto "0")	Se elimina el prefijo nacional, luego se antepone el código de país con "+" para producir E.164
5	Local	Cualquier número restante que no coincida con los anteriores	Se anteponen el código de país y el código de área con

Prioridad	Tipo de Número	Regla de Detección	Normalización
			"+" para producir E.164

Después de la clasificación, el número E.164 normalizado se pasa a la tabla de rutas para la coincidencia de prefijo más largo.

Tabla de Rutas

La tabla de rutas es una estructura de datos respaldada por ETS que mapea prefijos de números a destinos. Es el punto central de decisión para todo el enrutamiento de llamadas salientes en OmniMSC.

Coincidencia de Prefijo Más Largo

Cuando se presenta un número para enrutamiento, la tabla de rutas itera desde la longitud completa del número hasta un solo dígito, verificando si hay un prefijo coincidente en cada paso. La primera coincidencia (la más larga) encontrada se utiliza. Si no se encuentra una coincidencia específica de prefijo, la tabla vuelve a la ruta predeterminada (el prefijo es la cadena vacía). Si no existe una ruta predeterminada, la llamada falla con un error de no-ruta-a-destino.

Orden de Prioridad

Cada entrada de ruta lleva un valor de prioridad numérico. Los valores más altos tienen precedencia. La prioridad se utiliza cuando se muestra la tabla de rutas y al gestionar entradas superpuestas. Las rutas de emergencia deben configurarse con la prioridad más alta (por ejemplo, 100) para asegurarse de que nunca sean opacadas por entradas menos específicas.

Ejemplo de Tabla de Rutas

La siguiente tabla ilustra cómo la tabla de rutas resuelve diferentes números llamados.

Prefijo	Tipo	Destino	Prioridad	Propósito
000	:sip	Par SIP "Default-GW"	100	Número de emergencia — la ruta debe coincidir con <code>psap_address</code>
04	:local	Suscriptor VLR	50	Números móviles australianos
0412	:sip	Par SIP "Mobile-GW"	50	Prefijo móvil específico enrutado a una puerta de enlace SIP
001	:sip	Par SIP "International-GW"	10	Prefijo de marcación internacional
07	:isup	Grupo de troncales "Mobile-Interconnect"	10	Interconexión móvil a través de SS7
08	:sip_with_failover	Primario: Par SIP "Primary-SIP-GW", Fallback: troncal ISUP "Backup-ISUP"	10	SIP con retroceso automático a ISUP
09	:sip_i	Par SIP-I "MSC-02-SIP-I"	10	SIP con ISUP encapsulado a un MSC par

Prefijo	Tipo	Destino	Prioridad	Propósito
(vacío)	:sip	Par SIP "Default-GW"	1	Ruta predeterminada de captura

Con esta tabla en su lugar:

Número Marcado	Prefijo Coincidente	Destino	Razón
000	000	SIP: Default-GW	Coincidencia exacta en el prefijo de emergencia
0412345678	0412	SIP: Mobile-GW	Coincidencia más larga (4 dígitos supera la entrada de 2 dígitos "04")
0498765432	04	Suscriptor VLR local	Coincide con "04" pero no con "0412"
0011234567	001	SIP: International-GW	Coincidencia más larga (3 dígitos)
0312345678	(vacío)	SIP: Default-GW	Sin coincidencia de prefijo; cae a predeterminado

Tipos de Ruta

OmniMSC soporta los siguientes tipos de destino en la tabla de rutas.

Llamadas de Emergencia

Las llamadas de emergencia no son un tipo de ruta separado. El MSC detecta llamadas de emergencia a partir del tipo de mensaje CC Emergency Setup (3GPP TS 24.008 §9.3.8, tipo de mensaje 0x0E) y el tipo de Solicitud de Servicio CM (:emergency). Se intenta la autenticación, pero la llamada avanza independientemente del resultado. Se establece el cifrado si la autenticación tiene éxito; de lo contrario, la llamada avanza sin él.

Los mensajes de Emergency Setup no llevan un Número BCD de Parte Llamada — el dispositivo envía solo un IE de Capacidad de Portadora opcional y un IE de Categoría de Servicio de Emergencia. El MSC utiliza el `psap_address` de la configuración de emergencia como el número llamado para la búsqueda en la tabla de rutas. Este número se enruta a través de la tabla de rutas normal como cualquier otra llamada. La entrada de ruta con la que coincide puede ser de cualquier tipo (:sip, :isup, :sip_i, etc.).

Ejemplo: Para enrutar llamadas de emergencia a un par SIP llamado "Default-GW":

```
# Tabla de rutas – psap_address "000" coincidirá con esta entrada
%{prefix: "000", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 100}

# Configuración de emergencia – psap_address se utiliza como el
número llamado
config :omnimsc, Omnimsc.Emergency,
  psap_address: "000"
```

Si la autenticación falla, se utiliza el IMEI del llamante como el número de la parte que llama en lugar del MSISDN. Los números de emergencia también se detectan durante el análisis de números y pueden activar el manejo de emergencia incluso antes de que se consulte la tabla de rutas.

:local

Enruta la llamada a un suscriptor registrado en el VLR local. El MSC busca el MSISDN llamado en el VLR, localiza al suscriptor a través del BSC o RNC apropiado, y establece la llamada a través de la interfaz A o la interfaz lu-CS.

:sip

Enruta la llamada a un par SIP configurado enviando una INVITE SIP. La entrada de ruta especifica el par por nombre; la dirección IP del par, el puerto, el transporte y la configuración de códec se resuelven desde la tabla de pares SIP. El Enrutador de Troncales verifica que el par sea alcanzable (el estado no es "down") y que el par tenga canales disponibles antes de enrutar.

:isup

Enruta la llamada a través de un grupo de troncales ISUP SS7. La entrada de ruta especifica el nombre del grupo de troncales, el código de punto de destino y el rango de CIC (Código de Identificación de Circuito). El Enrutador de Troncales asigna un circuito inactivo del grupo de troncales, construye un Mensaje de Dirección Inicial (IAM) y lo envía a través del transporte M3UA/SCTP al intercambio remoto.

:sip_i

Enruta la llamada a un par SIP-I, donde el mensaje ISUP completo está encapsulado dentro del cuerpo SIP. SIP-I preserva todos los elementos de información ISUP durante la interconexión, evitando la pérdida de información que puede ocurrir con la conversión estándar SIP-ISUP. Para detalles del protocolo, consulte [Trunking SIP-I](#).

:sip_with_failover

Intenta la llamada primero a través de un par SIP primario. Si el par SIP no es alcanzable, devuelve un error 5xx o se agota el tiempo, el Enrutador de Troncales automáticamente reintenta la llamada a través de un grupo de troncales ISUP de retroceso configurado. Este tipo de destino requiere tanto un nombre de par SIP (primario) como un grupo de troncales ISUP con código de punto (retroceso).

:gmsc

Invoca la función Gateway MSC. El MSC envía una solicitud MAP SendRoutingInfo al HLR para obtener el MSRN (Número de Roaming de Estación Móvil) para el suscriptor llamado, luego enruta la llamada al MSC que está sirviendo utilizando el MSRN devuelto. Consulte la sección de Función GMSC a continuación para más detalles.

:transit

Enruta la llamada como una llamada de tránsito entre tipos de troncales sin instanciar un FSM de Control de Llamadas completo. Las rutas de tránsito se utilizan para la operación de puerta de enlace ISUP-a-SIP, la interconexión SIP-a-ISUP, el conmutador en tándem ISUP-a-ISUP y el tránsito proxy SIP-a-SIP. Las rutas de tránsito incluyen el contexto de origen (el tipo y nombre de la troncal entrante) para coincidir con llamadas entrantes de troncales específicas.

Gestión de la Tabla de Rutas

Interfaz Web

La página de Rutas y Troncales en el Panel de Control de OmniMSC proporciona una interfaz con pestañas para gestionar rutas, grupos de troncales ISUP y pares SIP. Desde la pestaña de Tabla de Rutas, los operadores pueden agregar, editar y eliminar rutas a través de formularios modales. Los cambios en las rutas tienen efecto inmediato sin requerir un reinicio. Las rutas cargadas desde la configuración al inicio pueden ser sobrescritas en tiempo de ejecución. Para detalles sobre la interfaz web, consulte [Guía del Panel de Control](#).

API REST

Las rutas también se pueden gestionar programáticamente a través de la API REST.

Método	Endpoint	Descripción
GET	/api/routes	Lista todas las rutas en la tabla
POST	/api/routes	Agrega una ruta. El cuerpo de la solicitud incluye prefijo, tipo, par (para tipos SIP) y prioridad.
DELETE	/api/routes/:prefix	Elimina una ruta por su prefijo

Pruebas de Búsqueda de Rutas

El endpoint de búsqueda de rutas permite a los operadores y sistemas de integración probar decisiones de enrutamiento sin realizar una llamada.

Método	Endpoint	Descripción
GET	/api/routes/lookup/:number	Devuelve el destino que se seleccionaría para el número llamado dado, o una indicación de no-ruta si no existe coincidencia

Función GMSC

Cuando OmniMSC recibe una llamada para un suscriptor móvil que no está registrado en el VLR local, puede actuar como un Gateway MSC (GMSC) según 3GPP TS 23.018. La función GMSC cierra la brecha entre la red llamante y el MSC visitado donde el suscriptor está actualmente registrado.

Flujo de Enrutamiento de Llamadas MT

1. Llega una llamada entrante de una troncal PSTN o puerta de enlace SIP con el MSISDN del suscriptor como el número llamado.

2. La búsqueda en la tabla de rutas devuelve el tipo de destino :gmsc para este prefijo.
3. OmniMSC envía una solicitud MAP SendRoutingInfo (SRI) al HLR del suscriptor, proporcionando el MSISDN llamado.
4. El HLR identifica el VLR que está sirviendo e instruye a este para que asigne un Número de Roaming de Estación Móvil (MSRN).
5. El HLR devuelve el MSRN a OmniMSC en la respuesta SRI.
6. OmniMSC enruta la llamada al MSC que está sirviendo utilizando el MSRN, ya sea a través de un IAM ISUP o una INVITE SIP dependiendo del tipo de interconexión.
7. El MSC que está sirviendo localiza al suscriptor y completa la configuración de la llamada MT.

Pool de MSRN

OmniMSC mantiene un pool de MSRNs para asignación durante el enrutamiento de llamadas MT. Cuando se localiza a un suscriptor en el MSC local, se asigna un MSRN del pool, asociado con el IMSI del suscriptor, y se devuelve al GMSC que consulta. El MSRN se libera de nuevo al pool una vez que llega la llamada entrante o la asignación se agota.

Enrutamiento Consciente del Pool

Cuando el modo de pool de MSC está activo (consulte [Pool de MSC y NRI](#)), el módulo de enrutamiento considera el NRI incrustado en el TMSI del suscriptor durante el enrutamiento de llamadas MT. Si el TMSI de un suscriptor contiene un NRI extranjero (perteneciente a otro miembro del pool), el MSC puede relatar al suscriptor al MSC propietario a través de MAP SendIdentification, volver a registrar al suscriptor localmente si el MSC propietario no es alcanzable, o enrutar llamadas MT al MSC propietario si el suscriptor aún no se ha vuelto a registrar localmente.

El enrutamiento basado en NRI es automático cuando el modo de pool está habilitado y no requiere entradas explícitas en la tabla de rutas.

Flujo de Análisis de Números

El flujo completo de decisión de enrutamiento, desde el número llamado hasta el destino, avanza a través de las siguientes etapas:

1. Verificación de prohibición de llamadas -- si el suscriptor está prohibido de este tipo de llamada, la llamada se rechaza con un código de causa GSM.
2. Verificación de activación CAMEL -- si una clave de servicio CAMEL coincide, se envía un InitialDP al SCP. El SCP puede modificar el número llamado, conectarse a un destino diferente o liberar la llamada.
3. Análisis de números -- el número llamado se clasifica y normaliza como se describió anteriormente.
4. Búsqueda en la tabla de rutas -- coincidencia de prefijo más largo contra la tabla de rutas.
5. Despacho de destino -- la llamada se entrega al manejador apropiado basado en el tipo de destino coincidente.
6. Retroceso (si corresponde) -- para rutas :sip_with_failover, un intento SIP fallido activa un reintento automático a través de la troncal de retroceso ISUP.

Grupos de Troncales ISUP

Cada grupo de troncales ISUP representa un conjunto de circuitos de voz a un intercambio SS7 remoto. Los grupos de troncales se identifican por nombre y se configuran con un código de punto de destino y un rango de CIC. Cuando el enrutamiento selecciona un grupo de troncales ISUP, el Enrutador de Troncales asigna el circuito inactivo disponible más bajo y envía un IAM.

Los grupos de troncales soportan niveles de prioridad: primario (primera opción), desbordamiento (utilizado cuando los circuitos primarios están agotados) y último recurso. Solo se seleccionan grupos de troncales activos para el enrutamiento; los grupos de troncales inactivos o congestionados se omiten.

Cada grupo de troncales rastrea contadores de ocupación, respuesta, ocupado, congestión y liberación para el monitoreo operativo.

Selección de Pares SIP

Los pares SIP representan puertas de enlace VoIP remotas, nodos IMS o proveedores de trunking SIP. Cada par se configura con una dirección, puerto, transporte (UDP, TCP o TLS), códecs soportados y canales concurrentes máximos.

La salud del par se monitorea a través de keepalives periódicos de SIP OPTIONS. Si un par deja de responder, su estado cambia a "down" y el par se excluye del enrutamiento. Cuando una ruta especifica un par SIP por nombre, el Enrutador de Troncales verifica que el par sea alcanzable y tenga capacidad disponible antes de enrutar la llamada.

Referencias de Especificaciones 3GPP

Especificación	Título	Relevancia
TS 23.018	Manejo Básico de Llamadas	Función GMSC, enrutamiento de llamadas MT, análisis de números
TS 29.002	Especificación MAP	MAP SendRoutingInfo, asignación de MSRN
TS 23.078	CAMEL Fase 4	Manejo de activación CAMEL en el flujo de enrutamiento

Seguridad

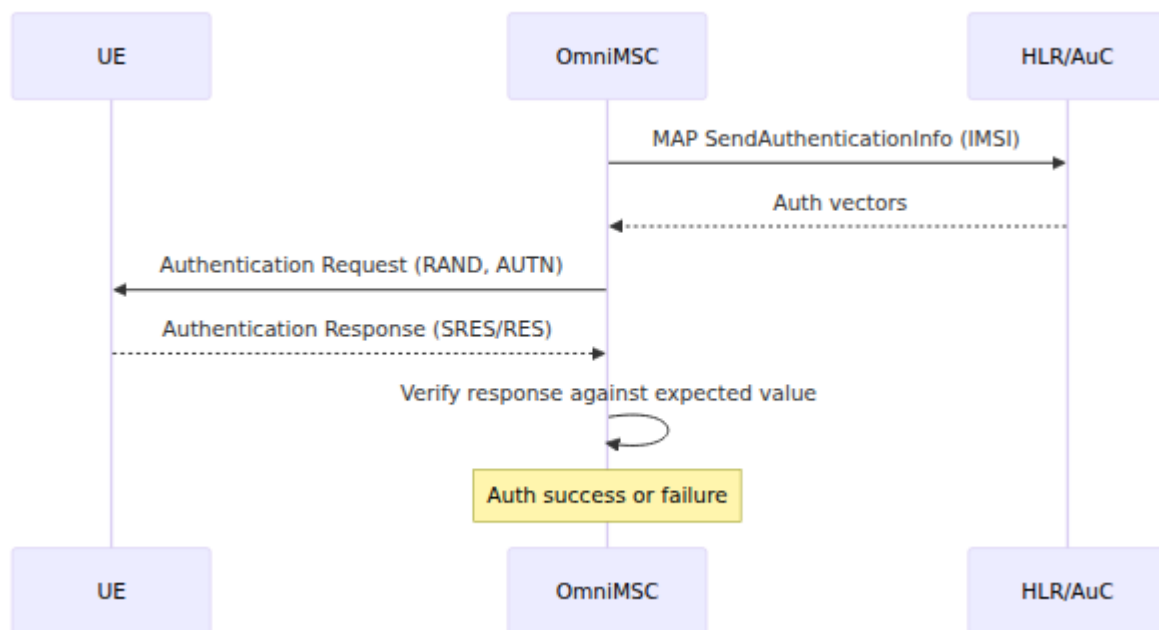
Este documento describe los mecanismos de autenticación, cifrado y gestión de identidad implementados por OmniMSC, incluyendo la autenticación GSM y UMTS, cifrado de la interfaz aérea, asignación de TMSI y procedimientos de solicitud de identidad. Para la configuración de algoritmos de cifrado y parámetros de seguridad, consulte [Referencia de Configuración](#). Para las operaciones MAP que admiten autenticación, consulte [Operaciones MAP](#). Para la asignación de TMSI en implementaciones de grupo MSC con codificación NRI, consulte [Grupo MSC y NRI](#).

Visión General de la Autenticación

OmniMSC admite tanto la autenticación GSM (2G) como la UMTS (3G) según lo definido en 3GPP TS 33.102 y TS 24.008 Sección 4.3. La autenticación se realiza durante las actualizaciones de ubicación y, opcionalmente, durante el establecimiento de llamadas y transacciones de SMS.

El MSC no almacena credenciales de suscriptor a largo plazo (Ki). Los vectores de autenticación se obtienen del HLR/AuC a través de MAP

SendAuthenticationInfo (consulte [Operaciones MAP](#)). El MSC envía el IMSI al HLR, que devuelve un conjunto de vectores de autenticación. El MSC luego desafía al UE y verifica su respuesta. El estado actual de autenticación del suscriptor y el conteo de tuplas restantes son visibles en el panel de control — consulte [Guía del Panel de Control](#).



UMTS AKA (Acuerdo de Autenticación y Clave)

El Acuerdo de Autenticación y Clave de UMTS proporciona autenticación mutua: la red autentica al suscriptor y el suscriptor autentica a la red. Este es el método de autenticación preferido para terminales equipados con USIM.

El HLR devuelve quintupletes, cada uno conteniendo cinco valores:

Campo	Tamaño	Descripción
RAND	128 bits	Desafío aleatorio generado por AuC
XRES	32-128 bits	Respuesta esperada, utilizada por el MSC para verificar el UE
CK	128 bits	Clave de cifrado para el cifrado de la interfaz aérea
IK	128 bits	Clave de integridad para la protección de integridad de la interfaz aérea
AUTN	128 bits	Token de autenticación, utilizado por el UE para verificar la red

El MSC envía RAND y AUTN al UE. El USIM verifica AUTN para autenticar la red, luego calcula RES, CK e IK. El MSC compara el RES devuelto con XRES para autenticar al suscriptor.

Resincronización de SQN

AUTN contiene un número de secuencia (SQN) que el USIM verifica para prevenir ataques de repetición. Si el USIM determina que SQN está fuera de rango (por ejemplo, después de un largo período de inactividad o restauración de base de datos), devuelve un fallo de autenticación con la causa "fallo de SQN" e incluye un AUTS (token de resincronización) de 112 bits. El MSC reenvía AUTS al HLR en una nueva solicitud MAP SendAuthenticationInfo, permitiendo que el AuC resincronice su contador SQN y devuelva vectores frescos.

GSM AKA

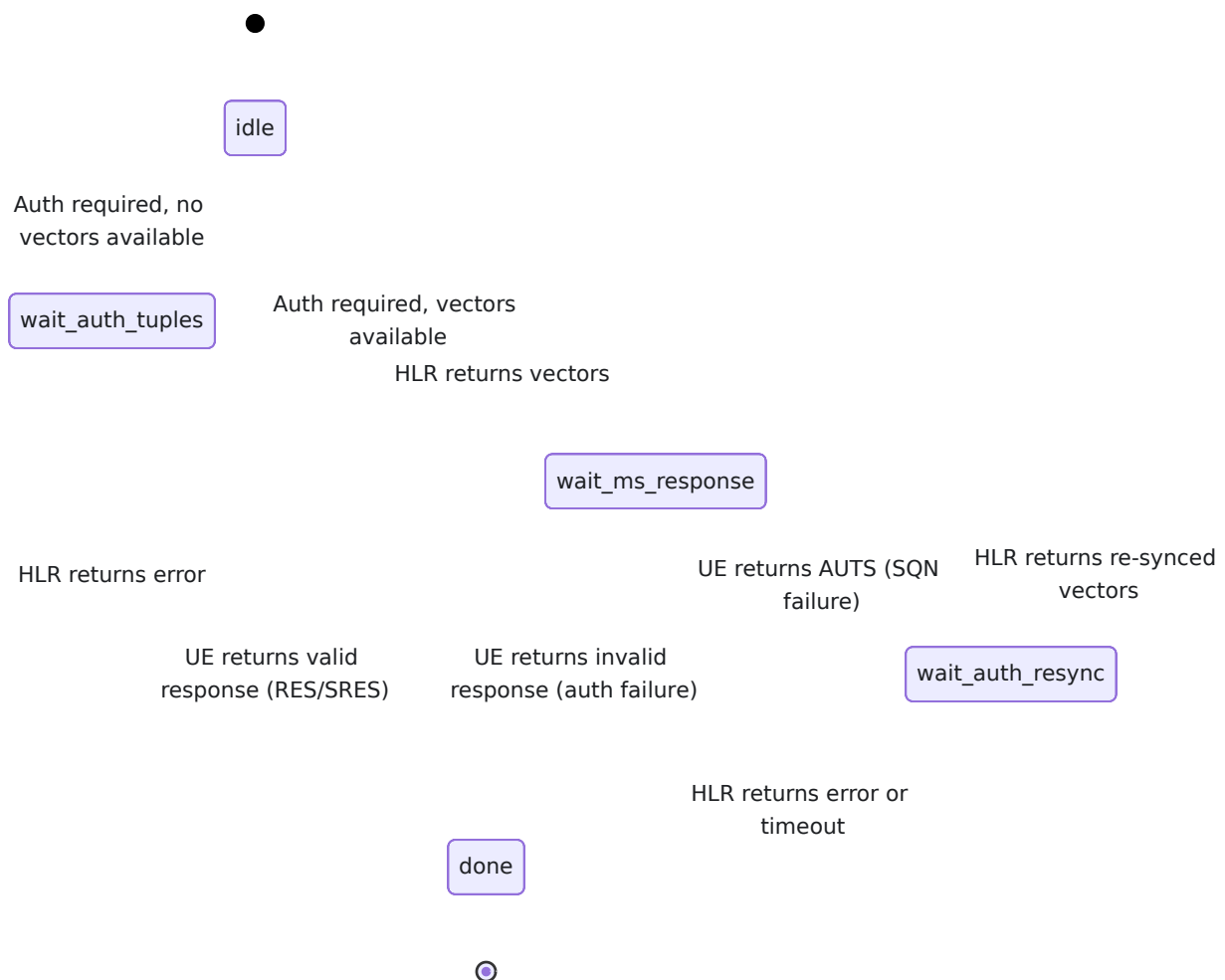
La autenticación GSM utiliza tripletas para suscriptores solo de 2G (SIM sin aplicación USIM). Cada triplete contiene:

Campo	Tamaño	Descripción
RAND	128 bits	Desafío aleatorio
SRES	32 bits	Respuesta firmada, calculada por la SIM utilizando $A3(K_i, RAND)$
Kc	64 bits	Clave de cifrado, calculada por la SIM utilizando $A8(K_i, RAND)$

La autenticación GSM es unidireccional: la red autentica al suscriptor, pero el suscriptor no autentica a la red. El MSC envía RAND, la SIM calcula SRES y Kc, y el MSC verifica SRES contra el valor esperado de la tripleta.

Estados de la FSM de Autenticación

El procedimiento de autenticación es gestionado por una máquina de estados finitos dentro del VLR. La FSM rastrea el progreso de cada intento de autenticación.



En el estado `wait_auth_tuples`, el MSC ha enviado MAP SendAuthenticationInfo y está esperando vectores del HLR. En `wait_ms_response`, el MSC ha enviado una Solicitud de Autenticación al UE y está esperando la respuesta. El estado `wait_auth_resync` maneja el procedimiento de resincronización AUTS cuando el UE informa un desajuste de número de secuencia.

Cifrado

Después de una autenticación exitosa, el MSC inicia el cifrado de la interfaz aérea para proteger la señalización y el tráfico de usuarios en el camino de radio.

GERAN (2G/3G a través de BSC)

Para la interfaz A, el MSC envía un BSSMAP Cipher Mode Command al BSC, llevando la clave de cifrado (Kc) y el algoritmo A5 seleccionado. El BSC activa el cifrado en el canal de radio y devuelve Cipher Mode Complete.

Algoritmo	Seguridad	Descripción
A5/1	Moderado	Cifrado GSM original, ampliamente desplegado
A5/3	Fuerte	Cifrado basado en KASUMI, recomendado para todas las implementaciones

UTRAN (3G a través de RNC)

Para la interfaz Iu-CS, el MSC envía un RANAP Security Mode Command al RNC, llevando CK, IK y los algoritmos UEA (cifrado) y UIA (integridad) seleccionados. El RNC activa el cifrado y la protección de integridad y devuelve Security Mode Complete.

Configuración A5 Permitida

El operador configura el conjunto de algoritmos A5 permitidos. El MSC selecciona el algoritmo más fuerte compatible tanto con la configuración de la red como con las capacidades reportadas de la estación móvil.

Los algoritmos permitidos se especifican como una lista: `allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]`. El MSC intersecta esta lista con las capacidades de clase de MS y selecciona la coincidencia de mayor fuerza. Si no existe un algoritmo común y A5/0 no está permitido, el MSC rechaza la conexión.

Asignación de TMSI

El MSC asigna una Identidad Temporal de Suscriptor Móvil (TMSI) a cada suscriptor después de una actualización de ubicación exitosa. El TMSI

reemplaza al IMSI para el posterior paginado e identificación, reduciendo la exposición de la identidad permanente en la interfaz aérea.

Asignación y Confirmación

Después de completar la autenticación, el cifrado y el intercambio de HLR UpdateLocation, el MSC genera un nuevo TMSI y lo envía a la estación móvil en el mensaje Location Update Accept. El MS almacena el TMSI y responde con TMSI Reallocation Complete.

Si no se recibe TMSI Reallocation Complete dentro del temporizador de reasignación, el MSC confirma el nuevo TMSI en lugar de retroceder. Esta elección de diseño previene un escenario en el que el MS ha almacenado exitosamente el nuevo TMSI pero la confirmación se perdió en la interfaz aérea: retroceder dejaría al MSC y al MS con TMSIs desajustados, rompiendo el paginado posterior.

TMSI en Grupo MSC

Cuando opera en un grupo MSC (3GPP TS 23.236), el TMSI lleva bits de NRI (Identificador de Recursos de Red) que permiten al BSC enrutar a los suscriptores que regresan al MSC correcto en el grupo. El NRI está incrustado en un rango de bits configurable dentro del TMSI. Cuando un BSC recibe una solicitud de servicio o respuesta de paginado que contiene un TMSI, extrae el NRI y enruta la señalización al MSC que posee ese rango de NRI.

Para la configuración del grupo MSC y la asignación de NRI, consulte [Grupo MSC & NRI](#).

Solicitud de Identidad

Cuando el MSC no puede resolver la identidad de un suscriptor —por ejemplo, cuando se presenta un TMSI que no se encuentra en el VLR local (después de un reinicio del MSC, reenvío del grupo o desbordamiento del VLR)— el MSC envía una Solicitud de Identidad a la estación móvil solicitando el IMSI.

El MS responde con una Respuesta de Identidad que contiene su IMSI. El MSC luego procede con la autenticación utilizando el IMSI. Este procedimiento está definido en 3GPP TS 24.008 Sección 4.3.3.

La Solicitud de Identidad también se utiliza para obtener el IMEI (Identidad Internacional de Equipos Móviles) cuando se requiere la verificación del equipo.

Referencias de Especificaciones 3GPP

Especificación	Título	Relevancia
TS 33.102	Seguridad 3G; Arquitectura de Seguridad	UMTS AKA, quintupletes, resincronización de SQN, jerarquía de claves
TS 24.008	Capa 3 de la Interfaz de Radio Móvil	Solicitud/Respuesta de Autenticación (Sec 4.3), Solicitud de Identidad (Sec 4.3.3), Reasignación de TMSI (Sec 4.3.1)
TS 43.020	Funciones de Red Relacionadas con la Seguridad	Algoritmos de cifrado A3/A8, A5
TS 48.008	Interfaz MSC-BSS (BSSMAP)	Comando/Completo de Modo de Cifrado
TS 25.413	Interfaz lu de UTRAN (RANAP)	Comando/Completo de Modo de Seguridad
TS 23.236	Conexión Intra-Dominio de Nodos RAN a Múltiples Nodos CN	Asignación de NRI, estructura de TMSI para grupo MSC
TS 29.002	Especificación MAP	MAP SendAuthenticationInfo

Interfaz SGs y CSFB

Este documento describe la interfaz SGs y la implementación de Circuit-Switched Fallback (CSFB) en OmniMSC por Omnitouch según 3GPP TS 29.118. La interfaz SGs conecta el MSC/VLR al MME, permitiendo el adjunto combinado EPS/IMSI, la paginación CS a través de la red LTE y la entrega de SMS sin CS fallback.

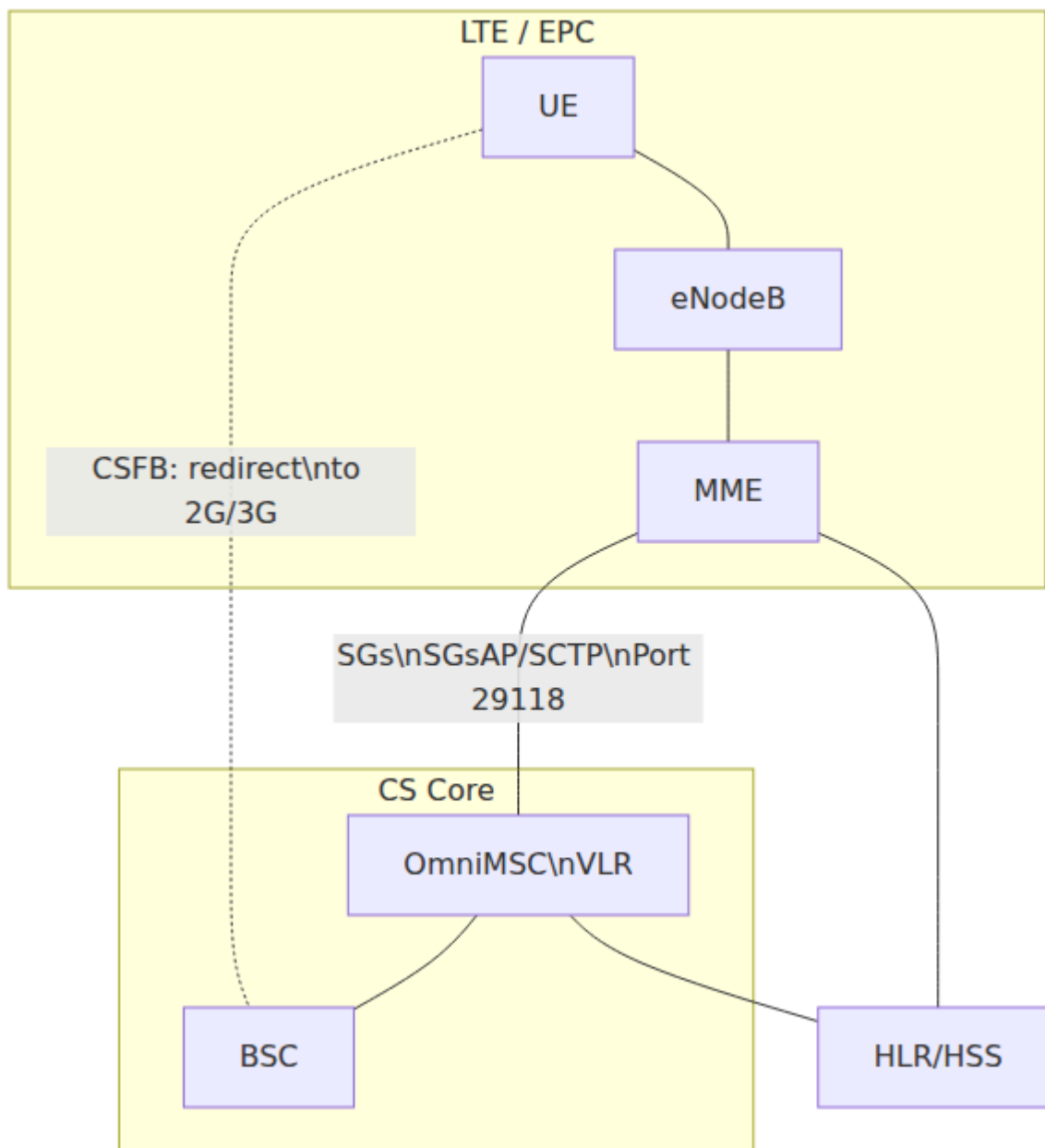
Para el diagrama de secuencia de llamada CSFB MT, consulte [Diagramas de Flujo de Llamadas](#). Para los parámetros de configuración, consulte [Referencia de Configuración](#). Para la autenticación durante el adjunto combinado, consulte [Autenticación y Seguridad](#). Para SMS sobre SGs, consulte [SMS](#). Para consideraciones del Pool de MSC con CSFB, consulte [Pool de MSC](#).

Descripción General

En redes LTE, el MME maneja la gestión de movilidad para servicios de paquetes. Sin embargo, LTE no admite nativamente voz conmutada por circuitos antes del despliegue de VoLTE. CSFB permite a los suscriptores conectados a LTE recibir y realizar llamadas de voz CS y SMS al retroceder al dominio CS 2G/3G.

La interfaz SGs es el enlace de señalización entre el MSC/VLR y el MME, transportando mensajes SGsAP sobre SCTP (puerto predeterminado 29118). A través de SGs, el MSC puede:

- Realizar un adjunto combinado EPS/IMSI, registrando a un suscriptor en los dominios EPC y CS simultáneamente.
- Pagar a los suscriptores conectados a LTE para llamadas CS entrantes, desencadenando un retroceso a GERAN o UTRAN.
- Entregar SMS a suscriptores conectados a LTE sin CSFB, tunelando el PDU NAS a través de la interfaz SGs.



Tipos de Mensajes SGsAP

La interfaz SGs transporta los siguientes tipos de mensajes SGsAP según 3GPP TS 29.118.

Actualización de Ubicación

Mensaje	Dirección	Propósito
SGsAP-LOCATION-UPDATE-REQUEST	MME a MSC	Adjuntar combinado EPS/IMSI o actualización de área de ubicación periódica
SGsAP-LOCATION-UPDATE-ACCEPT	MSC a MME	Actualización de ubicación aceptada, incluye nuevo TMSI
SGsAP-LOCATION-UPDATE-REJECT	MSC a MME	Actualización de ubicación rechazada con código de causa

Paginación y Servicio

Mensaje	Dirección	Propósito
SGsAP-PAGING-REQUEST	MSC a MME	Pagar al suscriptor para llamada MT o SMS MT
SGsAP-SERVICE-REQUEST	MME a MSC	Suscriptor respondiendo a la paginación CS (CSFB en progreso)
SGsAP-SERVICE-ABORT-REQUEST	MSC a MME	Abortando una solicitud de servicio de retroceso CS

Tunelización de SMS

Mensaje	Dirección	Propósito
SGsAP-DOWNLINK-UNITDATA	MSC a MME	Entrega de SMS MT: PDU NAS transportado al UE a través de SGs
SGsAP-UPLINK-UNITDATA	MME a MSC	Envío de SMS MO: PDU NAS transportado desde el UE a través de SGs

Desconexión

Mensaje	Dirección	Propósito
SGsAP-EPS-DETACH-INDICATION	MME a MSC	Suscriptor desconectado de EPS
SGsAP-EPS-DETACH-ACK	MSC a MME	Reconocimiento de desconexión EPS
SGsAP-IMSI-DETACH-INDICATION	MME a MSC	Desconexión IMSI del suscriptor
SGsAP-IMSI-DETACH-ACK	MSC a MME	Reconocimiento de desconexión IMSI

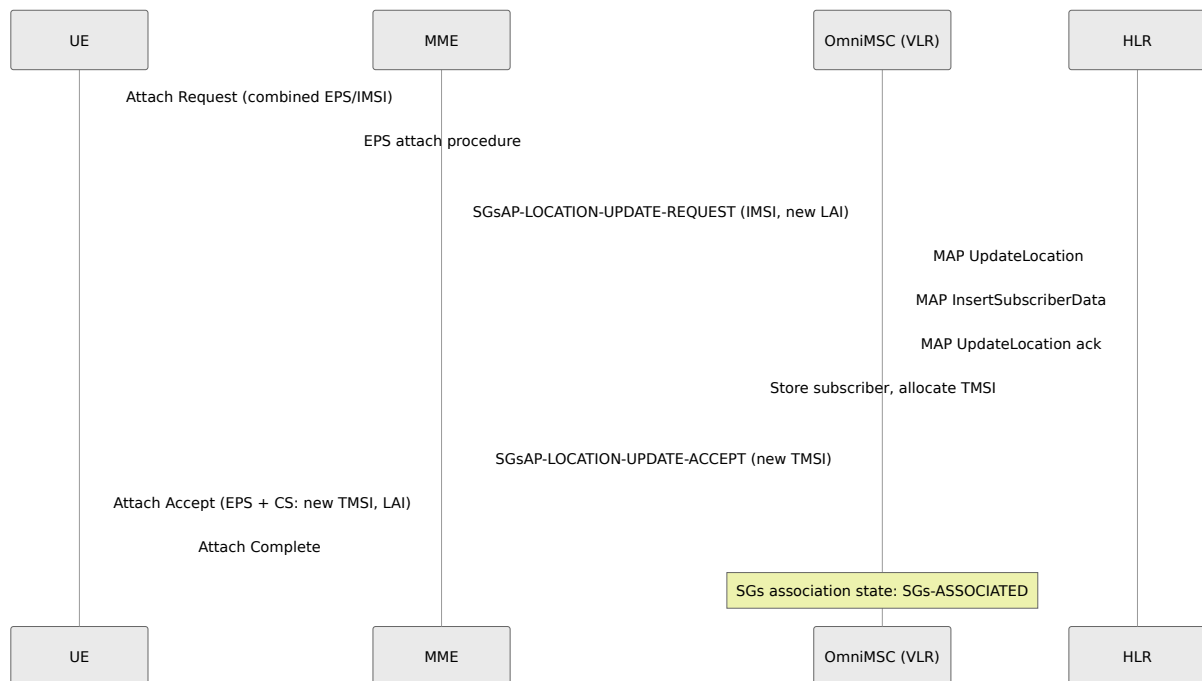
Reinicio y Estado

Mensaje	Dirección	Propósito
SGsAP-RESET-INDICATION	En cualquier dirección	El par se ha reiniciado; el receptor debe volver a registrar a los suscriptores afectados
SGsAP-RESET-ACK	En cualquier dirección	Reconocimiento de la indicación de reinicio
SGsAP-STATUS	En cualquier dirección	Indicación de error con causa y mensaje erróneo
SGsAP-MM-INFORMATION-REQUEST	MSC a MME	Información sobre el nombre de la red y la zona horaria
SGsAP-ALERT-REQUEST	MSC a MME	Solicitud de alerta después de un fallo de paginación
SGsAP-ALERT-ACK	MME a MSC	Reconocimiento de alerta
SGsAP-UE-ACTIVITY-INDICATION	MME a MSC	UE se ha vuelto activo
SGsAP-RELEASE-REQUEST	MSC a MME	Liberar la conexión SGs para este suscriptor

Adjuntos Combinados EPS/IMSI

Cuando un UE realiza un adjunto combinado EPS/IMSI en LTE, el MME envía un SGsAP-LOCATION-UPDATE-REQUEST al MSC. El MSC realiza una actualización de ubicación VLR, que puede incluir interrogación HLR, y responde con aceptación

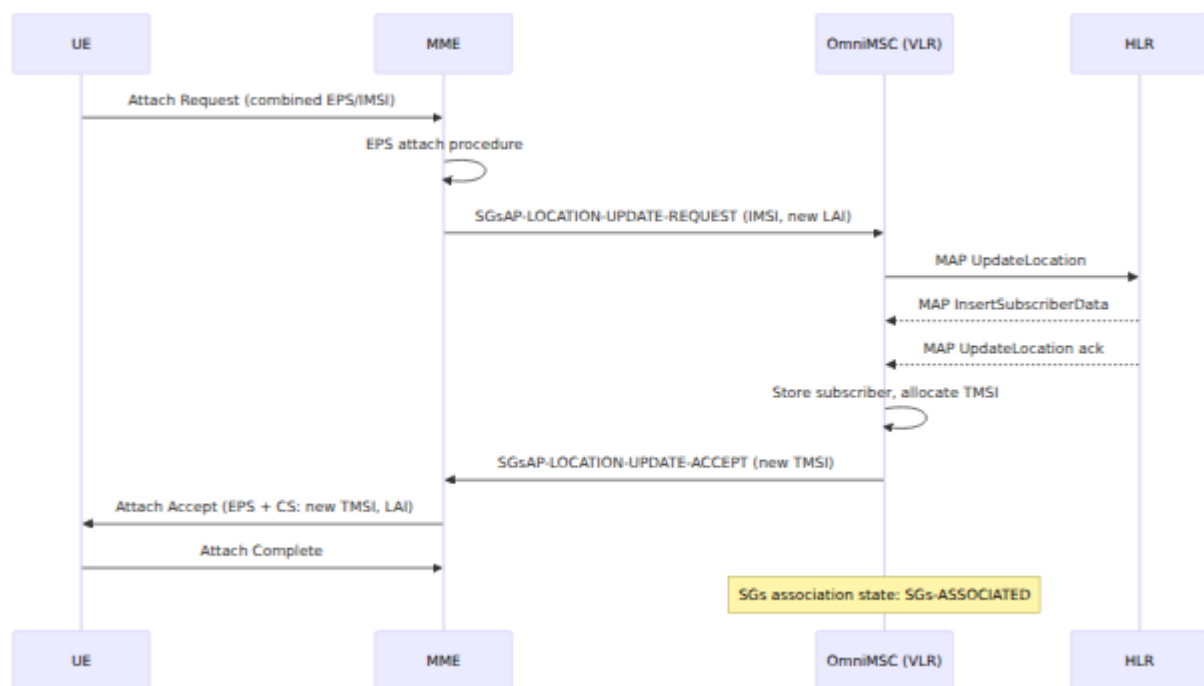
o rechazo. Tras la aceptación, el suscriptor se registra simultáneamente en el EPC (a través del MME) y en el dominio CS (a través del MSC/VLR).



Después de un adjunto combinado exitoso, el estado de asociación SGs del suscriptor cambia a SGs-ASSOCIATED. El MSC ahora puede pagar al suscriptor a través de SGs y entregar SMS sin CSFB.

Paginación de Llamadas MT a través de CSFB

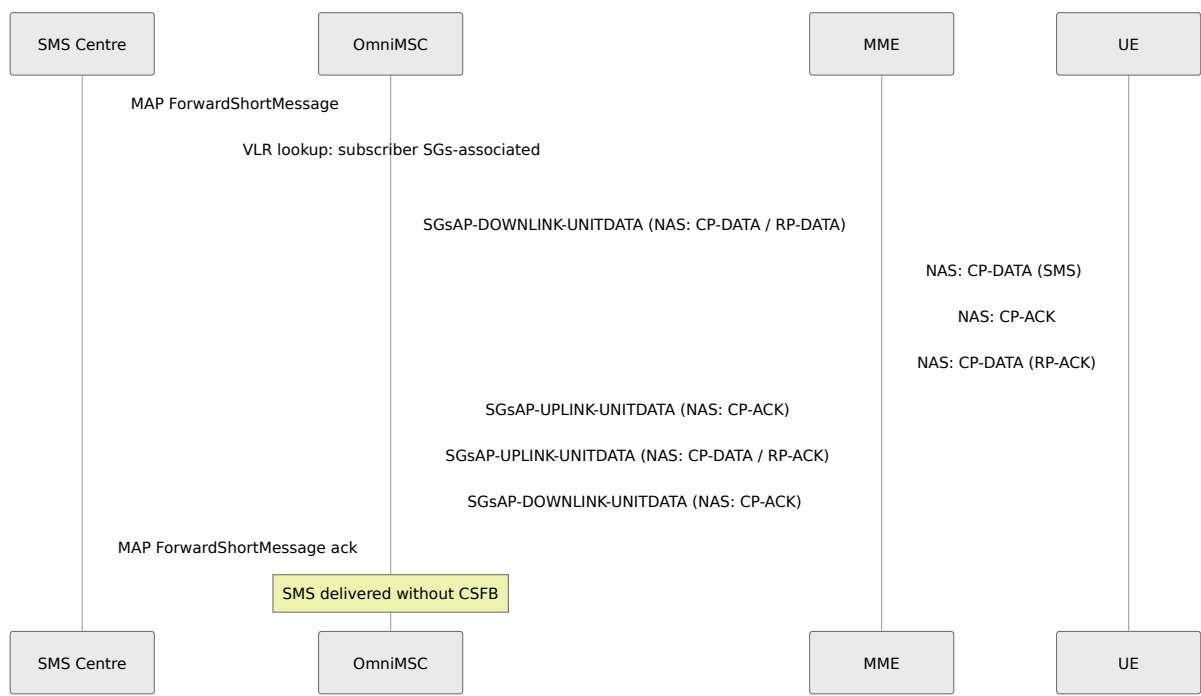
Cuando llega una llamada MT para un suscriptor que está conectado a través de LTE (asociado a SGs), el MSC paga al suscriptor a través del MME en lugar de a través de BSCs. El MME instruye al UE para que retroceda a 2G o 3G, donde la llamada continúa a través de la interfaz A o la interfaz lu-CS.



Una vez que el UE ha retrocedido al dominio CS y enviado una respuesta de paginación a través del BSC, la llamada continúa como una llamada MT normal. La máquina de estados MSC-A maneja el tipo de RAN E-UTRAN/SGs omitiendo el paso Clear Complete que normalmente se esperaría de un BSC, ya que la asociación SGs no utiliza la gestión de conexiones BSSMAP.

SMS MT a través de SGs

Los SMS pueden ser entregados a suscriptores conectados a LTE sin requerir CSFB. El MSC tunela el PDU NAS de SMS a través de la interfaz SGs al MME, que lo entrega al UE a través de la interfaz aérea LTE. Esto evita la latencia y el costo de recursos de radio de un retroceso CS para un mensaje corto.

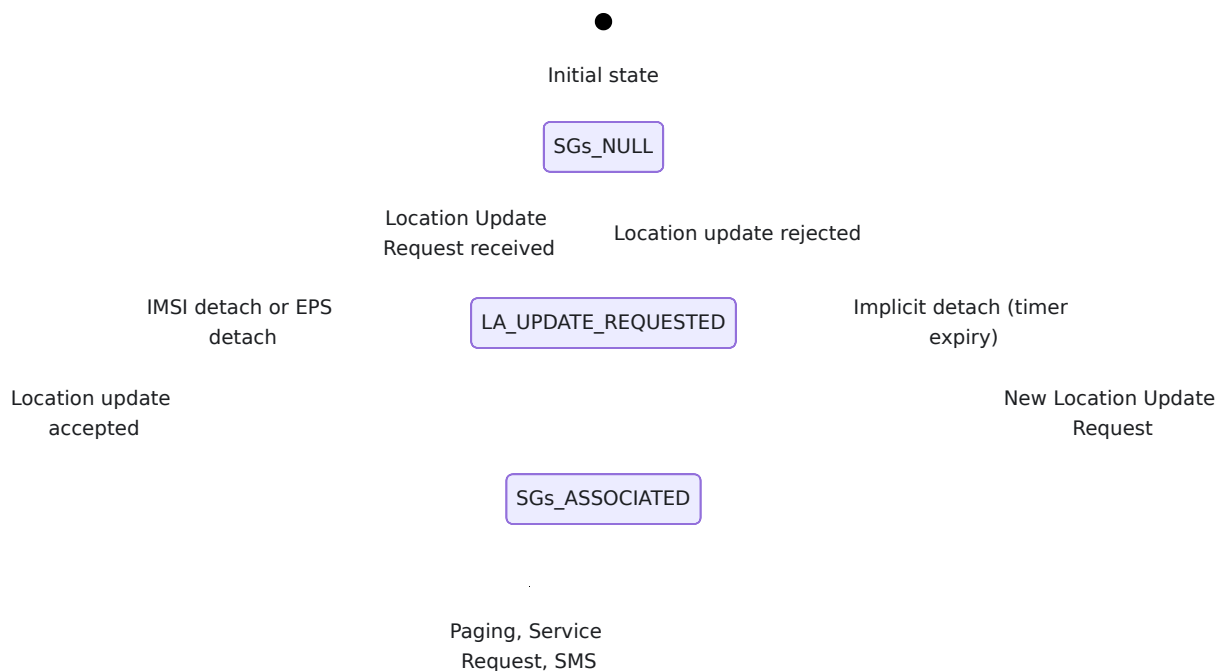


El SMS MO sigue el camino inverso: el UE envía el PDU NAS de SMS a través del MME como SGsAP-UPLINK-UNITDATA, y el MSC lo reenvía al Centro de SMS.

Estados de Asociación SGs

La asociación SGs de cada suscriptor se rastrea como una máquina de estados según la Sección 4 de 3GPP TS 29.118.

Estado	Descripción
SGs-NULL	No existe asociación SGs. La paginación CS a través de SGs no es posible. Este es el estado inicial.
LA-UPDATE-REQUESTED	Una actualización de ubicación está en progreso. El MSC ha recibido una solicitud del MME pero aún no ha completado la actualización HLR.
SGs-ASSOCIATED	El suscriptor tiene una asociación SGs válida. El MSC puede pagar a través de SGs y entregar SMS sin CSFB.



Seguimiento del MME

El manejador SGs mantiene un registro de los MMEs conocidos. Cada MME se identifica por su FQDN (el elemento de información del nombre del MME en los mensajes SGsAP). Para cada MME, el manejador rastrea:

- La referencia de conexión SCTP utilizada para enviar mensajes salientes.
- El conjunto de IMSIs (suscriptores) actualmente asociados con ese MME.

Este registro de suscriptores por MME permite un manejo de reinicio dirigido: cuando un MME falla, solo los suscriptores asociados con ese MME específico se ven afectados.

Manejo de Reinicio del MME

Los procedimientos de reinicio aseguran la consistencia del estado cuando el MSC o un MME se reinician.

Escenario	Iniciador	Acción del Receptor
Reinicio del MSC	MSC envía SGsAP-RESET-INDICATION a todos los MMEs conocidos	Cada MME vuelve a enviar SGsAP-LOCATION-UPDATE-REQUEST para sus suscriptores asociados, permitiendo al MSC reconstruir el estado del VLR
Reinicio del MME	MME envía SGsAP-RESET-INDICATION al MSC	MSC marca a todos los suscriptores asociados con ese MME como SGs-detached (estado SGs-NULL) y limpia la lista de suscriptores para ese MME
Fallo del enlace SGs	Detectado por cualquiera de los lados	Ambos lados tratan el fallo como un reinicio implícito

Cuando el MSC recibe una indicación de reinicio de un MME, itera sobre todos los suscriptores registrados contra ese MME, transiciona cada uno al estado SGs-NULL y limpia el conjunto de suscriptores del MME. En el siguiente contacto de cualquier suscriptor afectado (actualización de ubicación o respuesta de paginación), el MSC realiza un re-registro completo.

Codec SGsAP

OmniMSC incluye un módulo de codec que maneja la codificación y decodificación de mensajes SGsAP según los formatos definidos en 3GPP TS 29.118. El codec procesa el octeto de tipo de mensaje SGsAP binario y los elementos de información (IEs), soportando todos los IEs obligatorios y opcionales para cada tipo de mensaje. Los mensajes codificados se transmiten a través de SCTP; los mensajes decodificados se envían al manejador SGs para su procesamiento.

Configuración

La interfaz SGs se configura bajo la clave sgs en la configuración del MSC.

Parámetro	Predeterminado	Descripción
listen_port	29118	Puerto de escucha SCTP para conexiones SGsAP desde MMEs. El puerto 29118 es el puerto definido por 3GPP para SGs según TS 29.118.
vlr_name	(requerido)	Nombre del VLR en formato FQDN, utilizado en mensajes SGsAP. El MME usa esto para identificar el VLR. Debe coincidir con el nombre del VLR configurado en el lado del MME.

Tipo de RAN: E-UTRAN a través de SGs

La máquina de estados MSC-A soporta E-UTRAN a través de SGs como un tipo de RAN distinto (:eutran_sgs). Cuando un suscriptor está asociado a SGs, la FSM MSC-A ajusta su comportamiento para la interfaz SGs:

- No se utiliza gestión de conexiones BSSMAP; no hay intercambio de Clear Command / Clear Complete.
 - La paginación se realiza a través de SGsAP-PAGING-REQUEST al MME en lugar de a través de BSSMAP Paging a BSCs.
 - La entrega de SMS utiliza SGsAP Downlink/Uplink Unitdata en lugar de DTAP a través de la interfaz A.
 - Una vez que el suscriptor retrocede a GERAN o UTRAN (después de CSFB), la conexión transiciona al tipo de RAN correspondiente para el resto de la llamada.
-

Referencias de Especificación 3GPP

Especificación	Título	Relevancia
TS 29.118	Especificación de Interfaz SGs MME-VLR	Protocolo SGsAP, formatos de mensajes, procedimientos
TS 23.272	Circuit Switched Fallback en EPS	Arquitectura CSFB, flujos de llamadas, SMS sobre SGs
TS 23.012	Procedimientos de Gestión de Ubicación	Procedimientos de actualización de ubicación VLR utilizados en SGs
TS 24.008	Capa 3 de Interfaz de Radio Móvil	Mensajes NAS tunelados a través de SGs Unitdata

Trunking SIP-I

Este documento describe la interfaz de trunking SIP-I (SIP con ISUP encapsulado) implementada por OmniMSC. SIP-I permite el transporte transparente de mensajes ISUP dentro de la señalización SIP, preservando toda la información ISUP a través de segmentos de trunking basados en IP.

Para trunking SIP puro, consulte [Trunking SIP](#). Para la configuración de enrutamiento, consulte [Configuración de Enrutamiento](#). Para parámetros de configuración, consulte [Referencia de Configuración](#). Para operaciones generales, consulte [Guía de Operaciones](#).

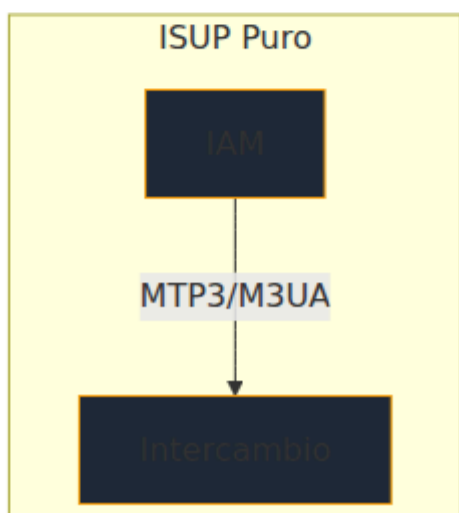
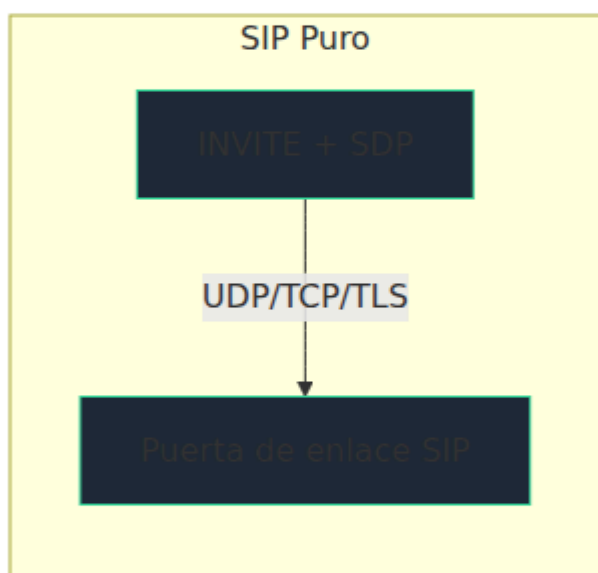
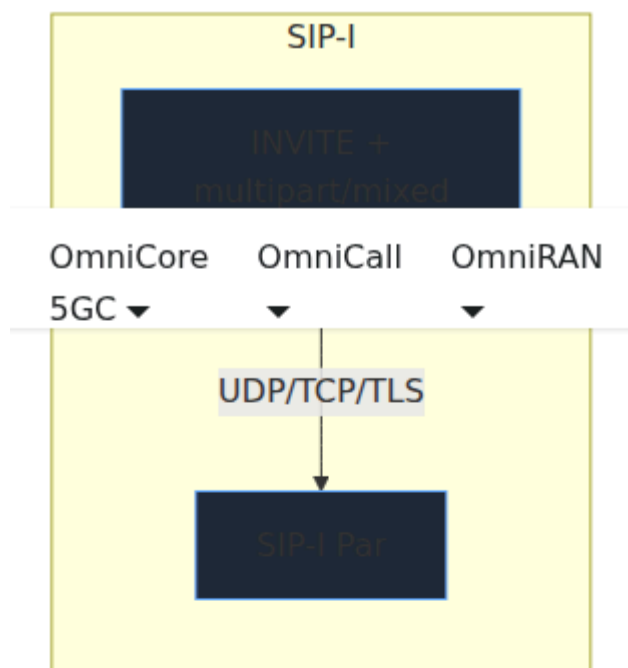
¿Qué es SIP-I?

SIP-I (Protocolo de Inicio de Sesión con ISUP encapsulado) está definido por ITU-T Q.1912.5 y utiliza el protocolo SIP como mecanismo de transporte para mensajes ISUP. A diferencia del trunking SIP puro, que mapea parámetros ISUP a encabezados SIP (potencialmente perdiendo información), SIP-I incluye el mensaje ISUP completo como un cuerpo MIME junto con el SDP, asegurando una interoperabilidad sin pérdida.

SIP-I es el protocolo de trunking estándar utilizado entre servidores MSC y puertas de enlace de medios en redes centrales basadas en IMS de 3GPP y se utiliza ampliamente para la interconexión PSTN.

El cuerpo ISUP se transporta según RFC 3204 (tipo de medio MIME para ISUP) y RFC 3261 (SIP).

Comparación de Protocolos





Aspecto	ISUP Puro	SIP Puro	SIP-I
Transporte	MTP3/M3UA/SCTP	UDP/TCP/TLS	UDP/TCP/TLS
Información de señalización	ISUP completo	Mapeado a encabezados SIP	ISUP completo preservado
Descripción de medios	Capacidad de portadora en IAM	SDP	SDP + capacidad de portadora ISUP
Pérdida de información	Ninguna	Posible (mapeo de parámetros)	Ninguna
Negociación de códec	TMR en IAM	Oferta/Respuesta SDP	Oferta/Respuesta SDP
Caso de uso	PSTN heredada	Interconexión VoIP	MSC-MSC, puerta de enlace PSTN

Formato de Cuerpo Multipart

Los mensajes SIP-I utilizan un cuerpo MIME `multipart/mixed` que contiene dos partes: la oferta/respuesta SDP y el mensaje ISUP codificado según RFC 3204.


```
Content-Type: multipart/mixed;boundary=boundary42
```

```
--boundary42
```

```
Content-Type: application/sdp
```

```
v=0
```

```
o=0mniMSC 12345 12345 IN IP4 203.0.113.10
```

```
s=0mniMSC
```

```
c=IN IP4 203.0.113.10
```

```
t=0 0
```

```
m=audio 10042 RTP/AVP 0 8
```

```
a=rtpmap:0 PCMU/8000
```

```
a=rtpmap:8 PCMA/8000
```

```
--boundary42
```

```
Content-Type: application/ISUP;version=itu-t92+
```

```
<binary ISUP IAM>
```

```
--boundary42--
```

El tipo de contenido `application/ISUP` está definido en RFC 3204. El parámetro `version` identifica la variante ISUP (por ejemplo, `itu-t92+` para ITU-T Q.767).

Configuración de Par SIP-I

Los pares SIP-I se configuran bajo la clave `:sip_i`, por separado de los pares SIP puros.

```
config :omnimsc, :sip_i,  
  peers: [  
    [name: "MSC-02-SIP-I",  
      address: "10.2.1.100",  
      port: 5060,  
      transport: :tcp,  
      isup_variant: :itu_t92,  
      codecs: [:pcmu, :pcma, :amr],  
      max_channels: 500,  
      options_interval: 15]  
  ]
```

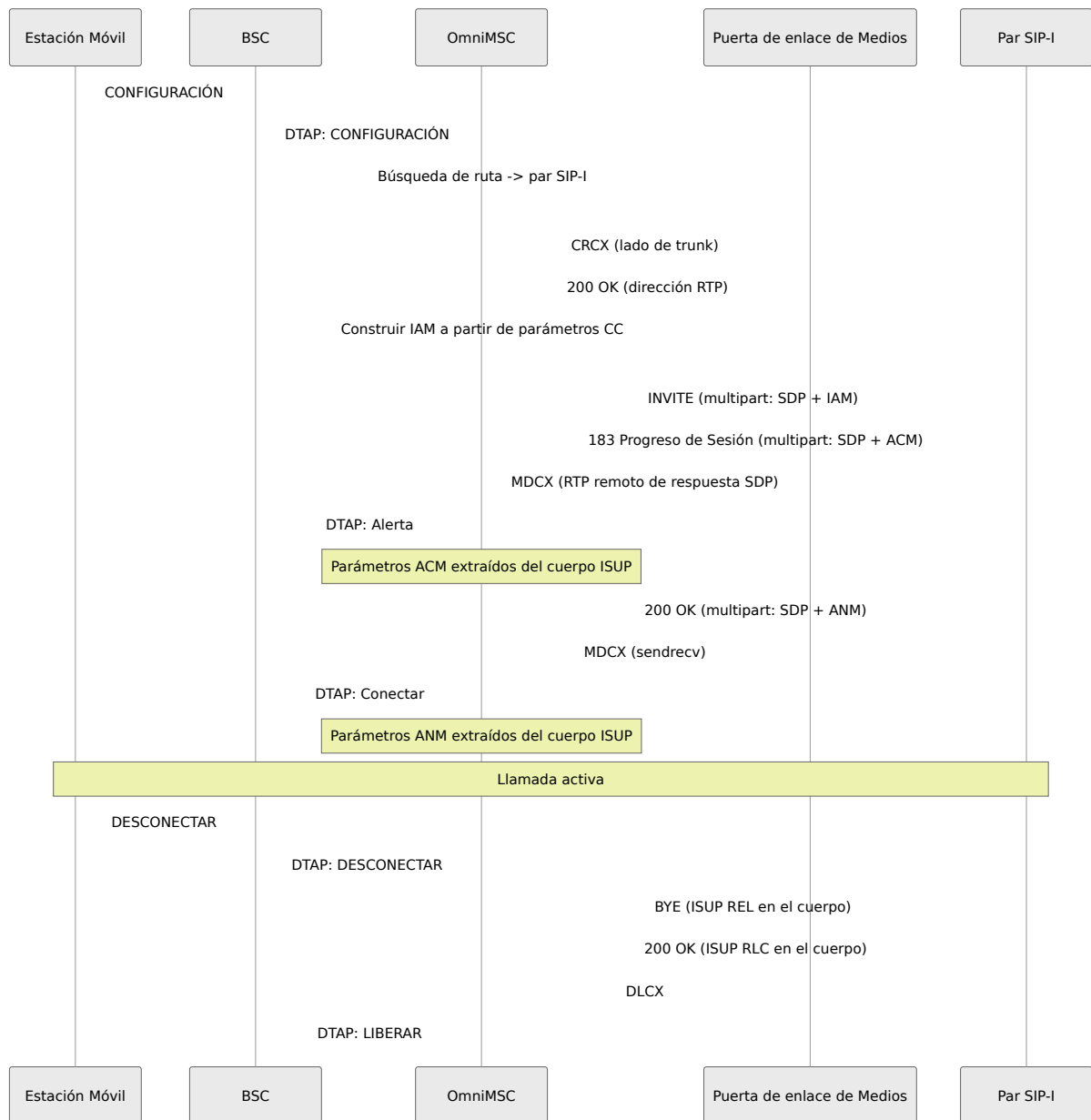
Parámetros del Par SIP-I

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
<code>name</code>	<code>string</code>	-- (requerido)	Nombre lógico del par. Referenciado en entradas de tabla de rutas con tipo <code>:sip_i</code> .
<code>address</code>	<code>string</code>	-- (requerido)	Dirección IP o nombre de host del par.
<code>port</code>	<code>integer</code>	<code>5060</code>	Puerto SIP del par.
<code>transport</code>	<code>atom</code>	<code>:tcp</code>	Protocolo de transporte: <code>:udp</code> , <code>:tcp</code> o <code>:tls</code> . Se recomienda TCP para SIP-I debido a los tamaños de mensaje más grandes.
<code>isup_variant</code>	<code>atom</code>	<code>:itu_t92</code>	Variante de codificación ISUP: <code>:itu_t92</code> (ITU-T Q.767), <code>:ansi</code> (ANSI T1.113), <code>:etsi</code> (ETSI EN 300 356).
<code>codecs</code>	<code>list(atom)</code>	<code>[:pcmu, :pcma]</code>	Códecs de audio soportados para la porción SDP.

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
max_channels	integer	500	Máximo de llamadas concurrentes a este par.
options_interval	integer o nil	nil	Intervalo en segundos para sondas de mantenimiento SIP OPTIONS.

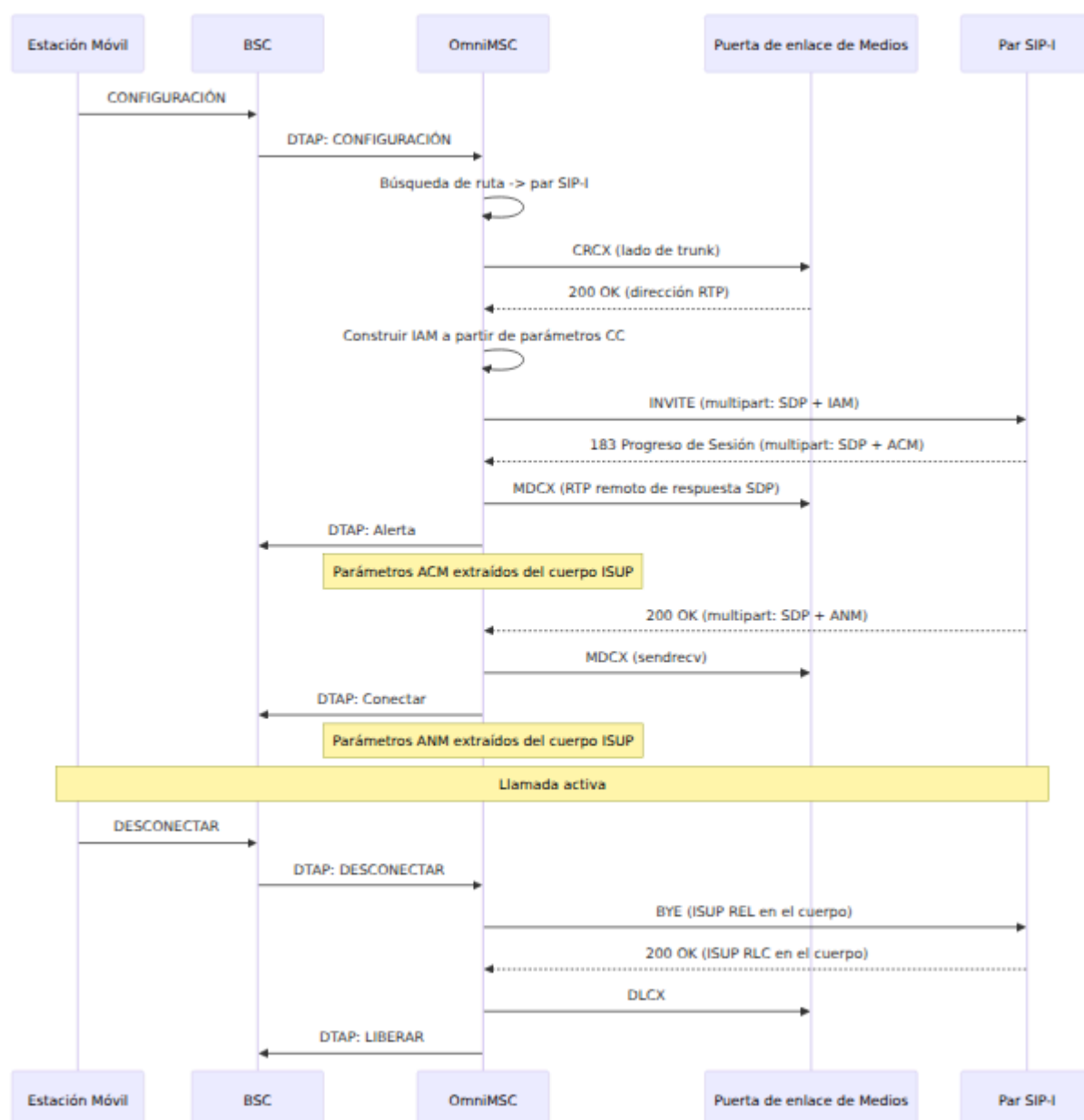
Llamada Saliente (SIP-I)

Cuando OmniMSC enruta una llamada a un par SIP-I, construye el INVITE SIP con un cuerpo multipart que contiene tanto SDP como el ISUP IAM.



Llamada Entrante (SIP-I)

Cuando un INVITE llega de un par SIP-I con un cuerpo multipart, OmniMSC extrae el mensaje ISUP y lo utiliza para poblar los parámetros de la FSM CC.



Mapeo de Encabezados ISUP-SIP

Al intertrabajar entre el cuerpo ISUP y los encabezados SIP, OmniMSC aplica el siguiente mapeo. El cuerpo ISUP es autoritativo; los encabezados SIP se completan para el beneficio de intermediarios solo SIP.

Parámetro ISUP (IAM)	Encabezado SIP	Notas
Número de Parte Llamada	Request-URI, To	Formato E.164 en URI <code>tel:</code>
Número de Parte Llamante	From, P-Asserted-Identity	El indicador de presentación controla el encabezado <code>Privacy</code>
Indicadores de Conexión	Via	Indicador de salto satelital
Indicadores de Llamada Adelante	--	Codificado solo en el cuerpo ISUP
Categoría de Parte Llamante	P-Asserted-Identity	Categoría de operador/prioridad
Requisito de Medio de Transmisión	Línea <code>m=</code> de SDP	Voz, audio de 3.1kHz, 64k sin restricciones
Información de Servicio de Usuario	Líneas de códec SDP	Mapeo de códec y tasa
Indicadores de Llamada Adelante Opcionales	Soportado	Indicador de acceso ISDN

Parámetro ISUP (ACM/ANM)	Respuesta SIP	Notas
Indicadores de Llamada Atrás	183/200	Indicador de cargo, bandera de intertrabajo
Indicadores de Causa (REL)	Encabezado Reason	Causa Q.850 según RFC 3326
Indicadores de Llamada Atrás Opcionales	--	Codificado solo en el cuerpo ISUP

Referencia de Mapeo de Códigos de Causa

SIP-I preserva el código de causa ISUP completo en el cuerpo ISUP. Además, el encabezado SIP Reason lleva la causa Q.850 para nodos intermedios.

Para la finalización de la llamada, el mensaje ISUP REL en el cuerpo BYE tiene prioridad sobre el encabezado SIP Reason si ambos están presentes.

Referencias de 3GPP e ITU-T

Referencia	Título	Relevancia
ITU-T Q.1912.5	Interoperabilidad entre SIP y Control de Llamadas Independiente de Portadora (BICC) o ISUP	Definición del protocolo SIP-I
RFC 3204	Tipo de Medio MIME para Objetos ISUP y QSIG	Tipo de contenido <code>application/ISUP</code>
RFC 3261	SIP: Protocolo de Inicio de Sesión	Transporte SIP
RFC 3264	Modelo de Oferta/Respuesta con SDP	Negociación SDP dentro de SIP-I
RFC 3326	Campo de Encabezado Reason	Código de causa en respuestas SIP
ITU-T Q.767	Aplicación del ISUP	Codificación de mensajes ISUP
ITU-T Q.850	Uso de la Causa en ISDN	Definiciones de códigos de causa
3GPP TS 29.163	Interoperabilidad entre núcleo conmutado por circuitos basado en SIP-I y otras redes	Perfil SIP-I de 3GPP

Trunking SIP

Este documento cubre la configuración de pares SIP, la monitorización de keepalive OPTIONS, la negociación de códecs SDP, el manejo de re-INVITE en diálogo, los temporizadores de sesión, el relé DTMF y los estados de llamada de trunk SIP en OmniMSC.

Para el enrutamiento relacionado con SIP, consulte [Configuración de Enrutamiento](#). Para SIP con ISUP encapsulado, consulte [Trunking SIP-I](#). Para la solución de problemas de trunk SIP, consulte [Guía de Solución de Problemas](#). Para secuencias de flujo de llamadas que muestran la señalización SIP en contexto, consulte [Diagramas de Flujo de Llamadas](#). Para la negociación de códecs de puerta de enlace multimedia, consulte [Control de Medios](#). Para los parámetros de configuración del par SIP, consulte [Referencia de Configuración](#).

Configuración de Par SIP

Cada par SIP representa un punto final remoto, como una puerta de enlace VoIP, SBC, nodo IMS o proveedor de trunking SIP. Los pares se definen en el bloque de configuración `:sip` y se referencian por nombre en la [tabla de enrutamiento](#).

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
<code>name</code>	<code>string</code>	-- (requerido)	Nombre lógico del par. Referenciado en las entradas de la tabla de enrutamiento.
<code>address</code>	<code>string</code>	-- (requerido)	Dirección IP o nombre de host del par.
<code>port</code>	<code>integer</code>	<code>5060</code>	Puerto SIP del par.
<code>transport</code>	<code>atom</code>	<code>:udp</code>	Protocolo de transporte: <code>:udp</code> , <code>:tcp</code> o <code>:tls</code> .
<code>codecs</code>	<code>list(atom)</code>	<code>[:pcmu, :pcma]</code>	Códecs de audio soportados para la negociación SDP.
<code>max_channels</code>	<code>integer</code>	<code>100</code>	Máximo de llamadas concurrentes a este par.
<code>options_interval</code>	<code>integer</code> o <code>nil</code>	<code>nil</code>	Intervalo en segundos para las sondas de keepalive SIP OPTIONS.

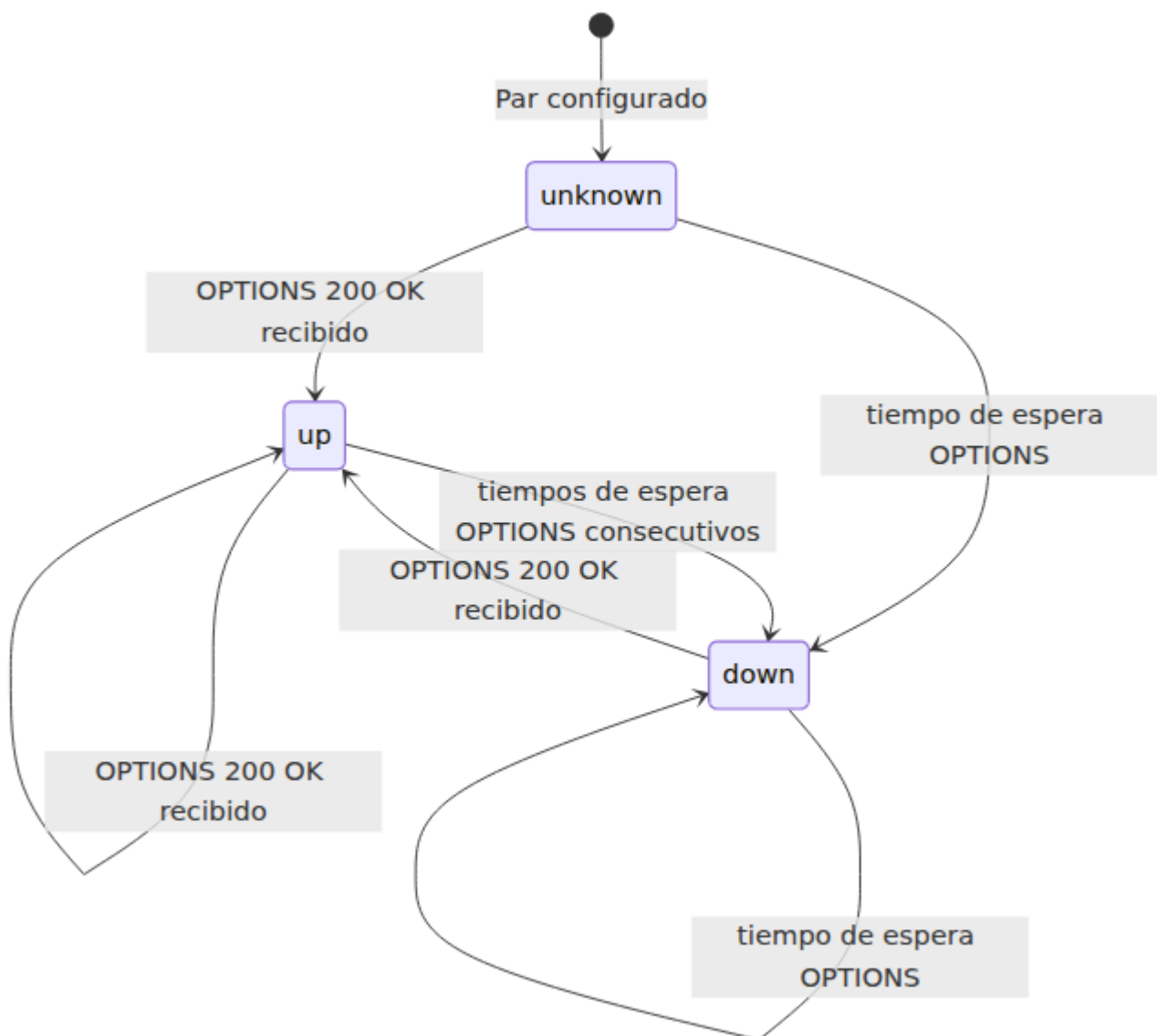
OmniMSC se identifica con el encabezado User-Agent `OmniMSC/0.1` en todas las solicitudes y respuestas SIP salientes.

Keepalive SIP OPTIONS

Cuando se configura `options_interval` para un par, el Gestor de Pares SIP envía solicitudes SIP OPTIONS periódicas para monitorear la salud del par. El estado del par determina si es elegible para el enrutamiento de llamadas.

Estados de Salud del Par

Cada par rastrea un estado de `:up`, `:down` o `:unknown`. Al inicio, todos los pares comienzan en el estado `:unknown`.

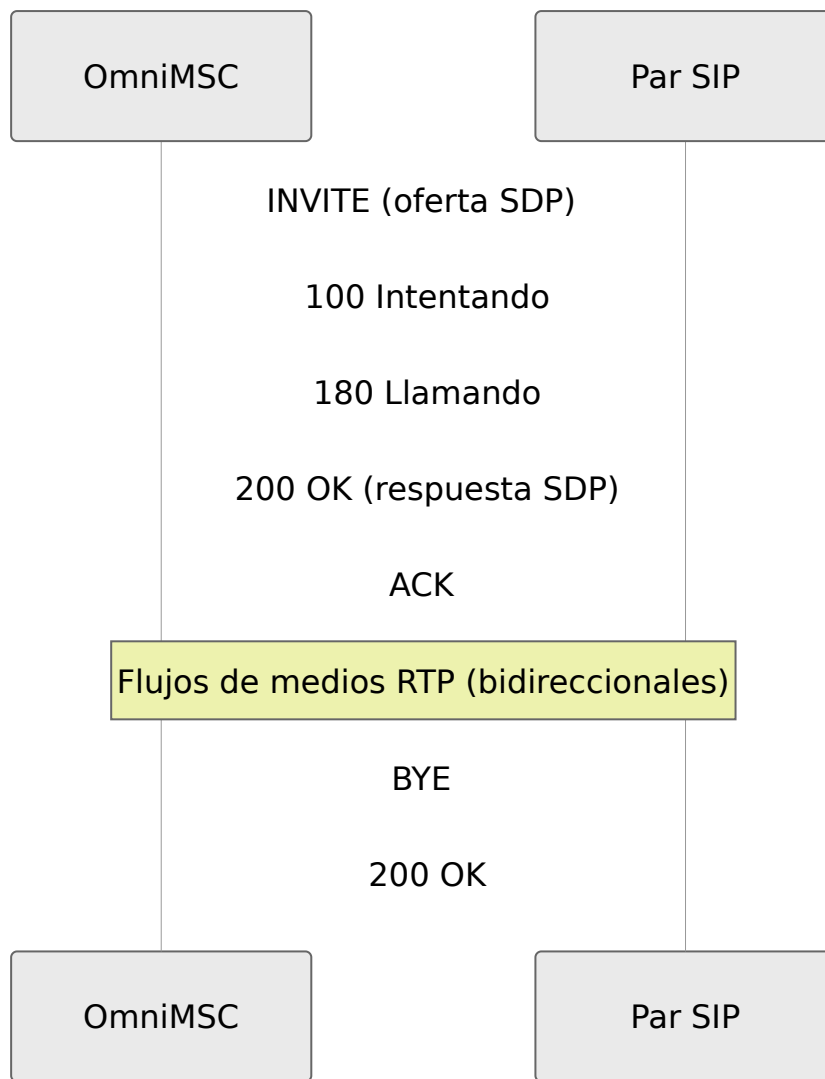


Evento	Transición	Efecto
OPTIONS 200 OK recibido	Cualquiera -> up	Par elegible para enrutamiento
Tiempos de espera OPTIONS consecutivos	up/unknown -> down	Par excluido del enrutamiento, alarma activada
OPTIONS 200 OK después de down	down -> up	Par re-elegible, alarma despejada
<code>max_channels</code> alcanzado	up -> up (límite suave)	Nuevas llamadas rechazadas para este par, llamadas existentes no afectadas

Para la monitorización de pares SIP en el panel de control, consulte [Guía del Panel de Control](#).

Flujo de Llamada SIP MO

Cuando OmniMSC enruta una llamada de origen móvil a un par SIP, se produce el siguiente intercambio de señalización SIP entre OmniMSC y el par remoto.



El INVITE lleva una oferta SDP con códecs basados en la configuración del par y las capacidades del BSC. El 200 OK contiene la respuesta SDP con el códec seleccionado y la dirección RTP remota. Después de ACK, la ruta de medios RTP se establece a través de la puerta de enlace multimedia.

Manejo de Re-INVITE en Diálogo

Un par SIP puede enviar un re-INVITE dentro de un diálogo establecido para varios propósitos: retención de llamada, cambio de códec o actualización de sesión. OmniMSC procesa los re-INVITE y responde con 200 OK utilizando el SDP de la sesión actual.

Propósito del Re-INVITE	Indicador SDP	Comportamiento de OmniMSC
Retención de llamada	a=sendonly	Reconocer la retención, actualizar el modo MGW a recvonly
Reanudación de llamada	a=sendrecv	Reanudar medios, actualizar el modo MGW a sendrecv
Cambio de códec	Línea m= modificada	Renegociar códec si es soportado, rechazar con 488 si no
Actualización de sesión	Sin cambio SDP	Responder con 200 OK, reiniciar temporizador de sesión

Cuando OmniMSC recibe un re-INVITE que no puede aceptar (códec no soportado, SDP faltante), responde con 488 No Aceptable Aquí. El diálogo existente y la sesión de medios permanecen sin afectar.

Temporizador de Sesión (RFC 4028)

OmniMSC soporta temporizadores de sesión SIP según la RFC 4028 para detectar y limpiar sesiones SIP huérfanas. Los temporizadores de sesión aseguran que ambos puntos finales refresquen periódicamente la sesión, previniendo un estado de llamada obsoleto después de fallos en la red.

Parámetro	Valor	Descripción
Session-Expires	1800s (predeterminado)	Tiempo máximo entre refrescos de sesión
Min-SE	90s	Valor mínimo aceptable de Session-Expires
Refresher	UAC o UAS	Determinado durante la negociación

Negociación del Temporizador de Sesión

OmniMSC incluye los encabezados `Session-Expires` y `Min-SE` en las solicitudes INVITE salientes y en las respuestas 200 OK. Cuando un par propone un valor de Session-Expires por debajo del Min-SE configurado, OmniMSC responde con 422 Intervalo de Sesión Demasiado Pequeño e incluye el encabezado Min-SE indicando el valor mínimo aceptable.

El refresco de sesión se realiza a través de re-INVITE. Si no llega un refresco antes de que la sesión expire, OmniMSC envía BYE para finalizar la llamada y libera todos los recursos asociados.

Relé DTMF

OmniMSC retransmite tonos DTMF utilizando mensajes SIP INFO según el tipo de contenido `application/dtmf-relay`. Este método se utiliza cuando el par no soporta la carga útil RTP de evento telefónico RFC 2833 o cuando se prefiere DTMF fuera de banda.

Campo	Descripción	Ejemplo
Content-Type	Tipo MIME para relé DTMF	application/dtmf-relay
Signal	Dígito DTMF (0-9, *, #, A-D)	Signal=5
Duration	Duración del tono en milisegundos	Duration=160

Cuando se detectan eventos DTMF desde el lado de la radio (a través de la puerta de enlace multimedia), OmniMSC genera un mensaje SIP INFO hacia el par SIP con la señal y duración correspondientes. En la dirección inversa, los eventos DTMF SIP INFO entrantes se reenvían a la puerta de enlace multimedia para su reproducción hacia la estación móvil.

Negociación de Códecs SDP

OmniMSC genera ofertas SDP basadas en la intersección de la lista de códecs configurados del par y las capacidades de códec de voz reportadas por el BSC. Los códecs se ofrecen en orden de preferencia.

Códecs Soportados

Códec	Tipo de Carga RTP	Ancho de Banda	Parámetros fmp
AMR	dinámico (96)	4.75-12.2 kbps	octet-align=1
GSM-EFR	dinámico (97)	12.2 kbps	--
GSM-FR	3	13 kbps	--

AMR se ofrece con `octet-align=1` (RFC 4867) para interoperabilidad con redes de acceso 3GPP. GSM-EFR y GSM-FR se ofrecen cuando el BSC indica soporte

para estos códecs en la lista de versiones de voz durante la asignación.

Selección de Códec

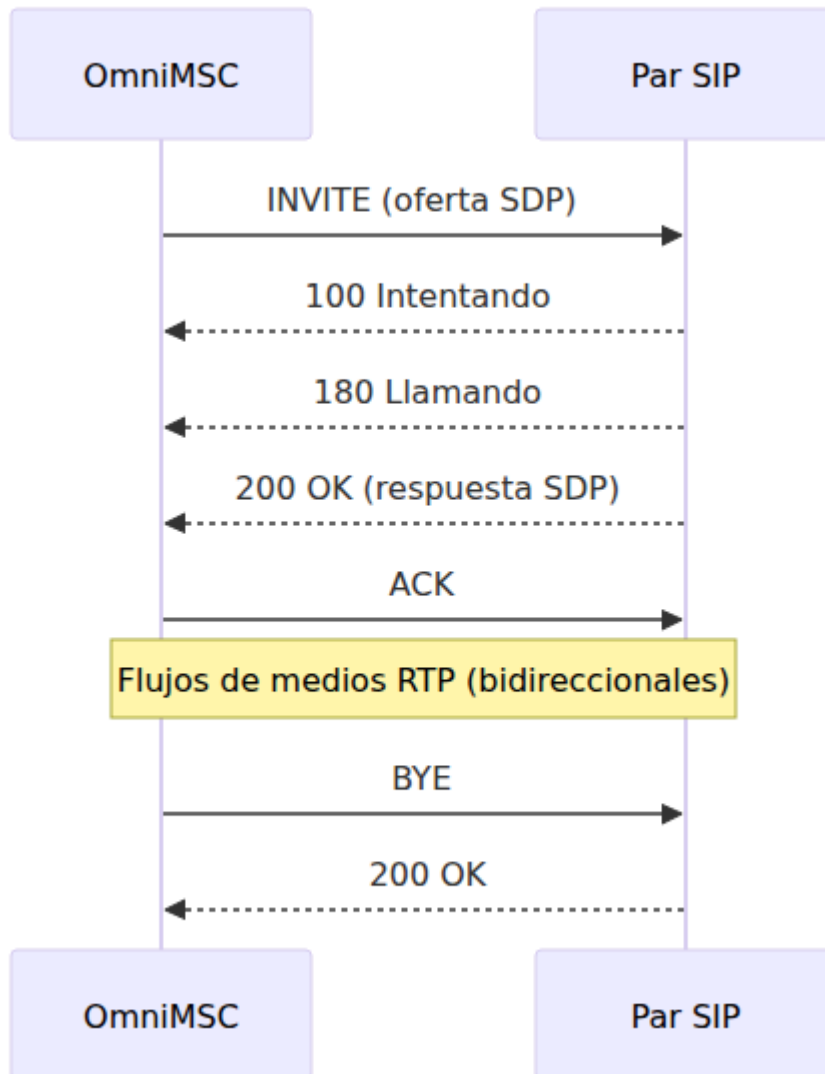
La selección de códec sigue el modelo de Oferta/Respuesta SDP (RFC 3264):

1. OmniMSC construye la oferta SDP a partir de la lista de códecs del par, filtrada por las capacidades de voz del BSC.
2. El par remoto responde con una respuesta SDP que contiene uno o más códecs aceptados.
3. OmniMSC selecciona el primer códec común del orden de la oferta original.
4. Se instruye a la puerta de enlace multimedia (a través de MDCX) con el códec seleccionado y los parámetros RTP.

Si no existe un códec común, OmniMSC responde o recibe 488 No Aceptable Aquí.

Estados de Llamada de Trunk SIP

Estados de Llamadas Salientes



Estados de Llamadas Entrantes



idle

INVITE recibido

invite_received

Enviar 180 Llamando

ringing

Enviar 200 OK

answered

Rechazar (4xx/5xx)

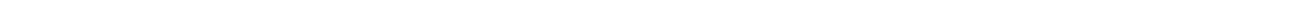
ACK recibido

CANCEL recibido

active

BYE recibido Enviar BYE

terminated



Referencias

Referencia	Título	Relevancia
RFC 3261	SIP: Protocolo de Inicio de Sesión	Señalización SIP central
RFC 4028	Temporizadores de Sesión en SIP	Session-Expires, Min-SE, mecanismo de refresco
RFC 2833	Carga RTP para Dígitos DTMF	Tipo de carga RTP de evento telefónico
RFC 3264	Modelo de Oferta/Respuesta con SDP	Negociación de códecs SDP
RFC 4867	Formato de Carga RTP para AMR y AMR-WB	Parámetro octet-align de AMR
RFC 3326	Campo de Encabezado de Razón	Código de causa en BYE/CANCEL

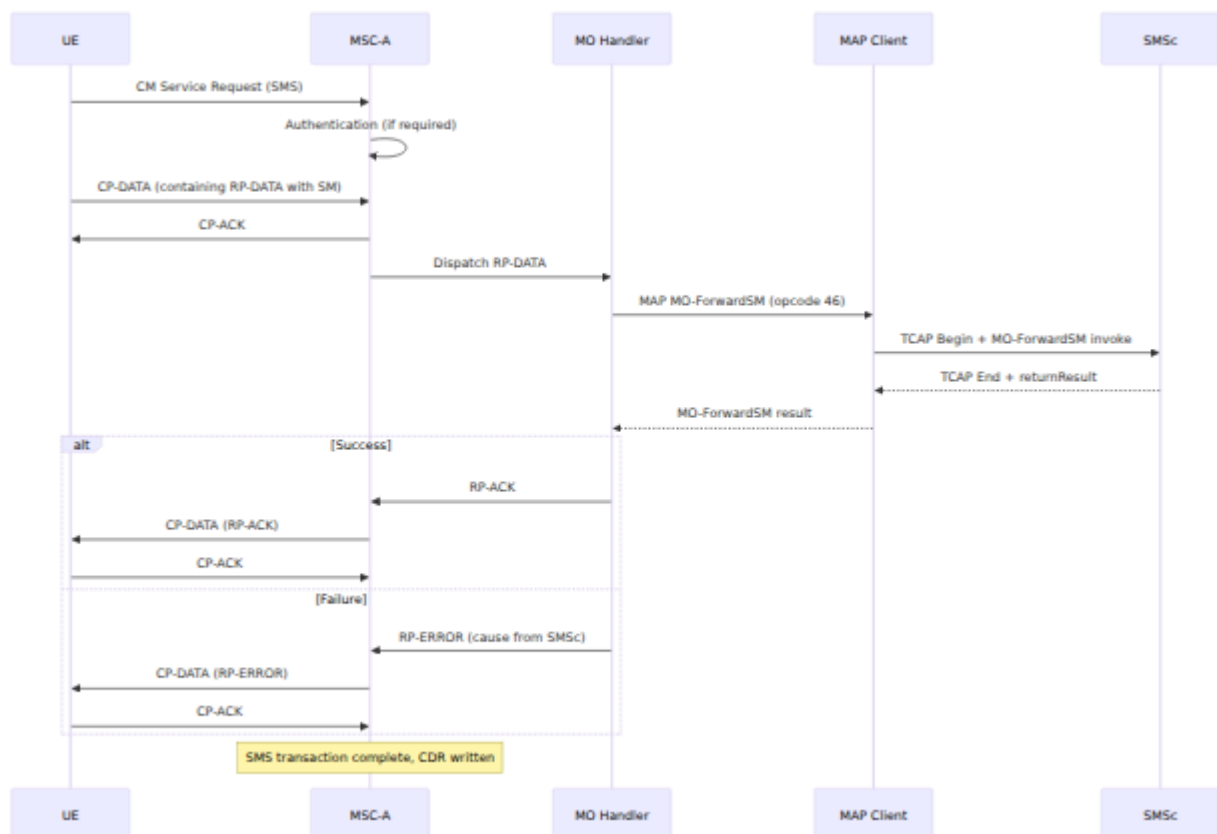
SMS

Este documento describe la implementación del Servicio de Mensajes Cortos en OmniMSC, cubriendo flujos de SMS de origen móvil y de terminación móvil, asignación de identificadores de transacción DTAP, manejo de SAPI de interfaz A, enrutamiento de respuestas MAP y las capas de códec SMS.

Para diagramas de flujo de llamadas que incluyen SMS junto con voz, consulte [Diagramas de Flujo de Llamadas](#). Para detalles de la interfaz MAP que cubren operaciones MO-ForwardSM y MT-ForwardSM, consulte [Operaciones MAP](#). Para la configuración de dirección y código de punto SMS, consulte [Referencia de Configuración](#). Para problemas comunes de entrega de SMS, consulte [Solución de Problemas — Problemas de SMS](#).

MO-SMS (SMS de Origen Móvil)

Un suscriptor envía un mensaje corto a través del MSC al Centro de SMS (SMS). El MSC actúa como un relé, recibiendo el SM desde la interfaz aérea y reenviándolo al SMS utilizando MAP MO-ForwardSM.



El MO Handler extrae el SM-RP-DA (dirección de destino, típicamente la dirección del SMSc) y SM-RP-OA (dirección de origen, el MSISDN del suscriptor) del RP-DATA, luego construye la solicitud MAP MO-ForwardSM. La respuesta MAP determina si el MSC envía RP-ACK o RP-ERROR de vuelta al UE.

MT-SMS (SMS de Terminación Móvil)

El SMSc entrega un mensaje corto a un suscriptor a través del MSC. El SMSc envía un MAP MT-ForwardSM (opcode 44) al MSC, que busca al suscriptor si es necesario y entrega el SM a través de la interfaz aérea.

Para MT-SMS, la red asigna el Identificador de Transacción (TI). Según 3GPP TS 24.007, la bandera TI distingue al originador:

Dirección	Bandera TI	Significado
Red → UE (CP-DATA)	0	La red originó esta transacción
UE → Red (CP-ACK, RP-ACK)	1	UE respondiendo a la transacción originada por la red

El MSC establece la bandera TI=0 en el CP-DATA enviado al UE. El UE refleja el valor de TI pero establece la bandera=1 en todas las respuestas (CP-ACK, CP-DATA que contiene RP-ACK). Esta convención permite que ambos lados distingan entre múltiples transacciones SMS concurrentes.

SAPI 3

Los PDUs NAS de SMS (CP-DATA, CP-ACK, CP-ERROR) se transportan en SAPI 3 de la interfaz A según 3GPP TS 48.006. El byte DLCI (Identificador de Conexión de Enlace de Datos) en el encabezado DTAP de BSSAP se establece en 0x03, indicando SAPI=3.

SAPI 3 proporciona un canal lógico separado del canal de señalización principal (SAPI 0), que transporta mensajes CC y MM. Esta separación permite que la entrega de SMS ocurra concurrentemente con una llamada de voz activa sin interferir con la señalización de control de llamadas.

Enrutamiento de Respuestas MAP

Cuando un MT-ForwardSM llega del SMSc, el MSC debe enrutar la respuesta TCAP End de vuelta al código de punto de origen correcto. El módulo de ingreso captura el OPC (Código de Punto de Origen) del mensaje de transferencia M3UA entrante y lo almacena como `routing_info[:opc]`.

Al construir la respuesta TCAP End, el MSC utiliza este OPC almacenado como el DPC (Código de Punto de Destino) para el mensaje M3UA saliente. Esto

asegura que la respuesta llegue al SMSc correcto, lo cual es importante en redes donde múltiples instancias de SMSc utilizan diferentes códigos de punto, o donde un STP enruta basado en el código de punto en lugar de en el título global SCCP.

El intercambio OPC/DPC sigue la convención estándar de M3UA: el OPC de respuesta es el propio código de punto del MSC (el DPC entrante), y el DPC de respuesta es el código de punto del SMSc (el OPC entrante).

Códec SMS

El códec SMS maneja dos capas de protocolo según 3GPP TS 24.011:

Capa CP (Subcapa de Gestión de Conexiones)

Mensaje	Dirección	Descripción
CP-DATA	Ambos	Transporta un mensaje RP como carga útil
CP-ACK	Ambos	Reconoce la recepción de CP-DATA
CP-ERROR	Ambos	Informa un error en la capa CP (valor de causa incluido)

CP-DATA contiene un único PDU de capa RP. Cada CP-DATA debe ser reconocido con un CP-ACK antes de que se pueda enviar el siguiente CP-DATA en la misma transacción.

Capa RP (Protocolo de Relé)

Mensaje	Dirección	Descripción
RP-DATA	Ambos	Transporta el SM-TP-DU (el mensaje corto real) junto con las direcciones RP-DA y RP-OA
RP-ACK	Ambos	Confirma la entrega exitosa de RP-DATA
RP-ERROR	Ambos	Informa un error en la capa RP (valor de causa de la tabla 8.4 de TS 24.011)

Para MO-SMS, el RP-DATA del UE contiene el SM-RP-DA (dirección del SMSc) y SM-RP-OA (dirección del suscriptor). Para MT-SMS, el MSC construye RP-DATA con SM-RP-DA (IMSI del suscriptor) y SM-RP-OA (dirección del SMSc).

Referencias

Especificación	Título	Relevancia
TS 24.011	Soporte del Servicio de Mensaje Corto Punto a Punto en la interfaz de radio móvil	Capas de protocolo CP y RP, formatos de mensaje, códigos de causa
TS 29.002 Sección 12	Especificación MAP - Procedimientos del Servicio de Mensaje Corto	MAP MO-ForwardSM (opcode 46), MT-ForwardSM (opcode 44), información de enrutamiento para SM
TS 23.040	Realización técnica de SMS	Codificación de la capa SM-TP, período de validez, informes de estado
TS 48.006	Especificación del mecanismo de transporte de señalización para la interfaz BSC-MSC	Asignación de DLCI/SAPI para DTAP de la interfaz A
TS 24.007	Capa de señalización de interfaz de radio móvil 3 - Aspectos generales	Asignación de Identificador de Transacción y convenciones de bandera TI

Servicios Suplementarios

Este documento describe los servicios suplementarios implementados en OmniMSC, cubriendo el mecanismo de despacho de SS, la desvío de llamadas, el bloqueo de llamadas, la espera de llamadas, la identificación de línea, la retención de llamadas, la conferencia multiparte y la interacción con el HLR. Para secuencias de flujo de llamadas, consulte [Diagramas de Flujo de Llamadas](#). Para parámetros de configuración, consulte [Referencia de Configuración](#). Para funciones avanzadas de llamadas como ECT y CCBS, consulte [Funciones Avanzadas de Llamadas](#). Para las operaciones MAP utilizadas para transmitir cambios de SS al HLR (RegisterSS, ActivateSS), consulte [Operaciones MAP](#). Para detalles del puente de conferencia MPTY en la capa de medios, consulte [Control de Medios](#).

Visión General del Despacho de SS

Una estación móvil interactúa con los servicios suplementarios enviando mensajes DTAP del grupo de mensajes SS: SS REGISTER, SS FACILITY y SS RELEASE COMPLETE, según lo definido en 3GPP TS 24.010. Cada mensaje lleva un elemento de información de instalación que contiene componente(s) codificados en ASN.1 con un código de operación y un código de SS que identifican el servicio objetivo. Los servicios suplementarios provisionados para cada suscriptor, junto con sus insignias de estado, son visibles en la página de Suscriptores del panel de control — consulte [Guía del Panel de Control](#).

Cuando OmniMSC recibe uno de estos mensajes, el despachador CC/SS extrae el código de SS del IE de instalación y dirige la solicitud al manejador de servicio apropiado. El código de SS es un valor de un solo byte definido en 3GPP TS 29.002 que identifica de manera única el servicio suplementario que se está invocando.

Operaciones de SS

Cada servicio suplementario admite un subconjunto de las cinco operaciones estándar:

Operación	Descripción
Registrar	Provisionar el servicio con parámetros (por ejemplo, número desviado, temporizador de no respuesta)
Borrar	Eliminar un servicio previamente registrado
Activar	Habilitar un servicio registrado para que entre en efecto
Desactivar	Deshabilitar un servicio activo sin eliminar el registro
Interrogar	Consultar el estado actual y los parámetros de un servicio

El MS codifica estas operaciones utilizando componentes de invocación dentro del IE de instalación. OmniMSC procesa la solicitud, determina si se requiere la participación del HLR y devuelve un componente de resultado de retorno o de error de retorno en la respuesta.

Desvío de Llamadas

OmniMSC implementa las cuatro variantes de desvío de llamadas de 3GPP definidas en TS 24.082. Cada variante puede ser provisionada por suscriptor a través de MAP INSERT SUBSCRIBER DATA desde el HLR, o gestionada por el suscriptor utilizando las operaciones SS Register, Activate, Deactivate, Erase e Interrogate.

Variante	Código SS	Disparador	Referencia 3GPP
Desvío de Llamadas Incondicional (CFU)	0x21	Todas las llamadas entrantes	TS 24.082 Sec 4.1
Desvío de Llamadas en Ocupado (CFB)	0x29	Suscriptor llamado ocupado	TS 24.082 Sec 4.2
Desvío de Llamadas en No Respuesta (CFNRy)	0x2A	Sin respuesta dentro del temporizador	TS 24.082 Sec 4.3
Desvío de Llamadas en No Alcanzable (CFNRc)	0x2B	Suscriptor no alcanzable	TS 24.082 Sec 4.4

CFU (Desvío de Llamadas Incondicional)

Todas las llamadas al suscriptor se desvían incondicionalmente al número desviado configurado. Cuando CFU está activo, el MSC no busca al suscriptor. CFU tiene prioridad sobre todas las otras variantes de desvío.

CFB (Desvío de Llamadas en Ocupado)

Las llamadas se desvían cuando el suscriptor está ocupado (todos los canales de tráfico ocupados o el usuario determinado ocupado). El MSC detecta la condición de ocupado desde la interfaz de radio (UDUB) o el estado de la FSM de CC.

CFNRy (Desvío de Llamadas en No Respuesta)

Las llamadas se desvían cuando el suscriptor no responde dentro de un temporizador configurable (por defecto 20 segundos, rango de 5-30 segundos según 3GPP TS 24.082). El temporizador de no respuesta comienza cuando se recibe la respuesta de búsqueda o la indicación de alerta.

CFNRc (Desvío de Llamadas en No Alcanzable)

Las llamadas se desvían cuando el suscriptor no puede ser alcanzado: IMSI desconectado, sin respuesta de búsqueda o fallo de enlace de radio. El MSC determina la alcanzabilidad desde el estado del suscriptor en el VLR y el resultado de la búsqueda.

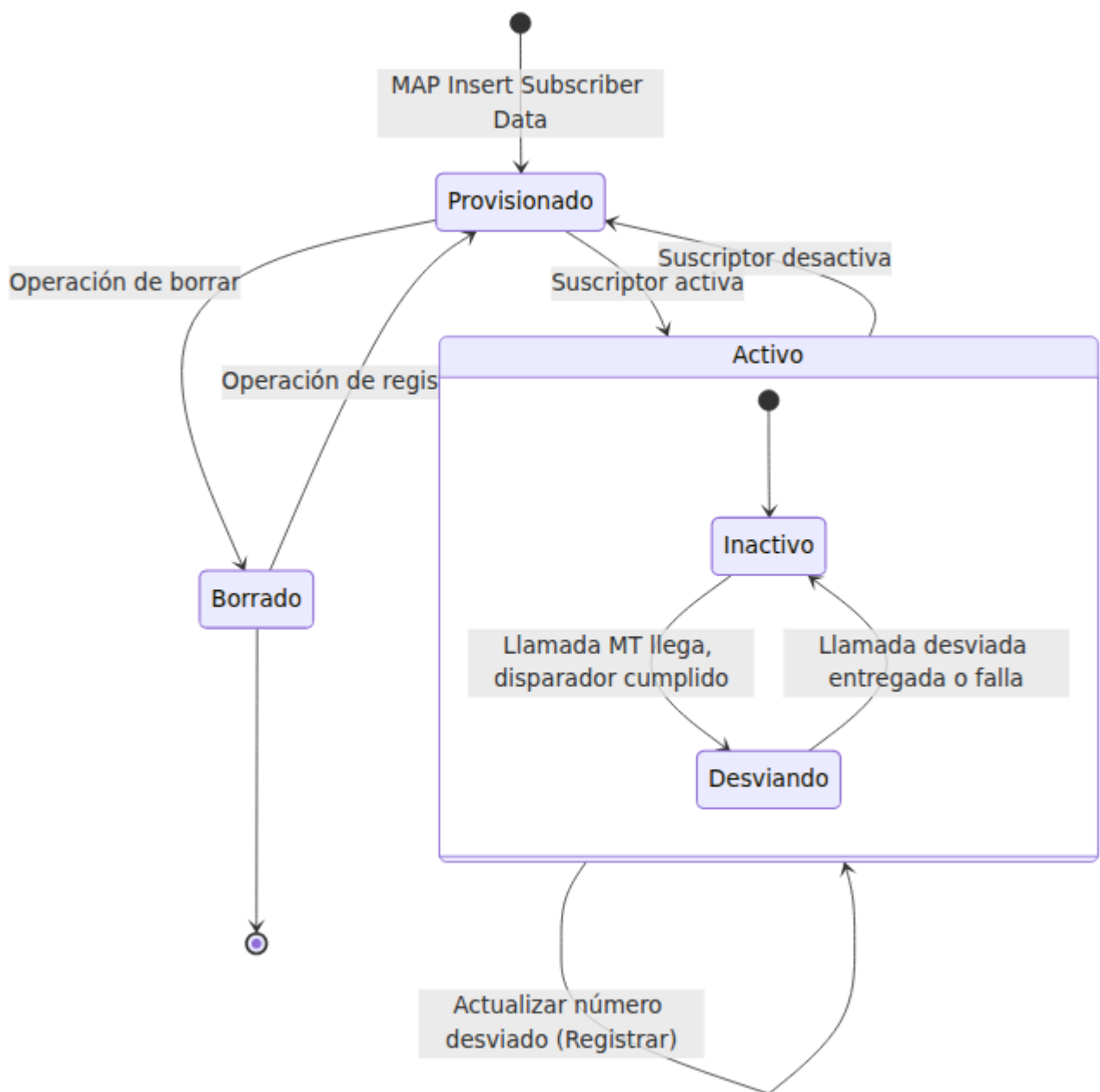
Operaciones de Desvío de Llamadas

Un suscriptor gestiona el desvío de llamadas a través de las operaciones estándar de SS:

Operación	Efecto
Registrar	Almacenar el número desviado y el temporizador de no respuesta opcional; activa implícitamente el servicio
Borrar	Eliminar el número desviado y desactivar el servicio
Activar	Habilitar una variante de desvío registrada previamente
Desactivar	Deshabilitar el desvío sin eliminar el número registrado
Interrogar	Devolver el estado actual (activo/inactivo) y el número desviado

Las operaciones de registro y borrado se transmiten al HLR a través de MAP, ya que los datos de desvío son parte del perfil del suscriptor. La activación, desactivación e interrogación pueden manejarse localmente a partir de los datos del VLR cuando la información ya está disponible, o transmitirse al HLR de lo contrario.

Diagrama de Estado del Desvío de Llamadas



Bloqueo de Llamadas

OmniMSC implementa servicios de bloqueo de llamadas según 3GPP TS 24.088. Las categorías de bloqueo son provisionadas por el HLR a través de MAP INSERT SUBSCRIBER DATA y son aplicadas por el MSC durante la configuración de la llamada. El suscriptor no puede anular el bloqueo provisionado por el operador.

Categoría	Código SS (dentro del grupo de bloqueo)	Dirección	Efecto
Bloqueo de Todas las Llamadas Salientes (BAOC)	0x21	MO	Bloquear todas las llamadas salientes
Bloqueo de Llamadas Internacionales Salientes (BAOIC)	0x22	MO	Bloquear llamadas internacionales salientes
Bloqueo de Llamadas Internacionales Salientes excepto a País de Origen (BAOIC-ExC)	0x23	MO	Bloquear llamadas internacionales salientes excepto a país PLMN de origen
Bloqueo de Todas las Llamadas Entrantes (BAIC)	0x24	MT	Bloquear todas las llamadas entrantes
Bloqueo de Llamadas Entrantes al Roaming (BAIC-Roam)	0x25	MT	Bloquear llamadas entrantes cuando el suscriptor está en roaming fuera de HPLMN

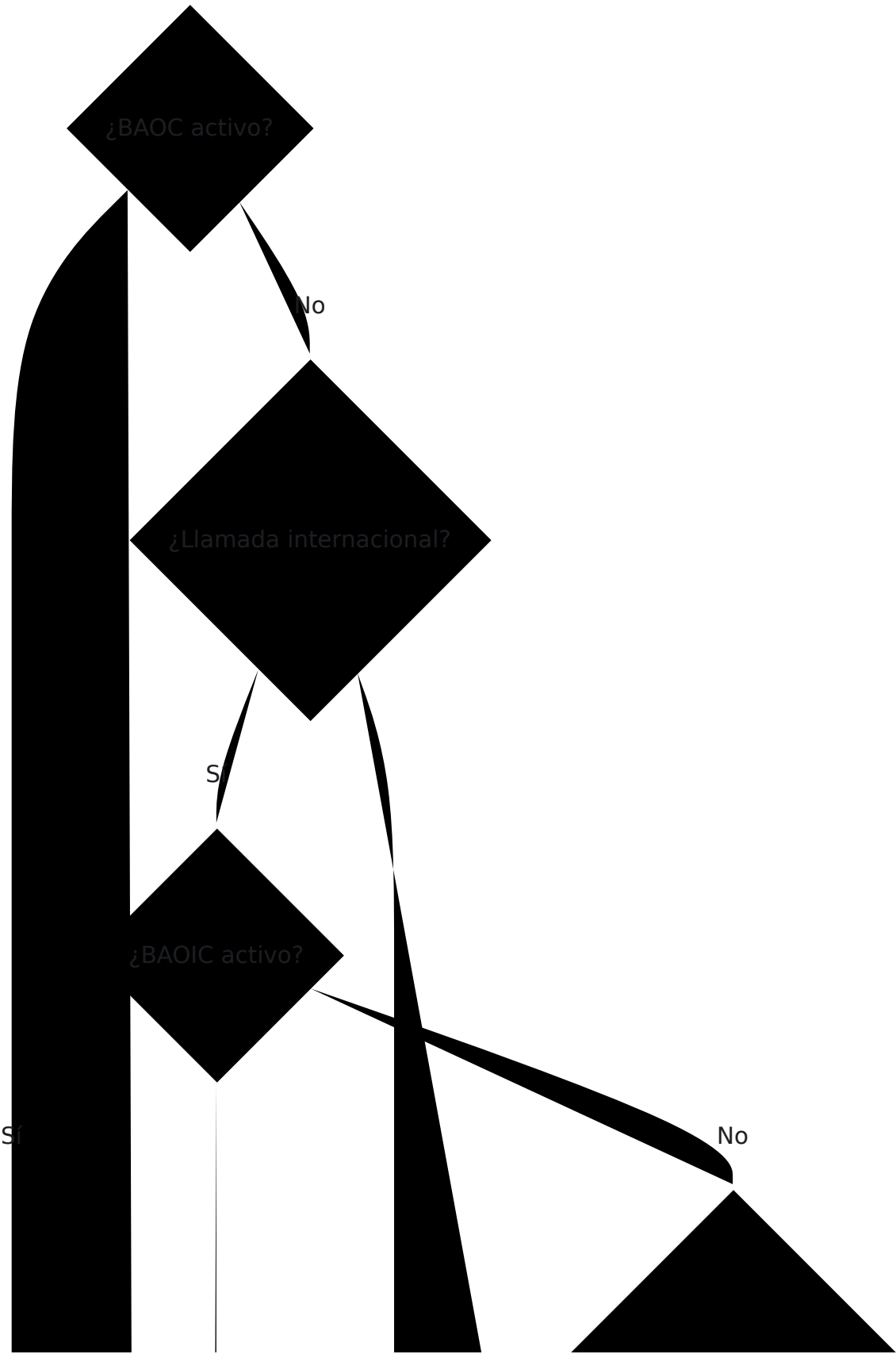
Provisionamiento de Bloqueo

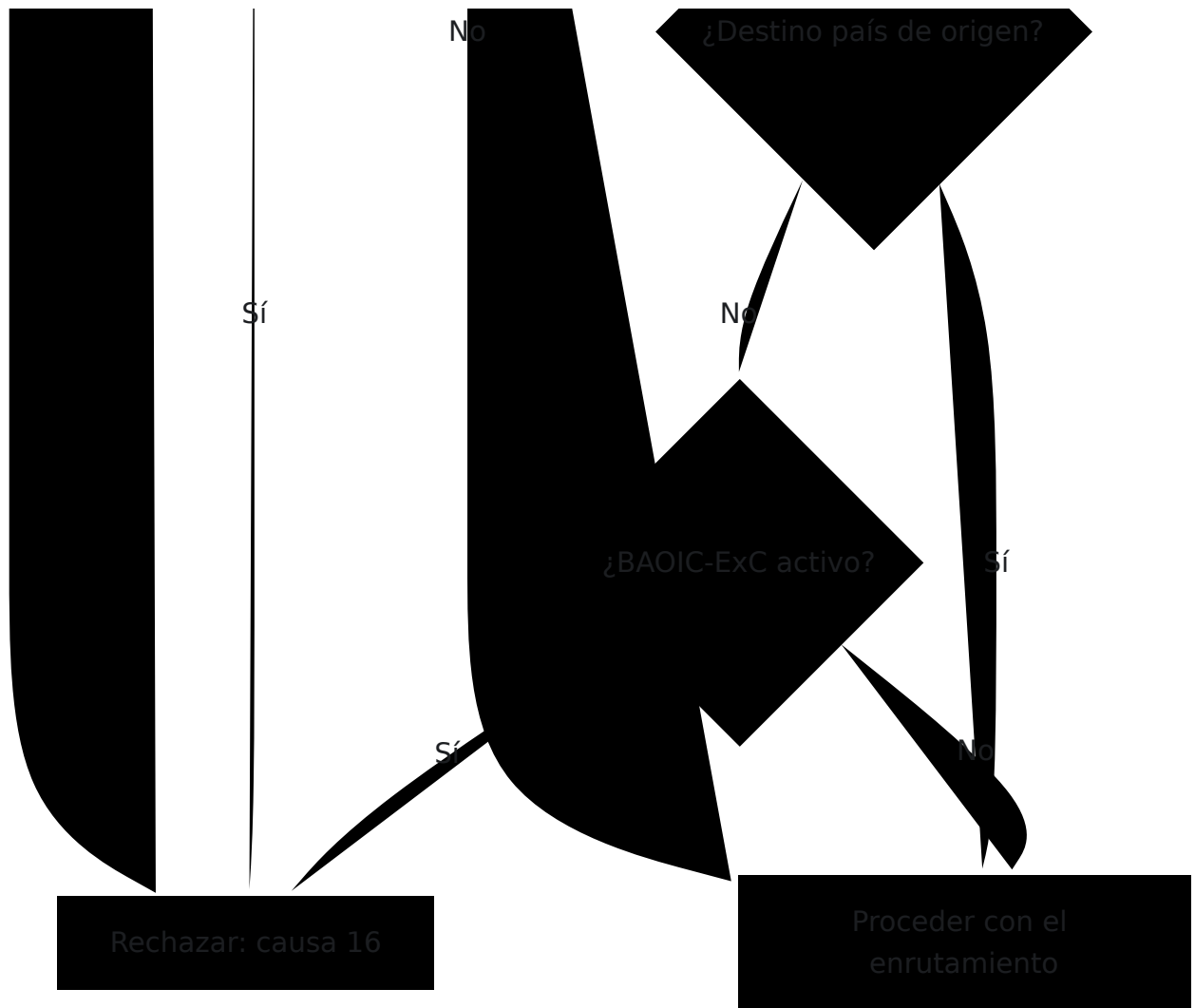
Los datos de bloqueo de llamadas llegan del HLR como parte del perfil del suscriptor en la operación MAP INSERT SUBSCRIBER DATA durante la Actualización de Ubicación. El VLR almacena las categorías de bloqueo activas y el MSC las evalúa en el momento de la configuración de la llamada. Dado que el bloqueo es controlado por el operador, la activación y desactivación por

parte del suscriptor requieren autorización del HLR a través de una contraseña de bloqueo.

Evaluación de Bloqueo -- Llamadas Salientes

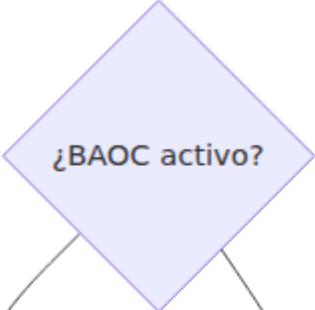
Configuración de
Llamada MO





Evaluación de Bloqueo -- Llamadas Entrantes

Configuración de
Llamada MO



¿BAOC activo?

No

OmniCore
5GC ▼

OmniCall ▼

OmniRAN ▼

OmniCharge ▼

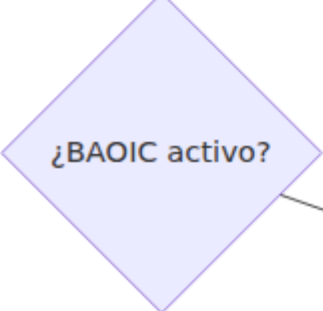
Platform ▼

🌐 Español ▼



¿Llamada internacional?

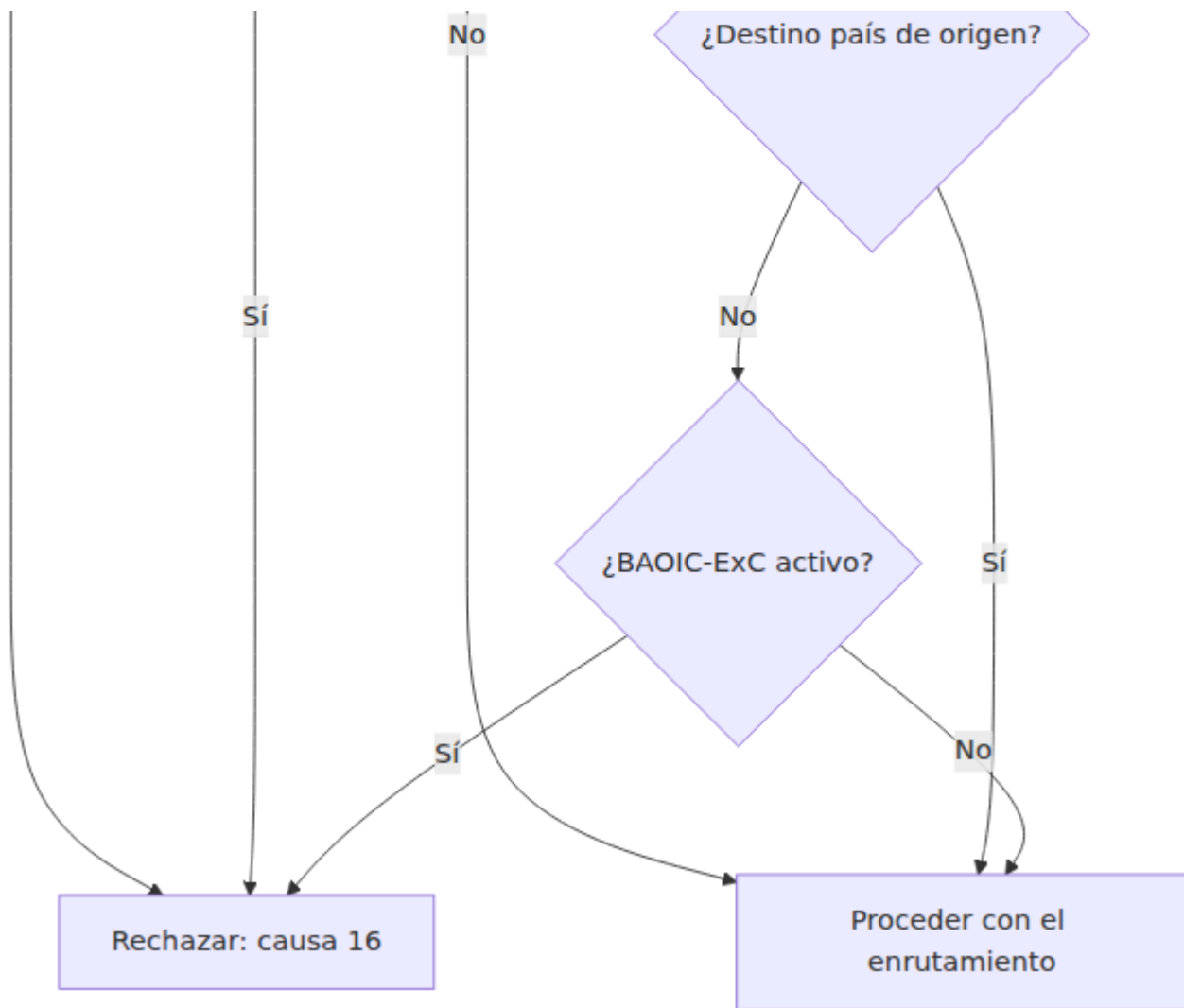
Sí



¿BAOIC activo?

No

Sí

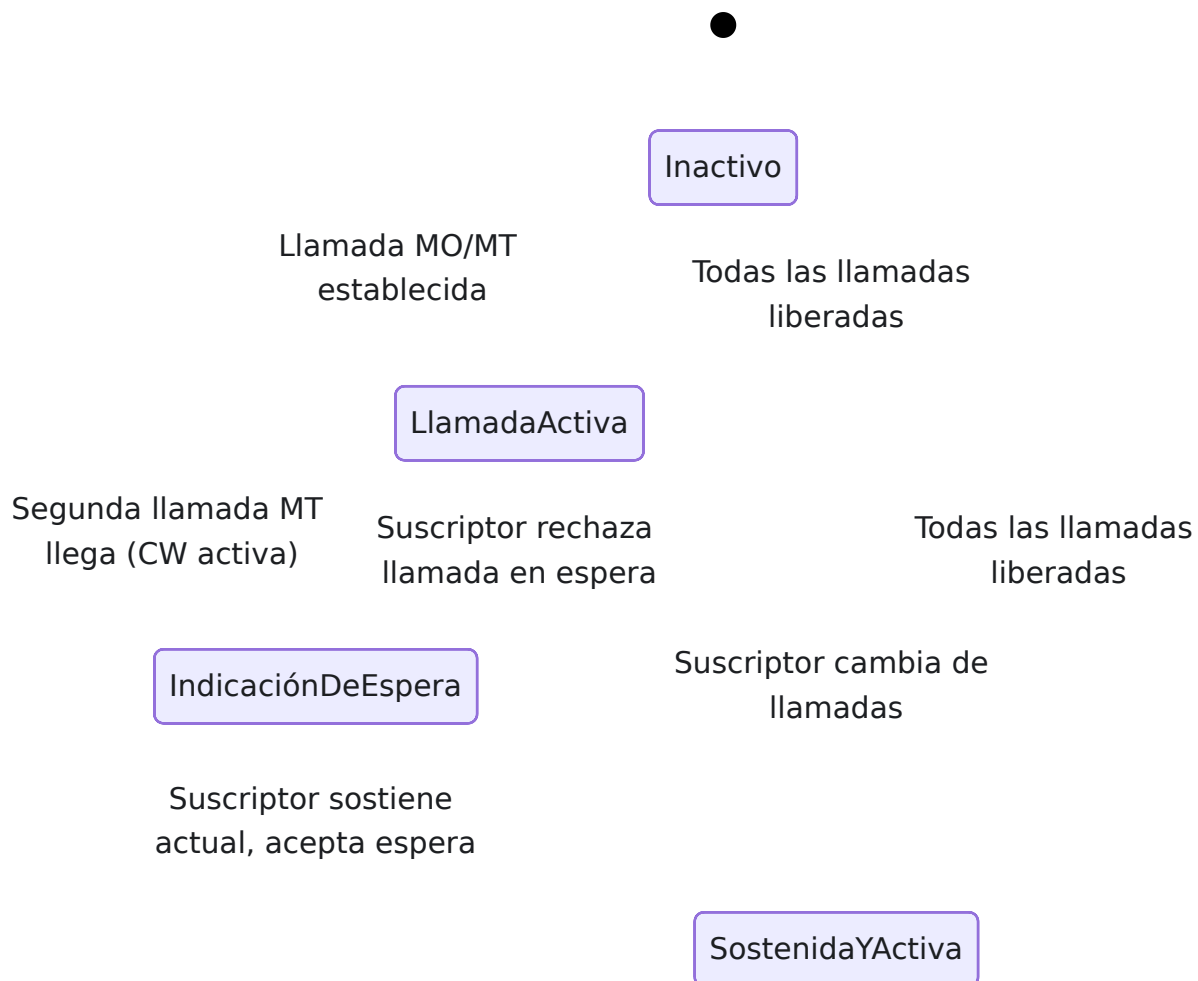


Espera de Llamadas

OmniMSC implementa la Espera de Llamadas (CW) según 3GPP TS 24.083. La Espera de Llamadas tiene el código SS 0x41. El suscriptor puede activar o desactivar la Espera de Llamadas utilizando las operaciones estándar de SS Activate y Deactivate.

Cuando un suscriptor con CW activa está en una llamada y recibe una segunda llamada entrante, el MSC incluye un elemento de información de señal en el mensaje SETUP enviado a la estación móvil. El IE de señal instruye al MS para que reproduzca un tono de espera de llamada, alertando al suscriptor sobre la llamada entrante. Sin CW activa, el MSC devuelve una indicación de ocupado a la segunda parte que llama, lo que puede activar CFB si está configurado.

El suscriptor puede entonces aceptar la llamada en espera colocando la llamada actual en espera (mensaje HOLD) y respondiendo la nueva llamada, o rechazar la llamada en espera, que procede a un manejo normal de ocupado.



Identificación de Línea

OmniMSC implementa la Presentación de Identificación de Línea Llamante (CLIP) y la Restricción de Identificación de Línea Llamante (CLIR) según 3GPP TS 24.081 y TS 24.083.

CLIP (Presentación de Identificación de Línea Llamante) -- Código SS 0x11

CLIP proporciona a la parte llamada el número de la parte que llama. El MSC incluye el número de llamada en el mensaje SETUP enviado a la estación móvil en la pierna MT, y en el IAM o SIP INVITE en el tronco saliente para llamadas MO. CLIP es un servicio provisionado por la red: cuando CLIP está provisionado para el suscriptor llamado, la red presenta el número de llamada sujeto a las restricciones de CLIR de la parte que llama.

CLIR (Restricción de Identificación de Línea Llamante) -- Código SS 0x12

CLIR permite a la parte que llama restringir la presentación de su número a la parte llamada. El HLR provisiona el modo CLIR predeterminado, y el suscriptor puede invocar anulación por llamada donde esté permitido.

Modo	Comportamiento
Permanente	El número siempre está restringido; anulación por llamada no disponible
Temporal (restringido por defecto)	Número restringido a menos que el suscriptor invoque la presentación por llamada
Temporal (permitido por defecto)	Número presentado a menos que el suscriptor invoque la restricción por llamada

El MSC evalúa la configuración de CLIR del suscriptor que llama al poblar el Número de Parte Llamante en la señalización saliente. Una anulación por parte del operador de la red puede forzar la presentación independientemente de la configuración de CLIR, para escenarios como interceptación legal y devolución de llamada de emergencia.

Retención de Llamadas

OmniMSC maneja la Retención de Llamadas según 3GPP TS 24.083. La estación móvil coloca una llamada activa en espera enviando un mensaje HOLD y la recupera enviando un mensaje RETRIEVE. Ambos son mensajes de CC manejados directamente por la FSM de CC dentro del MSC.

Cuando el MSC recibe un mensaje HOLD, la FSM de CC transiciona la pierna de llamada al estado de retenido, instruye a la puerta de enlace de medios a establecer la pierna retenida en modo solo-recepción, y envía un ACKNOWLEDGE de HOLD de vuelta al MS. En RETRIEVE, la FSM de CC invierte el proceso: la pierna de la puerta de enlace de medios vuelve al modo de envío-recepción, y el MSC responde con un ACKNOWLEDGE de RETRIEVE.

La Retención de Llamadas es un requisito previo para varios otros servicios suplementarios, incluyendo la Espera de Llamadas (aceptar una segunda llamada), conferencia multiparte (unir llamadas retenidas y activas), y Transferencia de Llamadas Explícita (conectar partes remotas retenidas y activas).

Conferencia Multiparte (MPTY)

OmniMSC implementa llamadas multiparte según 3GPP TS 24.084. MPTY permite a un suscriptor unir múltiples llamadas en una conferencia. El puente de conferencia se aloja en la puerta de enlace de medios, con el MSC controlando la participación a través de intercambios de invocación y resultado de retorno de CC FACILITY.

Operaciones MPTY

Operación	Código SS	Descripción
BuildMPTY	0x51	Crear o extender la conferencia fusionando las llamadas retenidas y activas
HoldMPTY	0x52	Colocar toda la conferencia en espera
RetrieveMPTY	0x53	Recuperar una conferencia retenida
SplitMPTY	0x54	Extraer una parte de la conferencia a una llamada privada

Flujo de BuildMPTY

El suscriptor primero establece dos llamadas (una activa, una retenida) utilizando la configuración normal de llamadas y el procedimiento HOLD, luego envía una invocación BuildMPTY en un mensaje CC FACILITY. OmniMSC crea un contexto de conferencia en la puerta de enlace de medios, redirige todas las piernas de llamada al puente de conferencia y devuelve un resultado de retorno BuildMPTY al MS. Llamadas posteriores pueden añadirse a la conferencia repitiendo el patrón de retener y marcar seguido de otra invocación BuildMPTY.

HoldMPTY y RetrieveMPTY

HoldMPTY coloca todas las piernas de la conferencia en modo solo-recepción en la puerta de enlace de medios, permitiendo al suscriptor hacer una llamada privada fuera de la conferencia. RetrieveMPTY invierte esto, restaurando todas las piernas al modo de envío-recepción y reconectando al suscriptor a la conferencia.

SplitMPTY

SplitMPTY extrae una sola parte de la conferencia a una llamada privada de dos partes con el suscriptor. Los restantes participantes de la conferencia son colocados en espera. El MS identifica la parte a ser separada por referencia de llamada en la invocación SplitMPTY.

Puente de Conferencia en MGW

La puerta de enlace de medios mantiene el contexto de conferencia con una terminación por participante. OmniMSC utiliza CRCX para crear terminaciones y MDCX para añadir o eliminar terminaciones del contexto de conferencia. La puerta de enlace realiza mezcla de audio para todos los participantes en el contexto.

Relay de HLR

Varias operaciones de SS requieren interacción con el HLR, ya que el perfil del suscriptor es la fuente autorizada para el estado del servicio suplementario. Cuando el MSC recibe una operación de SS que modifica el estado persistente (Registrar, Borrar, Activar, Desactivar para desvío, verificación de contraseña de bloqueo), la solicitud se transmite al HLR a través de la operación MAP apropiada. El HLR procesa la solicitud, actualiza el perfil del suscriptor y devuelve el resultado, que el MSC reenvía a la estación móvil.

Las operaciones transmitidas a través de MAP incluyen:

- RegisterSS / EraseSS para números de desvío de llamadas
 - ActivateSS / DeactivateSS para cambios en el estado del servicio que deben persistir más allá del registro actual del VLR
 - RegisterPassword para gestión de contraseñas de bloqueo de llamadas
 - InterrogateSS cuando el VLR no tiene los datos solicitados
-

Interrogación Local

Cuando el VLR ya tiene datos actuales de servicios suplementarios (recibidos durante la Actualización de Ubicación a través de INSERT SUBSCRIBER DATA), las solicitudes de interrogación pueden ser respondidas localmente sin contactar al HLR. Esto reduce la carga de señalización y el tiempo de respuesta. El MSC consulta el registro del suscriptor en el VLR para el código de SS solicitado y devuelve el estado actual directamente a la estación móvil.

La interrogación local se utiliza para consultas de estado donde se sabe que los datos del VLR son frescos, como inmediatamente después de una Actualización de Ubicación o después de una operación de Registro/Activación/Desactivación exitosa que actualizó la copia local del VLR.

Referencias de Especificaciones 3GPP

Especificación	Título	Relevancia
TS 24.010	Capa 3 de Interfaz de Radio Móvil -- Servicios Suplementarios	Estructura de mensajes SS, IE de instalación, tipos de componentes
TS 24.080	Especificación de Capa 3 de Interfaz de Radio Móvil SS -- Formatos y Codificación	Codificación ASN.1 de operaciones y componentes de SS
TS 24.081	Servicios Suplementarios de Identificación de Línea	CLIP, CLIR
TS 24.082	Servicios Suplementarios de Desvío de Llamadas	CFU, CFB, CFNRy, CFNRc
TS 24.083	Servicios Suplementarios de Espera de Llamadas y Retención de Llamadas	CW, HOLD, RETRIEVE
TS 24.084	Servicios Suplementarios Multiparte	BuildMPTY, HoldMPTY, RetrieveMPTY, SplitMPTY
TS 24.088	Servicios Suplementarios de Bloqueo de Llamadas	BAOC, BAOIC, BAOIC-ExC, BAIC, BAIC-Roam
TS 29.002	Especificación MAP	Asignaciones de código SS, operaciones MAP para provisionamiento de SS

Guía de Solución de Problemas

Este documento cubre problemas operativos comunes encontrados con implementaciones de OmniMSC y sus pasos de resolución. Para referencia de configuración, consulte [Referencia de Configuración](#). Para métricas del sistema y alertas, consulte [Referencia de Métricas](#). Para estado en tiempo real e inspección de suscriptores, consulte [Guía del Panel de Control](#).

Conectividad SS7

Enlace STP Caído

Síntomas: No se establecen nuevas llamadas, las actualizaciones de ubicación no se completan, se activa la alarma `sctp_link_down` y `omnimsc_peer_status` muestra 0 para el par STP afectado.

Investigación: Verifique que la asociación SCTP al STP esté establecida. Compruebe que la dirección IP remota y el puerto coincidan con la configuración del STP. Confirme que el protocolo SCTP 132 esté permitido a través de cualquier firewall entre el MSC y el STP. Verifique que el contexto de enrutamiento STP coincida con el valor configurado en OmniMSC. Compruebe que la máquina de estados ASP de M3UA haya progresado a través de ASPUP y ASPAC hasta el estado ACTIVO. Si la asociación se establece pero M3UA no alcanza ACTIVO, revise los registros de M3UA en busca de fragmentos ERR que indiquen un desajuste en el contexto de enrutamiento o en el modo de tráfico.

Resolución: Corrija la configuración del punto final SCTP (IP, puerto), las reglas del firewall o el contexto de enrutamiento M3UA según lo indicado por la investigación. Una vez que la asociación SCTP se restablezca y M3UA alcance ACTIVO, la alarma se despejará automáticamente y la señalización se reanudará.

Tiempo de Espera del Diálogo MAP

Síntomas: Las actualizaciones de ubicación se quedan colgadas sin completar, la entrega de SMS falla, la alarma `hlr_unreachable` puede ser activada. Las operaciones MAP se agotan sin recibir un TC-CONTINUE o TC-END del HLR.

Investigación: Confirme que el HLR sea accesible a nivel de red. Verifique que los códigos de punto estén configurados correctamente en ambos extremos. Compruebe que la traducción de Título Global esté configurada correctamente si se utiliza enrutamiento SCCP basado en GT. Verifique que M3UA tenga una ruta activa al código de punto HLR. Inspeccione los registros en busca de mensajes TC-BEGIN que se envían sin respuestas correspondientes TC-CONTINUE.

Resolución: Corrija la configuración del código de punto o del Título Global según sea necesario. Si el HLR es accesible pero no responde, el problema está del lado del HLR. Verifique que el HLR tenga una ruta de retorno al código de punto del MSC.

DPC Incorrecto para Respuestas MAP

Síntomas: El SMS Sc nunca recibe la confirmación de MT-SMS. Las respuestas MAP ForwardSM se envían pero no llegan al SMS Sc de origen. La entrega de MT-SMS parece completarse desde la perspectiva del MSC, pero el SMS Sc retransmite la solicitud.

Investigación: Verifique el Código de Punto de Destino (DPC) en el mensaje M3UA DATA que lleva la respuesta MAP. El DPC de respuesta debe coincidir con el Código de Punto de Origen (OPC) de la solicitud MAP entrante, que es el código de punto del SMS Sc. Si la respuesta se envía al código de punto del STP o HLR en lugar del SMS Sc, la información de enrutamiento OPC no se está utilizando para el DPC de respuesta.

Resolución: Asegúrese de que la respuesta MAP utilice el OPC de la información de enrutamiento entrante como el DPC para el mensaje de retorno. Esto garantiza que la respuesta llegue al código de punto correcto del SMS Sc en lugar de una ruta predeterminada.

Problemas de Llamadas

Audio Unidireccional

Síntomas: La llamada se establece (ambas partes escuchan el timbre y responden) pero el audio fluye en una sola dirección, o no fluye en absoluto.

Investigación: Verifique que los mensajes MGCP CRCX (Crear Conexión) y MDCX (Modificar Conexión) se estén enviando al gateway de medios y que el gateway responda con 200 OK. Compruebe que el MGW sea accesible y esté en buen estado. Inspeccione la dirección de conexión SDP (línea c=) en el SIP 200 OK para confirmar que contenga una dirección IP enrutable, no una dirección privada o de loopback. Si está detrás de NAT, verifique que el parámetro `external_ip` esté configurado. Confirme que el rango de puertos RTP esté abierto en ambas direcciones a través de cualquier firewall.

Resolución: Corrija la conectividad del MGW, la configuración de la dirección SDP o las reglas del firewall según se identifique. Para implementaciones NAT, configure el parámetro `external_ip` en la configuración SIP.

SIP BYE No Enviado al Finalizar la Llamada

Síntomas: Cuando se libera la conexión de la interfaz A (por ejemplo, fallo de enlace de radio, liberación de BSC), no se notifica al par SIP. El extremo SIP remoto mantiene la sesión abierta hasta que expira su propio temporizador.

Investigación: Verifique que el evento `connection_lost` se esté enviando a las FSM de CC cuando MSC-A libera la conexión. Cada transacción de llamada activa debe recibir la indicación de liberación para que la FSM de CC pueda activar SIP BYE en la pierna saliente.

Resolución: Asegúrese de que el controlador de liberación de MSC-A itere todas las transacciones activas y entregue el evento `connection_lost`. La FSM de CC debe transitar al estado de liberación y enviar SIP BYE al recibir este evento.

Asignación Completa al FSM de CC Incorrecto

Síntomas: Una nueva llamada en una conexión existente (por ejemplo, una segunda llamada MO mientras la primera está en espera) recibe la Asignación Completa para la transacción incorrecta, causando corrupción del estado de la llamada.

Investigación: Verifique que la referencia `active_trans` se actualice cuando comienza una nueva llamada mientras la conexión ya está en el estado de comunicación. La Asignación Completa se entrega a la transacción que esté marcada como `active_trans` en el momento de la recepción.

Resolución: Asegúrese de que el proceso MSC-A actualice `active_trans` a la nueva transacción al procesar la segunda Solicitud de Servicio CM o la configuración de llamada en el estado de comunicación.

DTMF No Funciona

Síntomas: Los tonos DTMF durante la llamada no son reconocidos por la parte remota o el sistema IVR. El suscriptor presiona dígitos pero no ocurre ninguna acción.

Investigación: Verifique que se estén enviando mensajes SIP INFO con el tipo de contenido `application/dtmf-relay` cuando se reciben eventos DTMF del lado de radio. Confirme que el par SIP soporte el método INFO para el reenvío de DTMF. Revise la configuración del par SIP para las preferencias de manejo de DTMF.

Resolución: Asegúrese de que el reenvío de DTMF basado en SIP INFO esté habilitado y que el par esté configurado para aceptarlo. Si el par requiere paquetes RTP de evento telefónico RFC 2833 en lugar de SIP INFO, ajuste el método de reenvío de DTMF en consecuencia.

Problemas de SMS

Tiempo de Espera de Entrega de MT-SMS (TC1)

Síntomas: La entrega de MT-SMS iniciada por el SMSc se agota. La operación MAP ForwardSM no se completa dentro del temporizador TC1. El SMSc retransmite el intento de entrega.

Investigación: Verifique que la operación register_mt_sms utilice una llamada sincrónica para asegurar que el DTAP CP-DATA se envíe antes de la respuesta MAP. Verifique que el Identificador de Transacción DTAP (TI) esté correctamente asignado para la dirección MT. Confirme que los PDU de SMS se estén enviando en SAPI 3 (el canal de señalización dedicado para SMS) en lugar de SAPI 0.

Resolución: Asegúrese de que el registro MT-SMS sea sincrónico, la asignación de TI sea correcta con la bandera TI establecida para transacciones iniciadas por la red, y el uso de SAPI 3 para los mensajes DTAP de SMS.

Bucle de Re-Entrega de MT-SMS

Síntomas: El proceso de manejo de MT-SMS se bloquea y se reinicia repetidamente, causando que el mismo SMS se reentregue en un bucle. El suscriptor puede recibir mensajes duplicados.

Investigación: Verifique el child_spec del proceso de manejo de MT-SMS en el árbol de supervisión. Si la estrategia de reinicio está configurada como permanente, el supervisor reiniciará el manejador incondicionalmente después de cada terminación, incluida la finalización normal. Esto causa re-entrega porque el manejador reiniciado reinicia la entrega.

Resolución: Establezca el child_spec del manejador de MT-SMS para reiniciar: :temporal para que la terminación normal no active un reinicio. Solo los bloqueos anormales deben causar un reinicio, y el SMSc manejará la re-entrega a través de su propio mecanismo de reintento.

Respuesta MAP No Alcanzando el SMSc

Síntomas: La entrega de MT-SMS se completa en el lado de radio (el suscriptor recibe el mensaje) pero el SMSc no recibe la respuesta MAP ForwardSM. El SMSc trata la entrega como fallida y puede reentregar.

Investigación: Verifique el DPC en el mensaje M3UA DATA que lleva la respuesta MAP ForwardSM. El DPC debe coincidir con el código de punto del SMSc, que es el OPC de la solicitud MAP entrante (routing_info[:opc]). Si la respuesta se enruta al código de punto incorrecto, el SMSc nunca lo verá.

Resolución: Asegúrese de que el DPC de respuesta MAP se derive de routing_info[:opc] de la solicitud entrante, no de un código de punto predeterminado o asociado al HLR.

Autenticación

Fallo de Autenticación -- Desajuste de MAC

Síntomas: La autenticación del suscriptor falla con la razón mac_failure. El UE envía un Fallo de Autenticación con causa "Fallo de MAC" indicando que la verificación de autenticación de la red falló en el USIM.

Investigación: Esto indica un desajuste entre la clave del suscriptor (Ki/K) almacenada en el USIM y la clave almacenada en el HLR/AuC. El vector de autenticación generado por el AuC no coincide con lo que el USIM calcula. Esto puede ocurrir después del reemplazo de SIM, migración de HLR o errores de aprovisionamiento.

Resolución: Verifique que la clave del suscriptor en el HLR/AuC coincida con la clave programada en el USIM. Reaprovisionar el perfil del suscriptor en el HLR si es necesario. Este no es un problema del lado del MSC: el MSC retransmite fielmente los vectores del HLR.

Bucle de Resincronización de Autenticación

Síntomas: El suscriptor entra en un ciclo de resincronización de autenticación que se repite sin resolución. El UE envía un Fallo de Autenticación con causa "Fallo de SQN" y un parámetro AUTS. El MSC retransmite la resincronización al HLR, pero los intentos de autenticación subsiguientes también fallan con fallo de SQN.

Investigación: OmniMSC permite un máximo de 2 intentos de resincronización por ciclo de autenticación. Verifique si se ha superado el conteo de resincronización. Verifique que el HLR procese correctamente el parámetro AUTS y avance el SQN. Si el SQN del HLR está significativamente fuera de rango del SQN del USIM, una sola resincronización puede no ser suficiente.

Resolución: Si el bucle de resincronización persiste después de 2 intentos, el suscriptor debe ser reaprovisionado en el HLR. El SQN del HLR debe restablecerse para alinearse con el SQN del USIM. Contacte a las operaciones del HLR para resolver la discrepancia de SQN.

Problemas de Suscriptores

TMSI Desconocido en Respuesta de Paginación

Síntomas: Un suscriptor responde a la paginación utilizando un TMSI que no es reconocido por el MSC. Esto puede ocurrir después de un reinicio del MSC o corrupción de la tabla TMSI.

Investigación: Cuando el MSC recibe una Respuesta de Paginación con un TMSI desconocido, no rechaza al suscriptor. En su lugar, el MSC envía una Solicitud de Identidad para obtener el IMSI directamente de la estación móvil. Este es un comportamiento de recuperación normal según 3GPP TS 24.008.

Resolución: No se requiere ninguna acción. El MSC resuelve automáticamente el TMSI desconocido solicitando el IMSI del suscriptor. Si esto ocurre con frecuencia, investigue si la reasignación de TMSI está funcionando correctamente durante las actualizaciones de ubicación.

Solicitud de Servicio CM para IMSI Desconocido

Síntomas: Un suscriptor envía una Solicitud de Servicio CM pero no está registrado en el VLR. El MSC no tiene datos del suscriptor para este IMSI.

Investigación: OmniMSC activa una actualización de ubicación implícita cuando recibe una Solicitud de Servicio CM de un suscriptor no registrado. El MSC inicia el procedimiento completo de actualización de ubicación (autenticación, cifrado, MAP UPDATE LOCATION al HLR) antes de proceder con el servicio solicitado.

Resolución: No se requiere ninguna acción. La actualización de ubicación implícita es automática. Si la actualización de ubicación falla (HLR inalcanzable, fallo de autenticación), la Solicitud de Servicio CM es rechazada y el suscriptor debe volver a intentarlo.

Suscriptor Atascado en VLR

Síntomas: Un registro de suscriptor permanece en el VLR a pesar de que el suscriptor esté inalcanzable o se haya trasladado a otro MSC. Los intentos de paginación para este suscriptor fallan consistentemente.

Investigación: Verifique si el suscriptor ha completado una actualización de ubicación en otro MSC (el HLR habría enviado un MAP CANCEL LOCATION, que elimina el registro del VLR). Si se perdió la cancelación o el registro del VLR está de otra manera obsoleto, puede ser necesaria la eliminación manual.

Resolución: Utilice el endpoint DELETE /api/subscribers/{id} para purgar el registro del suscriptor del VLR. El suscriptor volverá a registrarse a través de la actualización de ubicación cuando acceda a la red nuevamente.

Rendimiento

Rechazo por Sobrecarga

Síntomas: Nuevas llamadas y actualizaciones de ubicación son rechazadas con causa GSM 42 (congestión de equipos de conmutación). La alarma `overload` está activa.

Investigación: Verifique los umbrales de sobrecarga actuales y las métricas del sistema que los están superando. Las cuatro métricas monitoreadas son: llamadas activas (máx. por defecto 10,000), suscriptores registrados (máx. por defecto 50,000), conteo de procesos BEAM (máx. por defecto 500,000) y tasa de paginación (máx. por defecto 1,000/seg). Determine qué métrica está activando la condición de sobrecarga.

Resolución: Si los umbrales son apropiados para el hardware, investigue la fuente de la sobrecarga: volumen de llamadas anormal, tormentas de paginación o fugas de procesos. Si los umbrales son demasiado conservadores para la implementación, aumente los mismos en la configuración de sobrecarga. Consulte [Referencia de Configuración](#).

Alto Uso de Memoria

Síntomas: El consumo de memoria de BEAM crece con el tiempo o aumenta inesperadamente. El sistema puede volverse no responsivo si se agota la memoria.

Investigación: Verifique los tamaños de las tablas ETS para los principales almacenes en memoria: tabla de suscriptores VLR, contextos de conferencia MPTY y tabla de transacciones TCAP. Un gran número de entradas obsoletas en cualquiera de estas tablas puede causar crecimiento de memoria. También verifique si hay fugas de procesos: un aumento en el conteo de procesos BEAM sin un crecimiento correspondiente de suscriptores o llamadas indica procesos que no están terminando correctamente.

Resolución: Identifique y resuelva la fuente del crecimiento. Las entradas obsoletas de VLR pueden ser eliminadas a través de la API de suscriptores. Los tiempos de espera de transacciones TCAP deberían limpiar

automáticamente los diálogos abandonados. Si se identifican fugas de procesos, investigue el árbol de supervisión en busca de procesos con estrategias de reinicio incorrectas o manejo de tiempos de espera faltantes.

Problemas de SIP

Para la configuración del par SIP y detalles de keepalive OPTIONS, consulte [Troncal SIP](#).

Par SIP Mostrando Estado DESCONOCIDO

Síntomas: Un par SIP aparece con estado DESCONOCIDO en el panel de control o métricas, en lugar de ARRIBA o ABAJO.

Investigación: OmniMSC determina el estado del par SIP a través de mensajes periódicos de keepalive OPTIONS. Si el keepalive OPTIONS no está configurado para el par, o si el par nunca ha respondido a una solicitud OPTIONS, el estado permanece DESCONOCIDO. Verifique si la configuración del par incluye configuraciones de keepalive. Confirme que el par sea accesible y responda a SIP OPTIONS con 200 OK.

Resolución: Habilite el keepalive OPTIONS para el par en la configuración SIP. Si el keepalive está habilitado pero el par no responde, investigue la conectividad de red y confirme que el par soporte el método OPTIONS.

Retransmisiones de re-INVITE del Par

Síntomas: Un par SIP envía solicitudes de re-INVITE durante una llamada establecida (para renegociación de códec, actualización de sesión o mantener/desmantener) y las retransmite porque el MSC no responde. El par puede eventualmente terminar la llamada debido a la re-INVITE no respondida.

Investigación: Verifique que la pila SIP del MSC maneje los mensajes de re-INVITE en diálogo cuando la llamada está en estado activo. Si el re-INVITE llega durante una transición de estado o no se empareja con el diálogo correcto, puede ser descartado silenciosamente.

Resolución: Asegúrese de que la capa de transacciones SIP empareje correctamente el re-INVITE en diálogo con la pierna de llamada existente y que la FSM de CC procese el re-INVITE en el estado activo. El MSC debe responder con 200 OK que contenga una respuesta SDP actualizada.

Expiración del Temporizador de Sesión

Síntomas: Las llamadas establecidas se desconectan inesperadamente después de un intervalo fijo (típicamente 1800 segundos). El par SIP envía BYE con razón "Temporizador de Sesión Expirado."

Investigación: Los temporizadores de sesión SIP (RFC 4028) requieren re-INVITE o UPDATE periódicos para mantener la sesión activa. Verifique la negociación del encabezado Session-Expires durante la configuración de la llamada. Verifique que el MSC respete el valor Min-SE (Mínimo Expira de Sesión) propuesto por el par. Si el MSC es el refresher, confirme que envíe re-INVITE o UPDATE antes de que expire el temporizador de sesión.

Resolución: Asegúrese de que el MSC participe en la negociación del temporizador de sesión y realice la actualización de sesión según lo requiera el rol negociado (refresher o refreshee). Si los temporizadores de sesión no son necesarios en la implementación, puede ser necesario configurar al par para que no los requiera.

Referencias de Especificaciones 3GPP

Especificación	Título	Relevancia
TS 24.008	Capa 3 de la Interfaz de Radio Móvil	Autenticación, identidad, procedimientos DTAP
TS 29.002	Especificación MAP	Operaciones HLR, enrutamiento de código de punto
TS 48.008	Interfaz MSC-BSS (BSSMAP)	Asignación, modo de cifrado, paginación
TS 23.018	Procedimientos de Transferencia	Transferencia inter-MSC
TS 22.101	Principios de Servicio	Llamada de emergencia, sobrecarga

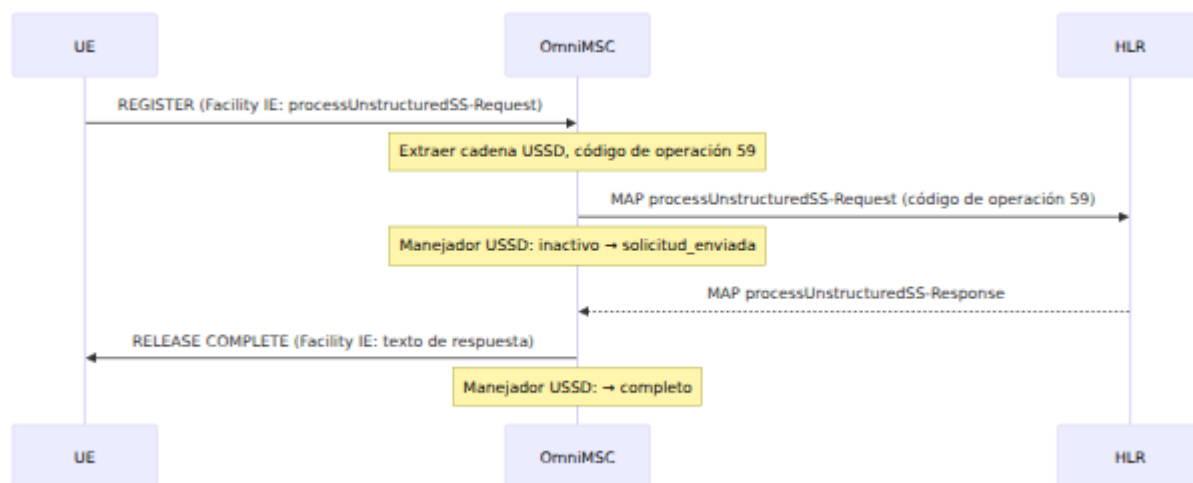
USSD

Este documento describe la implementación de los Datos de Servicio Suplementarios No Estructurados (USSD) en OmniMSC, cubriendo el relé HLR, el manejo local, el menú de easter egg de diagnóstico, el códec USSD y el flujo de mensajes SS.

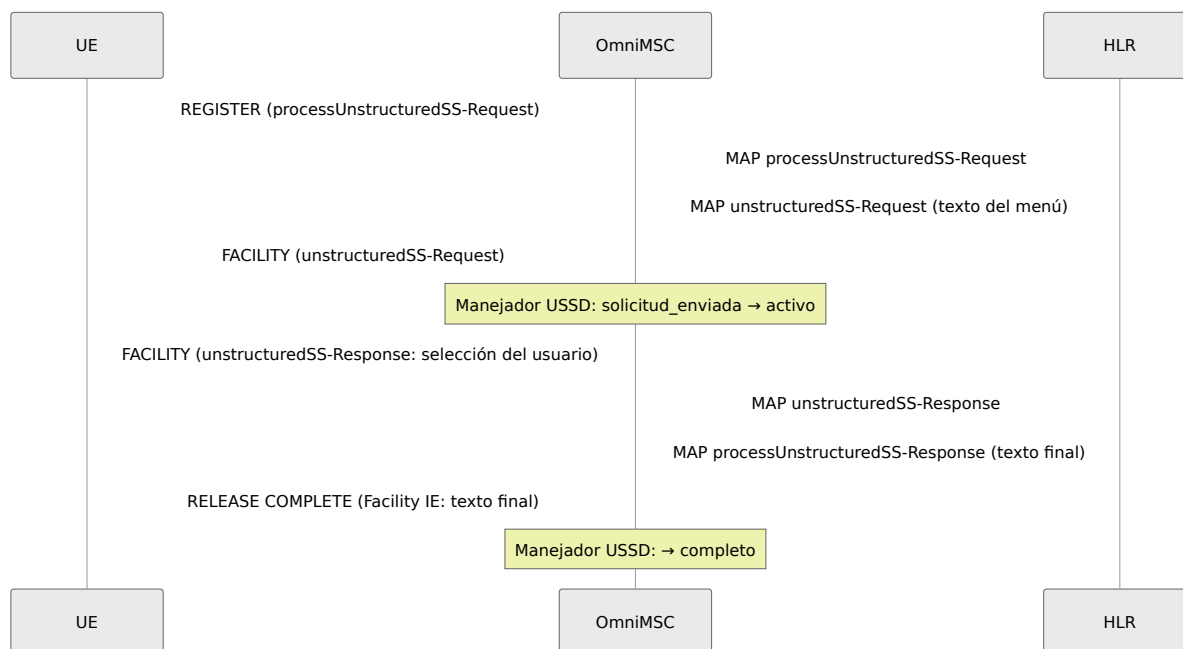
Para los códigos de servicio suplementario manejados a través de USSD (códigos MMI de desvío de llamadas, restricción de llamadas, espera de llamadas), consulte [Servicios Suplementarios](#). Para la operación MAP ProcessUnstructuredSS-Request y la gestión del diálogo, consulte [Operaciones MAP](#). Para métricas relacionadas con USSD en Prometheus, consulte [Métricas y Monitoreo](#). Para la configuración del gateway USSD, consulte [Referencia de Configuración](#). Para resolver problemas con USSD, consulte [Solución de Problemas](#).

Relé USSD a HLR

Cuando un suscriptor envía una cadena USSD que no es manejada localmente por el MSC, la solicitud se reenvía al HLR a través de MAP. El MS envía un mensaje REGISTER que contiene un Facility IE con un processUnstructuredSS-Request (código de operación 59). El MSC extrae la cadena USSD y reenvía la solicitud al HLR utilizando la misma operación MAP. El MSC extrae la cadena USSD y reenvía la solicitud al HLR utilizando la misma operación MAP. El HLR devuelve una respuesta MAP processUnstructuredSS-Response, que el MSC reenvía al UE como RELEASE COMPLETE (Facility IE: texto de respuesta).



Para sesiones interactivas de múltiples pasos, el HLR responde con un unstructuredSS-Request (código de operación 60) en lugar de una respuesta final. El MSC reenvía esto al UE como un mensaje FACILITY, y la respuesta del UE se reenvía de vuelta al HLR. Este diálogo continúa hasta que el HLR envía un processUnstructuredSS-Response final.



Manejo Local de USSD

El MSC puede manejar ciertos códigos USSD localmente sin reenviarlos al HLR o a un gateway externo. El manejo local se utiliza para:

- Códigos de activación/desactivación de servicios suplementarios (CFU, CFB, CFNR, CFNRC, CLIP, CLIR, Restricción de Llamadas, Espera de Llamadas) utilizando el formato MMI estándar definido en 3GPP TS 22.030
- Códigos de diagnóstico definidos por el operador manejados internamente por el MSC

Cuando una cadena USSD coincide con un código de servicio manejado localmente, el Manejador USSD lo dirige al Manejador SS o al módulo interno apropiado. La respuesta se envía directamente al UE sin señalización MAP.

Para códigos en el rango definido por el operador (100-199), el módulo Gateway USSD enruta la solicitud a un gateway USSD externo si uno está configurado, o rechaza la solicitud si no hay gateway disponible.

Easter Egg: Menú de Diagnóstico del Sistema

OmniMSC incluye un menú de diagnóstico oculto accesible marcando `*#6664#` (que se escribe como `*#OMNI#` en un teclado de teléfono). El MSC reconoce varias variantes de teclado de este código y responde con un menú USSD interactivo.

El menú principal proporciona las siguientes opciones:

Tecla	Elemento del Menú	Información Mostrada
1	Estado del Sistema	Tiempo de actividad, suscriptores registrados, conexiones activas, llamadas activas, uso de memoria, conteo de programadores
2	VLR	Conteo de suscriptores registrados, FSMs de LU activas, FSMs de Autenticación activas
3	Llamadas Activas	Conteo y resumen de llamadas activas (dirección, números de llamada/recibidos)
4	Pila SS7	Conteo de conexiones SCCP, conteo de transacciones TCAP, solicitudes de paginación pendientes
5	BEAM VM	Conteo/límite de procesos, profundidad de cola de ejecución, conteo de reducciones, desglose de memoria (total, ETS, binario)
6	Acerca de	Información de versión de OmniMSC, lanzamiento de OTP, marca de Servicios de Red Omnitouch
9	Consulta de Ventas	Información de contacto
0	Salir	Termina la sesión

Cada submenú muestra una opción "0. Volver" que regresa al menú principal. Los datos de diagnóstico se recopilan de métricas del sistema en vivo en el momento de la solicitud.

El easter egg se maneja completamente dentro del MSC sin ninguna señalización MAP. El Manejador USSD detecta el código mágico, lo dirige al módulo EasterEgg y gestiona el diálogo del menú de múltiples pasos utilizando mensajes unstructuredSS-Request iniciados por la red al UE.

Códec USSD

El códec USSD maneja la codificación y decodificación de elementos de protocolo USSD según 3GPP TS 24.080 y TS 24.090.

Estructura del Facility IE

El Facility IE (etiqueta 0x1C) envuelve un componente codificado en ASN.1 BER:

Tipo de Componente	Etiqueta ASN.1	Uso
Invoke	0xA1	Transporta una solicitud (processUnstructuredSS-Request, unstructuredSS-Request, unstructuredSS-Notify)
ReturnResultLast	0xA2	Transporta una respuesta (processUnstructuredSS-Response, unstructuredSS-Response)

Cada componente contiene un ID de invocación, un código de operación y un parámetro opcional SEQUENCE con el esquema de codificación de datos USSD y la cadena USSD.

Códigos de Operación MAP

Código de operación	Operación	Dirección
59	processUnstructuredSS-Request	MO: UE → MSC → HLR
60	unstructuredSS-Request	MT: HLR → MSC → UE (paso de menú interactivo)
61	unstructuredSS-Notify	MT: HLR → MSC → UE (notificación, no se espera respuesta)

Codificación GSM de 7 bits

Las cadenas USSD se codifican utilizando el alfabeto por defecto de 7 bits de GSM definido en 3GPP TS 23.038. Cada carácter se representa como un septeto de 7 bits, y los septetos se empaquetan en octetos (8 septetos caben en 7 bytes). El byte del esquema de codificación de datos (DCS=0x0F) indica la codificación GSM de 7 bits.

Para cadenas que requieren caracteres fuera del alfabeto de 7 bits de GSM, se utiliza la codificación UCS-2 (DCS=0x48), donde cada carácter ocupa dos bytes en UTF-16 big-endian.

La longitud máxima de la cadena USSD es de 182 caracteres para la codificación GSM de 7 bits (160 bytes empaquetados) o 80 caracteres para UCS-2 (160 bytes).

Flujo de Mensajes SS REGISTER y RELEASE COMPLETE

Las sesiones USSD utilizan los tipos de mensajes de Servicio Suplementario (SS) definidos en 3GPP TS 24.010:

Mensaje	Dirección	Propósito
REGISTER	UE → MSC	Inicia una nueva transacción SS. Contiene un Facility IE con la solicitud USSD.
FACILITY	Ambos	Transporta datos de medio de sesión (pasos de menú interactivo). Utilizado para diálogos USSD de múltiples pasos.
RELEASE COMPLETE	Ambos	Termina la transacción SS. Puede contener un Facility IE con la respuesta final.

Una simple solicitud-respuesta USSD utiliza REGISTER (desde UE) seguido de RELEASE COMPLETE (desde MSC). Una sesión interactiva de múltiples pasos utiliza REGISTER, luego uno o más intercambios FACILITY, luego RELEASE COMPLETE.

La sesión tiene un tiempo de espera de guardia configurable (por defecto 30 segundos). Si ni el UE ni el gateway responden dentro de esta ventana, el MSC termina la sesión con RELEASE COMPLETE.

Referencias

Especificación	Título	Relevancia
TS 24.090	Datos de Servicio Suplementarios No Estructurados (USSD)	Procedimientos USSD, gestión de sesiones
TS 29.002 Sección 14	Especificación MAP - Operaciones de servicio suplementario	MAP processUnstructuredSS-Request (código de operación 59), unstructuredSS-Request (código de operación 60), unstructuredSS-Notify (código de operación 61)
TS 24.080	Especificación de capa 3 de interfaz de radio móvil SS - Formatos y codificación	Estructura de Facility IE, codificación de componentes
TS 23.038	Alfabetos e información específica del idioma	Alfabeto por defecto de 7 bits de GSM, empaquetado de septetos
TS 22.030	Interfaz Hombre-Máquina (MMI)	Formato de código de servicio, sintaxis de cadena USSD
TS 24.010	Especificación de capa 3 de interfaz de radio móvil SS - Aspectos generales	Tipos de mensajes REGISTER, FACILITY, RELEASE COMPLETE

