Funciones Avanzadas de Control de Llamadas

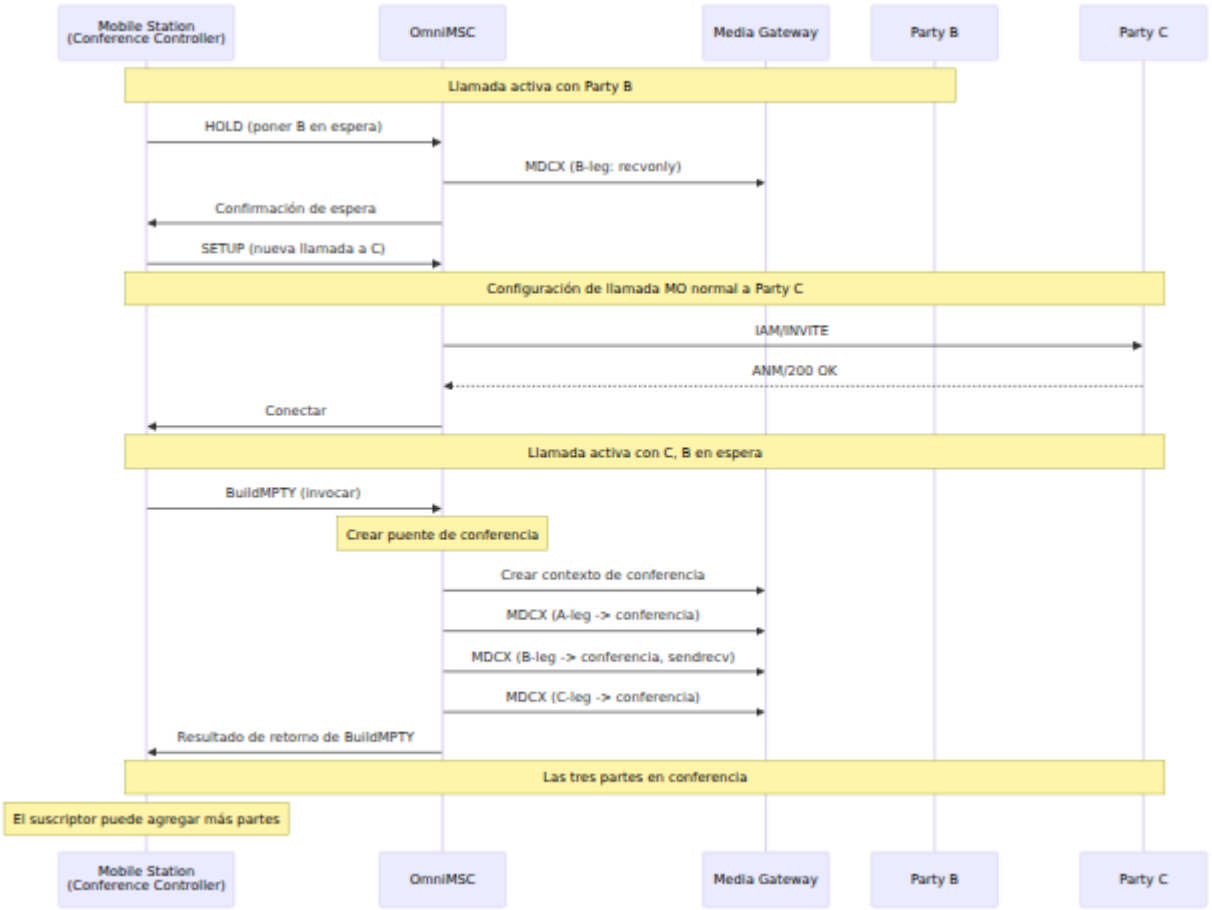
Este documento describe las funciones avanzadas de control de llamadas conmutadas por circuito implementadas en OmniMSC, incluyendo llamadas multiparte, transferencia de llamadas, finalización de llamadas, desvío de llamadas, multicall, servicios prioritarios y facturación.

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 de MPTY



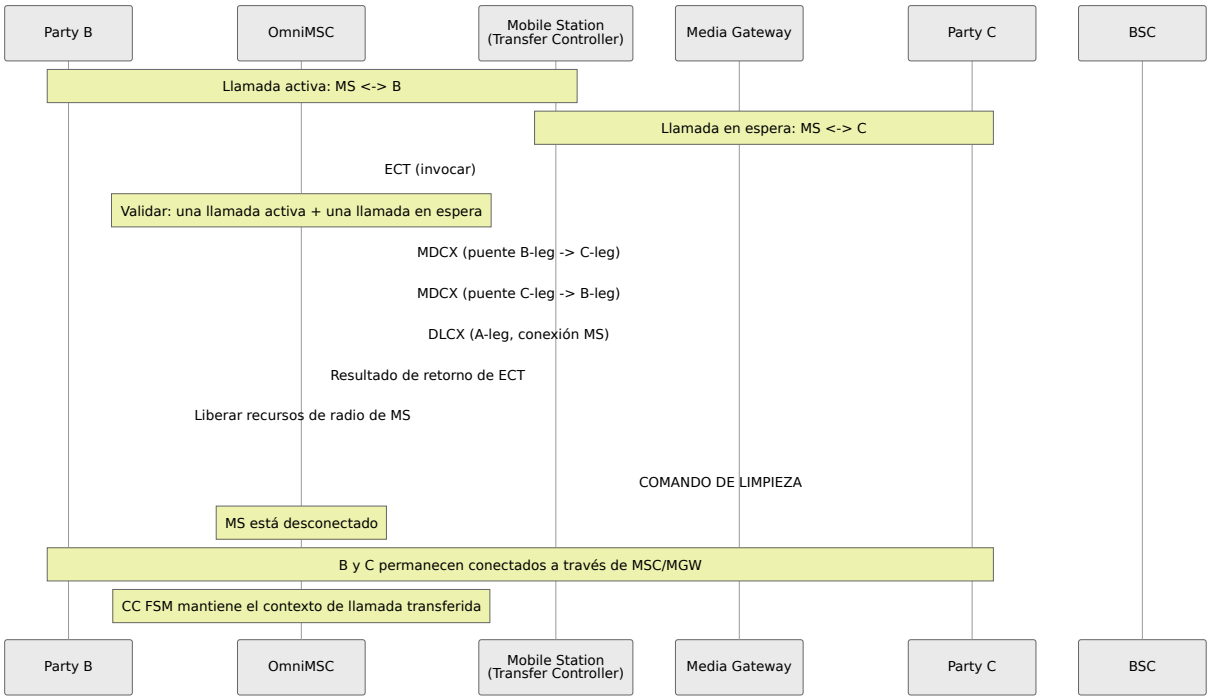
Configuración de MPTY

MPTY no tiene configuración estática; no impone un máximo de partes en el código, y todos los parámetros se derivan por llamada de las operaciones del servicio suplementario MPTY.

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 de ECT



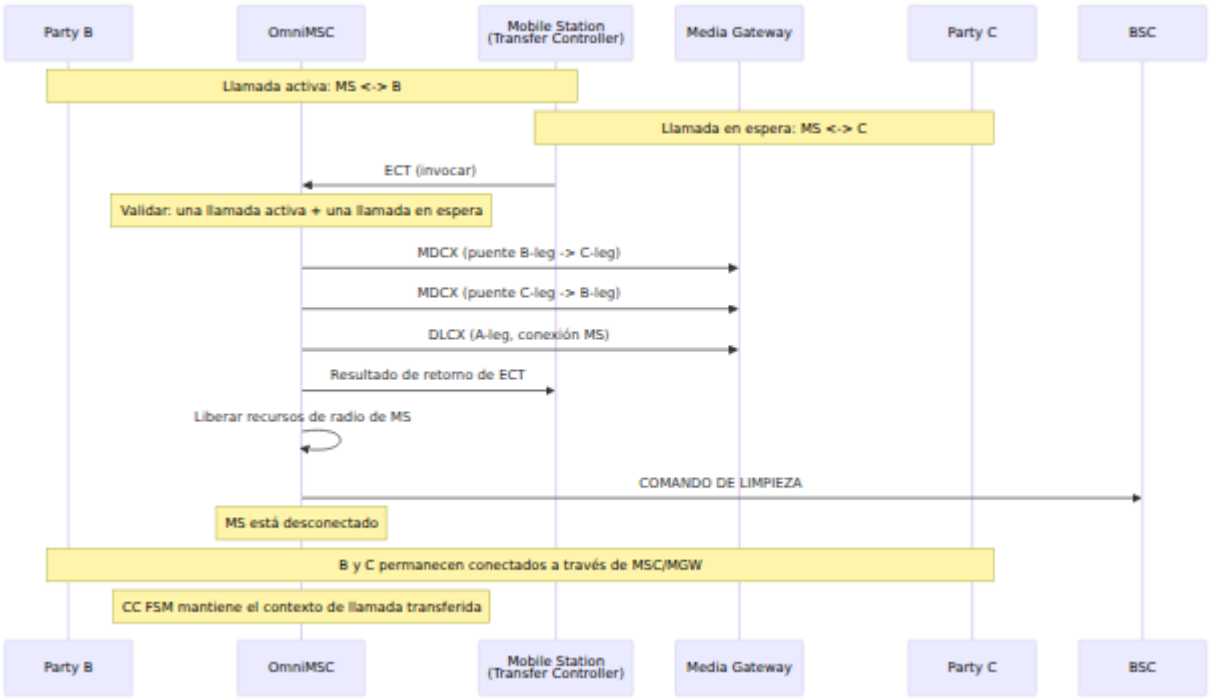
Configuración de ECT

ECT no tiene configuración estática; su comportamiento se determina por llamada mediante la invocación del servicio suplementario ECT.

CCBS (Finalización de Llamada a Suscriptor Ocupado)

CCBS permite a un llamante solicitar una devolución de llamada automática cuando un suscriptor llamado ocupado se libera, según 3GPP TS 24.093 y 3GPP TS 23.135. El MSC monitorea el estado del suscriptor llamado e inicia una devolución de llamada cuando se vuelve inactivo.

Flujo de CCBS



Configuración de CCBS

CCBS se configura bajo `config :omnimsc, :ccbs`:

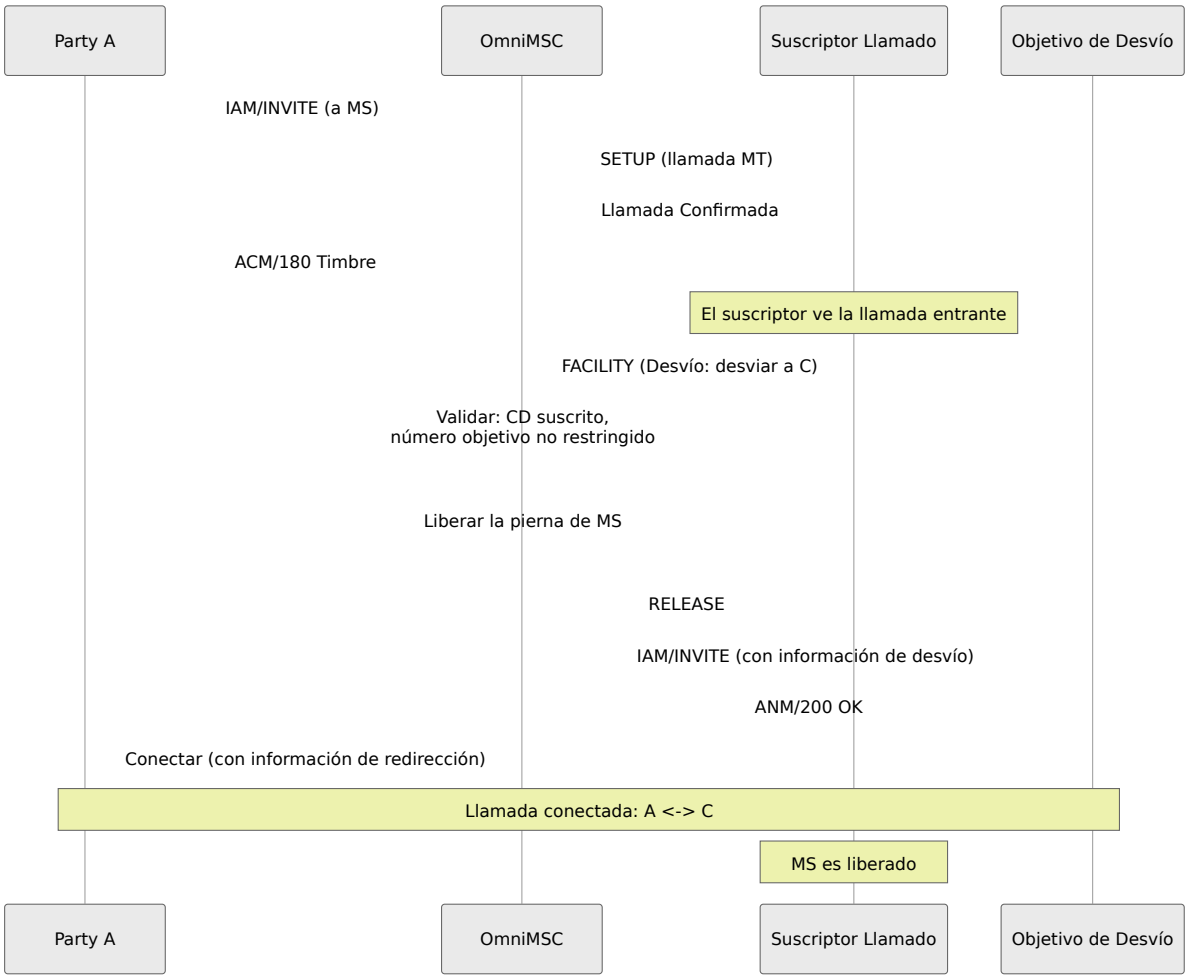
Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`:max_queue_size`	`integer`	`5`	Número máximo de solicitudes de CCBS pendientes por suscriptor. Se rechazan solicitudes adicionales. Según 3GPP TS 23.135 Sec 4.2.
`:request_lifetime_ms`	`integer`	`180_000`	Tiempo de vida en milisegundos de una solicitud de CCBS en cola. Si el suscriptor llamado no se libera dentro de este período, la solicitud expira.
`:recall_timeout_ms`	`integer`	`30_000`	Tiempo en milisegundos para esperar que el suscriptor de origen responda a la devolución de llamada de CCBS.

Desvío de Llamadas

El Desvío de Llamadas (CD) permite a un suscriptor llamado redirigir una llamada entrante a otro número antes de contestar, 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

El Desvío de Llamadas no tiene configuración estática; se invoca por llamada a través del servicio suplementario CD durante la fase de alerta.

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 utilizando el mecanismo HOLD/RETRIEVE.

Multicall no tiene configuración a nivel de aplicación. El límite por suscriptor es un valor de HLR/suscripción, `:max_calls`, proporcionado con el perfil del suscriptor:

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`:max_calls`	`integer`	`2`	Número máximo de llamadas CS simultáneas para el suscriptor, del HLR de suscripción. Una llamada está activa, el resto están en espera. El valor está limitado a un máximo absoluto de 7.

---

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

eMLPP proporciona manejo de llamadas prioritarias según 3GPP TS 24.067. A las llamadas se les asigna 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

Se definen siete niveles de prioridad (valor numérico, menor = mayor prioridad):

Valor	Nombre	Descripción
0	`flash_override`	Mayor prioridad (Flash Override). Reservado para autoridades de emergencia nacionales.
1	`flash`	Flash. Reservado para funcionarios gubernamentales/militares de alto rango.
2	`immediate`	Inmediato. Alto-prioridad gubernamental/militar.
3	`priority`	Prioridad. Tráfico de prioridad general.
4	`routine`	Rutina. Llamadas estándar de suscriptores (predeterminado).
5	`spare_3`	Nivel 3 de reserva.
6	`spare_4`	Nivel 4 de reserva.

Configuración de eMLPP

eMLPP no tiene configuración estática; el nivel de prioridad (y cualquier pre-empción) se aplica por llamada desde la suscripción eMLPP del suscriptor y la precedencia solicitada de la llamada.

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 de tasa de cargo e indicaciones de cargo acumulado a la estación móvil.

Configuración de AoCC

AoCC no tiene configuración estática; la moneda y el monto del cargo se proporcionan por llamada como parámetros a la sesión de AoCC.

Referencias de Especificaciones 3GPP

Especificación	Título	Función
TS 24.084	Servicio Suplementario Multi-Partes (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 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	Servicios Suplementarios de Consejo de Cargos (AoC)	Facturación AoCC
TS 24.083	Espera de Llamadas y Retención de Llamadas	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) generada automáticamente.

Para el panel de control basado en la web, consulte Panel de Control. Para los 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 de Swagger UI está disponible en `http://<host>:8444/api/docs` y proporciona una interfaz navegable y testeable para todos los puntos finales. La especificación OAS3 en bruto se sirve en `http://<host>:8444/api/schema`.

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	Lista los suscriptores VLR. Soporta un parámetro de consulta `search` opcional que filtra por IMSI o MSISDN (coincidencia parcial).
GET	/api/subscribers/{id}	Recupera el detalle completo de un solo suscriptor, incluyendo identidad, ubicación, estado de autenticación, perfil de servicio y servicios suplementarios.
DELETE	/api/subscribers/{id}	Elimina un registro de suscriptor del VLR local (elimina solo el registro del VLR; no se envía un MAP PurgeMS al HLR).
POST	/api/subscribers/{id}/actions	Ejecuta una acción sobre un suscriptor, como iniciar una separación, forzar una re-autenticación o desencadenar una actualización de ubicación.
POST	/api/subscribers/{id}/ss	Gestiona 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	Lista todas las transacciones de llamadas activas de CC FSM, incluyendo referencia de llamada, dirección, partes, estado y duración.
GET	/api/calls/{id}	Recupera el detalle completo de una sola llamada, incluyendo temporización, códec, BSC/RNC que sirve y historial de estado de CC FSM.
DELETE	/api/calls/{id}	Libera una llamada activa. Inicia la desconexión del lado de la red y el comando BSSMAP CLEAR.

SMS

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

Rutas

Método	Ruta	Descripción
GET	/api/routes	Lista todas las entradas en la tabla de rutas, incluyendo prefijo, tipo de destino, prioridad y parámetros específicos del destino.
POST	/api/routes	Agrega una nueva ruta a la tabla de rutas. La ruta entra en efecto inmediatamente sin reiniciar.
DELETE	/api/routes/{prefix}	Elimina una ruta de la tabla de rutas por prefijo.
GET	/api/routes/lookup	Busca 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	Lista todos los pares SIP configurados con dirección, transporte, estado, llamadas activas y capacidad.
GET	/api/sip/peers/{name}	Recupera el detalle completo de un solo par SIP, incluyendo lista de códecs, estado de keepalive de OPTIONS y estadísticas de llamadas.
PUT	/api/sip/peers/{name}	Dispara un ping de keepalive de OPTIONS inmediato hacia el par. Esto no modifica la configuración del par.

Puertas de enlace de medios

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

Paginación

Método	Ruta	Descripción
POST	/api/paging	Inicia una solicitud de paginación para un suscriptor por IMSI o MSISDN. Envía BSSMAP PAGING a los BSC apropiados.
GET	/api/paging	Lista las 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	Envía 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	Inicia 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	Lista las celdas configuradas como objetivos de transferencia, incluyendo identidad de celda, LAC, BSC y prioridad de transferencia.
POST	/api/handover/cells	Agrega 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 equilibradores 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 recopilación de métricas de Prometheus. Devuelve todos los contadores y medidores de telemetría de OmniMSC en formato de exposición de Prometheus. **Nota:** `/metrics` es servido por el punto final de Control Panel Phoenix en el puerto **4000**, no por la API REST en el puerto 8444. 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 arreglo de nivel superior. Las respuestas de error incluyen un objeto JSON con un campo `error` que contiene un mensaje legible por humanos.

Las respuestas de detalle de suscriptor y llamada incluyen objetos anidados para datos relacionados (identidad, ubicación, autenticación, temporización) que coinciden con la estructura descrita en los detalles de suscriptor del Panel de Control y los detalles de llamada del Panel de Control.

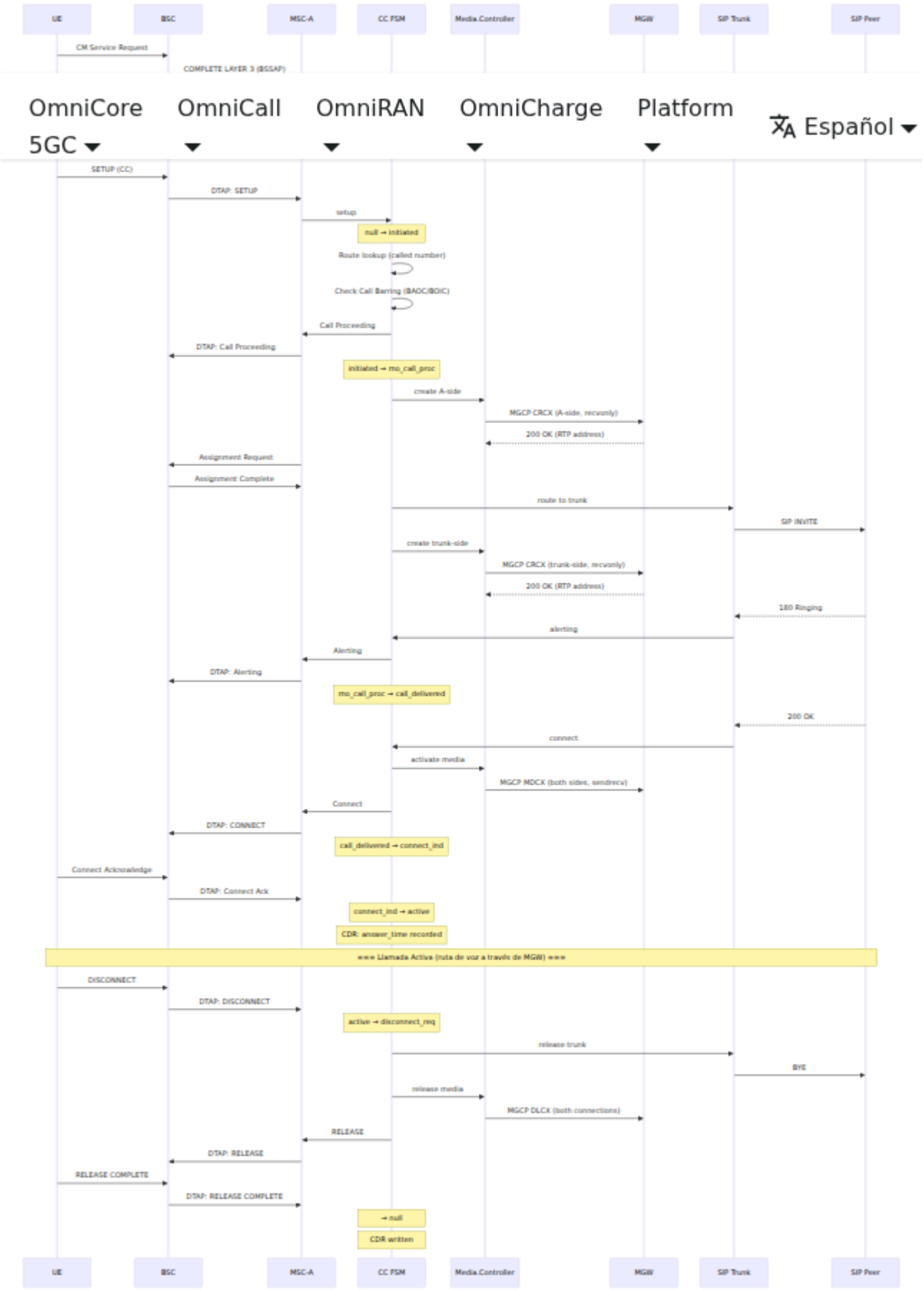
Diagramas de Flujo de Llamadas

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

Para definiciones de estados de la FSM de CC, consulte el Diagrama de Estado de la FSM de CC a continuación. Para la configuración de enrutamiento, consulte Configuración de Enrutamiento. Para detalles de señalización de troncos SIP, consulte Trunking SIP. Para señalización de troncos ISUP, consulte Trunking ISUP. Para control de la puerta de enlace de medios durante el establecimiento de la llamada, consulte Control de Medios. Para flujos de servicios suplementarios (retención, MPTY, ECT), consulte Servicios Suplementarios.

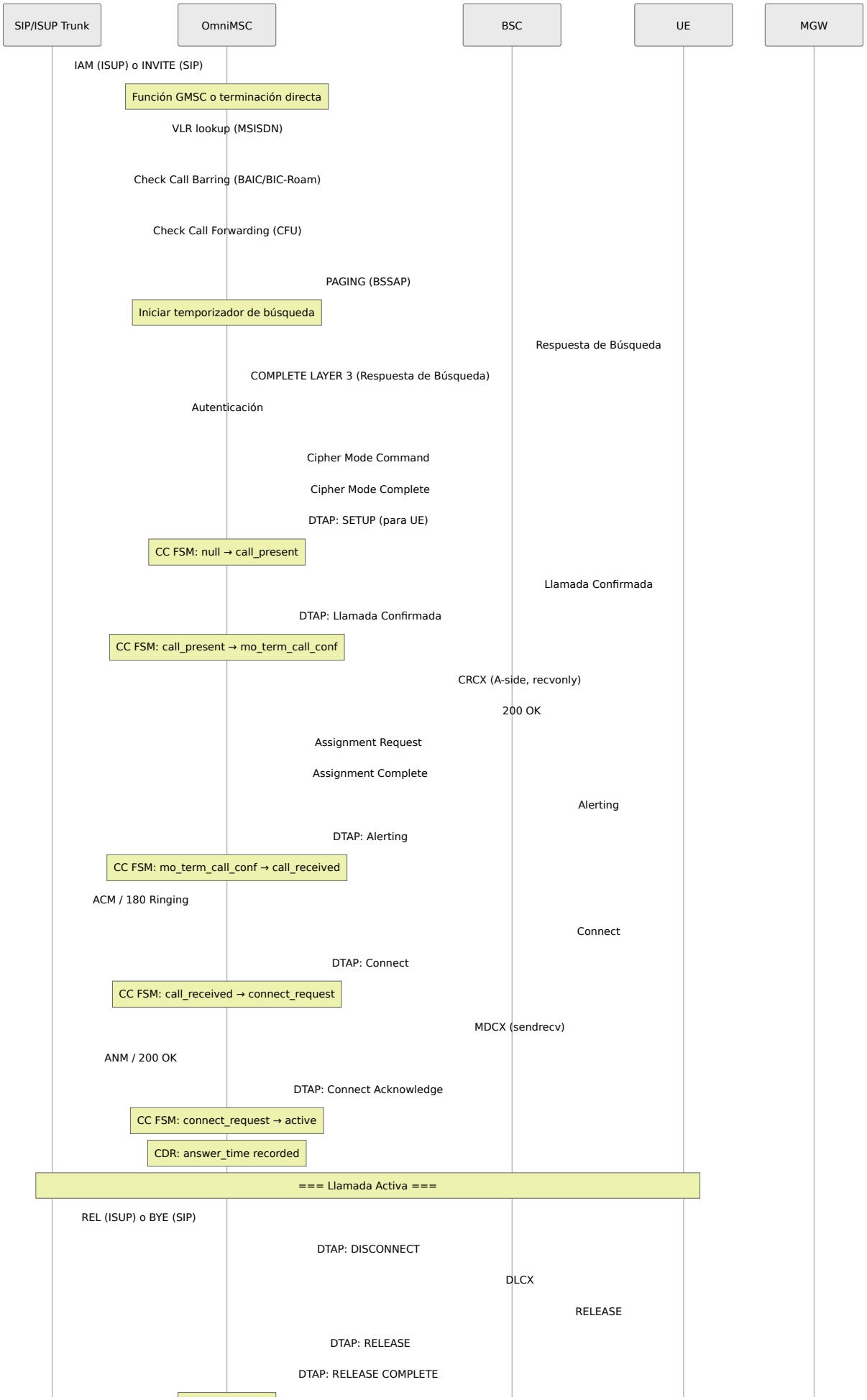
Llamada Móvil de Origen (MO)

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.


UE
BSC
MSC-A
CC FSM
Media.Controller
MGW
SIP Trunk
SIP Peer
CM Service Request
COMPLETE LAYER 3 (BSSAP)
OmniCore 5GC
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
Platform
Español
SETUP (CC)
DTAP: SETUP
setup
null → initiated
Route lookup (called number)
Check Call Barring (BAOC/BOIC)
Call Proceeding
DTAP: Call Proceeding
initiated → mo_call_proc
create A-side
MGCP CRCX (A-side, recvonly)
200 OK (RTP address)
Assignment Request
Assignment Complete
route to trunk
SIP INVITE
create trunk-side
MGCP CRCX (trunk-side, recvonly)
200 OK (RTP address)
180 Ringing
alerting
Alerting
DTAP: Alerting
mo_call_proc → call_delivered
200 OK
connect
activate media
MGCP MDCX (both sides, sendrecv)
Connect
DTAP: CONNECT
call_delivered → connect_ind
Connect Acknowledge
DTAP: Connect Ack
connect_ind → active
CDR: answer_time recorded
=== Llamada Activa (ruta de voz a través de MGW) ===
DISCONNECT
DTAP: DISCONNECT
active → disconnect_req
release trunk
BYE
release media
MGCP DLCX (both connections)
RELEASE
DTAP: RELEASE
RELEASE COMPLETE
DTAP: RELEASE COMPLETE
→ null
CDR written
UE
BSC
MSC-A
CC FSM
Media.Controller
MGW
SIP Trunk
SIP Peer

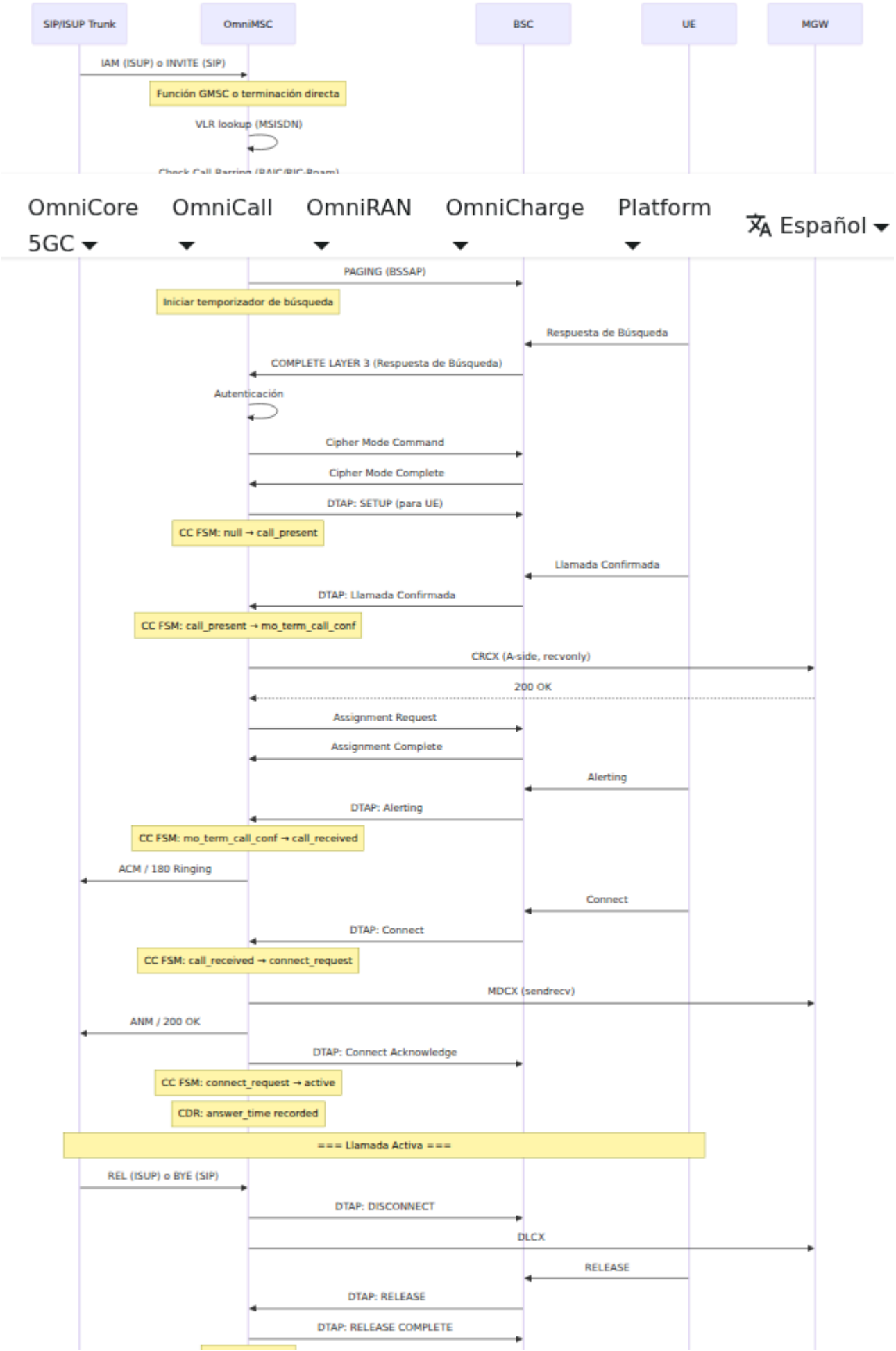
Llamada Móvil de Terminación (MT)

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.


SIP/ISUP Trunk
OmniMSC
BSC
UE
MGW
IAM (ISUP) o INVITE (SIP)
Función GMSC o terminación directa
VLR lookup (MSISDN)
Check Call Barring (BAIC/BIC-Roam)
Check Call Forwarding (CFU)
PAGING (BSSAP)
Iniciar temporizador de búsqueda
Respuesta de Búsqueda
COMPLETE LAYER 3 (Respuesta de Búsqueda)
Autenticación
Cipher Mode Command
Cipher Mode Complete
DTAP: SETUP (para UE)
CC FSM: null → call_present
Llamada Confirmada
DTAP: Llamada Confirmada
CC FSM: call_present → mo_term_call_conf
CRCX (A-side, recvonly)
200 OK
Assignment Request
Assignment Complete
Alerting
DTAP: Alerting
CC FSM: mo_term_call_conf → call_received
ACM / 180 Ringing
Connect
DTAP: Connect
CC FSM: call_received → connect_request
MDCX (sendrecv)
ANM / 200 OK
DTAP: Connect Acknowledge
CC FSM: connect_request → active
CDR: answer_time recorded
=== Llamada Activa ===
REL (ISUP) o BYE (SIP)
DTAP: DISCONNECT
DLCX
RELEASE
DTAP: RELEASE
DTAP: RELEASE COMPLETE

Retención y Recuperación de Llamadas

La Retención y Recuperación de Llamadas permite a un suscriptor suspender y reanudar una llamada activa según la 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.


SIP/ISUP Trunk
OmniMSC
BSC
UE
MGW
IAM (ISUP) o INVITE (SIP)
Función GMSC o terminación directa
VLR lookup (MSISDN)
OmniCore 5GC
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
Platform
Español
PAGING (BSSAP)
Iniciar temporizador de búsqueda
Respuesta de Búsqueda
COMPLETE LAYER 3 (Respuesta de Búsqueda)
Autenticación
Cipher Mode Command
Cipher Mode Complete
DTAP: SETUP (para UE)
CC FSM: null → call_present
Llamada Confirmada
DTAP: Llamada Confirmada
CC FSM: call_present → mo_term_call_conf
CRCX (A-side, recvonly)
200 OK
Assignment Request
Assignment Complete
Alerting
DTAP: Alerting
CC FSM: mo_term_call_conf → call_received
ACM / 180 Ringing
Connect
DTAP: Connect
CC FSM: call_received → connect_request
MDCX (sendrecv)
ANM / 200 OK
DTAP: Connect Acknowledge
CC FSM: connect_request → active
CDR: answer_time recorded
=== Llamada Activa ===
REL (ISUP) o BYE (SIP)
DTAP: DISCONNECT
DLCX
RELEASE
DTAP: RELEASE
DTAP: RELEASE COMPLETE

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 provisionada la Retención de Llamadas). RETRIEVE sigue el mismo patrón con RETRIEVE ACK o RETRIEVE REJECT.

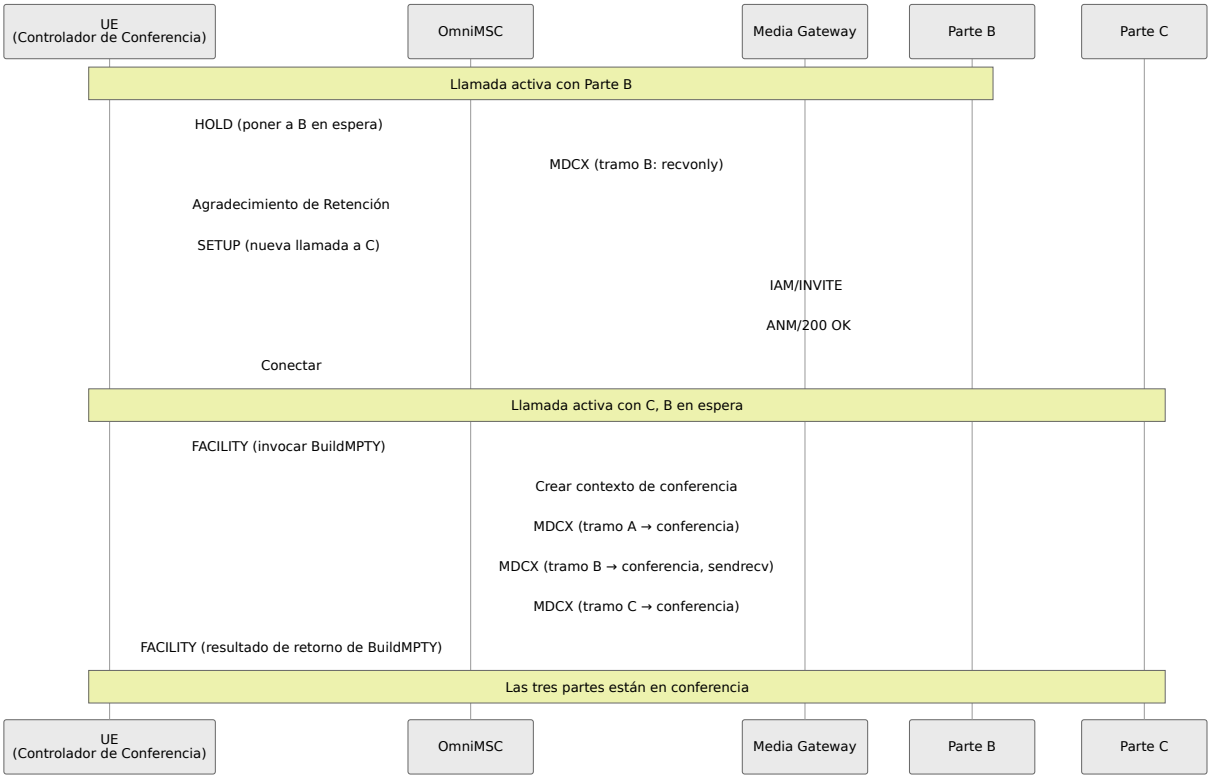
Conferencia Multi-Partidaria (MPTY)

MPTY permite a un suscriptor unir múltiples llamadas en una conferencia según la 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

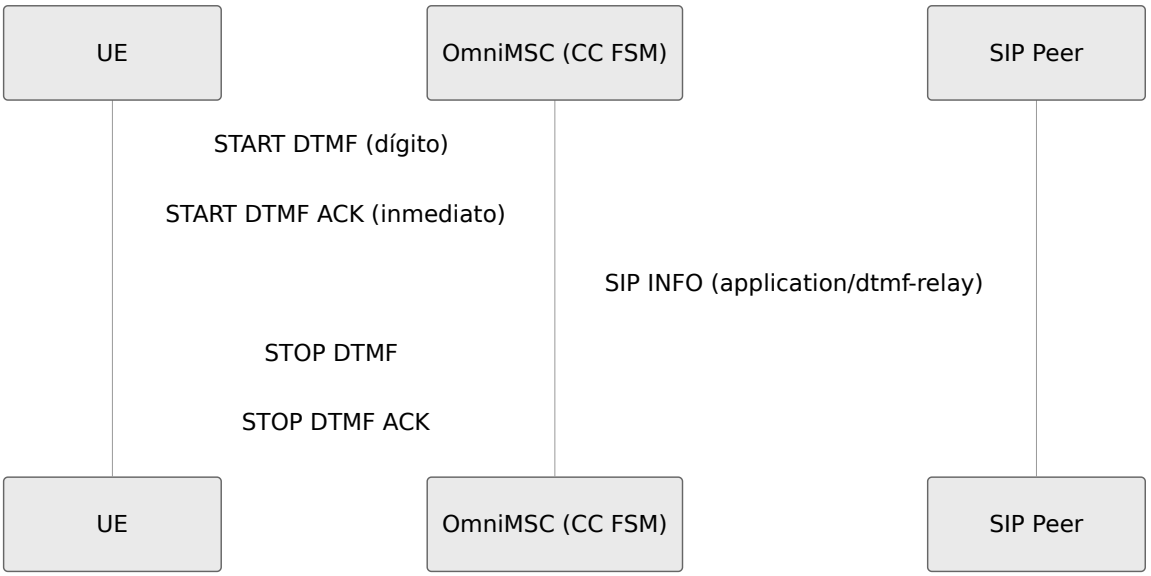
Una vez establecida una conferencia, el controlador tiene tres operaciones adicionales disponibles:

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 retenida. 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 la conferencia se libera y la llamada vuelve a 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 FSM de CC 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 las llamadas de emergencia mediante 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`).

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

A diferencia de la configuración regular de CC, 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 Referencia de Configuración para parámetros de emergencia.

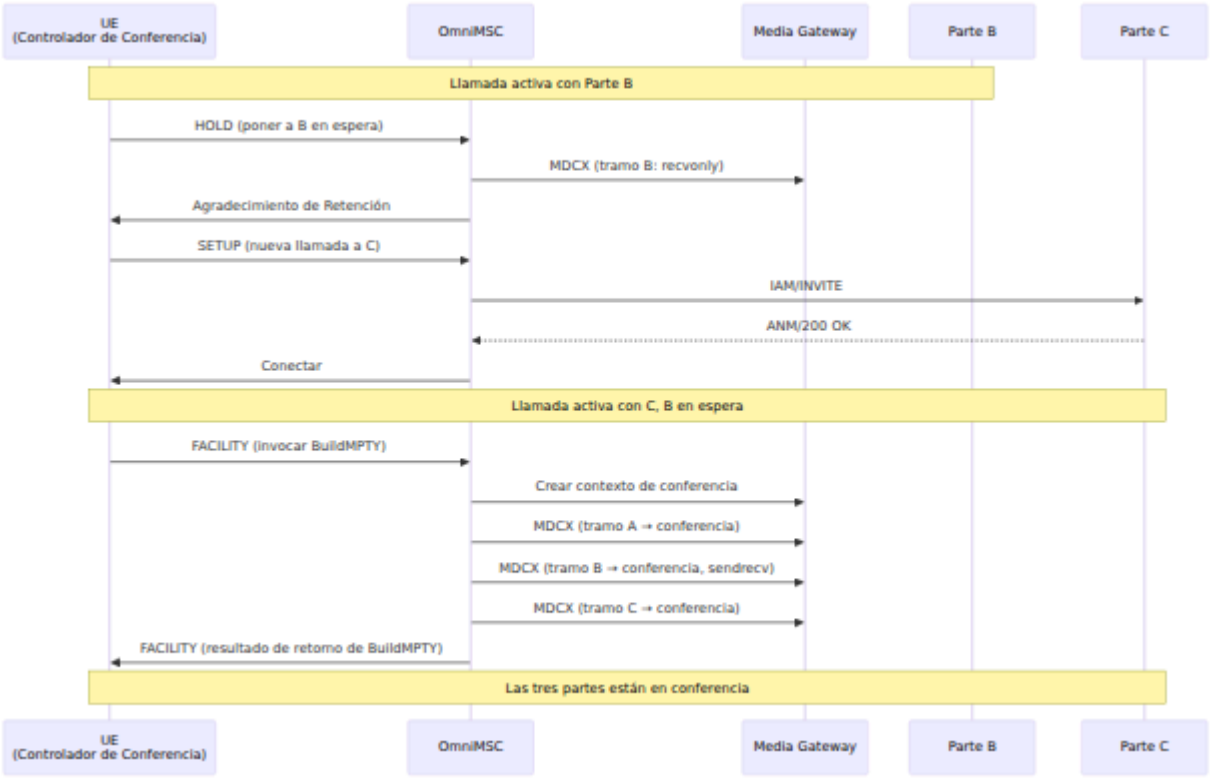
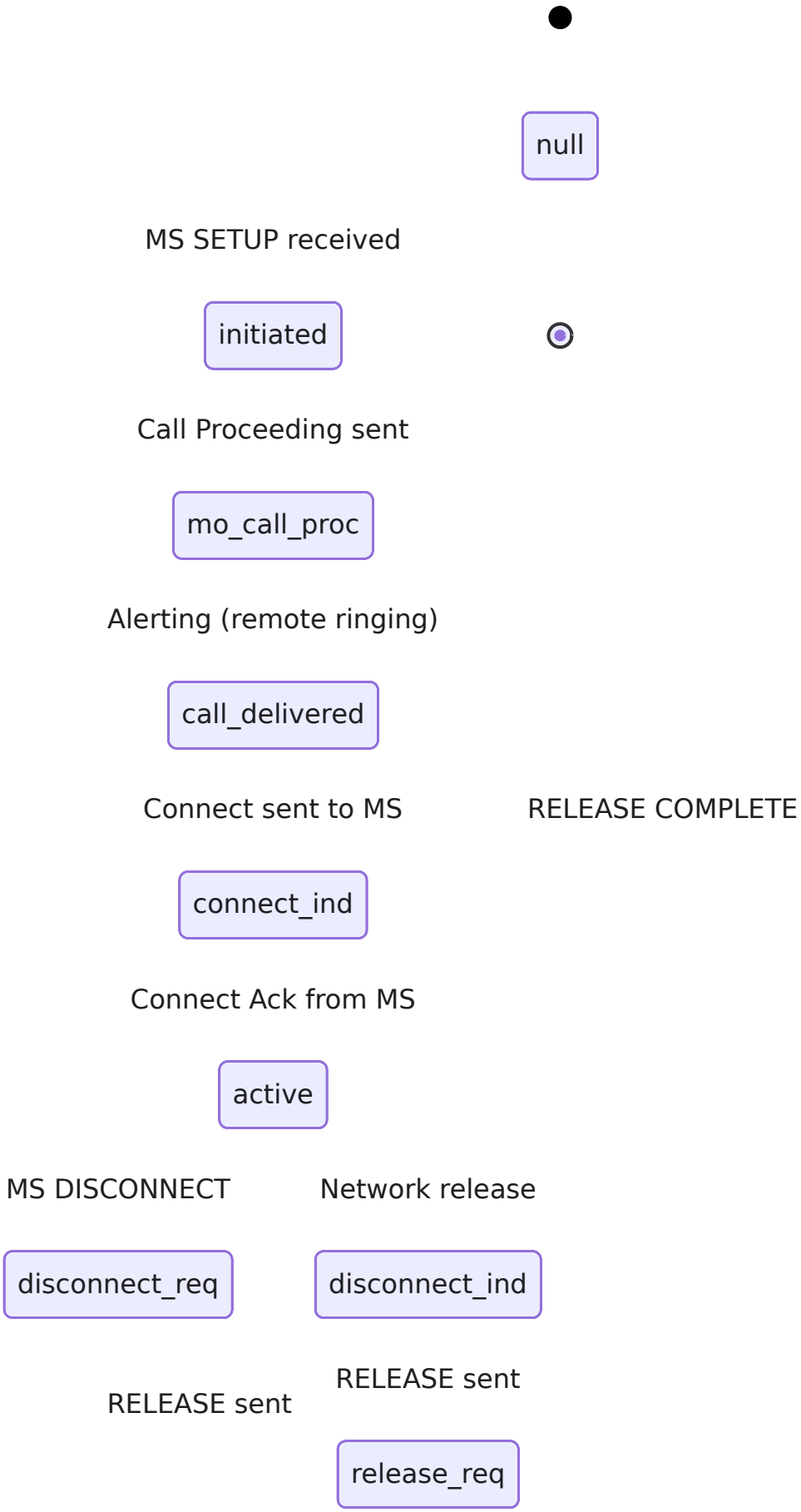


Diagrama de Estado de la FSM de CC

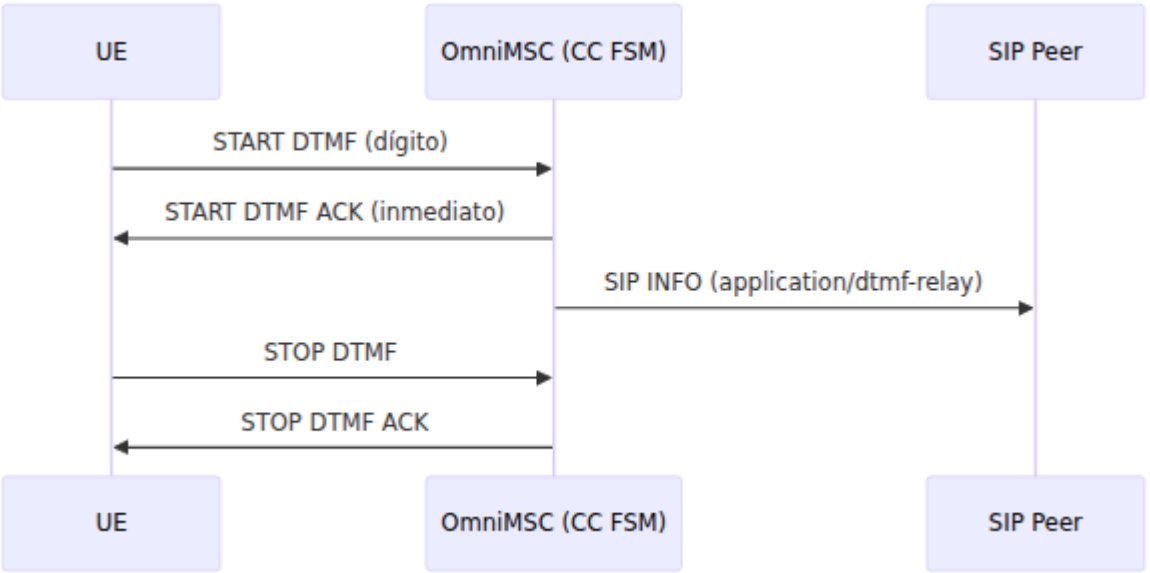
La FSM de CC (Máquina de Estados Finitos de Control de Llamadas) gestiona el ciclo de vida de una única llamada conmutada por circuitos según la 3GPP TS

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 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



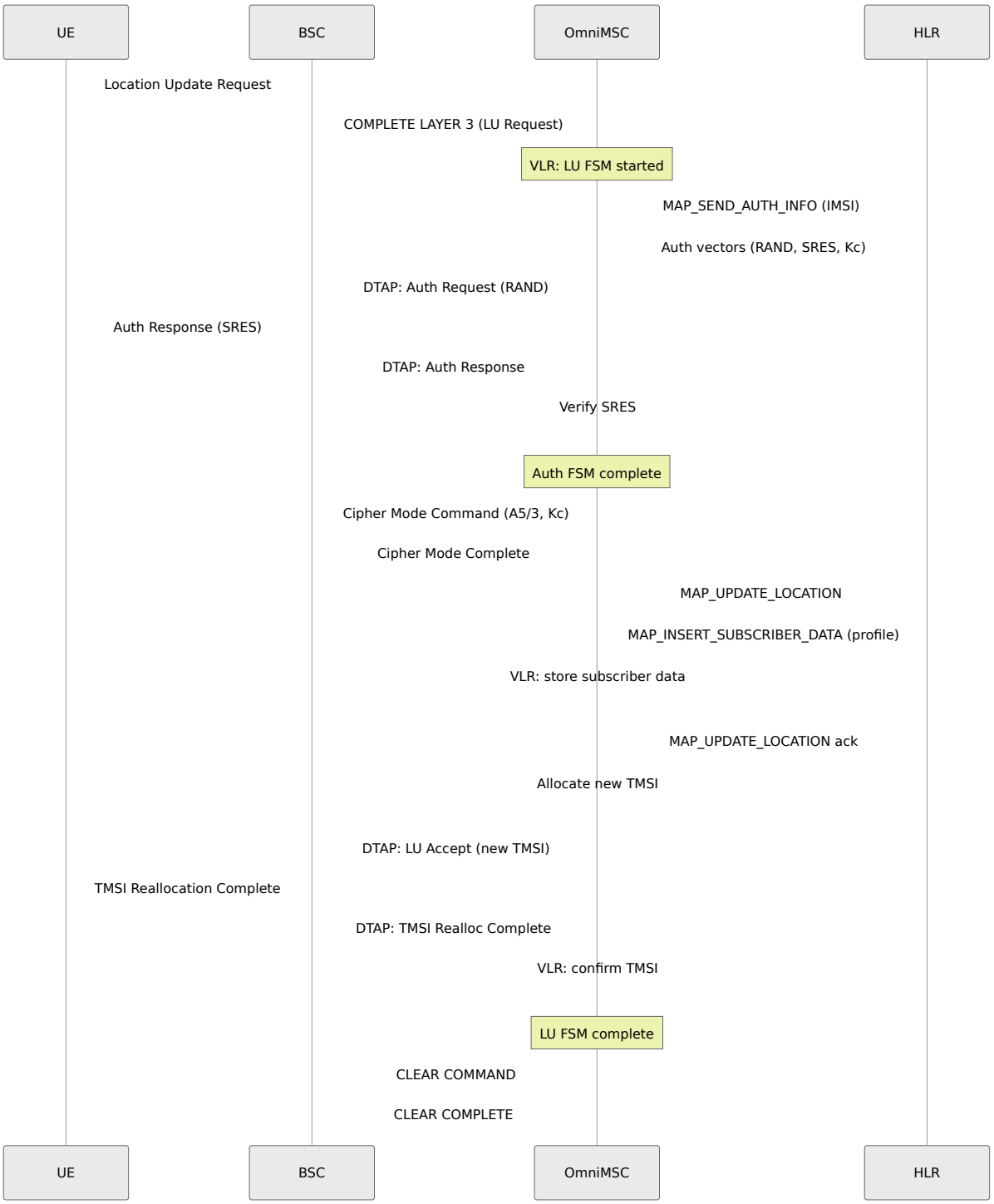
Liberación de Conexión

Cuando se pierde la conexión de la interfaz A (fallo de enlace de radio, limpieza 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 conexiones de 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.

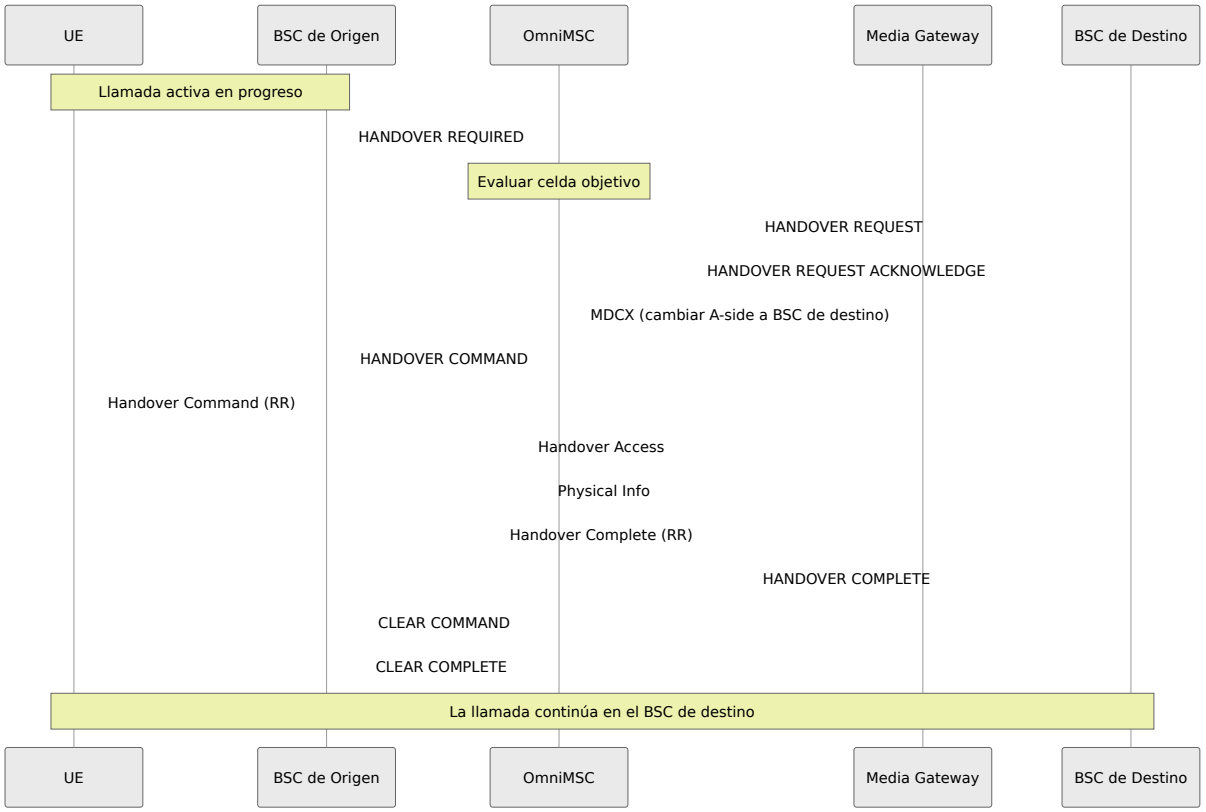
Actualización de Ubicación

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



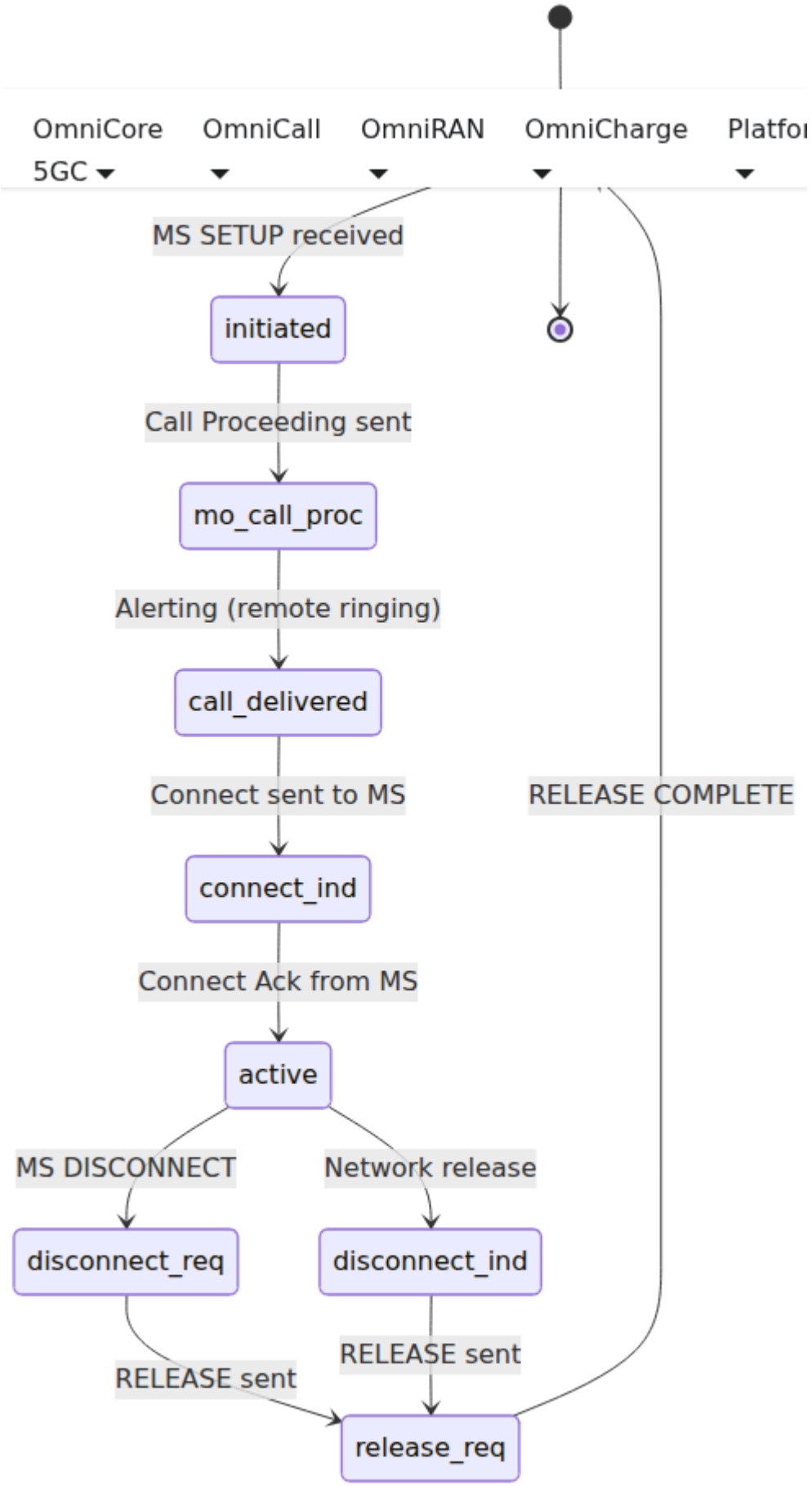
Transferencia Intra-MSC

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



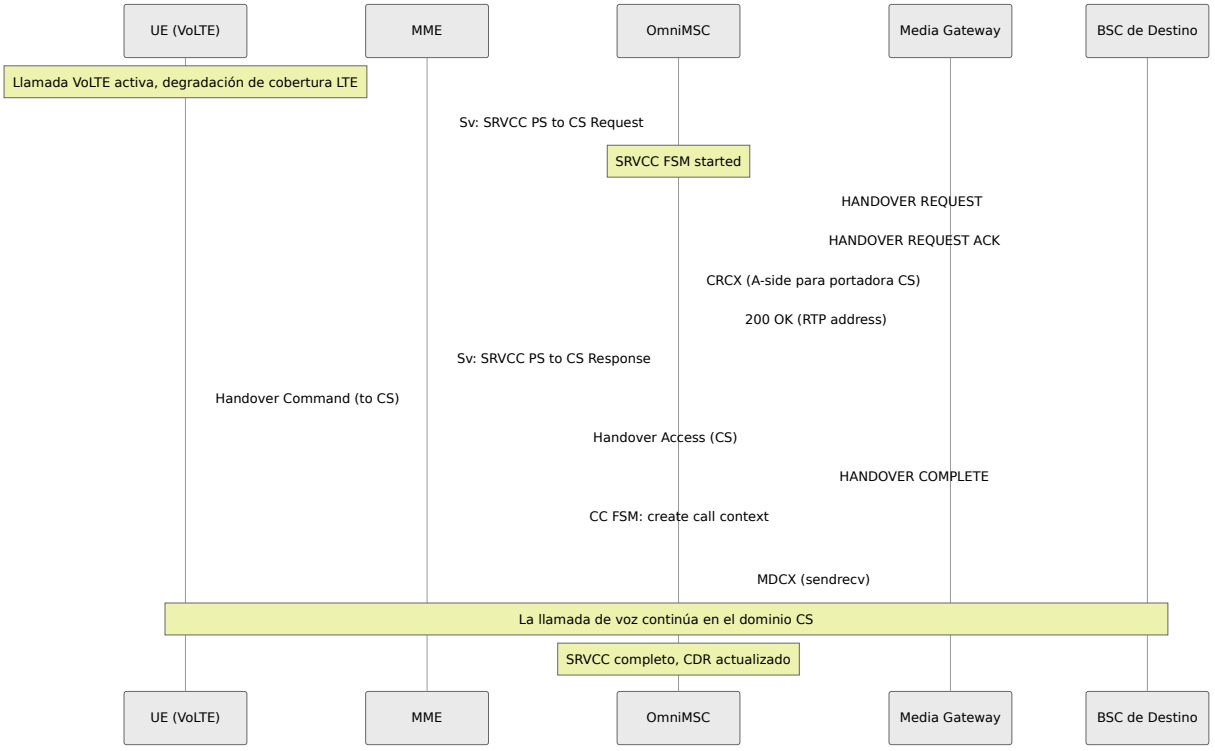
Transferencia Inter-MSC

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


OmniCore 5GC
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
Platfor
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

SRVCC (Continuidad de Llamadas de Voz de Radio Única)

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



Llamada Activada por CAMEL (Interacción SCP)

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

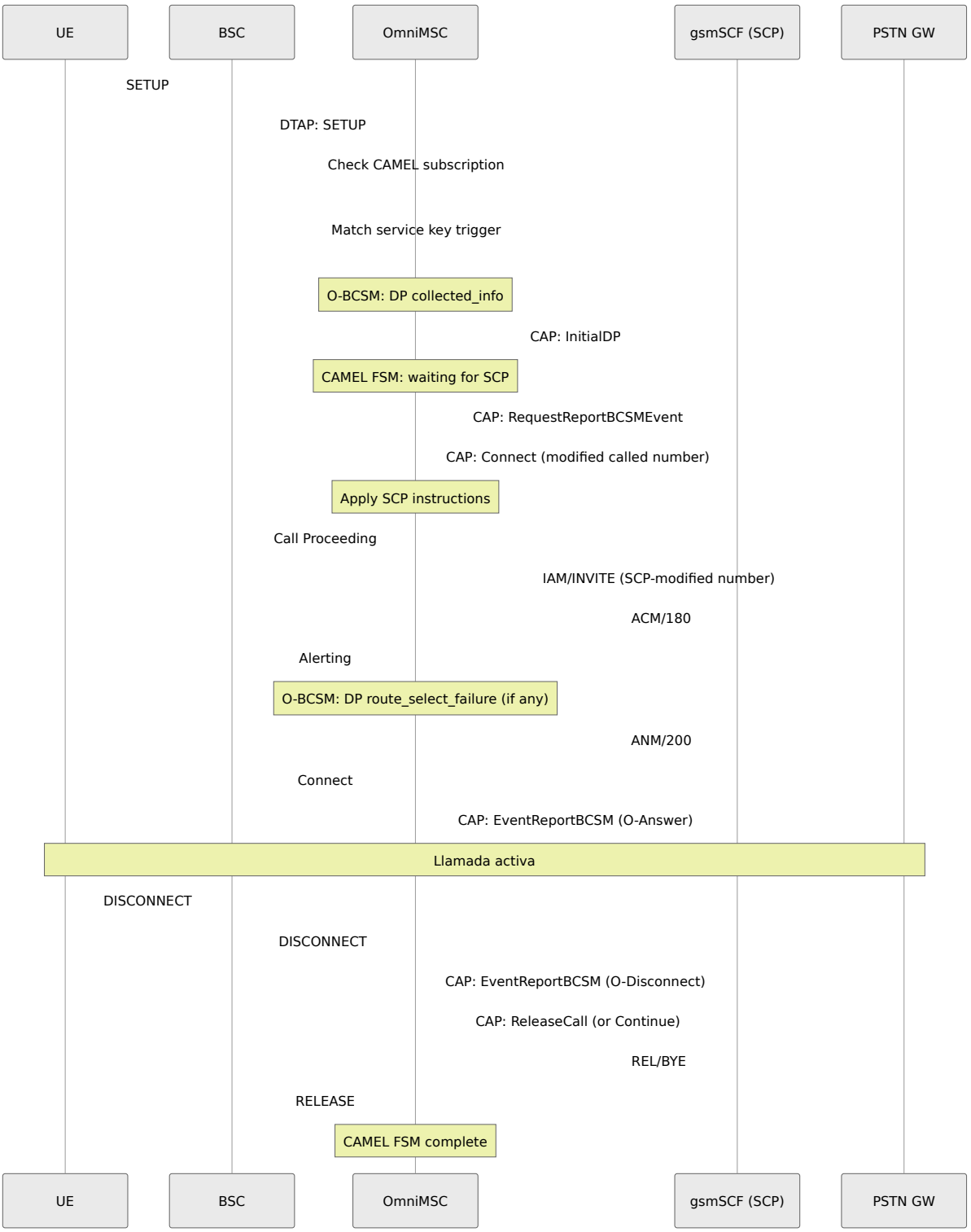

UE
BSC
OmniMSC
gsmSCF (SCP)
PSTN GW
SETUP
DTAP: SETUP
Check CAMEL subscription
Match service key trigger
O-BCSM: DP collected_info
CAP: InitialDP
CAMEL FSM: waiting for SCP
CAP: RequestReportBCSMEvent
CAP: Connect (modified called number)
Apply SCP instructions
Call Proceeding
IAM/INVITE (SCP-modified number)
ACM/180
Alerting
O-BCSM: DP route_select_failure (if any)
ANM/200
Connect
CAP: EventReportBCSM (O-Answer)
Llamada activa
DISCONNECT
DISCONNECT
CAP: EventReportBCSM (O-Disconnect)
CAP: ReleaseCall (or Continue)
REL/BYE
RELEASE
CAMEL FSM complete
UE
BSC
OmniMSC
gsmSCF (SCP)
PSTN GW

Diagrama de Secuencia MPTY (BuildMPTY)

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

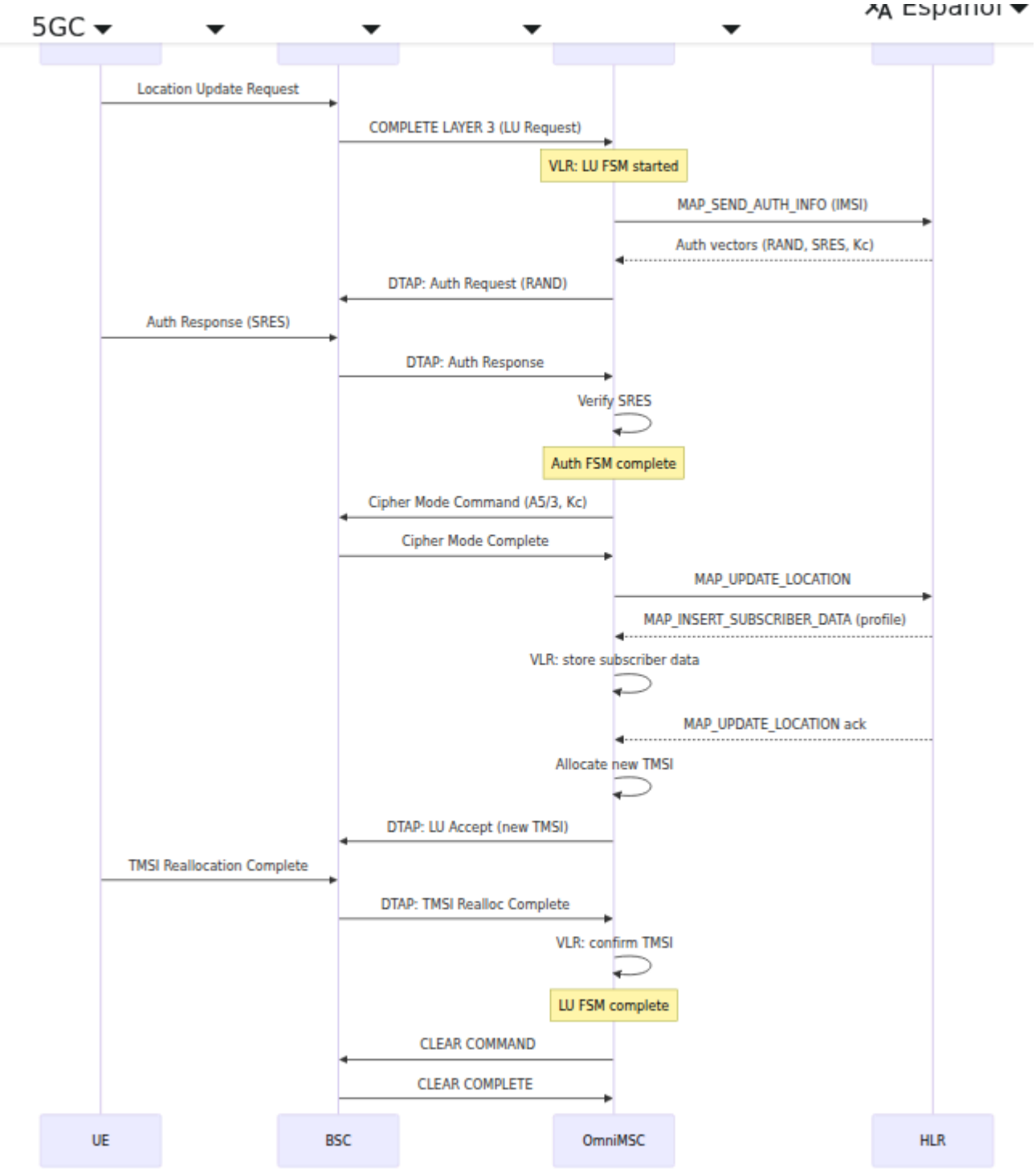


Diagrama de Secuencia ECT (Transferencia de Llamada Explícita)

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

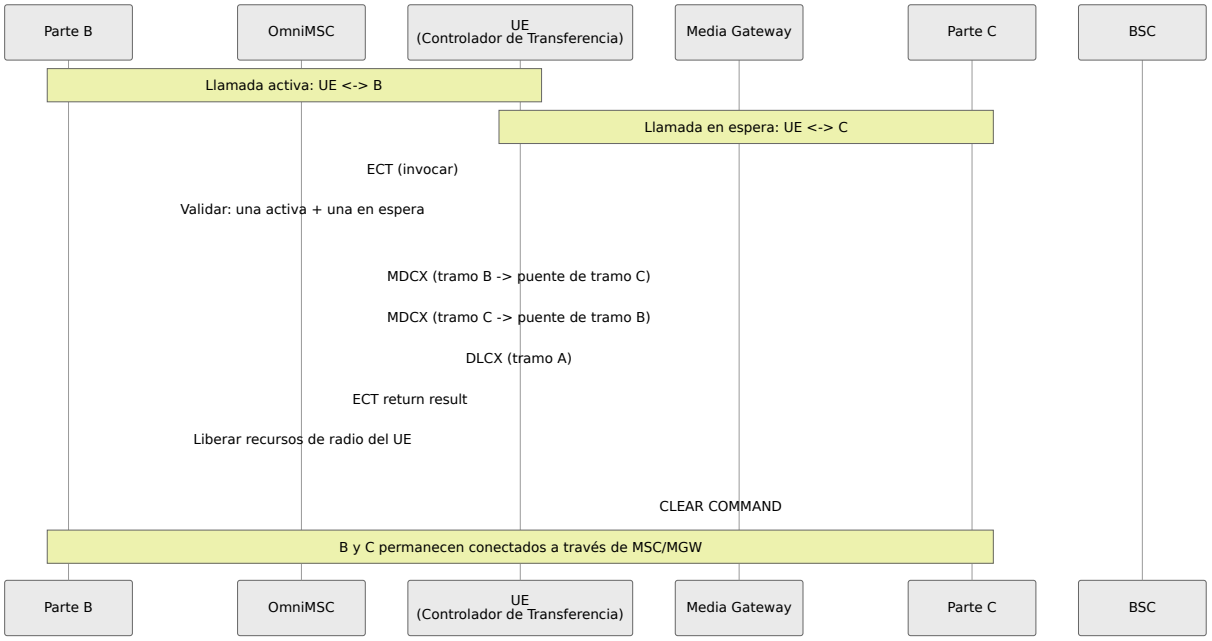


Diagrama de Secuencia de Llamada MT CSFB

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

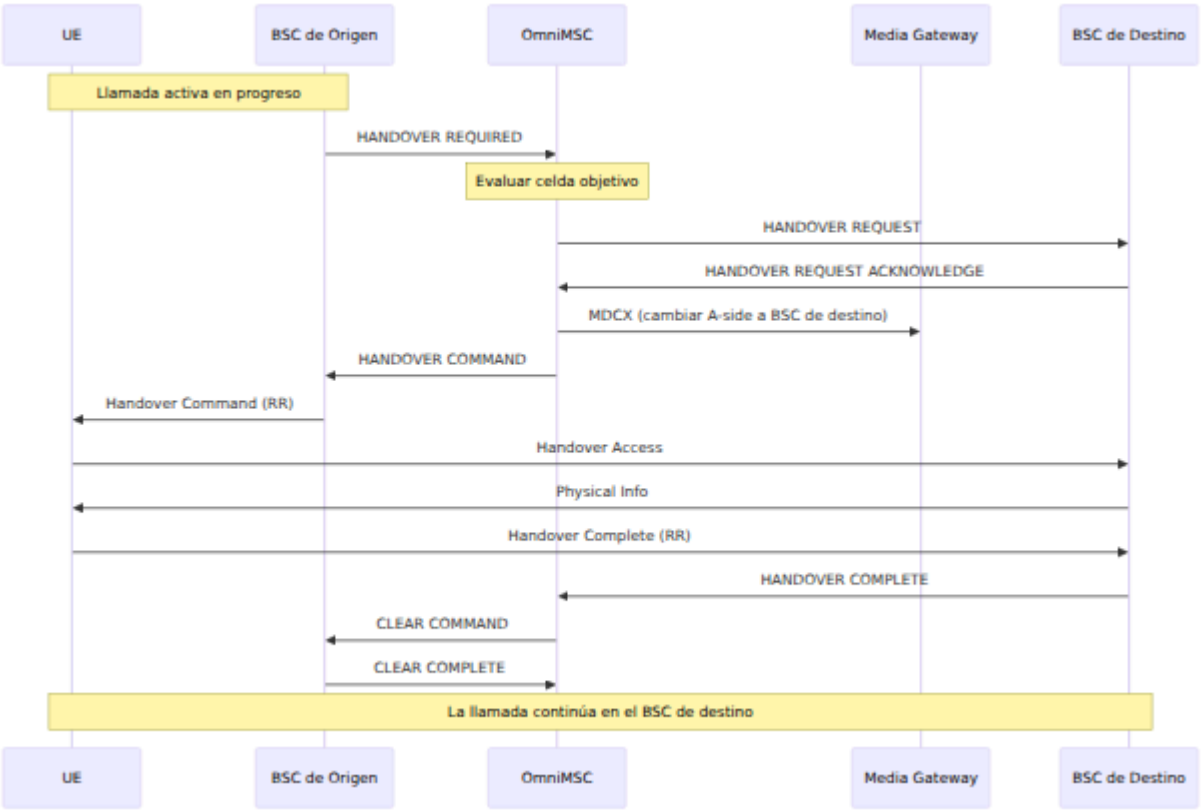
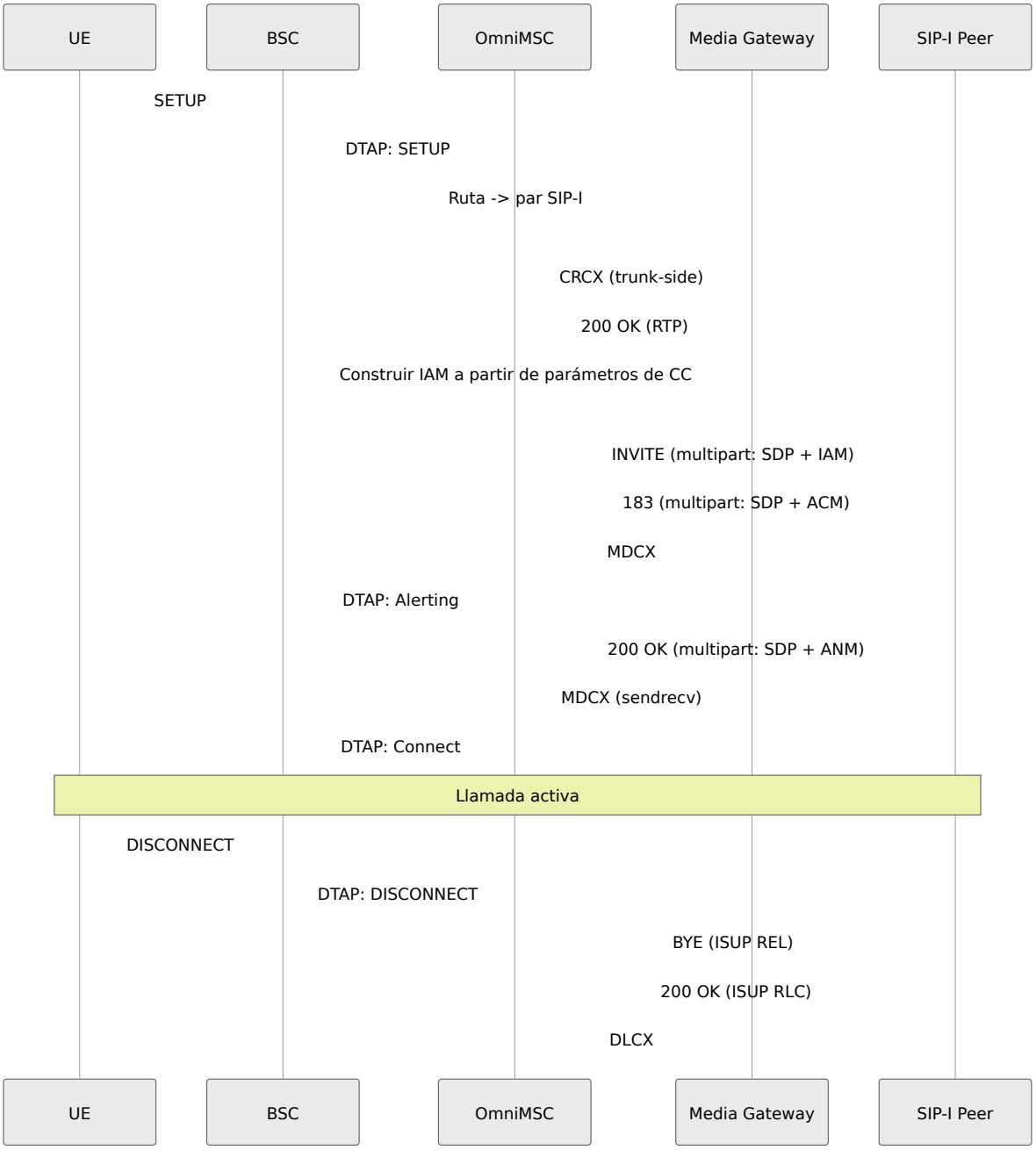


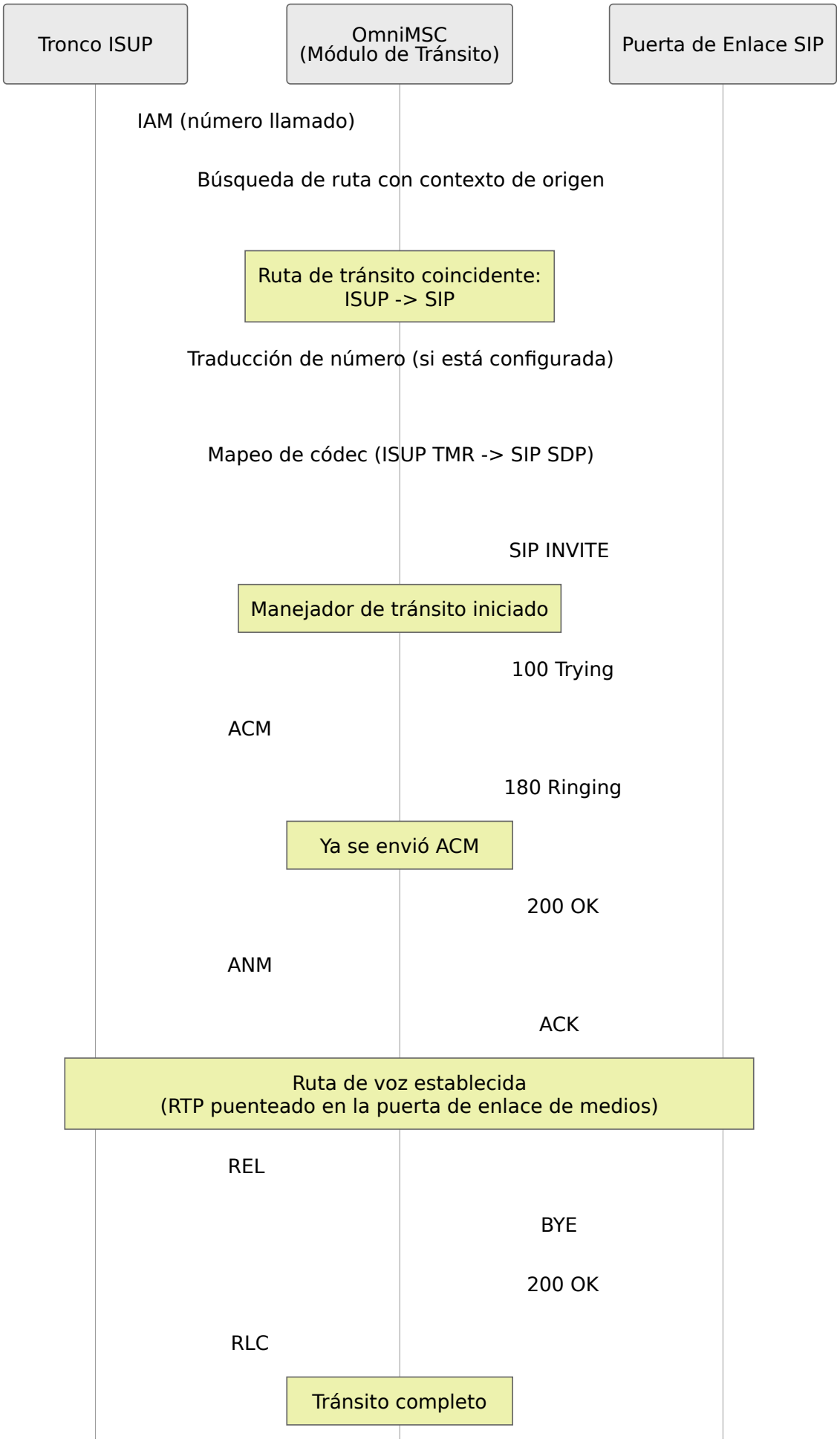
Diagrama de Secuencia de Llamada SIP-I

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 Trunking 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
IAM (número llamado)
Búsqueda de ruta con contexto de origen
Ruta de tránsito coincidente:
ISUP -> SIP
Traducción de número (si está configurada)
Mapeo de códec (ISUP TMR -> SIP SDP)
SIP INVITE
Manejador de tránsito iniciado
100 Trying
ACM
180 Ringing
Ya se envió ACM
200 OK
ANM
ACK
Ruta de voz establecida
(RTP puenteado en la puerta de enlace de medios)
REL
BYE
200 OK
RLC
Tránsito completo

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, manejo de diálogos CAP, puntos de detección BCSM, operaciones CAP soportadas y transporte TCAP.

Para el diagrama de secuencia de llamada activado por CAMEL (InitialDP, Connect, EventReportBCSM), consulte Diagramas de Flujo de Llamadas. Para cómo encajan los disparadores CAMEL en el pipeline de enrutamiento (flujo de análisis de números), consulte Configuración de Enrutamiento. Para los campos CDR relacionados con CAMEL (FurnishChargingInformation, cause_for_term), consulte Registros Detallados 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 llamada de vuelta al gsmSCF y ejecuta las instrucciones recibidas (continuar, conectar a un número diferente, liberar la llamada, aplicar carga).

Configuración de Claves 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.

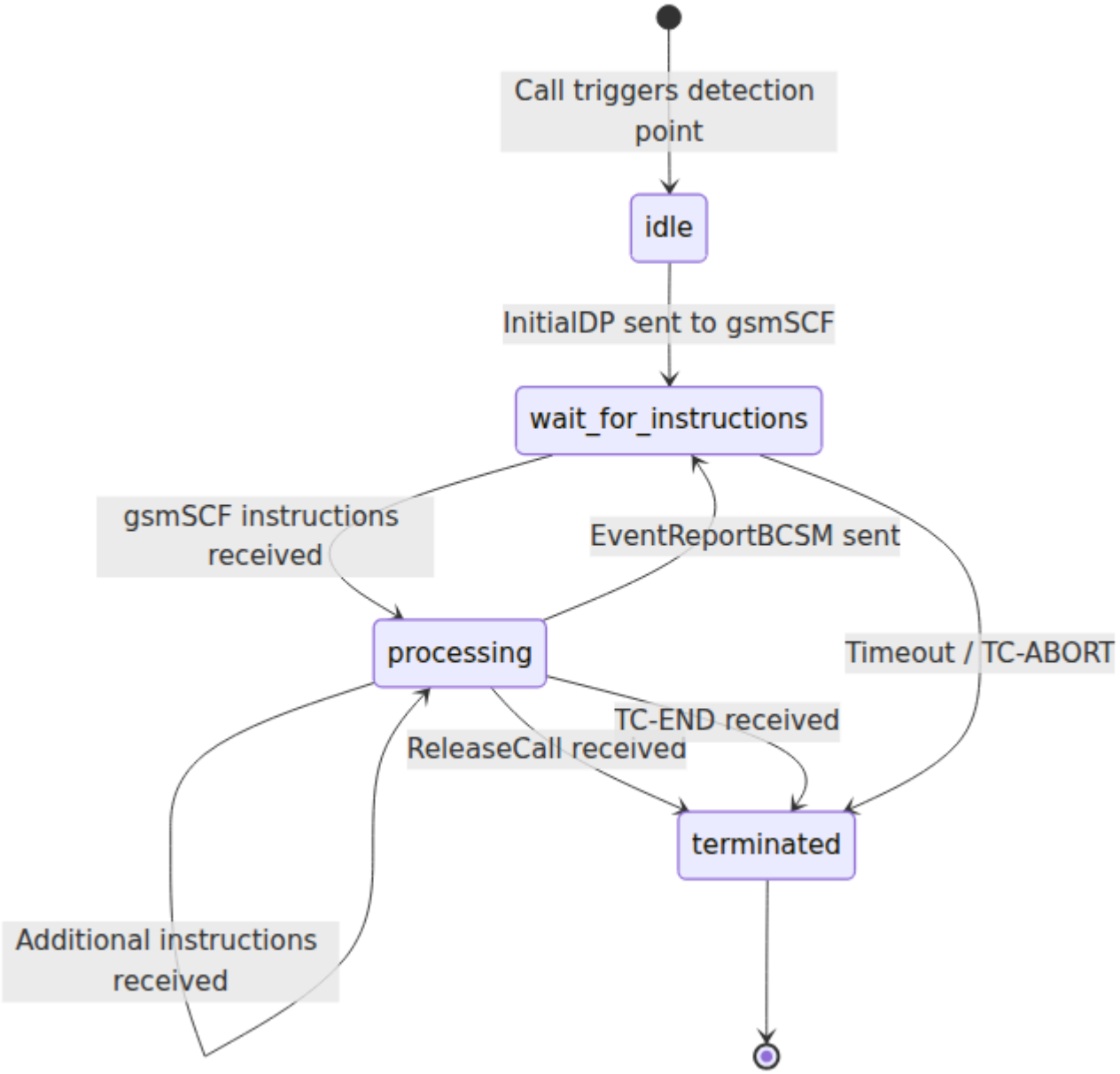
Cuando una llamada activa un punto de detección CAMEL (como collected_info para llamadas MO o terminating_attempt_authorized para llamadas MT), OmniMSC verifica los datos de suscripción CAMEL del suscriptor. Si se encuentra una clave de servicio coincidente, OmniMSC abre un diálogo CAP con el gsmSCF 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: `:continue_call` o `:release_call`
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 la información de llamada solicitada por el gsmSCF (duración de la llamada, causa de liberación)

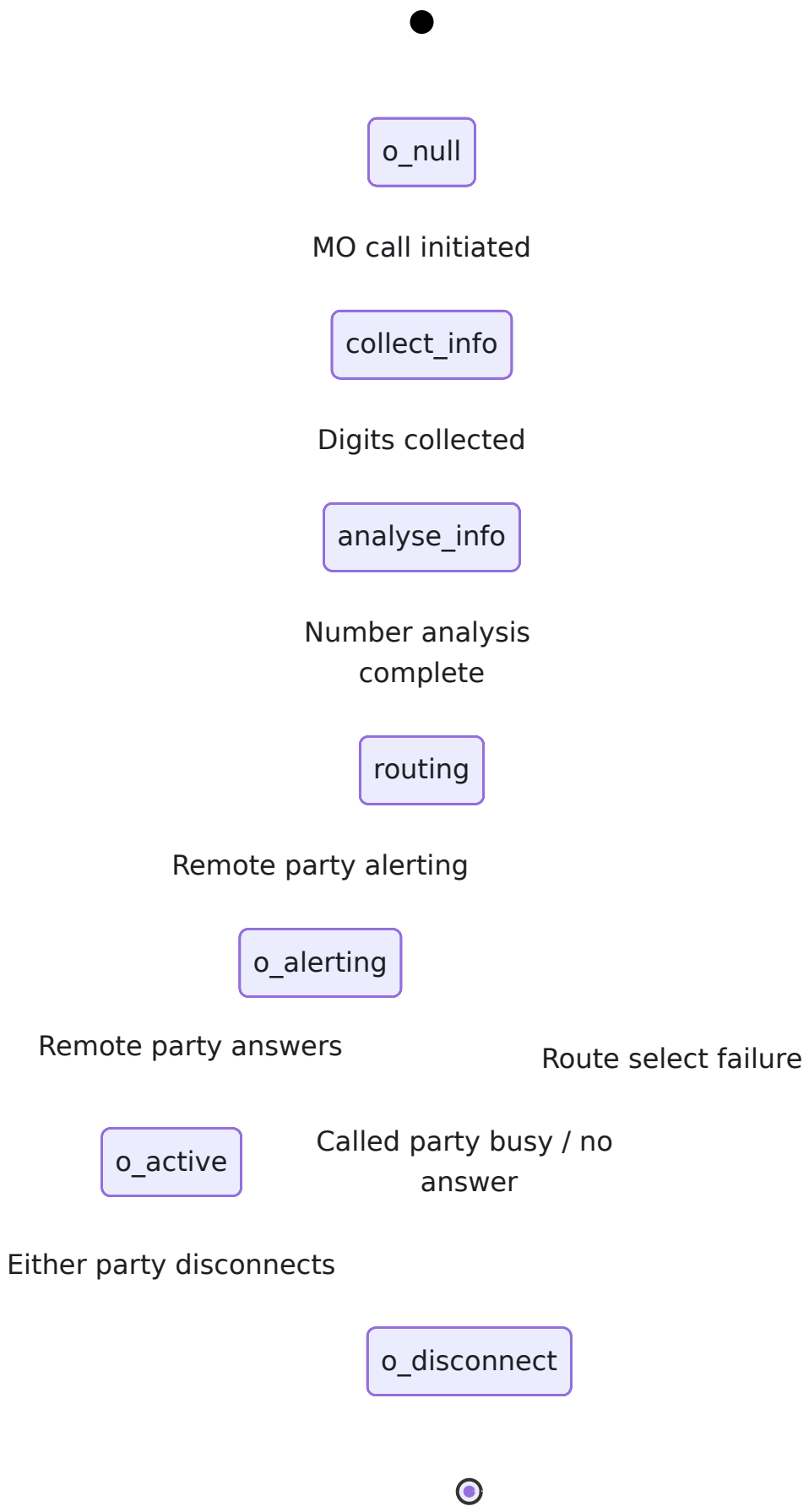
SCF a SSF (gsmSCF a OmniMSC)

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 evitar tiempo de espera durante un procesamiento largo del SCP
SendChargingInformation	Enviar información de aviso de carga a la estación móvil
CallInformationRequest	Solicitar información de llamada para ser informada 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.

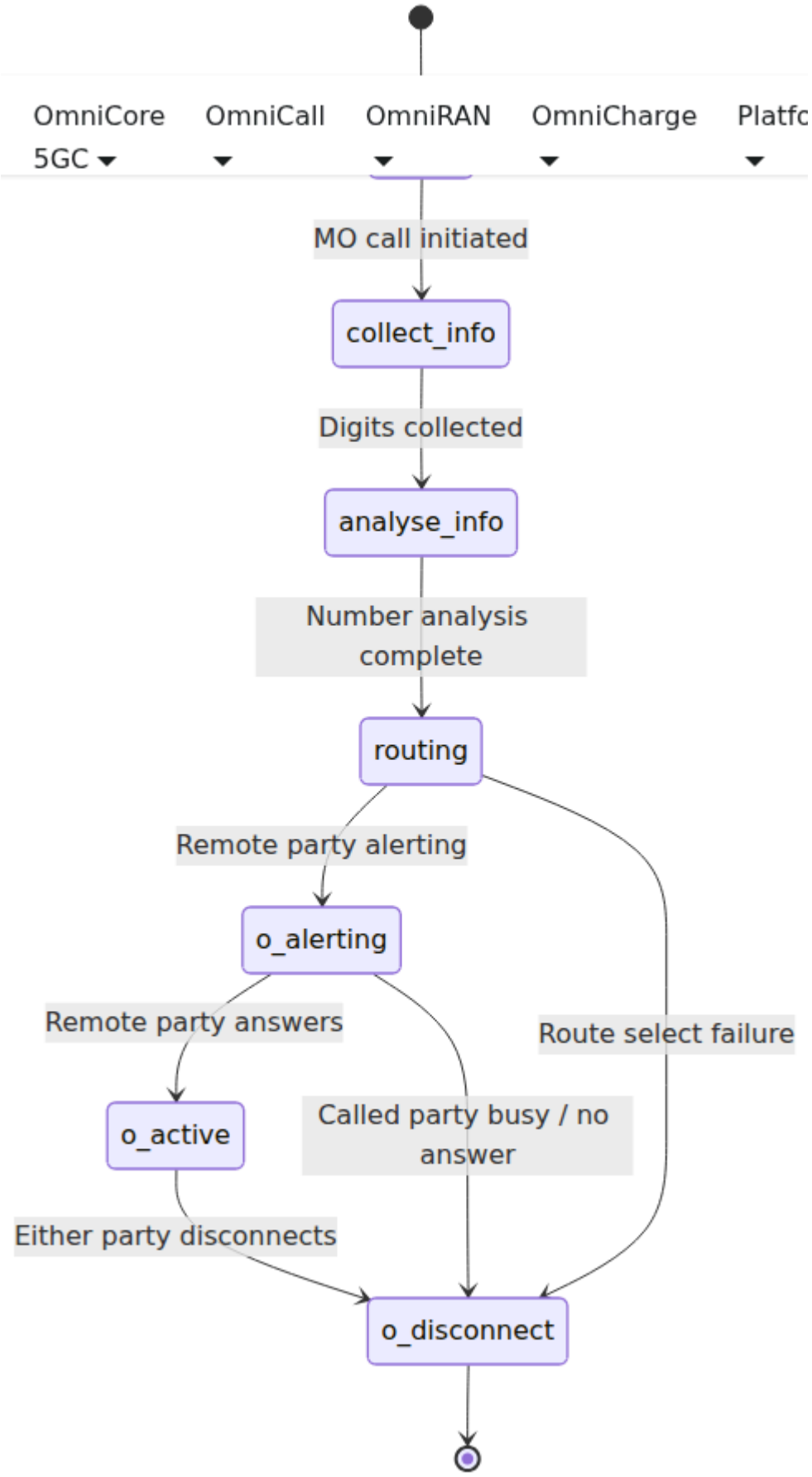

o_null
MO call initiated
collect_info
Digits collected
analyse_info
Number analysis complete
routing
Remote party alerting
o_alerting
Remote party answers
Route select failure
o_active
Called party busy / no answer
Either party disconnects
o_disconnect

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.


OmniCore 5GC
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
Platfc
MO call initiated
collect_info
Digits collected
analyse_info
Number analysis complete
routing
Remote party alerting
o_alerting
Remote party answers
Route select failure
o_active
Called party busy / no answer
Either party disconnects
o_disconnect

Punto de Detección	Estado BCSM	Dispar
terminating_attempt_authorized (DP 12)	terminating_attempt_authorized	Llamada recibida antes de paginac
t_busy (DP 13)	t_alerting	Suscript llamado ocupado
t_no_answer (DP 14)	t_alerting	Suscript llamado respond dentro d tempori
t_answer (DP 15)	t_active	Suscript llamado respond
t_disconnect (DP 17)	t_disconnect	Cualqui de las p inicia la descone

---

Transporte TCAP/CAP

Las operaciones CAP se llevan a cabo a través de diálogos TCAP (Parte de Aplicaciones 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 (remoto, gsmSCF)	146
SSN (local, MSC/VLR/SSF)	8
Tipo de diálogo TCAP	Estructurado (TC-BEGIN, TC-CONTINUE, TC-END)
Codificación	ASN.1 BER (Reglas de Codificación Básica)
Contexto de aplicación	CAP v3 solo: 0.4.0.0.1.0.50.1, 0.4.0.0.1.0.50.2, 0.4.0.0.1.0.50.3

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 Aplicaciones 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 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 de acuerdo con 3GPP TS 32.298 y proporcionan el seguimiento de carga 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 de Prometheus y eventos de alarma relacionados con CDR, consulte Métricas y Monitoreo.

Resumen

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 única 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 CDR consta de dos componentes:

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

Tipos de Registros

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

Etiqueta ASN.1	Tipo de Registro	Descripción
0	MOCallRecord	Llamada de voz originada en el móvil. Generado cuando un suscriptor origina una llamada de voz.
1	MTCallRecord	Llamada de voz terminada en el móvil. Generado cuando un suscriptor recibe una llamada de voz.
3	TransitRecord	Llamada de tránsito. Generado para llamadas que transitan por el MSC sin originarse o terminar en un suscriptor local.
5	MOSMSRecord	SMS originado en el móvil. Generado cuando un suscriptor envía un mensaje corto.
6	MTSMSRecord	SMS terminado en el móvil. Generado cuando un suscriptor recibe un mensaje corto.
10	SSActionRecord	Acción de servicio suplementario. Generado cuando un suscriptor invoca una acción de servicio suplementario.
13	LocUpdateHLRRecord	Actualización de Ubicación (HLR). Generado para procedimientos de actualización de ubicación a nivel de HLR, rastreando cambios de MSC/VLR.
14	LocUpdateVLRRecord	Actualización de Ubicación (VLR). Generado para procedimientos de actualización de ubicación a nivel de VLR, rastreando cambios de área de

Etiqueta ASN.1	Tipo de Registro	Descripción
		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_tkgp	Nombre del grupo de troncos entrantes
msc_outgoing_tkgp	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	Código de servicio portador o 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 nula 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 de diagnóstico: 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 detección de huecos por sistemas de facturación posteriores
ms_classmark	Información de classmark de la 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 de IMSI o desapego de 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 por 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

Recolector de CDR

El Recolector 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 controladores de SMS, y los correlaciona en registros CDR completos.

Flujo de Eventos

Para llamadas de voz, el Recolector 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 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 CDR final y lo almacena en búfer para escritura.

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

Almacenamiento en Búfer y Vaciamiento

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

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

Generación de CDR Parciales

Para llamadas de larga duración, el Recolector genera registros 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 CDR final 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 Recolector 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 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 recording_entity).
- Fecha está en formato YYYYMMDD.
- 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 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 activa una rotación explícita a través de la API.

Configuración

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

Parámetros del Recolector

Parámetro	Predeterminado	Descripción
recording_entity	(requerido)	Dirección o nombre del MSC de grabación, escrito en cada registro 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 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 CDR.

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

Campo	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 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 próximo 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, consulta la Guía de Operaciones.

Identidad del MSC

`config :omnimsc, :msc`

Define la identidad de red SS7 del MSC, utilizada para la dirección 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, consulta la Guía del Panel de Control.

```
config :omnimsc, :msc,
  point_code: 500,
  global_title: "14155550100",
  name: "OMNIMSC01",
  msc_number: "14155550100",
  vlr_number: "14155550100",
  mcc: 999,
  mnc: 99,
  lac: 0x1092,
  allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descri
`point_code`	`integer` o `[integer, integer, integer]`	Sí	`0`	Código de SS7. Pued especifica como un e plano o er formato IT bits `[a, b` (codificad `a*2048 + c`).
`global_title`	`string`	Sí	`"00000000000"`	Título Glob (número E para el enrutamie hacia HLR nodos par
`name`	`string`	Sí	`"OMNIMSC01"`	Nombre ló MSC. Utiliz el campo `recording` del CDR, descripcio alarmas y mensajes registro.
`msc_number`	`string`	Sí	--	Dirección del MSC, e al HLR en actualizac ubicación utilizada p

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descri
				enrutamie llamadas l
`vlr_number`	`string`	Sí	--	Dirección del VLR co localizado enviada a la actualiz ubicación Típicamer misma qu `msc_numbe`
`mcc`	`integer`	Sí	--	Código de Móvil (3 d Combinad `mnc` y `lac` formar la Identidad de Localiz (LAI) trans en la Infor del Sistem
`mnc`	`integer`	Sí	--	Código de Móvil (2 o dígitos).
`lac`	`integer`	Sí	--	Código de Localizaci bits). Iden área de localizació atendida p MSC/VLR.

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descri
`allowed_a5`	`list(atom)`	No	`[:a5_1, :a5_3]`	Algoritmos cifrado A5 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 del Suscriptor, Purga MS).

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

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
`address`	`string`	Sí	--	Título Global HLR (número E.164) para el enrutamiento MAP.
`point_code`	`integer` o `[integer, integer, integer]`	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 `[a, b, c]`.

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.Default`	
`auth_required`	`boolean`	No	`true`	
`tmsi_realloc`	`boolean`	No	`true`	
`num_auth_vectors`	`integer`	No	`1`	

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	
`lab_mode`	`boolean`	No	`false`	
`guest_mode`	`boolean`	No	`false`	

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,
  receive_watchdog: false,
  receive_watchdog_idle: 15
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	De
`enabled`	`boolean`	No	`false`	Si s inic clie ASI `fal` est nin cor STI
`local_ip`	`tuple`	No	`{0, 0, 0, 0}`	Dir loc enl cor tup Erla
`local_port`	`integer`	No	`0`	Pue de SC par que sist ope asi pue efír
`remote_ip`	`tuple`	Sí	--	Dir SC cor tup Erla

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	De
`remote_port`	`integer`	No	`2905`	Pue STF pue es M3 asi IAN
`routing_context`	`integer`	No	--	Val cor enr M3 coi la cor AS par ASF
`receive_watchdog`	`boolean`	No	`true`	Si s hab wat lati Cua `tru` mo falt BEA act rec del
`receive_watchdog_idle`	`integer`	No	`15`	Inte ina en

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	De
				ant el v de con que est est

El código de punto local se toma de `:msc` `point_code`; un `point_code` establecido bajo `:m3ua_asp` no se lee. El indicador de red MTP3 no es configurable aquí.

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. Usa `{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: Establecer 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 pares para la 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	Descr
`signaling_address`	`string`	No	--	Direcció utilizada encabez contact líneas S Debe se accesib los pare utiliza la direcció oyente no se es
`listen_ip`	`tuple`	No	`{0, 0, 0, 0}`	Direcció enlace d oyente
`listen_port`	`integer`	No	`5060`	Puerto d oyente
`transport`	`atom`	No	`:udp`	Protoco transpo predete Uno de `:tcp`, `:`

Parámetros del Par SIP

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

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	
`name`	`string`	Sí	--	Nomb Refer entra rutas
`address`	`string`	Sí	--	Direc de ho
`port`	`integer`	No	`5060`	Puert
`transport`	`atom`	No	`:udp`	Trans par: `:` `:tls`
`codecs`	`list(atom)`	No	`[:pcmu, :pcma]`	Códe sopor válido `:amr`
`max_channels`	`integer`	No	`100`	Máxi concu par. N son re `max_` cuand límite
`options_interval`	`integer` o `nil`	No	`nil`	Interv para mant OPTIC par ca cesar OPTIC

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	
				en `ni` desac

Para la configuración de enrutamiento que referencia estos pares, consulta Configuración de Enrutamiento. Para el comportamiento de mantenimiento SIP OPTIONS y estados de salud de los pares, consulta Trunking SIP.

MGCP / Medios

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

MGCP (Protocolo de Control de Puerta de Medios, RFC 3435) se utiliza para controlar puertas de enlace de medios para la configuración de la ruta 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
`listen_port`	`integer`	No	`2727`	Puerto UDP local para el Agente de Llamadas MGCP (RFC 3435 Sec 2.2). Establecer en `0` para desactivar e transporte MGCP (por ejemplo, en pruebas).
`gateways`	`list(map)`	No	`[]`	Lista de puertas de enlace de medios gestionadas

Parámetros de la Puerta de Enlace

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descrip
`name`	`string`	Sí	--	Identificac l►►gico c puerta de enlace uti para búsq y visualiza en el pane control.
`address`	`string`	Sí	--	Dirección la puerta c enlace de medios.
`port`	`integer`	No	`2427`	Puerto MG la puerta c enlace.
`domain`	`string`	Sí	--	Nombre d dominio d puerta de enlace uti en la nomencla de puntos finales (pc ejemplo, `aaln/1@mg` Requerido hay predeterm

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descrip
`endpoints`	`list`	No	`[]`	Identificac de puntos finales pre declarado puerta de enlace.
`max_connections`	`integer`	No	`1000`	Máximo d conexione concurren que el MS colocará e puerta de enlace.

Modo de Medios

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
`gateway`	`string`	No	`"MGW-01"`	Nombre de la puerta de enlace predeterminada (debe coincidir con un `name` de puerta de enlace de la configuración MGCP o Megaco).
`mode`	`atom`	No	`:megaco`	Protocolo de control de medios: `:mgcp` para RFC 3435 o `:megaco` para ITU-T H.248. El predeterminado compilado cuando no se establece es `:megaco`; el `config.exs` enviado establece explícitamente `:mgcp`.

Transporte Megaco

`config :omnimsc, :megaco`

Utilizado cuando `:media` `mode` es `:megaco` (ITU-T H.248).

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
`listen_port`	`integer`	No	`2944`	Puerto UDP local para el Controlador de Puerta de Medios Megaco/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`	Sí	--	Título Global SMSc (número E.164) para el enrutamiento MAP.

CDR

`config :omnimsc, :cdr`

Los registros CDR se generan por el Recolector de CDR según 3GPP TS 32.250 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	D
`output_dir`	`string`	Sí	`"/tmp/omnimsc/cdr"`	Direc archi CDR. escri proce crea auto no ex
`max_file_size`	`integer`	No	`10,000,000`	Tama archi bytes (aprc 10 M nuev cuan este
`max_records`	`integer`	No	`100,000`	Núm regis archi
`rotation_interval`	`integer`	No	`3600`	Inter de ar en el segu un nu CDR este indep del ta núme

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 la coincidencia 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	Descrip
`prefix`	`string`	Sí	--	Prefijo de nú coincidir. La vacía `""` act una ruta predetermin captura todo
`type`	`atom`	Sí	--	Tipo de desti `:local`, `:si` `:transit`, `:` `:sip_i` o `:sip_with_f`
`priority`	`integer`	No	`10`	Prioridad de Los valores r tienen priori cuando múlt rutas coincid mismo prefij
`peer`	`string`	Condicional	--	Nombre del p (requerido cu `type` es `:si` `:sip_i` o `:sip_with_f` Debe coincid `name` de par configuración
`trunk_group`	`string`	Condicional	--	Nombre del g troncos ISUP (requerido cu `type` es `:is`

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descrip
`point_code`	`[integer, integer, integer]`	Condicional	`[0, 0, 0]`	Código de pu destino para enrutamient
`cic_range`	`{integer, integer}`	No	`{1, 31}`	Rango inclus Códigos de Identificació Circuito para ISUP.
`transport`	`atom`	No	`:udp`	Sobrescritura transporte S 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 de enrutamiento detallados, consulta 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	Descrip
`network_name`	`string`	No	`"Omnitouch"`	Nombre completo red mostr en el dispositiv Codificad alfabeto p defecto de bits GSM (TS 24.008 10.5.3.5a)
`short_name`	`string` o `nil`	No	`nil`	Nombre c de la red. Omitido d mensaje d INFORMAC MM cuand `nil`.
`timezone_offset`	`integer`	No	`0`	Desplazar UTC en cu de hora. P ejemplo, UTC+5:30 (India) es UTC-5 (EE Este) es `-` Codificad BCD segú 3GPP TS 2 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	Des
`enabled`	`boolean`	No	`false`	Si se habili opera grupo Cuan `false` opera modo indep
`pool_id`	`string`	Condicional	`nil`	Identi del ár grupo Requ cuan `enab` `true`
`nri_bitlength`	`integer`	No	`10`	Núme bits p camp Identi de Re de Re extra TMSI. ser id todos miem grupo
`nri_values`	`list(integer)`	Condicional	`[]`	Valor propi esta i de MS

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Des

				deber
				super
				con o
				miem
				grupo
				Requ
				cuand
				`enabl`
				`true`

`null_nri`	`integer`	No	`0`	Valor indica no as Activa reenv basad al mie corre grupo

`members`	`list(map)`	No	`[]`	Otras
				instar
				MSC
				grupo
				miem
				`name`
				`nri_`
				`addre`
				`port`

Para detalles sobre la arquitectura del grupo y el diseño de bits NRI, consulta Grupo de MSC y NRI.

Sobrecarga

`config :omnimsc, Omnimsc.Overload`

Umbrales de protección contra sobrecarga. Cuando se supera cualquier umbral, se rechazan nuevas solicitudes de servicio (llamadas, paginación, Actualizaciones de Ubicación) con la causa GSM 42 (congestión de equipos de conmutación). La función `admit?/0` proporciona lecturas sin bloqueo a través de `persistent_term` para un mínimo de sobrecarga 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	Descri
`max_calls`	`integer`	No	`10,000`	Máximo llamada activas concurr antes d entrar e estado sobreca
`max_subscribers`	`integer`	No	`50,000`	Máximo suscript registra en el VL antes d sobreca
`max_process_count`	`integer`	No	`500,000`	Máximo conteo proceso la VM B antes d sobreca Monitor presión de proc de la VM
`max_paging_rate`	`integer`	No	`1,000`	Máximo solicitud paginac por seg antes d sobreca

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descri
`check_interval`	`integer`	No	`5,000`	Interval milisegu entre verifica de umb de sobreca

Las transiciones de estado de sobrecarga emiten eventos de telemetría `[:omnimsc, :overload, :state_change]` para monitoreo externo. Consulta 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 MME LTE según 3GPP TS 29.118.

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

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripc
`listen_port`	`integer`	No	`29118`	Puerto SCT escucha pa conexiones SGs-AP des MMEs. El puerto 291 es el predeterm asignado p 3GPP. Establecer `0` para desactivar
`vlr_name`	`string`	No	`"vlr.omnimsc.local"`	Nombre de VLR (FQDN enviado a MMEs en la Aceptación Actualizaci de Ubicaci SGs-AP. El utiliza esto para ident y enrutar a instancia d VLR.

Para detalles del protocolo SGs, estados de asociación y flujos de llamadas CSFB, consulta SGs / CSFB.

USSD

`config :omnimsc, :ussd`

Configura puertas de enlace USSD externas para enrutar solicitudes de Datos de Servicio Suplementario No Estructurado. 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 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	Descrip
`name`	`string`	No	`"unnamed"`	Nombre ló de la puer enlace par registro y visualizaci el panel de control.
`address`	`string`	Sí	--	Título Glob la puerta d enlace (nú E.164) par enrutamie USSD MAP
`ssn`	`integer`	No	`147`	Número de subsistem SCCP para puerta de enlace. El 147 es el S estándar p USSD.
`codes`	`list(string)` o `:all`	No	`:all`	Códigos de servicio US manejados esta puert enlace (po ejemplo, `["*100", "*101"]`). Establecer `:all` para puerta de

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descrip
				enlace predeterm que captu todo.

Para detalles del protocolo USSD y comportamiento de retransmisión, consulta 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 de 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 el au cif pr lla
`psap_address`	`string`	No	`"112"`	Nu lla ut el er de de er Da m Co de En no nú lla va ut la lla la er ru

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	D
				tr sa de SI nú pa IS Es es nú co ur ru er er ru
`allow_without_sim`	`boolean`	No	`true`	Si lla er de es m SI (IN au Se TS re pe

Nodo & Tiempo de Ejecución

Claves de nivel superior `config :omnimsc` que controlan la identidad del nodo y el árbol de supervisión.

```
config :omnimsc,
  node_id: "OMNIMSC01",
  point_code: 500,
  max_restarts: 3,
  overload_monitor: true
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descr
`node_id`	`string`	No	`"OMNIMSC01"`	Identifica nodo util `recordir` del CDR, de archiv estado d sistema.
`point_code`	`integer`	No	`500`	Código d SS7 local como `local_ms` recolecto
`max_restarts`	`integer`	No	`3`	Máximo reinicios supervis nivel sup dentro d ventana reinicio a que el no apague.
`overload_monitor`	`boolean`	No	`true`	Si se deb el monito periódico sobrecar de proce Establece `false` en

Paginación

`config :omnimsc, :paging`

Controla el comportamiento de reintento de paginación para procedimientos terminados en móvil.

```
config :omnimsc, :paging,
  max_retries: 2,
  retry_interval_ms: 5_000
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descr
`max_retries`	`integer`	No	`2`	Número retransr de pagi antes d rendirse solicituc termina móvil.
`retry_interval_ms`	`integer`	No	`5_000`	Interval milisegu entre retransr de pagi

EIR

`config :omnimsc, :eir`

Configura la verificación de IMEI del Registro de Identidad de Equipos.

```
config :omnimsc, :eir,
  enabled: false,
  check_on: [:location_updating, :cm_service_request],
  backend: Omnimsc.EIR.Backend.Default
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado
`enabled`	`boolean`	No	`false`
`check_on`	`list(atom)`	No	`[:location_updating, :cm_service_request]`
`backend`	`module`	No	`Omnimsc.EIR.Backend.Default`

Traspaso

`config :omnimsc, :handover`

Configura el grupo de números de traspaso utilizados para el traspaso entre MSC.

```
config :omnimsc, :handover,
  ho_number_prefix: "8888",
  ho_number_count: 100
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripc
`ho_number_prefix`	`string`	No	`"8888"`	Prefijo pa los Núme de Traspa asignado
`ho_number_count`	`integer`	No	`100`	Número Números Traspaso el grupo asignaci

SRVCC (Interfaz Sv)

`config :omnimsc, :srvcc`

Configura la interfaz Sv (SRVCC GTPv2-C) para la Continuidad de Llamadas de Voz de Radio Única.

```
config :omnimsc, :srvcc,
  sv_enabled: false,
  sv_port: 2123,
  local_ip: {0, 0, 0, 0}
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
`sv_enabled`	`boolean`	No	`false`	Si se debe iniciar el transporte Sv SRVCC (GTPv2-C).
`sv_port`	`integer`	No	`2123`	Puerto UDP para la interfaz Sv. El puerto 2123 es el predeterminado GTP-C.
`local_ip`	`tuple`	No	--	IP local de enlace para el transporte Sv como una tupla de Erlang.

LCS

`config :omnimsc, :lcs`

Configura los Servicios de Localización.

```
config :omnimsc, :lcs,
  default_location: {0.0, 0.0}
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descrip
`default_location`	`{number, number}`	No	`{0.0, 0.0}`	Fallback `{latitu` `longitu` en grad decimal devuelto para una fijación basada celda cuando hay un resultad SMLC preciso disponib

---

Seguridad

`config :omnimsc, :security`

Configura la prohibición de fallos de autenticación.

```
config :omnimsc, :security,
  auth_failure_threshold: 3
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	D
`auth_failure_threshold`	`integer`	No	`3`	Nu fa au co de los su pr

Enrutamiento (Análisis de Números)

`config :omnimsc, :routing`

Configura el análisis de números para el manejo de prefijos nacionales/internacionales y detección de emergencias. Esto es distinto de la tabla de rutas basada en prefijos (`:routes`).

```
config :omnimsc, :routing,
  international_prefix: "00",
  national_prefix: "0",
  emergency_numbers: ["112", "911", "110"],
  country_code: "",
  area_code: "",
  short_codes: []
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado
`international_prefix`	`string`	No	`"00"`
`national_prefix`	`string`	No	`"0"`
`emergency_numbers`	`list(string)`	No	`["112", "911", "110"]`
`country_code`	`string`	No	`""`
`area_code`	`string`	No	`""`

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado
`short_codes`	`list`	No	`[]`

SCCP

`config :omnimsc, :sccp`

```
config :omnimsc, :sccp,
  local_subsystems: [7, 8]
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	De
`local_subsystems`	`list(integer)`	No	`[7, 8]`	Nu su SC es all lo (u po ge SC m SS

CAMEL

Claves de nivel superior `config :omnimsc` para el servicio CAMEL (Aplicaciones Personalizadas para Redes Móviles Lógica Mejorada) activando.

```
config :omnimsc, :camel_service_keys, %{}
config :omnimsc, :camel_default_scp_address, "14155550400"
config :omnimsc, :camel_timers, %{}
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado
`camel_service_keys`	`map`	No	`%{}`
`camel_default_scp_address`	`string`	No	--
`camel_timers`	`map`	No	`%{}`

VLR Reaper

`config :omnimsc, :vlr_reaper`

Configura el reaper periódico que purga registros de suscriptores VLR obsoletos.

```
config :omnimsc, :vlr_reaper,
  scan_interval_ms: 60_000,
  notify_hlr: true,
  hlr: Omnimsc.VLR.HLR.Default
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	
`scan_interval_ms`	`integer`	No	`60_000`	
`notify_hlr`	`boolean`	No	`true`	
`hlr`	`module`	No	`Omnimsc.VLR.HLR.Default`	

SIP-I

`config :omnimsc, :sip_i`

Configura pares SIP-I (SIP con ISUP encapsulado, ITU-T Q.1912.5) para interconexión entre MSC y PSTN.

```
config :omnimsc, :sip_i,
  peers: [
    %{name: "InterMSC-01", address: "10.1.1.60", port: 5060,
      transport: :tcp, isup_version: :itu_t92,
      trunk_group_id: "TG-InterMSC-01", point_code: [3, 14, 5],
      codecs: [:pcmu, :pcma], max_channels: 100}
  ]
```

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

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descrip
`name`	`string`	Sí	--	Nombre lógico d par. Referen en las entrada la tabla rutas co tipo `:si`
`address`	`string`	Sí	--	Direcció o nomb host del
`port`	`integer`	No	`5060`	Puerto S del par.
`transport`	`atom`	No	`:tcp`	Transpo para est par: `:uc` `:tcp` o
`isup_version`	`atom`	No	`:itu_t92`	Variante transpo en el cu encapsu `:itu_t9` `:ansi`.
`trunk_group_id`	`string` o `nil`	No	--	Identific del grup troncos utilizado para el enrutam

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descrip
				(por eje `"TG-InterMS 01"`).
`point_code`	`[integer, integer, integer]` o `integer` o `nil`	No	--	Código punto S remoto el conte de enrutam ISUP.
`codecs`	`list(atom)`	No	`[:pcmu, :pcma]`	Códecs audio soporta
`max_channels`	`integer`	No	`100`	Máximo llamada concurr a este p

Interfaz Web

`config :omnimsc, OmnimscWeb.Endpoint`

El panel de control web es servido por un endpoint de 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	
`http.ip`	`tuple`	No	`{0, 0, 0, 0}`	Di er `{1` pa lo
`http.port`	`integer`	No	`4000`	Pu HT de
`url.host`	`string`	No	`"localhost"`	No pa de er ho pr
`secret_key_base`	`string`	Sí	--	Cl se Ge `ph` Re pr de de `SE`
`server`	`boolean`	No	`true`	Si el Es `fa` de de

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

Sobrescritura en tiempo de ejecución: Establecer las variables de entorno `SECRET_KEY_BASE`, `PHX_HOST` y `PORT`. En producción, HTTPS con 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, desconexión).
`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: 999,
    mnc: 99,
    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,
  receive_watchdog: true,
  receive_watchdog_idle: 15

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 tiempo real sobre suscriptores, llamadas, conexiones, enrutamiento, CDRs y salud del sistema.

Todas las páginas se actualizan automáticamente a través de WebSocket. La mayoría de las páginas se actualizan cada 5 segundos; la página de Llamadas Activas se actualiza cada 2 segundos. 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 la Referencia de Configuración. Para la API REST, consulte la Referencia de API.

Tablero

El tablero es la página principal de inicio, 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 de 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, Caído, 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 alcanzabilidad.

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, 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 del VLR
Auth	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 Equipo Móvil (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 que Sirve	Nombre del BSC que actualmente sirve a este suscriptor
Tipo de RAN	Tipo de acceso radio (GERAN-A, UTRAN-Iu, o SGs)
Conteo de Uso	Número de tokens de conteo de uso activo mantenidos por 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
Quinteto UMTS	Si están disponibles quintetos de autenticación UMTS

Perfil de Servicio

Muestra los servicios conmutados por circuitos 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 al 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 activo/inactivo y, cuando corresponde, 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 en 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 multihomed 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 BSSMAP 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	Número 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, Caído, Desconocido)

Llamadas Activas

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

Columnas de la Tabla de Llamadas

Columna	Descripción
Referencia de Llamada	Número de referencia de llamada único
Dirección	Insignia MO (Origen Móvil) o MT (Terminando Móvil)
IMSI	IMSI del suscriptor
Llamante	Número de la parte que llama (número A)
Llamado	Número de la parte llamada (número B)
Estado	Estado de 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 sirve

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
Referencia de Llamada	Referencia de llamada única
Dirección	MO o MT
Estado de CC FSM	Estado actual de la máquina de estados finitos de Control de Llamadas
IMSI	IMSI del suscriptor
MSISDN	Número de teléfono del suscriptor
IMEI	Identidad del equipo móvil
Parte Llamante	Número A como se presenta en la interfaz de señalización
Parte Llamada	Número B 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 respuesta de la llamada (en blanco 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 en 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 para todo)
Tipo de Destino	Insignia que indica el tipo de ruta: EMRG, SIP, SIP+FO, LOCAL, ISUP, TRANSIT, GMSC
Detalles	Información específica del destino, como el 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 necesidad de reiniciar.

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 de los pares 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

Los contadores de secuencia por tipo de registro rastrean el número de secuencia que aumenta monotonamente 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 de Origen Móvil
Llamada MT	Llamada de voz de Terminación Móvil
SMS MO	Mensaje corto de Origen Móvil
SMS MT	Mensaje corto de Terminación Móvil
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, Caído o Drenando) y marca de tiempo de la última sonda de salud exitosa. 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 la VM BEAM, asignación de memoria, identidad del MSC, enlaces de transporte y salud del árbol de supervisión.

VM BEAM

Campo	Descripción
Versión OTP	Versión principal 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 de la VM BEAM desde el arranque

Memoria

Campo	Descripción
Total	Memoria total asignada por la VM BEAM
Procesos	Memoria consumida por procesos de Erlang/Elixir
ETS	Memoria consumida por tablas ETS
Binario	Memoria consumida por datos de referencia binaria contados
Átomo	Memoria consumida por la tabla de átomos
Sistema	Memoria consumida por el sistema 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 (el conteo se calcula dinámicamente), 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.

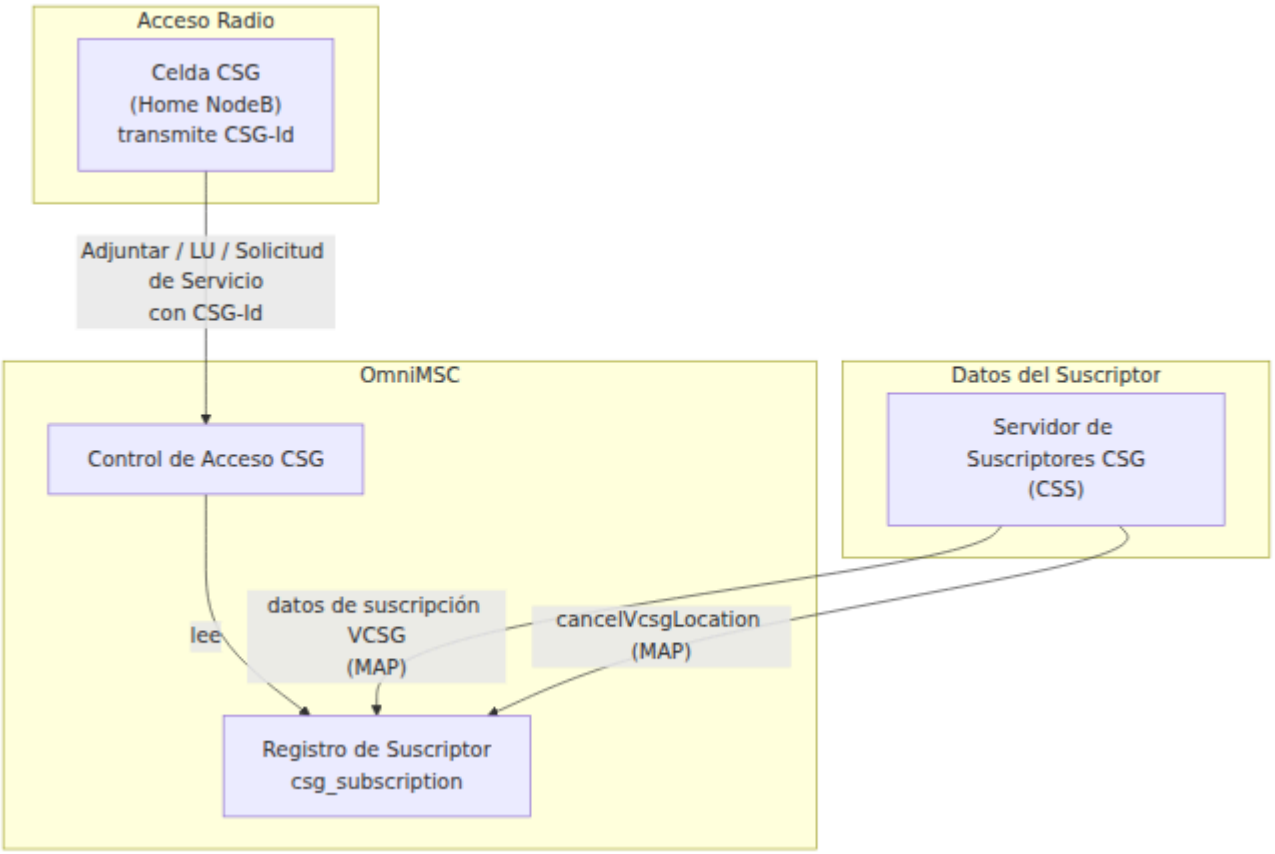
Grupos de Suscriptores Cerrados (CSG / VCSG)

Este documento describe cómo OmniMSC maneja los Grupos de Suscriptores Cerrados (CSG): los datos de suscripción de CSG mantenidos por suscriptor, la decisión de control de acceso tomada cuando un suscriptor intenta usar una celda CSG, y la interacción MAP con el Servidor de Suscriptores CSG (CSS) que mantiene esos datos de suscripción actualizados. Para el modelo de datos de suscriptor general y cómo se descargan los datos de suscripción del HLR, consulte Operaciones MAP. Para el Barring Determinado por el Operador, un mecanismo de control de acceso relacionado, consulte Servicios Suplementarios.

Descripción General

Un **Grupo de Suscriptores Cerrados** identifica un conjunto de suscriptores permitidos para acceder a una o más celdas CSG (por ejemplo, un Home NodeB / femtocell que sirve a un hogar, oficina o campus específico). Cada CSG se identifica mediante una **Identidad CSG** (un valor de 27 bits, codificado según 3GPP TS 23.003). Una celda CSG transmite su Identidad CSG en la información del sistema; un suscriptor acampando en esa celda recibe servicio normal solo cuando el suscriptor es miembro de ese CSG y la membresía no ha expirado (TS 22.011 Sección 8).

El conjunto de CSGs a los que un suscriptor puede acceder son los **datos de suscripción VCSG** (también llamada la lista de CSG permitidos). Estos datos son mantenidos por el **Servidor de Suscriptores CSG (CSS)** y proporcionados al nodo de servicio (VLR / SGSN). OmniMSC los almacena en el registro del suscriptor y evalúa el acceso en el punto de uso, de la misma manera que el Barring Determinado por el Operador es aplicado por el nodo de servicio en lugar del HLR.



Datos de Suscripción CSG

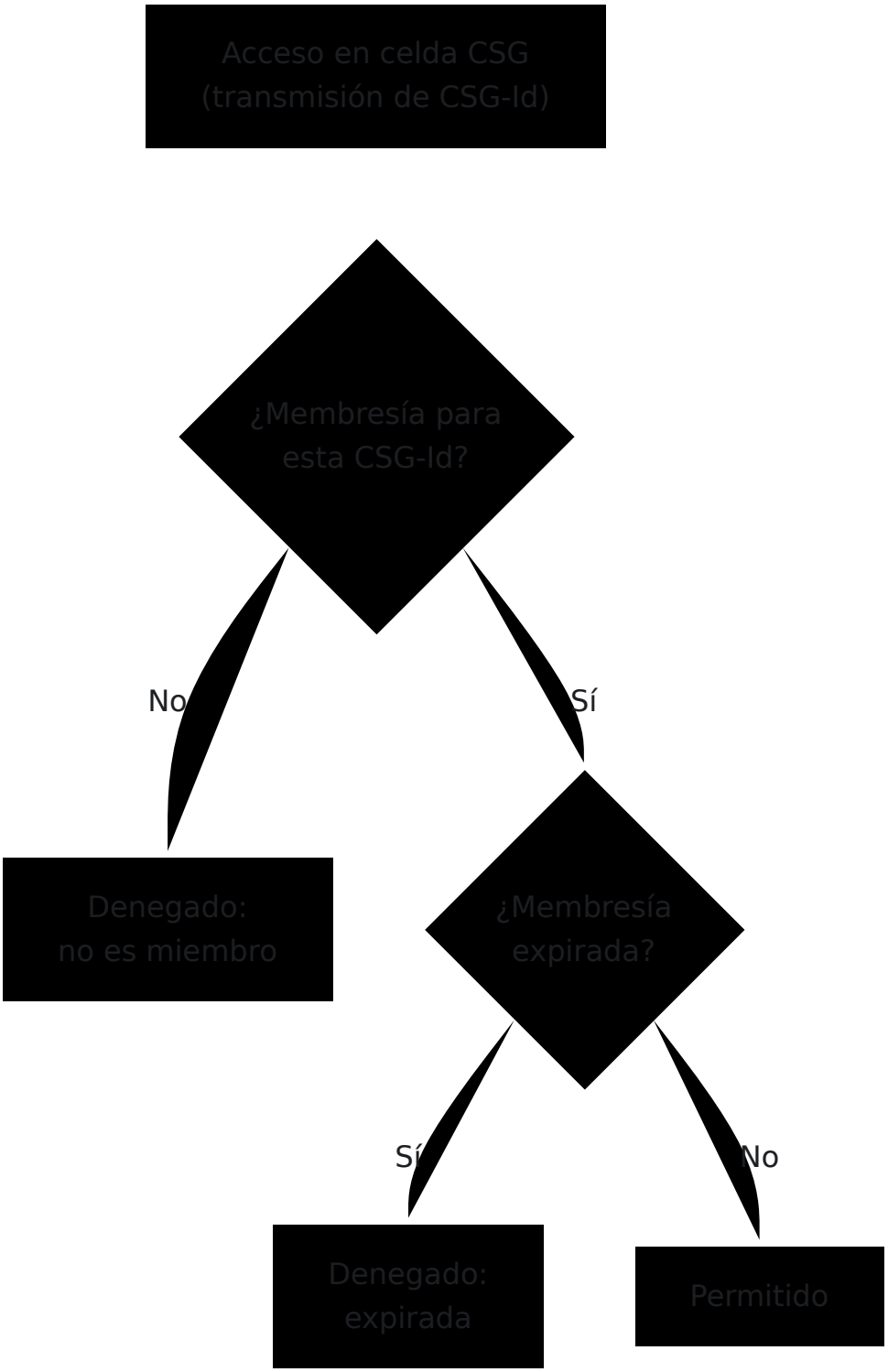
Cada registro de suscriptor lleva una lista de membresía CSG. Cada entrada describe un Grupo de Suscriptores Cerrados al que pertenece el suscriptor y, opcionalmente, cuándo expira esa membresía.

Campo	Tipo	Descripción
`csg_id`	Entero	Identidad CSG transmitida por la celda CSG. Un valor de 27 bits codificado según TS 23.003.
`expiry`	FechaHora / null	Expiración de la membresía. Una membresía con expiración `null` nunca expira. Una vez que la hora actual alcanza o supera el instante de expiración, la membresía se considera expirada y se deniega el acceso.

La lista de membresía se completa a partir de los datos de suscripción VCSG proporcionados por el CSS y se borra mediante MAP cancelVcsgLocation (consulte Interacción MAP). Eliminar solo los datos de suscripción CSG mantiene al suscriptor registrado; otros datos de suscripción (servicios básicos, servicios suplementarios, CAMEL, Barring Determinado por el Operador) permanecen intactos.

Control de Acceso

Cuando un suscriptor intenta acceder a una celda que transmite una Identidad CSG, OmniMSC evalúa la lista de membresía del suscriptor contra la Identidad CSG transmitida. Una celda que no transmite una Identidad CSG es una celda normal (no CSG) y siempre es accesible; la verificación a continuación se aplica solo a las celdas CSG.



La decisión tiene tres resultados:

Resultado	Condición	Significado
Permitido	El suscriptor tiene una membresía para la Identidad CSG transmitida y no ha expirado.	El suscriptor recibe servicio normal en la celda CSG.
Denegado (no es miembro)	El suscriptor no tiene membresía para la Identidad CSG transmitida (incluyendo el caso en que el suscriptor no tiene datos de suscripción CSG en absoluto).	Se rechaza el acceso a la celda CSG.
Denegado (expirada)	El suscriptor tiene una membresía para la Identidad CSG transmitida, pero su expiración ha pasado.	Se rechaza el acceso a la celda CSG. La membresía obsoleta permanece hasta que el CSS la actualiza o cancela.

El límite de expiración es inclusivo: cuando la hora actual es igual al instante de expiración, la membresía se considera expirada.

Interacción MAP con el CSS

El Servidor de Suscriptores CSG mantiene la copia maestra de los datos de suscripción VCSG de un suscriptor y mantiene al nodo de servicio sincronizado utilizando operaciones MAP (3GPP TS 29.002). OmniMSC maneja lo siguiente.

Operación	Opcode	Dirección	Efecto
updateVcsgLocation	53	Nodo de servicio a CSS	Registra el nodo de servicio para el servicio VCSG y recupera los datos de suscripción CSG del suscriptor.
cancelVcsgLocation	36	CSS a nodo de servicio	Cancela el registro VCSG de este nodo de servicio para el suscriptor. OmniMSC elimina todos los datos de suscripción CSG mientras mantiene al suscriptor registrado.

cancelVcsgLocation es enviado por el CSS cuando el registro VCSG del suscriptor debe ser eliminado de este nodo (por ejemplo, la membresía CSG del suscriptor fue revocada, o el suscriptor se trasladó a otro nodo). El argumento lleva la identidad del suscriptor (IMSI). Al recibirlo, OmniMSC borra la lista de membresía CSG del suscriptor y reconoce la operación.

Parse error on line 9: ...ermanece registrado;
el acceso poste ----------^ Expecting 'SPACE', 'NEWLINE', 'create', 'box', 'end', 'autonumber', 'activate', 'deactivate', 'title', 'legacy_title', 'acc_title', 'acc_descr', 'acc_descr_multiline_value', 'loop', 'rect', 'opt', 'alt', 'par', 'par_over', 'critical', 'break', 'option', 'and', 'else', 'participant', 'participant_actor', 'destroy', 'note', 'links', 'link', 'properties', 'details', 'ACTOR', got 'INVALID'

Intente de nuevo

Los datos de suscripción CSG también pueden ser retirados como parte de MAP DeleteSubscriberData (la categoría de datos CSG), que elimina la lista de membresía CSG mientras deja al suscriptor registrado y otros datos intactos. Consulte Operaciones MAP para el procedimiento general de DeleteSubscriberData.

Referencias de Especificaciones 3GPP

Especificación	Título	Relevancia
TS 23.060	Servicio General de Paquetes de Radio (GPRS); Descripción del servicio	Control de acceso CSG y manejo de ubicación VCSG en el dominio de paquetes
TS 22.011	Accesibilidad del servicio	Concepto CSG, lista de CSG permitidos, membresía CSG y expiración
TS 23.003	Numeración, direccionamiento e identificación	Codificación de Identidad CSG (27 bits)
TS 29.002	Especificación de Parte de Aplicación Móvil (MAP)	updateVcsgLocation, cancelVcsgLocation, datos de suscripción CSG, interacción CSS

Trunking ISUP

Este documento describe la interfaz de tronco ISUP (Parte de Usuario ISDN) implementada por OmniMSC, incluyendo la gestión de grupos de troncos, la asignación de circuitos, la codificación de mensajes, los temporizadores, el soporte de verificación de continuidad y la 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 Circuito (CICs).

Asignación de CIC

Cuando una llamada se enruta a un grupo de troncos ISUP, el administrador de circuitos asigna el primer circuito inactivo encontrado en el rango configurado. El CIC asignado se incluye en el IAM saliente y se reserva hasta que la llamada se libera.

Parámetro	Tipo	Descripción
`name`	`string`	Identificador único del grupo de troncos, referenciado en las entradas de la tabla de rutas
`dpc`	`integer`	Código de punto de destino (entero codificado, por ejemplo, `a*2048 + b*8 + c` para ITU 3-8-3)
`cic_range`	`{start, end}`	Rango inclusivo de CICs disponibles para este grupo de troncos

Gestión del Estado del Circuito

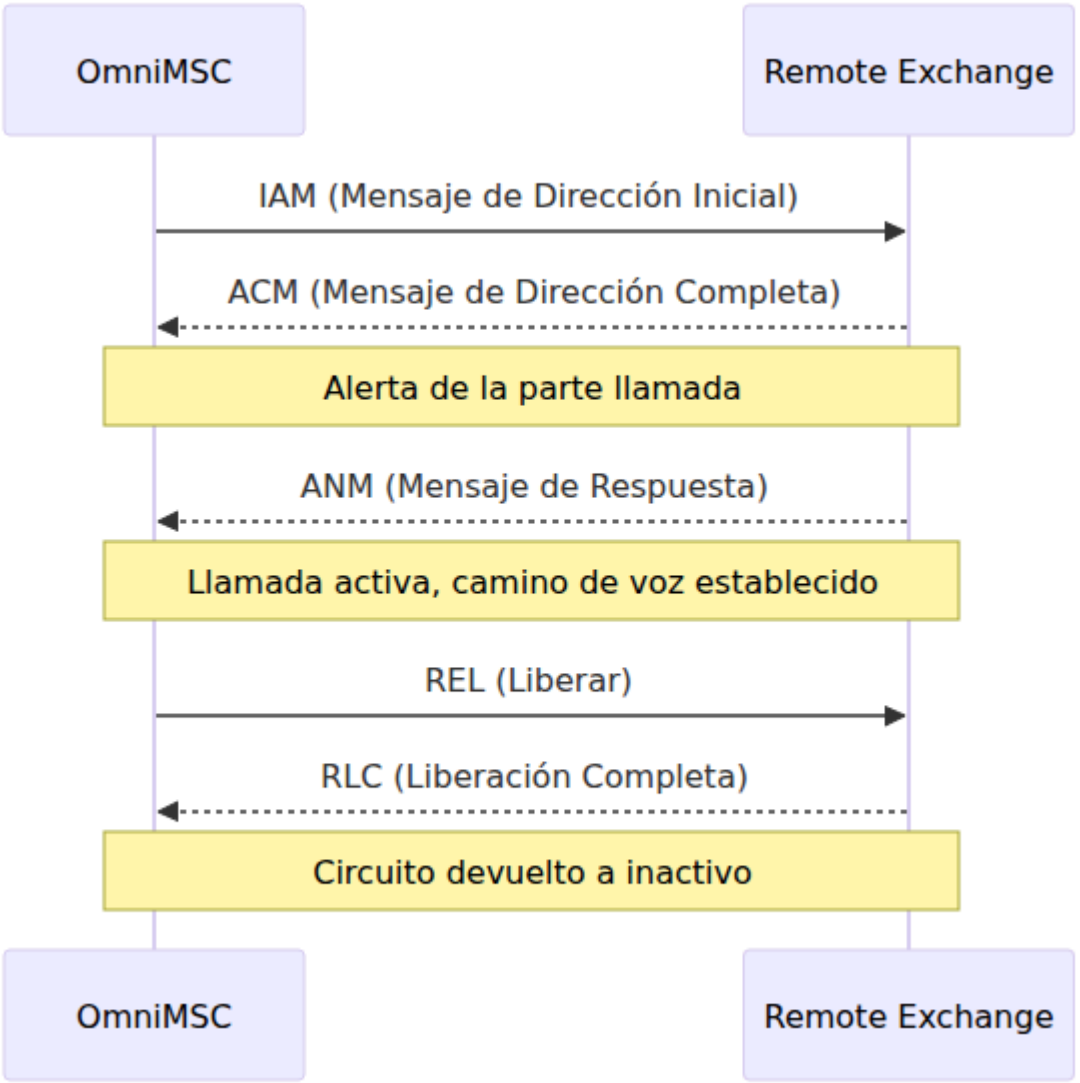
Cada circuito dentro de un grupo de troncos rastrea un estado independiente. El administrador de circuitos maneja operaciones de bloqueo, desbloqueo y reinicio de grupo.

Estado del Circuito	Descripción
`:idle`	Disponible para captura
`:outgoing_busy`	Asignado para una llamada saliente (IAM enviado)
`:incoming_busy`	Reservado para una llamada entrante (IAM recibido)
`:blocked`	Bloqueado a través de BLO, no disponible para captura
`:unblocked_pending`	Desbloqueo (UBL) enviado, esperando confirmación
`:reset_pending`	Reinicio de circuito en progreso (RSC/GRS), esperando confirmación

El bloqueo de circuitos (BLO) y el desbloqueo (UBL) se realizan solo por circuito. El reinicio de grupo (GRS/GRA) reinicia todos los circuitos en un rango a inactivo y borra cualquier estado de bloqueo; un solo circuito también puede ser reiniciado con RSC.

Flujo de Mensajes ISUP

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

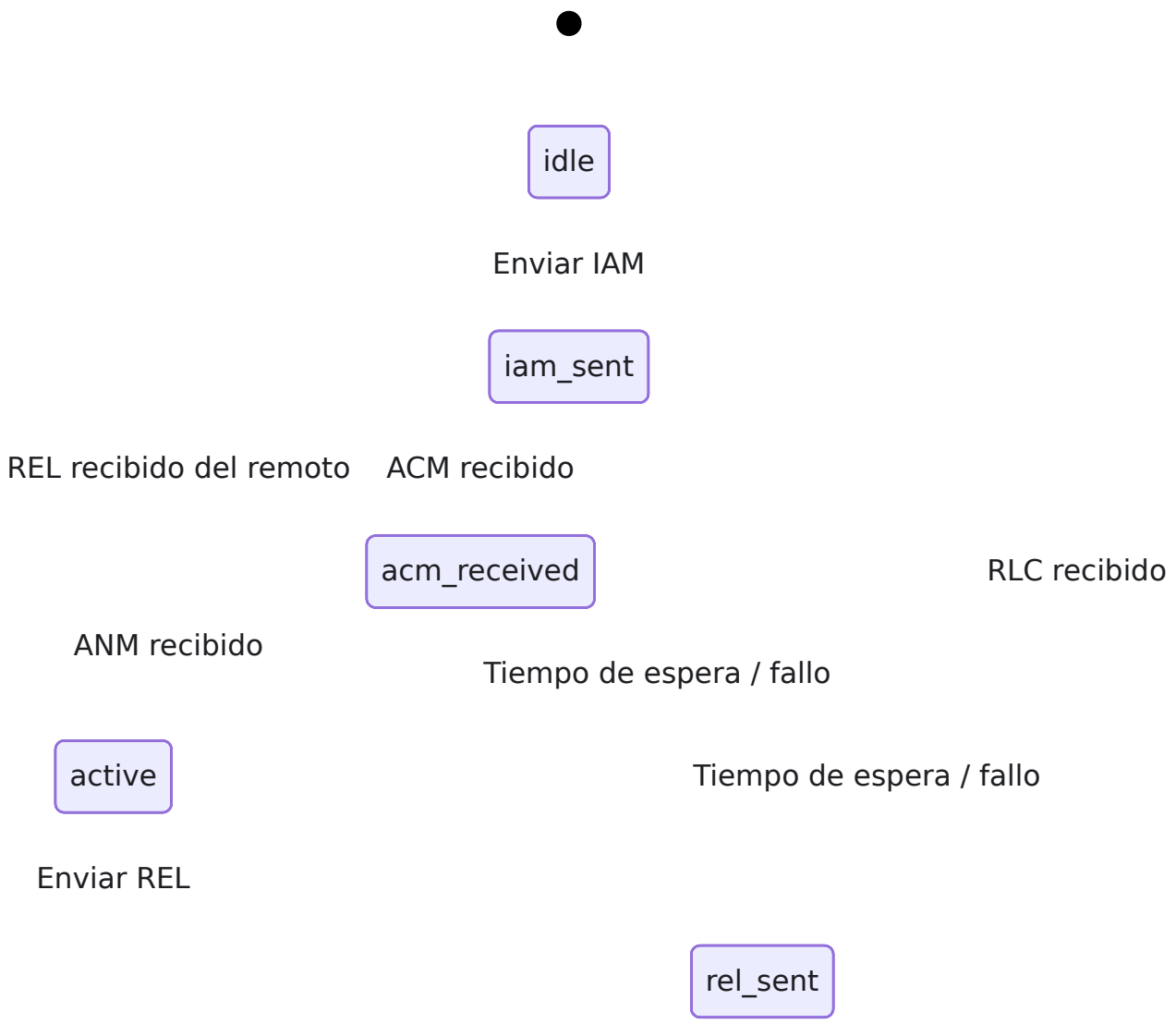


Para llamadas entrantes, las direcciones se invierten: IAM llega del intercambio remoto, y OmniMSC envía ACM y ANM a medida que la llamada avanza a través de la alerta y la respuesta.

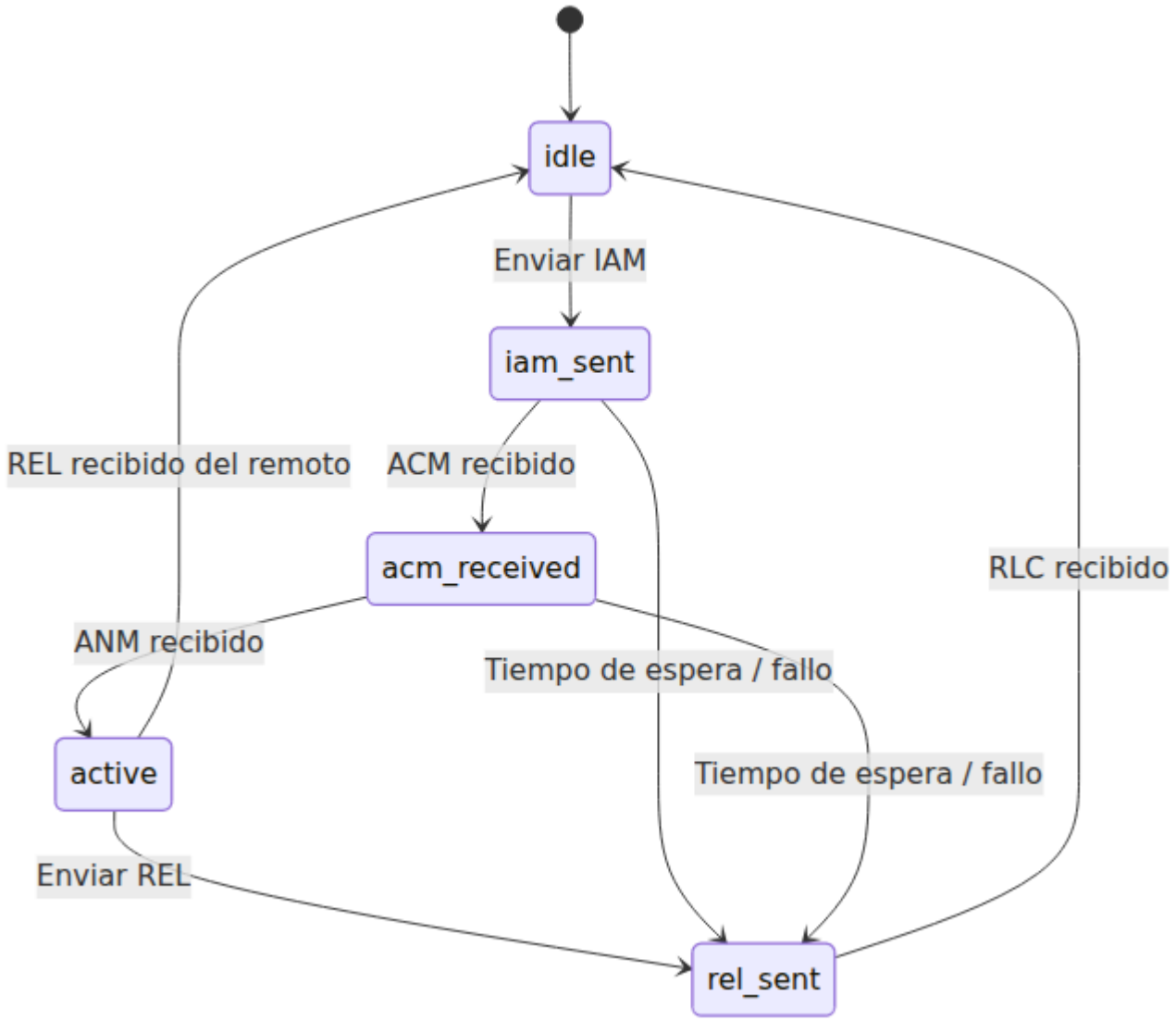
Estados del Manejador ISUP

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 vencimiento de T1	RLC aún no recibido	Enviar alerta de mantenimiento, reiniciar 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 16 (liberación normal de llamada) y notifica a Control de Llamadas con causa 31 (normal, no especificado). 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 principales 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 confirmación)

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
RSC	`0x12`	Reiniciar un solo circuito
GRS	`0x17`	Reinicio de grupo de un rango de circuitos
GRA	`0x29`	Confirmación de reinicio de grupo
COT	`0x05`	Resultado de verificación de continuidad
CPG	`0x2C`	Progreso de Llamada (evento/progreso de llamada en curso)

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 captura el circuito y envía IAM con el indicador de verificación de continuidad establecido.
2. Se aplica un bucle 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 intentar nuevamente en un circuito alternativo.

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

Integración con 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
`type`	`:isup`
`trunk_group`	Nombre del grupo de troncos que coincide con un grupo de troncos configurado
`dpc`	Código de punto de destino (entero codificado)
`cic_range`	Rango de CIC como `{start, end}`

Cuando el enrutamiento selecciona un destino ISUP, el enrutador de troncos solicita un circuito libre al 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 automáticamente reintenta a través del grupo de troncos ISUP configurado.

Activador de Failover	Descripción
Estado del par `:down`	Par SIP inalcanzable (fallo de keepalive OPTIONS)
Respuesta SIP 5xx	Error del servidor del par SIP
Tiempo de espera SIP	Sin respuesta dentro del temporizador de transacción SIP
Excedido `max_channels`	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 ubicación 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

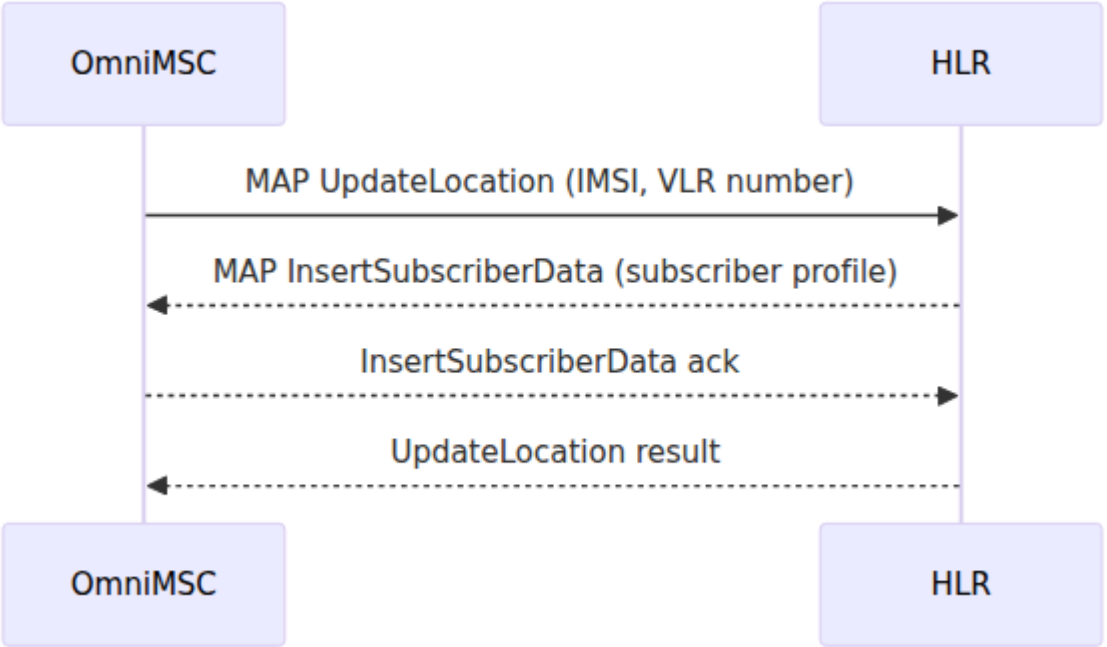
OmniMSC opera un cliente MAP que gestiona diálogos con pares MAP remotos (HLR, SMSc, puerta de enlace USSD). El cliente MAP maneja el ciclo de vida del diálogo, la correlación de transacciones TCAP y la supervisión del tiempo de espera del diálogo.

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 fijo de tiempo de espera de 30 segundos. Si el par no responde dentro del tiempo de espera, el cliente aborta el diálogo y notifica al subsistema solicitante sobre la falla.

Para los 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 ubicación. 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 ubicación 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 ubicación hacia la estación móvil con la causa apropiada.

InsertSubscriberData

El HLR envía MAP InsertSubscriberData al MSC durante el procedimiento UpdateLocation, y también proactivamente cuando el perfil del suscriptor cambia (por ejemplo, activación de servicios suplementarios 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)

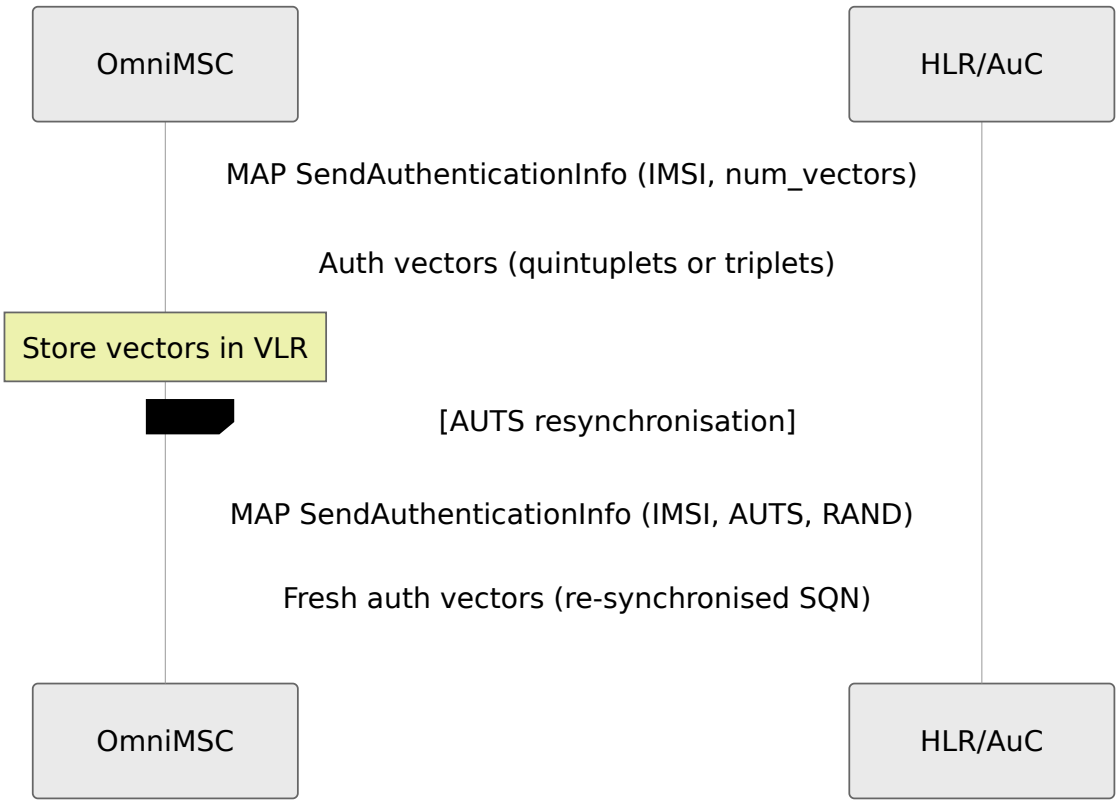
- Servicios de portadora CS y teleservicios
- Categorías de Barring Determinado por el Operador (ODB)
- Datos de servicio suplementario (números de reenvío de llamadas, estado de barring, modo CLIR, estado de CW)
- Información de suscripción CAMEL (claves de servicio, direcciones gsmSCF)

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

SendAuthenticationInfo

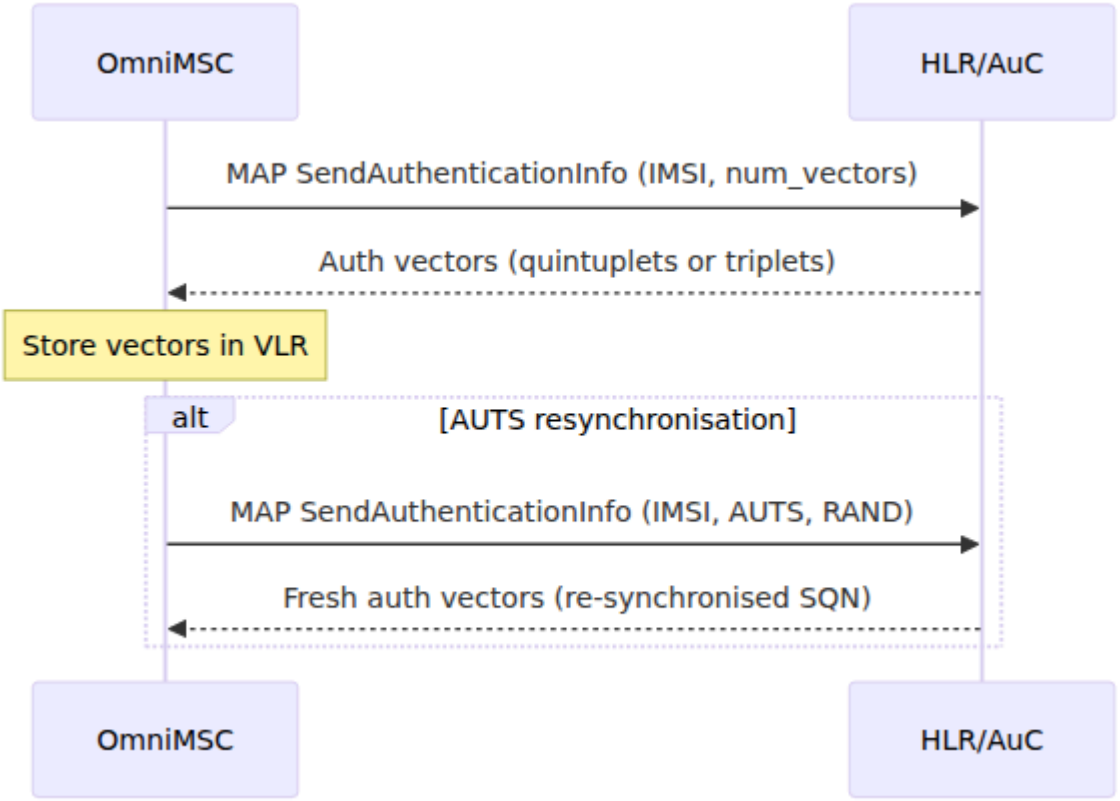
El MSC envía MAP SendAuthenticationInfo al HLR para obtener vectores de autenticación para un suscriptor. La solicitud lleva el IMSI, el número de vectores solicitados y opcionalmente datos de re-sincronización (AUTS) si el UE reportó un fallo en el número de secuencia.

El HLR devuelve vectores de autenticación del AuC: quintupletes (RAND, XRES, CK, IK, AUTN) para suscriptores capaces de UMTS o tripletes (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

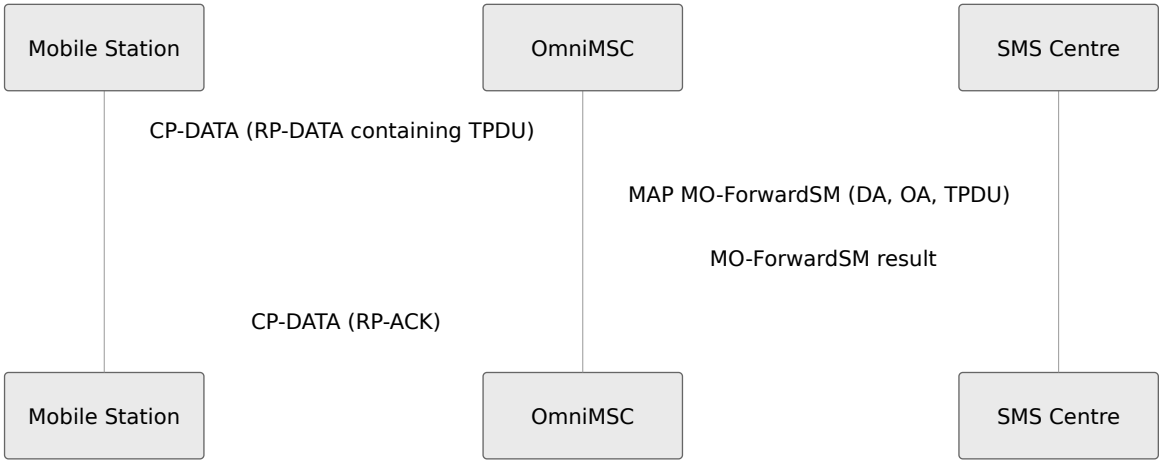
El MSC envía MAP PurgeMS al HLR cuando un suscriptor realiza un desenganche de IMSI. El mensaje lleva el IMSI y el número del VLR. Al recibir PurgeMS, el HLR borra la dirección del VLR del registro del suscriptor. Esto asegura un enrutamiento correcto de T-ADS (Selección de Dominio de Acceso Terminante): sin una dirección VLR válida, el HLR sabe que el suscriptor no es alcanzable 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 en el móvil. El mensaje lleva el SM-RP-DA (destino, típicamente la dirección del SMSc), SM-RP-OA (origen, el MSISDN del suscriptor) y el SM-RP-UI (el TPDU que contiene la carga útil del SMS).

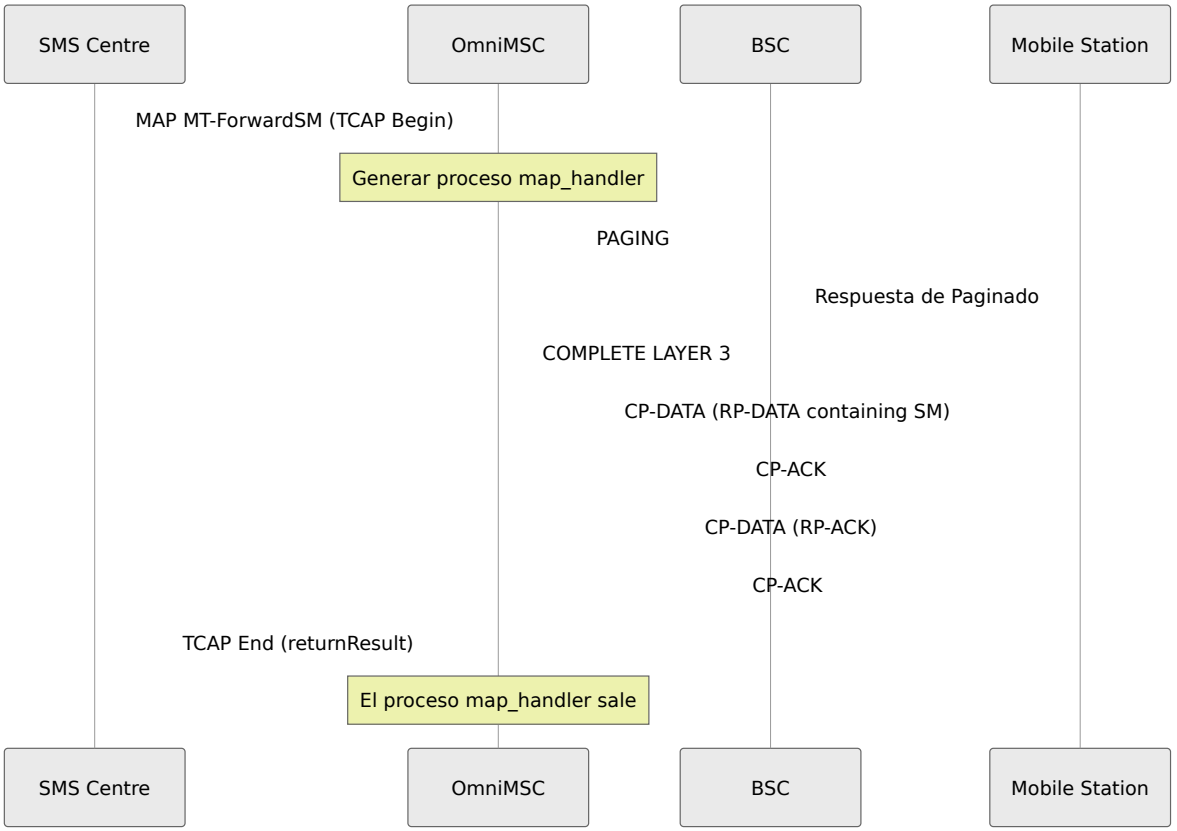
El SMSc reconoce con un resultado de retorno en caso de aceptación exitosa, o un error de retorno si el mensaje no puede ser procesado (por ejemplo, congestión del SMSc, destino inválido).



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 informa 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 alcanzable (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 lo largo del ciclo de vida del diálogo.

Mensaje TCAP	Fase del Diálogo MAP	Descripción
TC-BEGIN	Apertura	El iniciador envía la primera invocación; 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 fijo de 30 segundos. 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 ubicación
Roaming No Permitido	UpdateLocation	Rechazar actualización de ubicación 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 ubicación, el manejador de SMS devuelve un fallo de entrega al SMSc).

Enrutamiento por 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 env►►a 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 se enruten de vuelta al nodo de origen correcto, incluso cuando múltiples HLRs o SMScs con diferentes códigos de punto son alcanzables 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.

Operaciones Adicionales Soportadas

Más allá de las operaciones descritas en detalle anteriormente, el codificador MAP implementa las siguientes operaciones, identificadas por su opcode local MAP:

Operación	Opcode	Propósito
CancelLocation	3	HLR instruye al VLR anterior a cancelar la ubicación de un suscriptor
SendRoutingInfo	22	GMSC solicita información de enrutamiento (MSRN) para una llamada MT
SendRoutingInfoForSM	45	GMSC solicita información de enrutamiento para la entrega de SMS MT
ReportSM-DeliveryStatus	47	Reportar resultado de entrega de SMS MT al HLR (manejo de MWD/MNRF)
SendIdentification	55	Recuperar IMSI y vectores de autenticación del VLR anterior (relevo de grupo)
RestoreData	57	Restaurar datos del suscriptor del HLR
UnstructuredSS-Request	60	Solicitud USSD iniciada por la red hacia el suscriptor
AlertServiceCentre	64	Notificar al SMSc que un suscriptor está nuevamente alcanzable
ReadyForSM	66	Informar al HLR que el suscriptor está listo para recibir SMS

Referencias de Especificación 3GPP

Especificación	Título	Relevancia
TS 29.002	Especificación del Parte de Aplicación Móvil (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 por código de punto

Control de Medios

Este documento describe el control de pasarelas de medios en OmniMSC, cubriendo los protocolos de pasarela 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 Troncos SIP. Para los parámetros de configuración de la pasarela de medios, consulte Referencia de Configuración. Para el puenteo de conferencias MPTY desde la perspectiva de los servicios suplementarios, consulte Servicios Suplementarios.

Control de Pasarela MGCP

OmniMSC controla las pasarelas de medios utilizando el Protocolo de Control de Pasarelas de Medios (MGCP) según el RFC 3435. El Agente de Llamadas MGCP emite tres comandos principales para gestionar las conexiones RTP en la pasarela.

Comandos

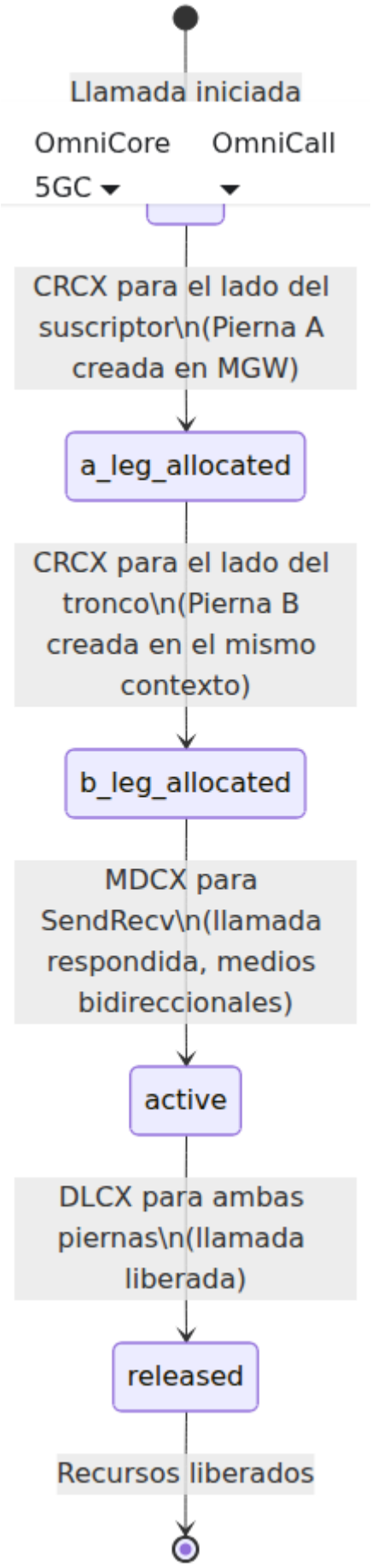
Comando	Propósito	Descripción
CRCX	Crear Conexión	Asigna un nuevo punto final RTP en la pasarela de medios y devuelve la dirección IP local, el puerto y el SDP para ese punto final.
MDCX	Modificar Conexión	Actualiza los parámetros de una conexión existente, como cambiar el modo de medios de solo recepción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

Nomenclatura de Puntos Finales

Las rutas de los puntos finales de la pasarela de medios son proporcionadas por el llamador en lugar de generadas a un patrón fijo. Cuando una ruta de punto final carece de un `@`, se califica con el dominio configurado de la pasarela, produciendo un punto final completamente calificado como `ds/ds1-1/1@mgw01.local`. Cada pierna de llamada ocupa un punto final dentro de un contexto de conexión en la pasarela.

Estados del Controlador de Medios

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


Llamada iniciada
OmniCore 5GC
OmniCall
CRCX para el lado del suscriptor\n(Pierna A creada en MGW)
a_leg_allocated
CRCX para el lado del tronco\n(Pierna B creada en el mismo contexto)
b_leg_allocated
MDCX para SendRecv\n(llamada respondida, medios bidireccionales)
active
DLCX para ambas piernas\n(llamada liberada)
released
Recursos liberados

Pierna A (Lado del Suscriptor)

La pierna A representa la ruta de medios entre la pasarela 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 pasarela 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 pasarela 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 pasarela 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 pasarela 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

Los tipos de carga útil se asignan de forma estática (no se negocian dinámicamente): GSM-FR utiliza el tipo estático estándar 3, PCMU/PCMA utilizan los tipos estáticos estándar 0/8, y los códecs de voz 3GPP están fijos a los tipos 96-101.

Códec	Carga Útil RTP	Descripción
PCMU	0	G.711 mu-law
GSM-FR	3	GSM Full Rate (13.0 kbit/s)
PCMA	8	G.711 A-law
GSM-EFR	96	GSM Enhanced Full Rate (6.60 kbit/s)
AMR-FR	97	Adaptive Multi-Rate Full Rate, modo alineado a octetos (octet-align=1)
AMR-HR	98	Adaptive Multi-Rate Half Rate
GSM-HR	99	GSM Half Rate (5.60 kbit/s)
AMR-WB	100	Adaptive Multi-Rate Wideband (16 kHz)
OHR-AMR-WB	101	GSM Optimised Half Rate AMR Wideband (16 kHz)

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 de tronco, permitiendo que el lado remoto seleccione el códec preferido del conjunto ofrecido.

Puente de Conferencia (Multi-Partido)

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

Cuando un suscriptor invoca el servicio suplementario MPTY, el Controlador de Medios asigna un contexto de conferencia en la pasarela 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 pasarela 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 conferencias.
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 pasarela 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=)	`OmniMSC` como el nombre de usuario del originador de la sesión
Conexión (c=)	Dirección IP devuelta por la pasarela de medios en la respuesta CRCX
Medios (m=)	Puerto RTP devuelto por la pasarela de medios, con tipos de carga útil de códec de la oferta negociada
Atributos (a=)	Parámetros específicos de códec como `fmtp` para el modo alineado a octetos de AMR

La dirección de conexión y el puerto en el SDP siempre reflejan el punto final asignado de la pasarela de medios, asegurando que RTP fluya directamente entre la pasarela 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 pasarela de medios a través del protocolo Megaco/H.248 según la Recomendación ITU-T H.248. La elección entre MGCP y Megaco es una configuración global única: la opción `media` `mode` (por defecto `:megaco`) — y se aplica a todas las pasarelas de medios, no por pasarela.

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 pasarela.

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 pasarela subyacente.

Configuración de la Pasarela

Cada pasarela de medios se define con los siguientes parámetros de identidad:

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

Para el conjunto completo de parámetros de configuración de medios, consulte Referencia de Configuración.

Referencias

- **RFC 3435** -- Protocolo de Control de Pasarelas de Medios (MGCP) Versión 1.0
- **ITU-T H.248** -- Protocolo de Control de Pasarelas (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 de control 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 a continuación reflejan las métricas que OmniMSC expone. Cualquier scraper 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	
`omnimsc_active_calls_count`	Gauge	--	Lla act
`omnimsc_vlr_subscribers_count`	Gauge	--	Sus act en
`omnimsc_sccp_connections_count`	Gauge	--	Co act
`omnimsc_sms_sent_count`	Counter	--	Tot env
`omnimsc_location_update_complete_count`	Counter	`type`	Act ubi (im per
`omnimsc_auth_failure_count`	Counter	`reason`	Fal
`omnimsc_auth_skipped_count`	Counter	--	Au (co exi
`omnimsc_handover_attempt_count`	Counter	`type`	Int tra (int int sub

Métrica	Tipo	Etiquetas	
`omnimsc_paging_attempt_count`	Counter	`result`	Int (de tie
`omnimsc_peer_status`	Gauge	`peer`	Est SIP 0=
`omnimsc_ss_operation_count`	Counter	`operation`, `ss_service`	Op sup
`omnimsc_ss_error_count`	Counter	`reason`	Err
`omnimsc_ussd_request_count`	Counter	`routing`	Sol (lo
`omnimsc_map_dialogue_duration`	Histogram	`operation`	Tie del
`omnimsc_call_release_count`	Counter	`type`	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`	Adjuntar IMSI (suscriptor encendido)
`normal`	Actualización de ubicación normal (suscriptor se trasladó a una nueva área de ubicación)
`periodic`	Actualización de ubicación periódica (expiración del temporizador T3212)
`guest`	Suscriptor invitado aceptado (IMSI desconocido, aprovisionamiento local de invitados)

omnimsc_auth_failure_count -- la etiqueta `reason` identifica la causa del fallo. El FSM de autenticación actualmente emite un solo valor:

Valor	Descripción
`auth_failed`	Fallo de autenticación (desajuste SRES/RES o fallo informado por MS)

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

Valor	Descripción
`dispatched`	Paginación enviada a BSC(s)
`success`	Suscriptor respondió a la paginación
`timeout`	Se agotaron los reintentos 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 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 SS manejadas localmente y aquellas retransmitidas al HLR:

Valor	Descripción
`local_ss`	Solicitud manejada localmente por el MSC
`hlr_relay`	Solicitud retransmitida al HLR a través de MAP

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

Valor	Descripción
`mo`	Llamada de origen móvil liberada
`mt`	Llamada terminada en móvil liberada
`unknown`	Dirección no determinada en el momento de la liberación

Consultas de Ejemplo PromQL

Las siguientes consultas son puntos de partida útiles para tableros 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 en cinco minutos:

rate(omnimsc_call_release_count[5m])

Tasa 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 operación 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 retransmitidas al HLR:

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

Sistema de Alarmas

OmniMSC genera y elimina 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 eliminación. Múltiples activaciones del mismo alarm_id sin una eliminación intermedia son deduplicadas.

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 tableros 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 supere 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 que ya están 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

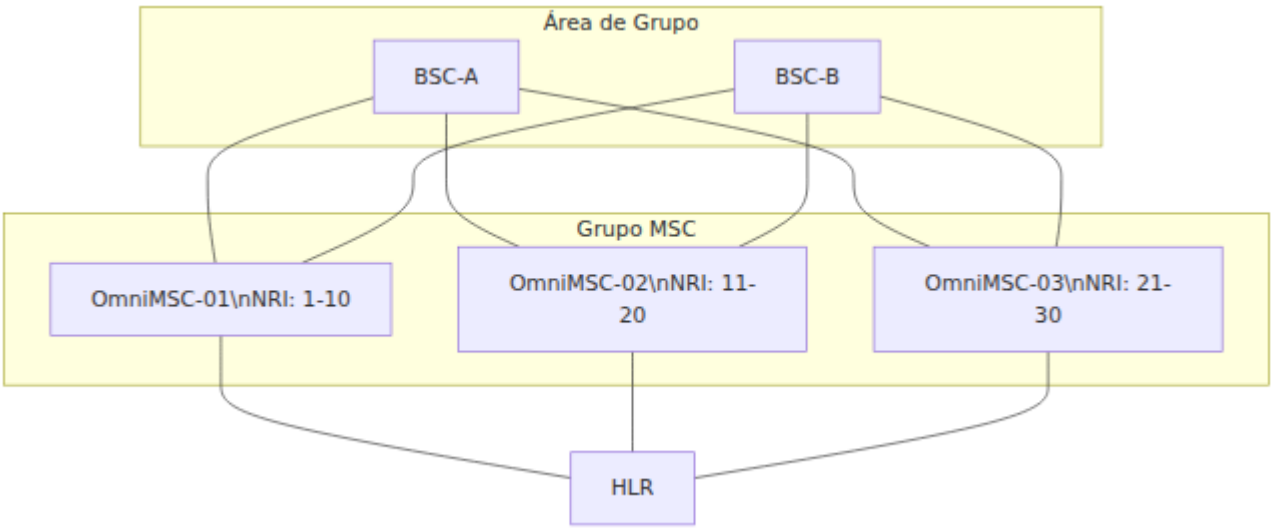
Este documento describe la arquitectura MSC-en-Pool implementada por OmniMSC de Omnitouch según 3GPP TS 23.236. La agrupación permite que múltiples servidores MSC compartan un área de grupo común, proporcionando distribución de carga entre MSCs y resiliencia contra fallos individuales de MSC.

Para el comportamiento de enrutamiento consciente del grupo, consulte Enrutamiento. Para la página de 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-en-Pool

En una arquitectura tradicional, cada BSC se conecta a un único MSC. Si ese MSC falla, todos los suscriptores atendidos por sus BSCs pierden el servicio. La agrupación de MSC aborda esta limitación al permitir que los BSCs se conecten a múltiples MSCs 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. Los 8 bits más significativos (bits 31-24) están reservados; el campo NRI comienza en el bit 23 y se extiende hacia abajo por `nri_bitlength` bits. Los bits de orden inferior restantes (del bit `23 - nri_bitlength` hasta el bit 0) son la porción aleatoria del TMSI. La longitud del campo NRI es configurable y debe ser idéntica en todos los miembros del grupo.

Distribución de Bits del TMSI

Para un NRI de 10 bits, el campo reservado son los bits 31-24 (8 bits), el NRI ocupa los bits 23-14 (10 bits), y la porción aleatoria son los bits 13-0 (14 bits):

Bits 31-24	Bits 23-14	Bits 13-0
8 bits	10 bits	14 bits
Reservado	NRI	Aleatorio

La longitud de bits NRI por defecto es 10, soportando hasta 1024 valores NRI distintos. Implementaciones más pequeñas pueden usar menos bits. La porción aleatoria siempre tiene un ancho de `24 - nri_bitlength` bits.

Longitud de Bits NRI	Valores NRI Máximos	Bits TMSI Restantes (Aleatorios)
5	32	19
8	256	16
10	1024	14

El "NRI nulo" (valor por defecto 0, configurable a través de `null_nri`) indica que el TMSI no fue asignado por ningún miembro del grupo. Un suscriptor que presente 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 grupo 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 y confirmación de TMSI (incluyendo la elección de diseño sin retroceso), consulte Seguridad.

El MSC utiliza su primer valor NRI configurado como el valor por defecto 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	Por Defecto	Descripción
enabled	false	Interruptor maestro para la agrupación. Debe establecerse en `true` para que la configuración del grupo tenga efecto; cuando es `false` (o ausente) el MSC opera en modo independiente (no agrupado).
pool_id	nil	Identificador del grupo. Todos los MSCs en el mismo grupo deben compartir el mismo pool_id.
nri_bitlength	10	Número de bits utilizados para el campo NRI en el TMSI. Debe ser idéntico en todos los miembros del grupo. Rango válido: 1 a 10.
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, dirección, puerto y valores NRI asignados. Utilizado para el reenvío de suscriptores basado en NRI y monitoreo de salud.

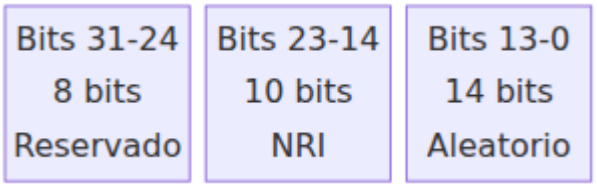
Cada entrada de miembro en la lista de miembros requiere:

Parámetro	Descripción
name	Nombre lógico del miembro remoto del grupo
address	Dirección IP o nombre de host del MSC remoto, utilizado como objetivo de la sonda de salud
port	Puerto de señalización en el MSC remoto (por defecto 2905), sondeado a través de un intento de conexión TCP o SCTP para determinar la salud del miembro
nri_values	Valores NRI asignados al miembro remoto, utilizados para identificar qué MSC posee un TMSI dado

---

Manejo de NRI Externo

Cuando un suscriptor presenta un TMSI que contiene un NRI que pertenece a un miembro diferente del grupo, 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.



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 del UE a través de una Solicitud de Identidad, luego obtener vectores de autenticación del HLR
Desconocido	Mismo comportamiento que inalcanzable; solicitar el IMSI del UE

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

Seguimiento 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 externo.

Estado del Miembro	Descripción	Efecto en el Manejo de NRI Externo
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 del 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, emite un MAP Reset a todos los miembros del grupo. Los MSCs 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 drenando y actualizando un MSC a la vez.

1. Establecer el MSC objetivo en estado de drenaje a través del Panel de Control o API. Los BSCs 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 tablero.
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 BSCs y se anuncia a través de MAP Reset.
7. El MSC comienza a aceptar nuevos suscriptores. Los BSCs 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, dirección y puerto, 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 Externo: encuentros recientes de NRI externo 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 del 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 el enrutamiento se integra con el establecimiento de llamadas, consulte Diagramas de Flujo de Llamadas. Para parámetros de configuración de la tabla de rutas, consulte Referencia de Configuración. Para monitoreo de salud de pares SIP, consulte SIP Trunking. Para detalles sobre grupos de troncales ISUP, consulte ISUP Trunking. Para 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 contra la lista de números de emergencia configurada (por defecto `["112", "911", "110"]`; configurable por el operador)	Sin cambios; la pista de ruta se establece en :emergency
2	Código corto	Coincidencia exacta contra la tabla de códigos cortos configurada, donde cada código se asigna a un tipo de servicio (asistencia del 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	Se anteponen el código de país y el

Prioridad	Tipo de Número	Regla de Detección	Normalización
		coincida con los anteriores	código de área con "+" para producir E.164

Después de la clasificación, el número normalizado E.164 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 de decisión central 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 recurre 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 prioridad. 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 cubiertas 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 `psap_address`
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 marcado 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", Failover: 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; recurre a la predeterminada

---

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 continúa independientemente del resultado. Se establece el cifrado si la autenticación tiene éxito; de lo contrario, la llamada continúa 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 emergencias 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 Iu-CS.

:sip

Enruta la llamada a un par SIP configurado enviando una invitación SIP (SIP INVITE). La entrada de ruta especifica el par por nombre; la dirección IP, puerto, transporte y configuración de códec del par se resuelven desde la tabla de pares SIP. El Enrutador de Troncales verifica que el par sea accesible (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 interoperabilidad, evitando la pérdida de información que puede ocurrir con la conversión estándar SIP-ISUP. Para detalles del protocolo, consulte SIP-I Trunking.

:sip_with_failover

Intenta la llamada primero a través de un par SIP primario. Si el par SIP no es accesible, devuelve un error 5xx o se agota el tiempo, el Enrutador de Troncales intenta automáticamente 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 presta servicio 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, interoperabilidad SIP a ISUP, conmutación en tándem ISUP a ISUP, y tránsito proxy SIP a SIP. Las rutas de tránsito incluyen contexto de origen (el tipo y nombre de 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/{id}	Elimina una ruta por su prefijo (el parámetro de ruta `id` es el prefijo de la ruta)

Pruebas de Búsqueda de Ruta

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 funci►►n GMSC cierra la brecha entre la red de llamada y el MSC visitado donde el suscriptor está actualmente registrado.

Flujo de Enrutamiento de Llamadas MT

1. Una llamada entrante llega desde 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 presta servicio 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 presta servicio utilizando el MSRN, ya sea a través de un IAM ISUP o una invitación SIP dependiendo del tipo de interconexión.
7. El MSC que presta servicio localiza al suscriptor y completa el establecimiento 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 expira.

Enrutamiento Consciente del Pool

Cuando el modo de pool de MSC está activo (ver 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 accesible, o enrutar llamadas MT al MSC propietario si el suscriptor aún no se ha registrado 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, procede a través de las siguientes etapas:

1. Verificación de prohibición de llamadas — si el suscriptor está prohibido de este tipo de llamada, la llamada es rechazada con un código de causa GSM.
2. Verificación de disparador 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 es clasificado y normalizado como se describe arriba.
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 aplica) — 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 hacia 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 primer circuito inactivo encontrado en el grupo de troncales 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 monitoreo operativo.

Selección de Pares SIP

Los pares SIP representan puertas de enlace VoIP remotas, nodos IMS o proveedores de troncales 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 accesible y tenga capacidad disponible antes de enrutar la llamada.

Referencias de Especificación 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 disparadores CAMEL en el flujo de enrutamiento

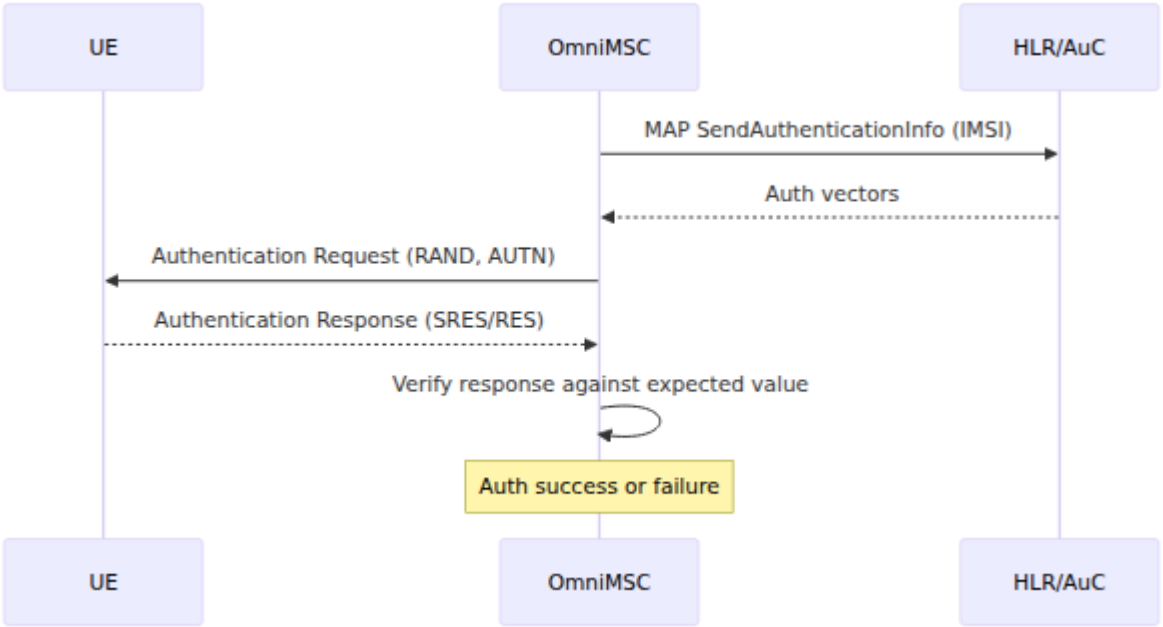
Seguridad

Este documento describe los mecanismos de autenticación, cifrado y gestión de identidad implementados por OmniMSC, incluyendo la autenticación GSM y UMTS, cifrado de 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 soportan la 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 soporta 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 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 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 quintetos, 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 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 causa "falla 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

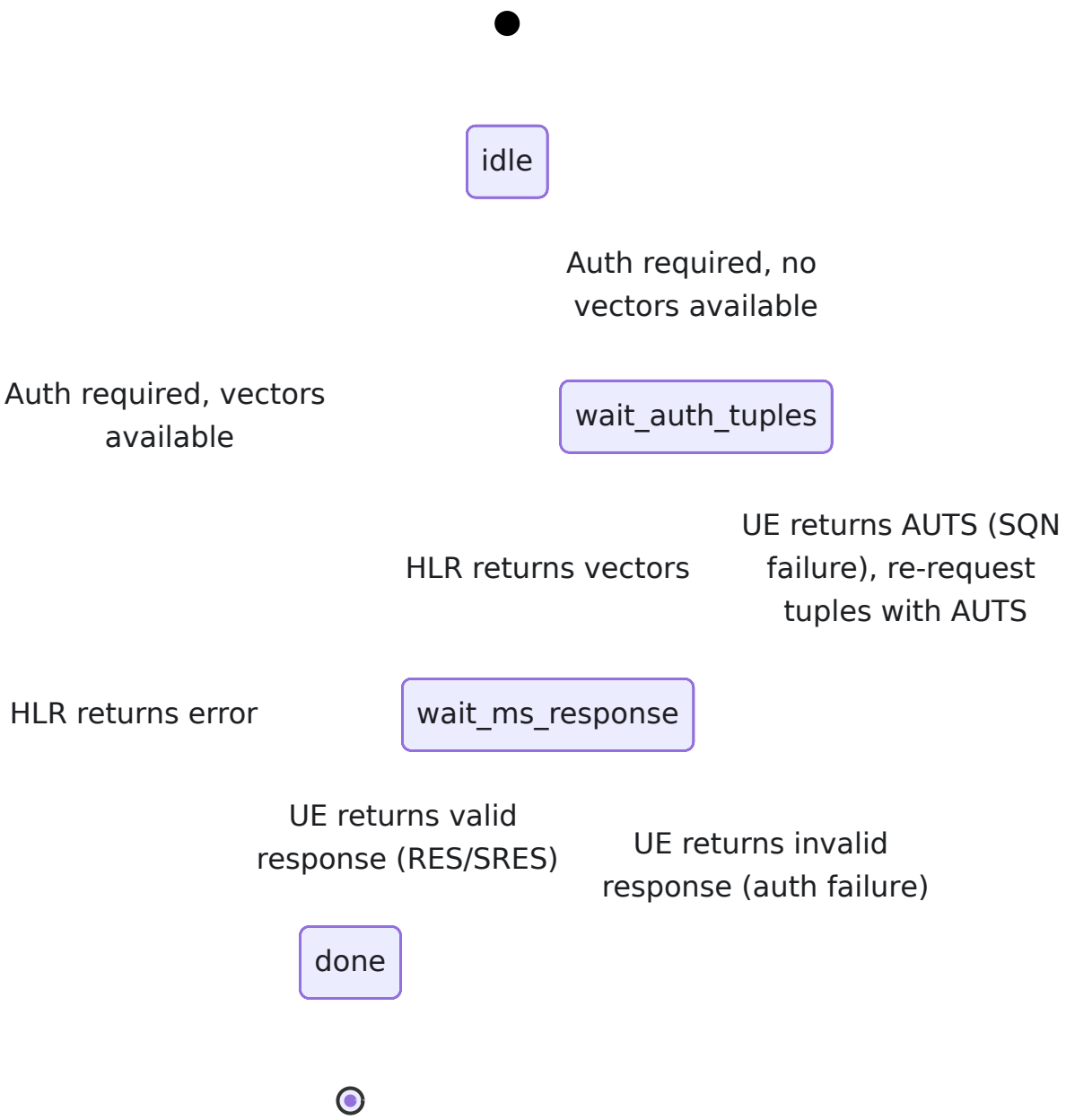
La autenticación GSM utiliza tripletas para suscriptores solo de 2G (SIM sin aplicación USIM). Cada tripleta contiene:

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

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

Estados del FSM de Autenticación

El procedimiento de autenticación es gestionado por una máquina de estados finita dentro del VLR. El 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 la Solicitud de Autenticación al UE y está esperando la respuesta. Cuando el UE informa un desajuste de número de secuencia (AUTS), el FSM vuelve a entrar en `wait_auth_tuples` — vuelve a solicitar vectores frescos del HLR enviando MAP SendAuthenticationInfo con el token de resincronización AUTS. No hay un estado de resincronización separado; la resincronización se maneja como un regreso a `wait_auth_tuples`.

Cifrado

Después de una autenticación exitosa, el MSC inicia el cifrado de la interfaz aérea para proteger la señalización y el tráfico de usuario 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 soportado tanto por la configuración de la red como por las capacidades reportadas de la estación móvil.

Los algoritmos permitidos se especifican como una lista: `allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]`. El MSC interseca esta lista con las capacidades de classmark del 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 de Suscriptor Móvil Temporal (TMSI) a cada suscriptor después de una actualización de ubicación exitosa. El TMSI reemplaza el 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 revertir. Esta elección de diseño previene un escenario donde el MS ha almacenado exitosamente el nuevo TMSI pero la confirmación se perdió en la interfaz aérea; revertir dejaría al MSC y al MS con TMSIs desincronizados, 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 de 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 Especificación 3GPP

Especificación	Título	Relevancia
TS 33.102	Seguridad 3G; Arquitectura de Seguridad	UMTS AKA, quintetos, resincronización 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 Iu 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.

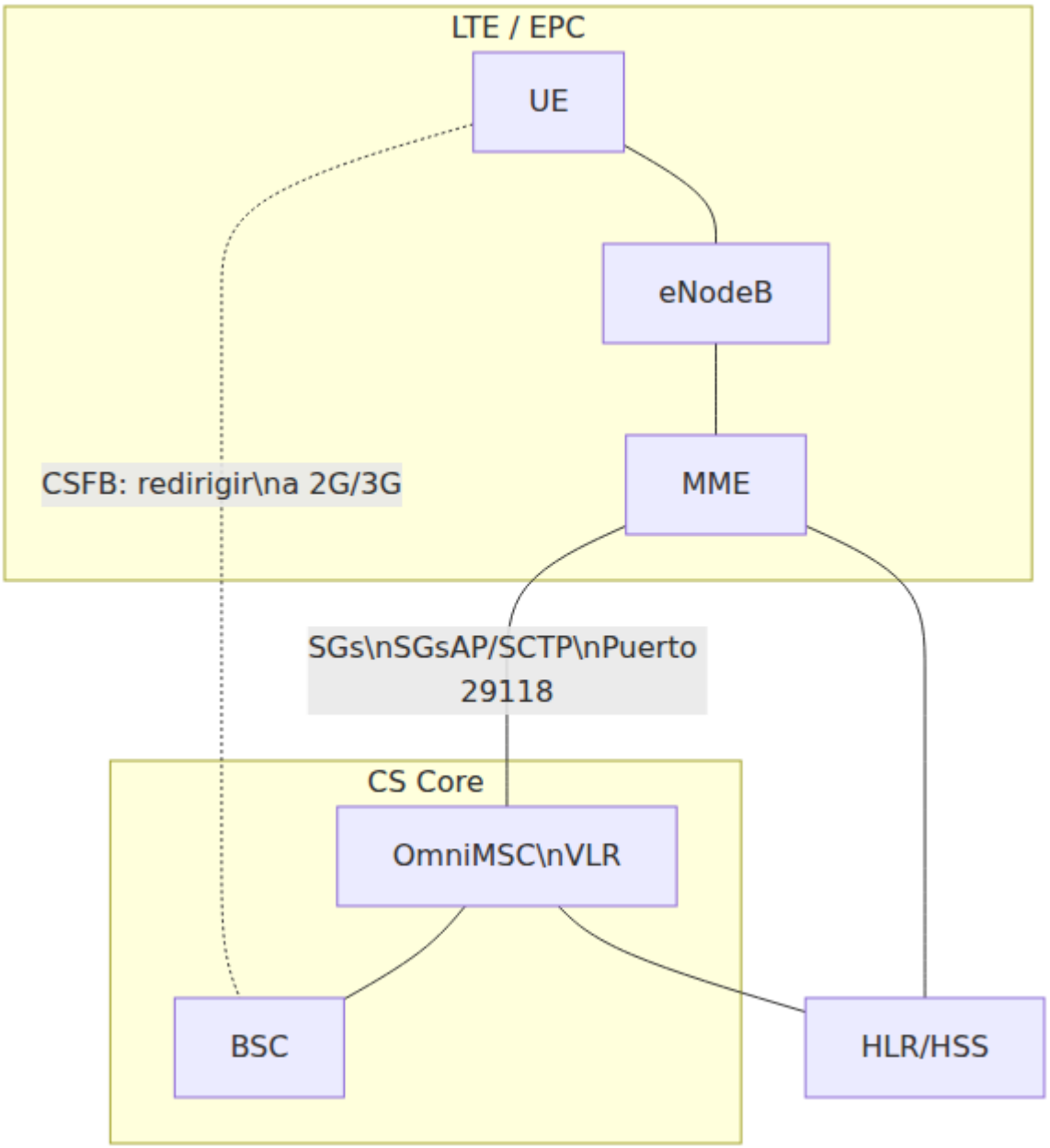
Para el diagrama de secuencia de llamada CSFB MT, consulte Diagramas de Flujo de Llamadas. Para los parámetros de configuración, consulte Referencia de Configuración. Para la autenticación durante el adjunto combinado, consulte Autenticación y Seguridad. Para SMS sobre SGs, consulte SMS. Para consideraciones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

Resumen

En las redes LTE, el MME maneja la gestión de movilidad para servicios de conmutación de paquetes. Sin embargo, LTE no admite de forma nativa voz de conmutación de 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 a través de SCTP (puerto por defecto 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	Abort a 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 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	Reconocer desconexión EPS
SGsAP-IMSI-DETACH-INDICATION	MME a MSC	Desconexión IMSI del suscriptor
SGsAP-IMSI-DETACH-ACK	MSC a MME	Reconocer desconexión IMSI

Reinicio y Estado

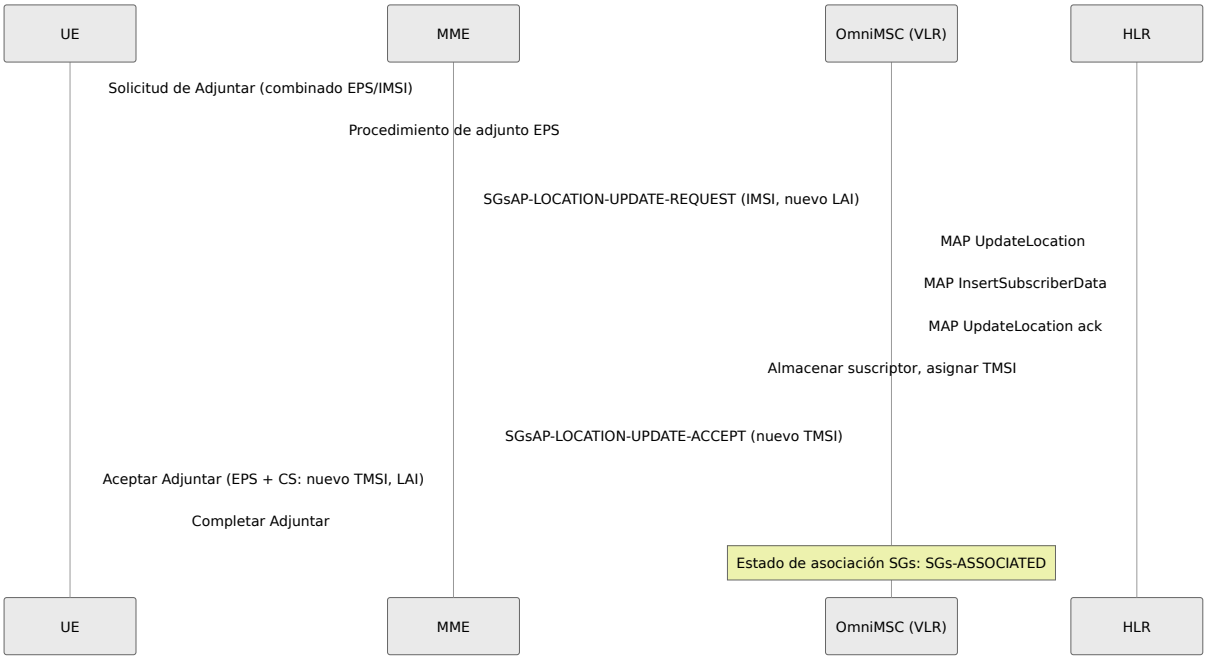
Mensaje	Dirección	Propósito
SGsAP-RESET-INDICATION	Cualquiera dirección	El par se ha reiniciado; el receptor debe volver a registrar a los suscriptores afectados
SGsAP-RESET-ACK	Cualquiera dirección	Reconocer indicación de reinicio
SGsAP-STATUS	Cualquiera dirección	Indicación de error con causa y mensaje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

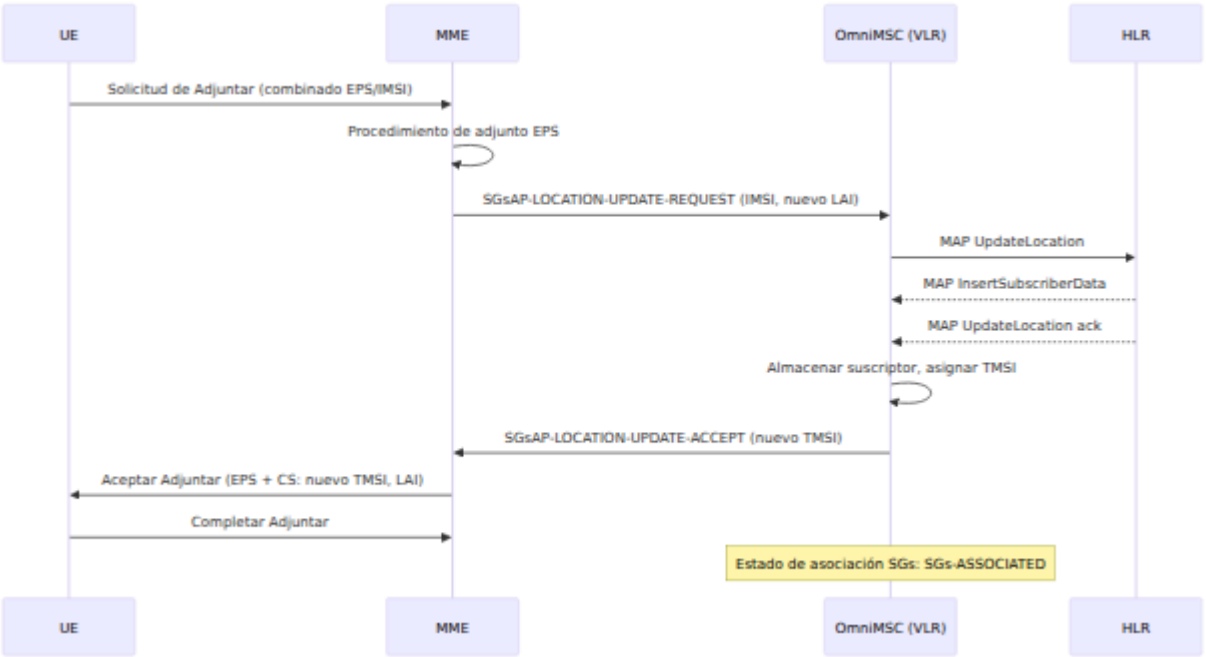
o rechazo. Tras la aceptación, el suscriptor se registra simultáneamente en el EPC (a través del MME) y en el dominio CS (a través del MSC/VLR).



Después de un adjunto combinado exitoso, el estado de asociación SGs del suscriptor transiciona 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

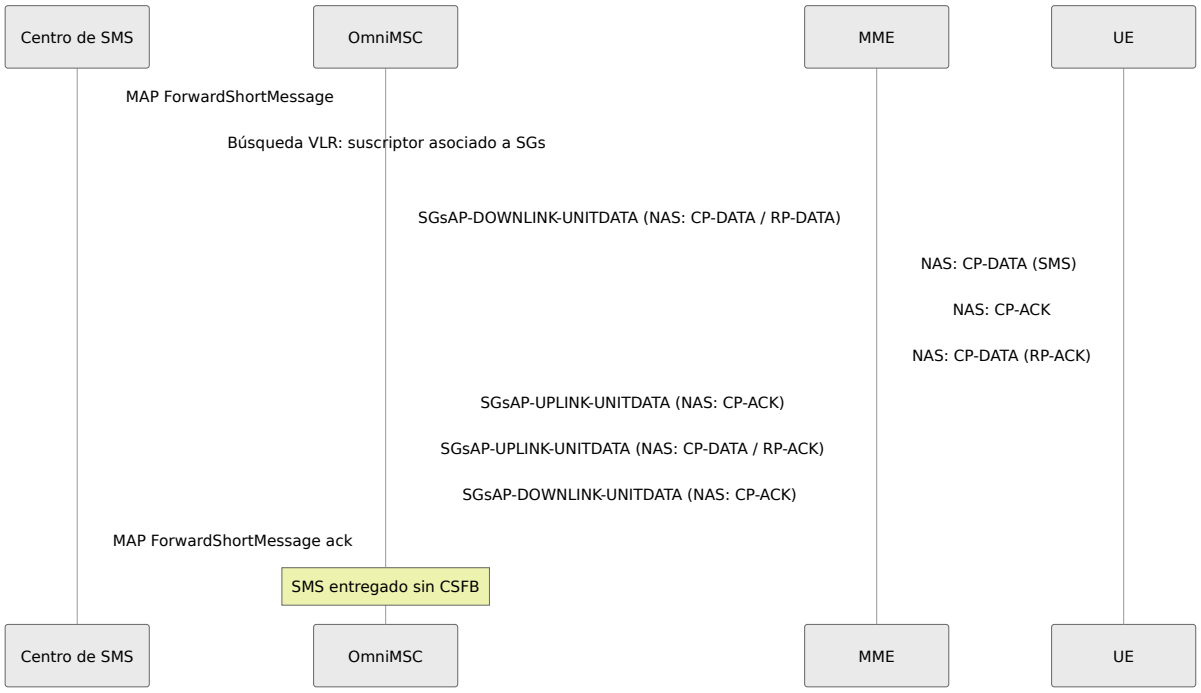
Cuando llega una llamada MT para un suscriptor que está conectado a través de LTE (asociado a SGs), el MSC paga al suscriptor a través del MME en lugar de a través de BSCs. El MME instruye al UE a retroceder a 2G o 3G, donde la llamada continúa a través de la interfaz A o la interfaz Iu-CS.



Una vez que el UE ha retrocedido al dominio CS y ha enviado una Respuesta de Paginación a través del BSC, la llamada procede 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.

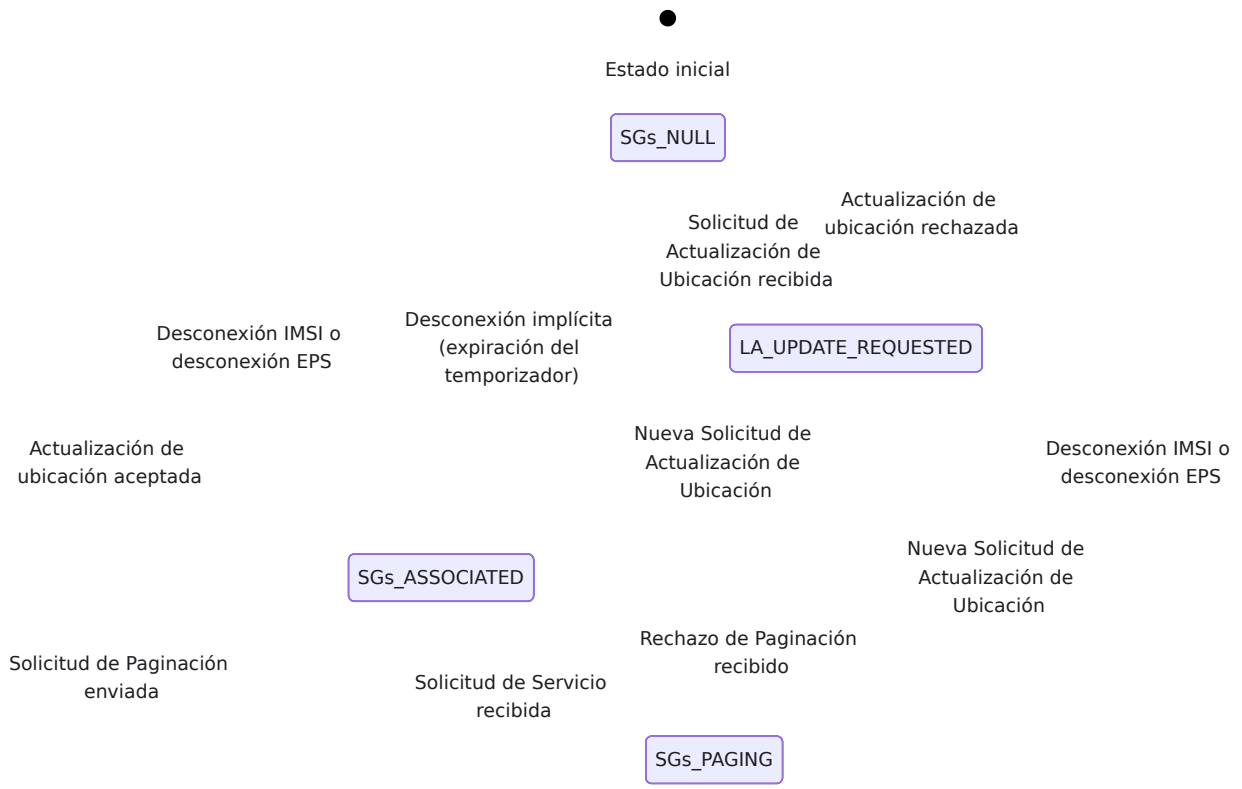


El SMS MO sigue el camino inverso: el UE envía el PDU NAS de SMS a través del MME como SGsAP-UPLINK-UNITDATA, y el MSC lo reenvía al Centro de SMS.

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.
SGs-PAGING	Se ha enviado una solicitud de paginación CS al MME y el MSC está esperando la respuesta del suscriptor. Entrado desde SGs-ASSOCIATED en una solicitud de paginación; vuelve a SGs-ASSOCIATED en una solicitud de servicio o rechazo de paginación.



Seguimiento de MME

El manejador SGs mantiene un registro de 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 de MME

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

Escenario	Iniciador	Acción del Receptor
Reinicio de 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 que el MSC reconstruya el estado del VLR
Reinicio de 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 de 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

La codificación y decodificación de mensajes SGsAP es proporcionada por la biblioteca compartida `sgs_ex` (`SgsEx.Codec`), que OmniMSC incorpora como una dependencia externa en lugar de un módulo interno. El codec maneja los mensajes SGsAP según los formatos definidos en 3GPP TS 29.118, procesando 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. Establecer `listen_port: 0` desactiva el transporte SGs (no se abre ningún socket), lo cual es útil para implementaciones de prueba.
vlr_name	(requerido)	Nombre del VLR en formato FQDN, utilizado en mensajes SGsAP. El MME utiliza 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

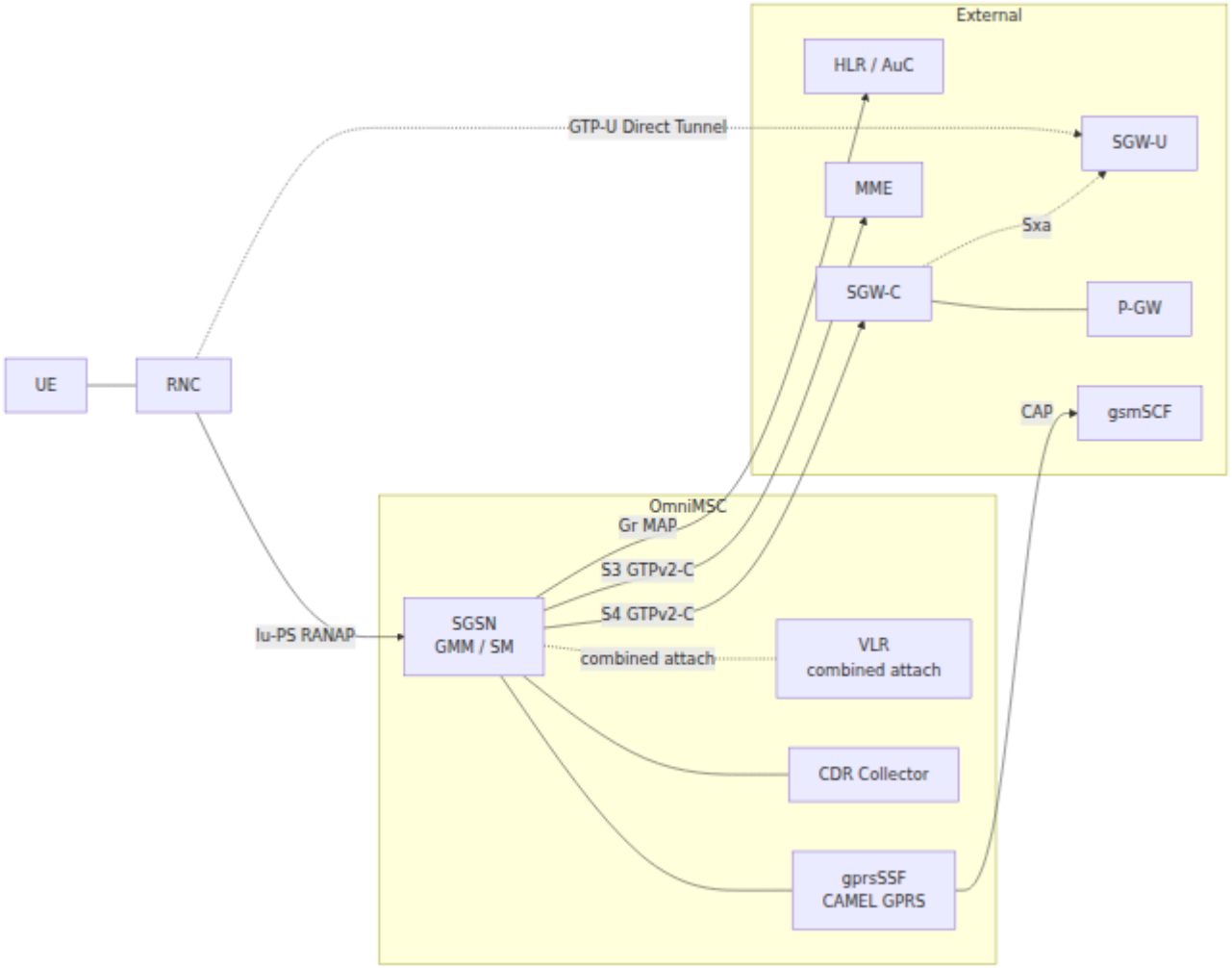
Especificación	Título	Relevancia
TS 29.118	Especificación de Interfaz SGs MME-VLR	Protocolo SGsAP, formatos de mensajes, procedimientos
TS 23.272	Circuit Switched Fallback en EPS	Arquitectura CSFB, flujos de llamadas, SMS sobre SGs
TS 23.012	Procedimientos de Gestión de Ubicación	Procedimientos de actualización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

SGSN (Dominio de Paquetes)

OmniMSC incluye un **S4-SGSN** integrado que sirve al dominio de paquetes conmutados (PS) para suscriptores 3G (UTRAN) a través de **Iu-PS**, anclando sus sesiones de datos en el mismo S-GW/P-GW que LTE. Un solo nodo sirve tanto al dominio CS (voz, SMS) como al dominio PS (datos de paquetes) para un suscriptor; el acoplamiento combinado se maneja en proceso entre el SGSN y el VLR.

El SGSN está deshabilitado por defecto y habilitado según la configuración a continuación. La mayoría de las dependencias externas son optativas, por lo que un laboratorio puede ejecutar el núcleo de paquetes con un par estático e inyectar credenciales antes de que exista un HLR/DNS completo.

Arquitectura



Túnel Directo se utiliza: el plano de usuario GTP-U se ejecuta directamente entre el RNC y el S-GW-U. El SGSN actúa como intermediario de los puntos finales del túnel durante la configuración de portadoras, pero nunca transporta paquetes del plano de usuario. Cuando el UE se encuentra inactivo (PMM-IDLE), el SGSN vuelve a anclar el punto final de bajada en sí mismo para que el S-GW almacene en búfer y genere una Notificación de Datos de Bajada en lugar de enviar a un RNC liberado (TS 23.060 §15.6).

Interfaces

Interfaz	Par	Protocolo	Propósito	Referencia
Iu-PS	RNC	RANAP sobre SCCP/M3UA	Transporte NAS, asignación de RAB, reubicación	TS 25.413
Gr	HLR / AuC	MAP sobre TCAP/SCCP	Actualización de ubicación, vectores de autenticación, suscripción	TS 29.002
S4	S-GW (SGW-C)	GTPv2-C	Crear / Modificar / Eliminar Sesión, paginación	TS 29.274
S3	MME	GTPv2-C	Movilidad inter-RAT de 3G-PS a LTE	TS 29.274 §7.3
Gn/Gp (CAP)	gsmSCF	CAP sobre TCAP/SCCP	Carga / control en línea de CAMEL GPRS	TS 29.078
GTP-U	RNC a S-GW-U	GTP-U (Túnel Directo)	Plano de usuario (no a través del SGSN)	TS 29.281

Iu-PS, Gr, S3 y CAP reutilizan las pilas SS7 y GTPv2-C que ya ejecuta el lado CS. S3 y Sv comparten el servidor GTPv2-C; la interfaz SRVCC Sv permanece en su propio socket.

Configuración

El SGSN lee `config :omnimsc, :sgsn` y, para las interfaces GTPv2-C, el bloque compartido `config :gtpc, :service`.

```
config :omnimsc, :sgsn,
  enabled: true,
  # Área de enrutamiento que este SGSN sirve (anunciada a los UEs)
  rai: %{mcc: "001", mnc: "01", lac: 1, rac: 1},
  # Ancho de NRI para la asignación de P-TMSI en un grupo (0 = sin
grupo)
  nri_bits: 6,
  # F-TEIDs de plano de control S4/S3 de este SGSN anunciados al
S-GW / MME
  s4_f_teid: %{teid: "0a0a0a0a", ipv4: "10.0.0.10"},
  s3_f_teid: %{teid: "0b0b0b0b", ipv4: "10.0.0.10"},
  # Contador de reinicio de recuperación GTP-C (TS 23.007 §18)
  recovery: 1,
  # Pares de núcleo de paquetes estáticos (utilizados a menos que
se habilite la selección DNS)
  sgw: %{ip: "10.179.1.25", port: 2123},
  pgw_c: "10.179.1.21",
  # APN-AMBR predeterminado enviado en Crear Sesión cuando la
suscripción no lleva ninguno
  default_apn_ambr: %{ul: 0, dl: 0},
  # Selección de P-GW/S-GW basada en APN a través de DNS S-NAPTR
(optativa; predeterminado apagado)
  pgw_dns: false,
  sgw_dns: false,
  # Temporizador de guardia de liberación Iu (ms) después de un
Comando de Liberación Iu
  iu_release_guard_ms: 5000,
  # Anulaciones de temporizadores de retransmisión GMM / SM (ms)
  gmm_timers: %{t3350: 6000, t3360: 6000, t3370: 6000, t3312:
3_240_000},
  sm_timers: %{t3395: 8000},
  # Fallback de suscripción cuando Gr Insert Subscriber Data no
está cableado
  subscribed_apns: ["internet"],
  default_apn: "internet",
  wildcard_apn: false

config :gtpc,
  service: %{
    name: :s3,
    listen_ip: "10.0.0.10",
    listen_port: 2123,
    control_module: Omnimsc.Gtpc.Router,
```

```
    t3: 5000,
    n3: 3
  }
```

Parámetros del Núcleo

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	D
`enabled`	Booleano	No	`false`	Inter para proce inter SGSN
`rai`	Mapa	Sí	-	Ident de En (`mcc` anun UEs y como servi
`nri_bits`	Entero	No	0	Anch NRI e aline grup desa agru
`s4_f_teid`	Mapa	Sí	-	F-TEI S4 de hex, S-GW seña porta
`s3_f_teid`	Mapa	No	-	F-TEI S3 de anun para inter

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	D
`recovery`	Entero	No	0	Cont reini recu (TS 2 Incre reini
`sgw`	Mapa	No	`%{ip: "10.179.1.25", port: 2123}`	Par G estát cuan está
`pgw_c`	Cadena	No	`"10.179.1.21"`	Direc GW e utiliz `pgw_` apag
`default_apn_ambr`	Mapa	No	`%{ul: 0, dl: 0}`	APN- coloc Sesió susc prop ningu S-GW labor recha distir
`pgw_dns`	Booleano	No	`false`	Reso por A a tra NAPT Vuelv

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	D
				cualc DNS.
`sgw_dns`	Booleano	No	`false`	Reso por A a tra NAPT `sgw` fallo
`iu_release_guard_ms`	Entero	No	5000	Tiem para Relea antes forzo cone 25.4

Parámetros de Temporizador

Parámetro	Tipo	Predeterminado (ms)	Descripción
`gmm_timers.t3350`	Entero	6000	Retransmisión de Attach Accept / RAU Accept / P-TMSI Reallocation esperando Complete (TS 24.008 §11.2.2).
`gmm_timers.t3360`	Entero	6000	Retransmisión de Authentication & Ciphering Request esperando Response.
`gmm_timers.t3370`	Entero	6000	Retransmisión de Identity Request esperando Identity Response.
`gmm_timers.t3312`	Entero	3240000	Temporizador de móvil alcanzable / RAU periódico; al expirar (más gracia) los contextos MM y PDP se desconectan implícitamente (TS 24.008 §4.7.2.2).
`sm_timers.t3395`	Entero	8000	Retransmisión de una solicitud de Deactivate PDP Context solicitada por la red esperando Accept (TS 24.008 §6.1.3.4.2).

Todos los temporizadores de retransmisión tienen un límite de 5 intentos antes de que se abandone el procedimiento.

Parámetros de Suscripción y APN

Utilizados para validar el APN solicitado cuando Gr Insert Subscriber Data no ha poblado una suscripción activa (ver Gr MAP). Cuando hay una suscripción real, esta tiene prioridad sobre estos valores estáticos.

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`subscribed_apns`	Lista	`[]`	Nombres de APN permitidos. Un APN solicitado fuera de esta lista es rechazado con causa SM 33 (TS 24.008 §10.5.6.6). Vacío desactiva la aplicación (aceptar cualquier APN).
`default_apn`	Cadena	-	APN utilizado cuando el UE no solicita ninguno. Vuelve al único APN suscrito si no está configurado.
`wildcard_apn`	Booleano	`false`	Cuando es `true`, se permite cualquier APN solicitado (suscripción comodín).

Inyecciones de Laboratorio

Estas claves inyectan una función (o `{módulo, función}`) para que el núcleo de paquetes pueda ejecutarse antes de que el estado SS7/HLR esté completo. Son opcionales; cuando no están configuradas, el SGSN omite el viaje externo correspondiente y el procedimiento aún se completa.

Parámetro	Tipo	Descripción
`quintet_source`	Función/`{m,f}`	Proporciona un quinteto UMTS `(imsi, resync)` para el desafío de autenticación en lugar de un Gr SendAuthenticationInfo activo.
`gr_source`	Función/`{m,f}`	Proporciona el resultado de HLR UpdateGprsLocation / Insert Subscriber Data en el acoplamiento. Cuando no está configurado, el acoplamiento continúa sin registro Gr.
`purge_ms_sink`	Función/`{m,f}`	Recibe una notificación de Purge MS cuando el SGSN elimina un suscriptor.

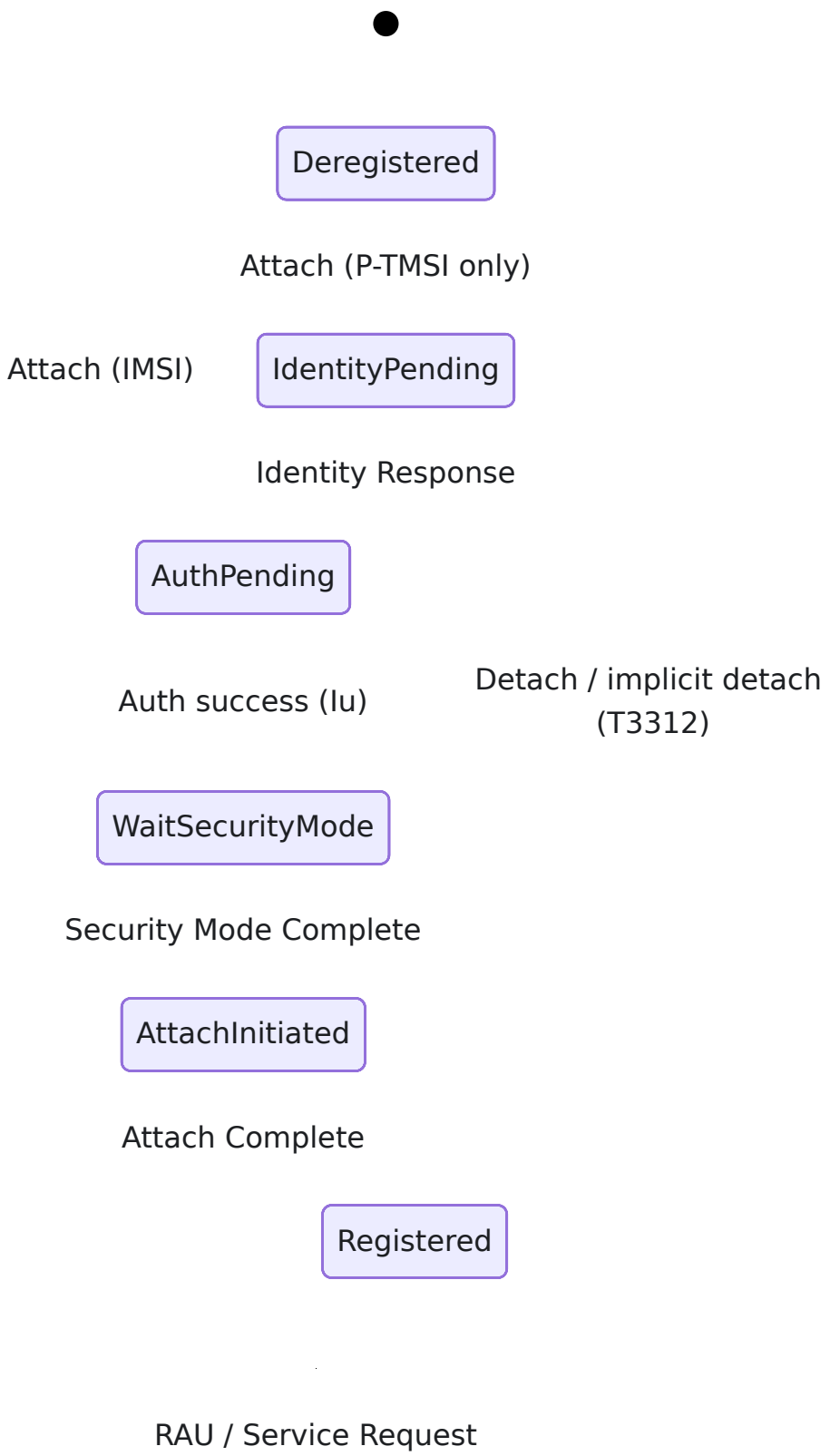
Parámetros del Servicio GTP-C

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descri
`name`	Átomo	Sí	-	Nombre del `:s3` para el de movilidad
`listen_ip`	Cadena	Sí	-	Dirección de para el servi GTPv2-C.
`listen_port`	Entero	No	2123	Puerto UDP (29.274).
`control_module`	Módulo	Sí	-	`Omnimsc.Gtp` enruta mens S3/S4 iniciad pares al SGS
`t3`	Entero	No	5000	Temporizado retransmisió solicitud GTP
`n3`	Entero	No	3	Máximo de i de retransm C.

Cuando tanto Sv (SRVCC) como las interfaces GTPv2-C del SGSN se ejecutan en un host, se deben enlazar a puntos finales IP/puerto distintos.

Gestión de Movilidad (GMM)

El SGSN ejecuta una máquina de estados GMM por UE (TS 24.008 §4.7).

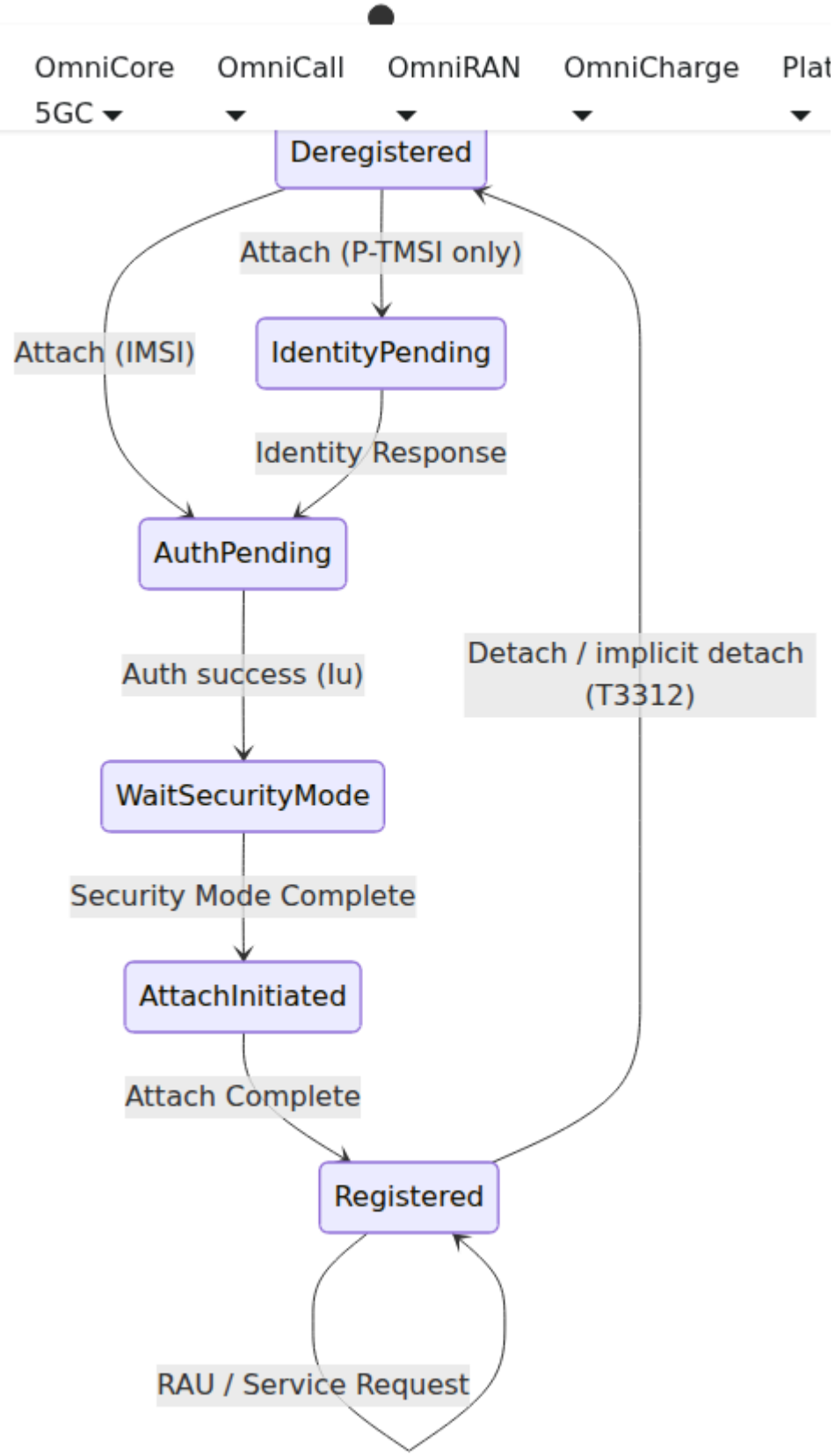


Comportamiento GMM implementado:

- **Attach / RAU / Detach / Service Request**, con el acoplamiento combinado (PS+CS) manejado en proceso con el VLR.

- **Autenticación UMTS AKA** con validación de RES contra XRES, incluida la resincronización AUTS.
- **Asignación de P-TMSI** y una **firma P-TMSI** autenticada en un acoplamiento/RAU posterior (TS 24.008 §10.5.5.8).
- **Temporizadores de retransmisión** T3350/T3360/T3370 y el **temporizador de móvil alcanzable** T3312 que impulsa la desconexión implícita.
- **ID Común RANAP** enviado al RNC después de Security Mode Complete (TS 25.413 §8.24).
- **Procedimiento de identidad** solicitando IMEISV durante el acoplamiento.
- **GMM STATUS** en un mensaje GMM desconocido o erróneo, y **causas de rechazo por procedimiento** (no una única causa genérica).
- **Solicitud de Desconexión iniciada por la red (MT)** para que la red pueda desconectar un UE y solicitar un nuevo acoplamiento.
- **Estado del Contexto PDP** manejado en RAU / Service Request para que el estado PDP del MS y del SGSN no pueda divergir.
- **Liberación Iu** después de que se complete un procedimiento solo de señalización, con el temporizador de guardia anterior.

Gestión de Sesiones (SM / PDP)



Comportamiento SM implementado:

- **Activación del contexto PDP** con negociación de APN, QoS y dirección PDN.
- **Multiplexión NSAPI / contextos PDP secundarios**: un UE mantiene múltiples contextos concurrentes identificados por NSAPI (5-15); una colisión de NSAPI en uso se resuelve desactivando localmente el contexto en conflicto según TS 24.008 §6.1.3.1.4.
- **Negociación de QoS** desde QoS solicitada y suscrita hasta QoS de portadora S4 y el IE QoS NAS.
- **Tipos de PDP** IPv4, IPv6 e IPv4v6 de extremo a extremo.
- **Desactivación solicitada por la red** con temporizador de retransmisión **T3395**.
- **Selección de APN y aplicación de suscripción**: validar el APN solicitado contra la suscripción, resolver APNs comodín y predeterminados, y rechazar un APN no suscrito con la causa SM correcta.
- **SM STATUS** y validación de NSAPI en errores de protocolo, con causa GTP-C mapeada a la causa SM NAS.

Iu-PS y RANAP

El controlador Iu-PS posee la sección orientada a conexiones SCCP por UE y conecta NAS en ambas direcciones a través de RANAP DirectTransfer.

- **Puente InitialUE / DirectTransfer** que transporta NAS GMM/SM en cada dirección.
- **Asignación de RAB** con parámetros derivados de la portadora/QoS suscrita, y reacción a la lista de fallos de la Respuesta de Asignación de RAB (mapeando la causa RANAP a un rechazo SM) y modificaciones solo de TEID (retransmitidas al S-GW).
- **Liberación Iu** después de procedimientos de señalización, y en la liberación SCCP entrante para una conexión PS, con el temporizador de guardia.
- **RANAP RESET** de un RNC que purga las conexiones Iu-PS obsoletas de ese RNC y reconoce.

- **Indicación de Error RANAP** emitida en un PDU RANAP mal formado / no decodificable (TS 25.413 §8.27).
- **Señalización de reubicación SRNS** (TS 25.413 §8.6-8.9): todos los seis PDU de Reubicación, impulsando la reubicación intra-SGSN y el re-anclaje del Túnel Directo en el RNC objetivo al completarse. La reubicación inter-SGSN a través de S3 se rastrea como trabajo futuro (ver Limitaciones).

S4 y GTP-C

- **Crear / Modificar / Eliminar Sesión** hacia el S-GW, con tipo RAT UTRAN y los F-TEIDs S4-SGSN.
- **Intermediación de puntos finales de Túnel Directo**, y **cambio de bajada de nuevo al SGSN en PMM-IDLE** para que el S-GW almacene en búfer y active la paginación en lugar de enviar a un RNC liberado.
- **Solicitud de Eliminación / Actualización de Portadora iniciada por el par** desde el S-GW/P-GW: reconocida y retransmitida al UE.
- **Gestión de rutas GTP-C**: detección de Echo Request/Response y contador de reinicio de recuperación para invalidar sesiones obsoletas (TS 23.007 §18).
- **Selección de P-GW/S-GW DNS S-NAPTR** por APN cuando está habilitada, con retroceso estático.
- **Paginación de datos MT**: una Notificación de Datos de Bajada S4 activa RANAP Paging y es reconocida (TS 29.274 §7.2.11).

Movilidad S3 (hacia el MME)

- **Transferencia de contexto en modo inactivo**: Context Request / Response / **Acknowledge** (TS 29.274 §7.3.7).
- **Modo de seguridad del contexto MM** codificado como EPS (valor 4) al llevar un contexto KASME (TS 29.274 §8.38).
- **Contenedores transparentes de reubicación hacia adelante** (contenedores RAN de Fuente a Destino / Destino a Fuente) transportados

de extremo a extremo para que se pueda configurar la radio objetivo (TS 29.274 §7.3.1).

Gr MAP (Interfaz HLR)

- **UpdateGprsLocation** registrando el SGSN en el HLR en GPRS Attach (TS 23.060 §6.5.3).
- **Insert Subscriber Data** consumido en el contexto del suscriptor (APNs permitidos, QoS suscrita, APN-AMBR, carga), alimentando la aplicación de APN y la negociación de QoS.
- **Cancel Location** purgando los contextos locales MM y PDP y desmantelando la sesión S4; **Purge MS** enviado cuando el SGSN elimina un suscriptor.

El viaje de ida y vuelta de Gr está condicionado a `gr_source`; cuando no está configurado, el acoplamiento continúa sin registro Gr, por lo que el laboratorio sigue funcionando con un quinteto inyectado.

Carga (CDRs PS)

El SGSN produce registros de detalles de llamadas del dominio PS enrutados al colector CDR compartido (TS 32.251, TS 32.298):

- **S-CDR** (`SGSNPDPRecord`) abierto en la activación del PDP y cerrado en la desactivación.
- **M-CDR** (`SGSNMMRecord`) abierto en Attach Complete y cerrado en Detach, con un contenedor de cambio de ubicación en RAU.
- **Contenedores de cambio de condición de carga** (QoS / RAT / tarifa-tiempo / cambio de Túnel Directo) y **registros parciales** con un número de secuencia en incremento.

Consulte la documentación de CDR para el colector y el formato de salida. El conteo de volumen bajo Túnel Directo depende de un feed de informe de uso S4 (ver Limitaciones).

CAMEL GPRS (Carga y Control en Línea)

Un gprsSSF optativo impulsa el control GPRS fase-3 CAMEL (TS 23.078, TS 29.078). Se activa solo cuando la suscripción lleva **GPRS-CSI**; sin ello, el acoplamiento y la activación del PDP no cambian.

- **Modelos de estado gprsSSF** para Attach/Detach y Contexto PDP, con armado de puntos de detección e informes de eventos.
- **InitialDPGPRS** activado en los puntos de detección de Attach y Establecimiento de Contexto PDP.
- **ApplyChargingGPRS / ApplyChargingReportGPRS** bucle de carga en línea.
- **Operaciones de control** Connect/Continue/Release/Cancel/ActivityTest GPRS, el temporizador **Tssf** y el **manejo GPRS predeterminado** en caso de error o tiempo de espera de gsmSCF.
- **FurnishChargingInformationGPRS** fusionado en el S-CDR y **SendChargingInformationGPRS** capturado hacia la capa SM.

Tablas de Referencia

Causas Comunes de Rechazo GMM (TS 24.008 §10.5.5.14)

Causa	Nombre	Disparador típico
2	IMSI desconocido en HLR	Suscriptor no provisionado
7	Servicios GPRS no permitidos	La suscripción bloquea el servicio de paquetes
9	La identidad del MS no puede ser derivada	RAU/Service Request P-TMSI no resolvible
11	PLMN no permitido	Restricción de roaming / PLMN
17	Fallo de red	No hay vectores de autenticación del HLR

Causas Comunes de Rechazo SM (PDP) (TS 24.008 §10.5.6.6)

Causa	Nombre	Disparador típico
26	Recursos insuficientes	El S-GW rechazó Crear Sesión, o no se pudo asignar ningún RAB
27	APN faltante o desconocido	El APN solicitado no puede ser resuelto
31	Activación rechazada, no especificado	Fallo en la configuración de RAB del RNC
33	Opción de servicio solicitada no suscrita	APN no en la suscripción

---

Métricas

Métrica: `omnimsc_sgsn_attach_count`
Tipo: Contador
Descripción: Resultados de acoplamiento GPRS.
Etiquetas:

- `result` - Resultado del acoplamiento (por ejemplo `accepted`, `rejected`).

Métrica: `omnimsc_sgsn_pdp_count`
Tipo: Contador
Descripción: Resultados de activación del contexto PDP.
Etiquetas:

- `result` - `active` o `rejected`.

Consultas de ejemplo:

```
# Tasa de aceptación de acoplamiento
sum(rate(omnimsc_sgsn_attach_count{result="accepted"}[5m]))
  / sum(rate(omnimsc_sgsn_attach_count[5m]))

# Tasa de rechazo de PDP
sum(rate(omnimsc_sgsn_pdp_count{result="rejected"}[5m]))
```

Solución de Problemas

Acoplamiento rechazado con causa 17 (fallo de red)

Síntomas: UE no puede acoplarse al dominio de paquetes; causa de rechazo GMM Attach 17.

Causas posibles:

- No se devolvieron vectores de autenticación del HLR a través de Gr.
- `quintet_source` no configurado en un laboratorio sin Gr activo.

Resolución:

1. Confirme que el HLR devuelve vectores para el IMSI (SendAuthenticationInfo).
2. En un laboratorio, configure `quintet_source` para inyectar un quinteto UMTS conocido.

Activación de PDP rechazada con causa 26 (recursos insuficientes)

Síntomas: Activar PDP Context Reject causa 26.

Causas posibles:

- El S-GW rechazó Crear Sesión (por ejemplo, un ULI o APN-AMBR no cero que rechaza).
- No se pudo asignar ningún RAB por el RNC.

Resolución:

1. Verifique que el S-GW acepte la Crear Sesión; configure `default_apn_ambr` a `%{ul: 0, dl: 0}` para S-GWs que rechazan un valor distinto de cero.
2. Revise la Respuesta de Asignación de RAB para una entrada de FailedList.

Activación de PDP rechazada con causa 33 (opción de servicio no suscrita)

Síntomas: Activar PDP Context Reject causa 33.

Causas posibles:

- El APN solicitado no está en la suscripción o en `subscribed_apns`.

Resolución:

1. Agregue el APN a la suscripción HLR (Insert Subscriber Data) o a `subscribed_apns`.
2. Configure `wildcard_apn: true` solo si se debe permitir cualquier APN.

Sin datos de bajada

Síntomas: El uplink funciona pero no llegan paquetes de bajada.

Causas posibles:

- Túnel Directo no completado: la Modificación de Portadora no llevó el RNC F-TEID.
- La bajada aún está anclada en un RNC liberado después de que el UE se volvió inactivo.

Resolución:

1. Confirme que la Modificación de Portadora después de la asignación de RAB llevó el RNC F-TEID.
2. Confirme que el cambio de bajada de nuevo al SGSN se activó en PMM-IDLE para que la paginación pueda recuperar el UE.

RAU no enrutado a este SGSN

Síntomas: Una Actualización de Área de Enrutamiento de un UE aterriza en el nodo incorrecto.

Causas posibles:

- El NRI de P-TMSI no coincide con la configuración de `nri_bits` / agrupación de este SGSN.

Resolución:

1. Alinee `nri_bits` con la configuración del grupo MSC/SGSN.

Limitaciones

Lo siguiente se implementa como costuras o rutas parciales y se documenta para que los operadores sepan lo que aún no está completamente integrado:

- **Conteo de volumen bajo Túnel Directo**: el SGSN no ve plano de usuario, por lo que los volúmenes de S-CDR y carga en línea CAMEL requieren un feed de informe de uso S4 que aún no está cableado. Los registros y bucles de informes están completos; la disminución de volumen en vivo espera ese feed.
- **Consejo de Carga CAMEL al MS**: SendChargingInformationGPRS se captura hacia la capa SM, pero la entrega de AoC al teléfono no está construida aún.
- **Reubicación hacia adelante inter-SGSN**: la señalización de reubicación intra-SGSN SRNS está completa; impulsar el salto S3 a un SGSN par (finalización de traspaso PS en modo conectado) se rastrea bajo el épico de la interfaz S3.

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 trunk 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.

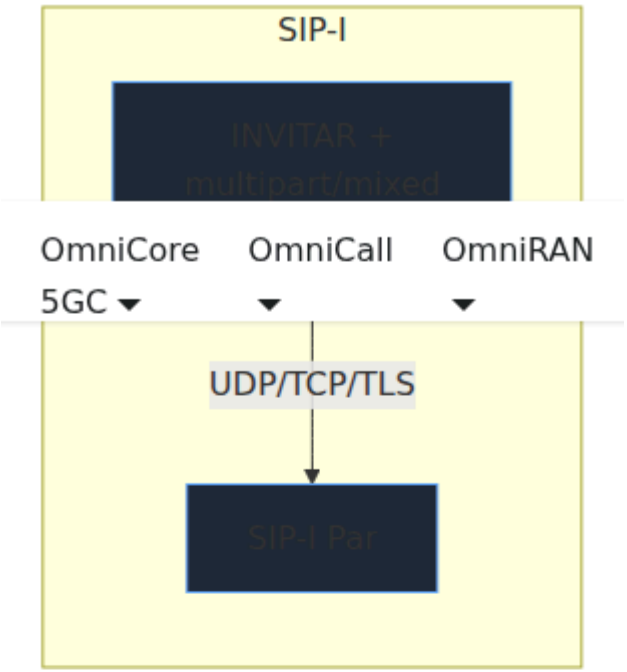
¿Qué es SIP-I?

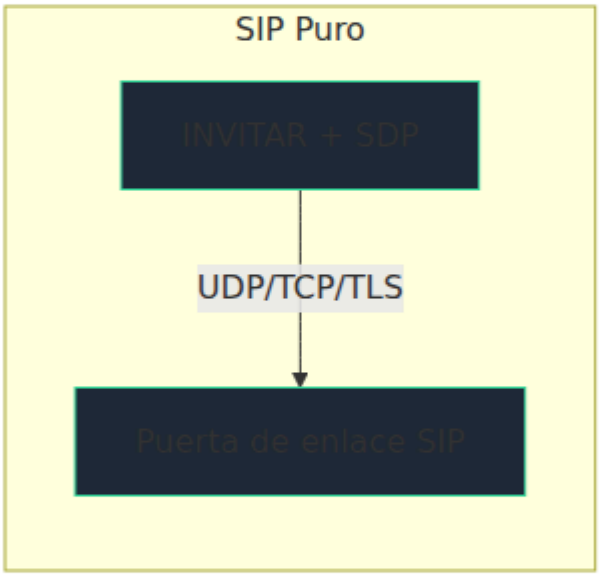
SIP-I (Protocolo de Inicio de Sesión con ISUP encapsulado) está definido por ITU-T Q.1912.5 y utiliza el protocolo SIP como mecanismo de transporte para mensajes ISUP. A diferencia del trunking SIP puro, que mapea parámetros ISUP a encabezados SIP (potencialmente perdiendo información), SIP-I incluye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

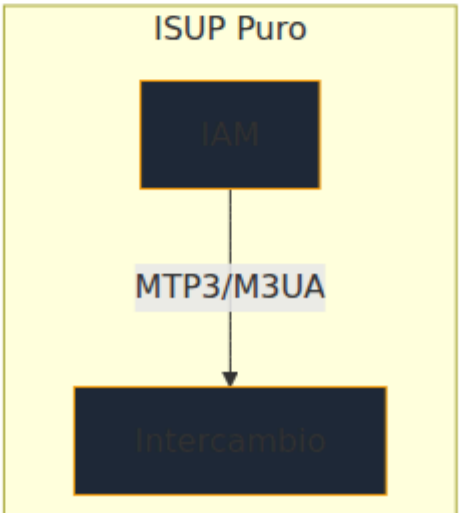
SIP-I es el protocolo de trunking estándar utilizado entre servidores MSC y puertas de enlace de medios en redes centrales basadas en IMS de 3GPP y se despliega ampliamente para la interconexión PSTN.

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

Comparación de Protocolos


SIP-I
INVITAR + multipart/mixed
OmniCore 5GC
OmniCall
OmniRAN
UDP/TCP/TLS
SIP-I Par


SIP Puro
INVITAR + SDP
UDP/TCP/TLS
Puerta de enlace SIP


ISUP Puro
IAM
MTP3/M3UA
Intercambio

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 el RFC 3204.

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

--boundary42
Content-Type: application/sdp

v=0
o=OmniMSC 12345 12345 IN IP4 203.0.113.10
s=OmniMSC
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 el 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_version: :itu_t92,
     codecs: [:pcmu, :pcma, :amr],
     max_channels: 100,
     trunk_group_id: "TG-InterMSC-01",
     point_code: [1, 2, 3]]
  ]
```

Parámetros del Par SIP-I

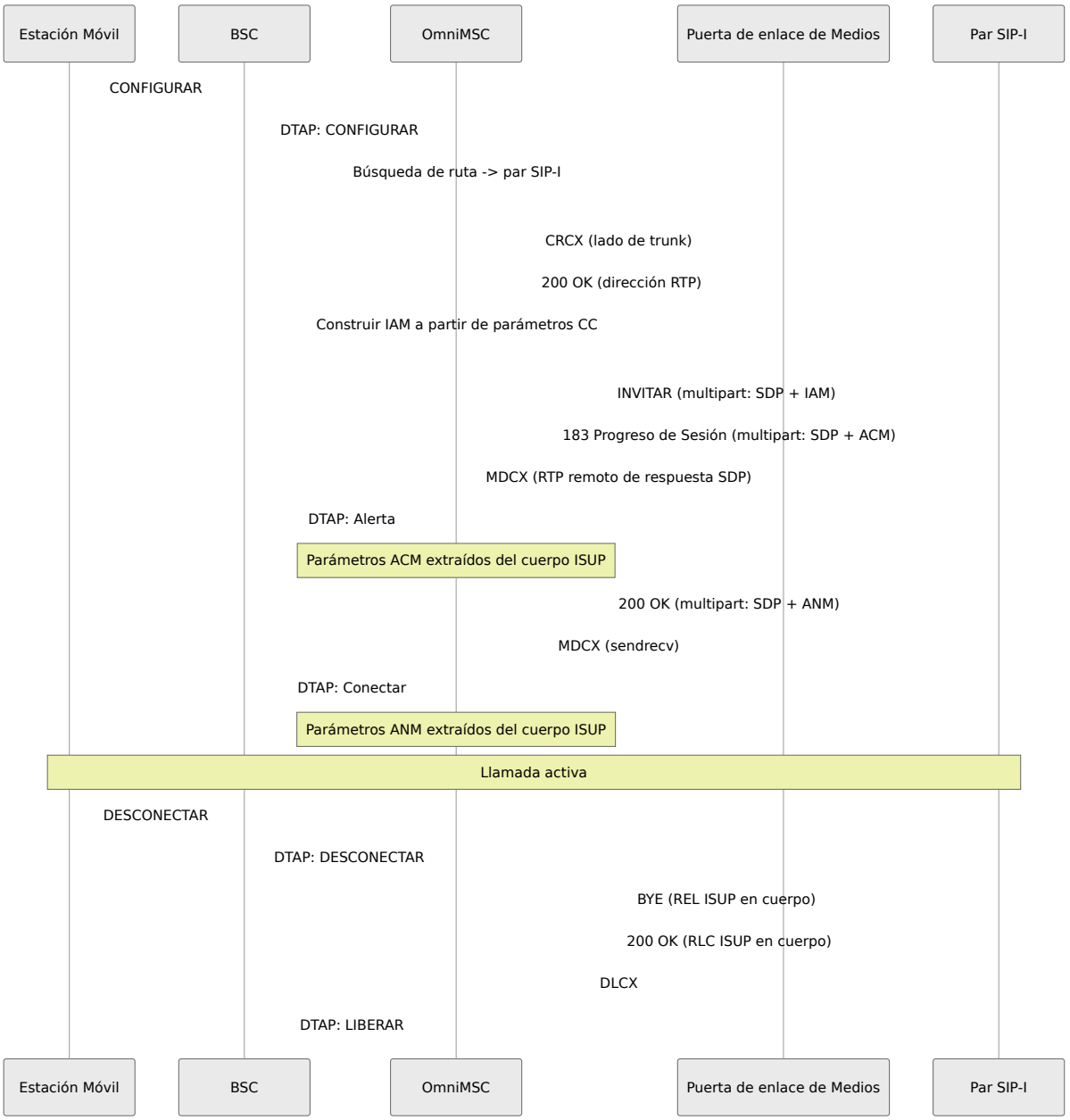
Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`name`	`string`	-- (requerido)	Nombre lógico del par. Referenciado en entradas de tabla de rutas con tipo `:sip_i`.
`address`	`string`	-- (requerido)	Dirección IP o nombre de host del par.
`port`	`integer`	`5060`	Puerto SIP del par.
`transport`	`atom`	`:tcp`	Protocolo de transporte: `:udp`, `:tcp` o `:tls`. Se recomienda TCP para SIP-I debido a los tamaños de mensaje más grandes.
`isup_version`	`atom`	`:itu_t92`	Variante de codificación ISUP: `:itu_t92` (ITU-T Q.767) o `:ansi` (ANSI T1.113).
`codecs`	`list(atom)`	`[:pcmu, :pcma]`	Códecs de audio soportados para la porción SDP.
`max_channels`	`integer`	`100`	Máximo de llamadas

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
			concurrentes a este par.
`trunk_group_id`	`string` o `nil`	`nil`	Identificador del grupo de trunk utilizado para el contexto de enrutamiento.
`point_code`	`list` o `nil`	`nil`	Código de punto SS7 remoto como `[a, b, c]`, utilizado como contexto de enrutamiento ISUP.

Los pares SIP-I no tienen una configuración de mantenimiento de opciones keepalive.

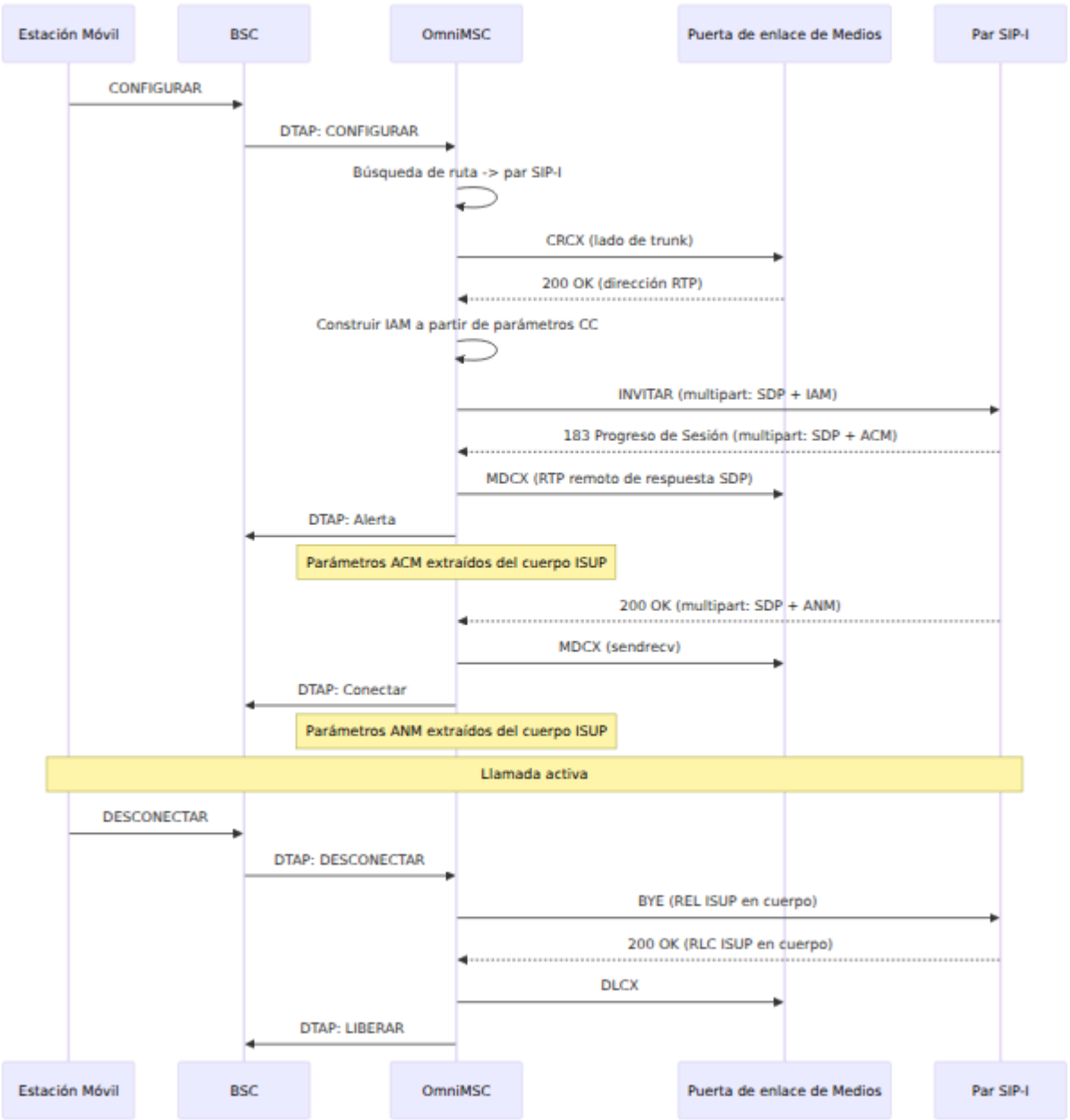
Llamada Saliente (SIP-I)

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



Llamada Entrante (SIP-I)

Cuando una INVITACIÓN 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 interconectar 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 los intermediarios solo SIP.

Parámetro ISUP (IAM)	Encabezado SIP	Notas
Número de Parte Llamada	Request-URI, To	Formato E.164 en URI `tel:`
Número de Parte Llamante	From, P-Asserted-Identity	El indicador de presentación controla el encabezado `Privacy`
Indicadores de Conexión	Via	Indicador de salto satelital
Indicadores de Llamada Reenviada	--	Codificado solo en el cuerpo ISUP
Categoría de Parte Llamante	P-Asserted-Identity	Categoría de operador/prioridad
Requerimiento de Medio de Transmisión	Línea `m=` 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 Reenviada Opcionales	Soportados	Indicador de acceso ISDN

Parámetro ISUP (ACM/ANM)	Respuesta SIP	Notas
Indicadores de Llamada Reversa	183/200	Indicador de cargo, bandera de interconexión
Indicadores de Causa (REL)	Encabezado de razón	Causa Q.850 según RFC 3326
Indicadores de Llamada Reversa 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 REL ISUP en el cuerpo BYE tiene prioridad sobre el encabezado de razón SIP si ambos están presentes.

Referencias de 3GPP e ITU-T

Referencia	Título	Relevancia
ITU-T Q.1912.5	Interconexión 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 `application/ISUP`
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 de Razón	Código de causa en respuestas SIP
ITU-T Q.767	Aplicación del ISUP	Codificación de mensajes ISUP
ITU-T Q.850	Uso de Causa en ISDN	Definiciones de códigos de causa
3GPP TS 29.163	Interconexión entre el 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, el monitoreo de keepalive de OPTIONS, la negociación de códecs SDP, el manejo de re-INVITE en diálogo, los servicios en llamada (mantener/reanudar, transferencia REFER, actualización de refresco), temporizadores de sesión, retransmisión de DTMF y 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 resolución de problemas de trunk SIP, consulte Guía de Resolución 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 de medios, consulte Control de Medios. Para los parámetros de configuración de pares SIP, consulte Referencia de Configuración.

Configuración de Pares 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 hacen referencia por nombre en la tabla de rutas.

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

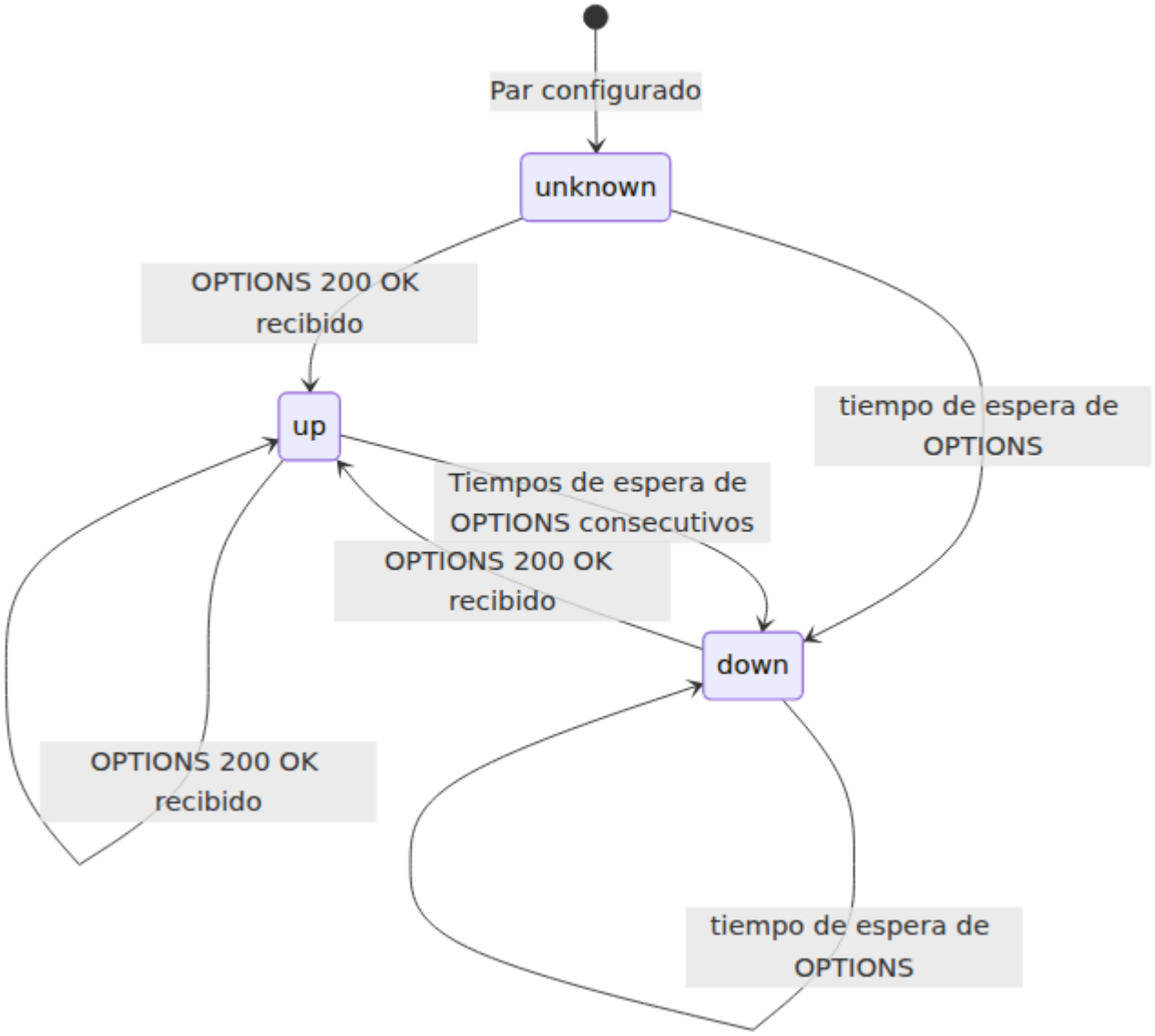
OmniMSC se identifica con el encabezado User-Agent `OmniMSC/0.1` en todas las solicitudes y respuestas SIP salientes.

Keepalive de SIP OPTIONS

Cuando se configura `options_interval` para un par, el Administrador de Pares SIP envía solicitudes periódicas SIP OPTIONS 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 iniciar, todos los pares comienzan en el estado `:unknown`.

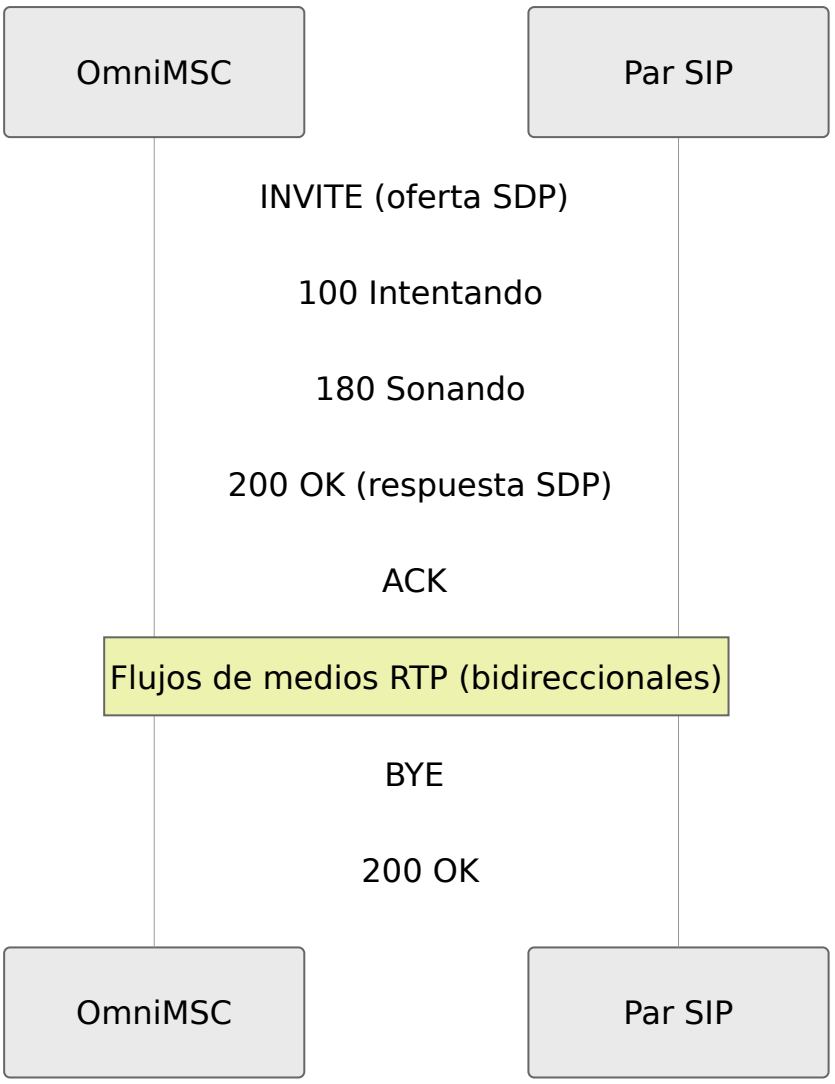


Evento	Transición	Efecto
OPTIONS 200 OK recibido	Cualquiera -> up	Par elegible para enrutamiento
Tiempos de espera de OPTIONS consecutivos	up/unknown -> down	Par excluido del enrutamiento, alarma activada
OPTIONS 200 OK después de down	down -> up	Par re-elegible, alarma despejada
`max_channels` alcanzado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

Para el monitoreo de pares SIP en el panel de control, consulte Guía del Panel de Control.

Flujo SIP de Llamada 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 de medios.

Manejo de Re-INVITE en Diálogo

Un par SIP puede enviar un re-INVITE dentro de un diálogo establecido para varios propósitos: mantener la llamada, reanudar, cambiar el códec o refrescar la sesión. OmniMSC acepta cualquier re-INVITE en diálogo con un 200 OK utilizando el SDP de la sesión actual. Si el re-INVITE lleva un cuerpo SDP, el SDP remoto se actualiza a partir de él.

El re-INVITE se responde de la misma manera independientemente del propósito (200 OK con el SDP de la sesión actual). OmniMSC no envía 488 No Aceptable Aquí en respuesta a un re-INVITE y no renegocia el códec en un re-INVITE. El di►►logo existente y la sesión de medios permanecen en su lugar. Además, OmniMSC inspecciona el SDP ofrecido en busca de una transición de mantener/reanudar y lo señala al FSM de Control de Llamadas (CC) (ver Servicios en Llamada a continuación).

Servicios en Llamada

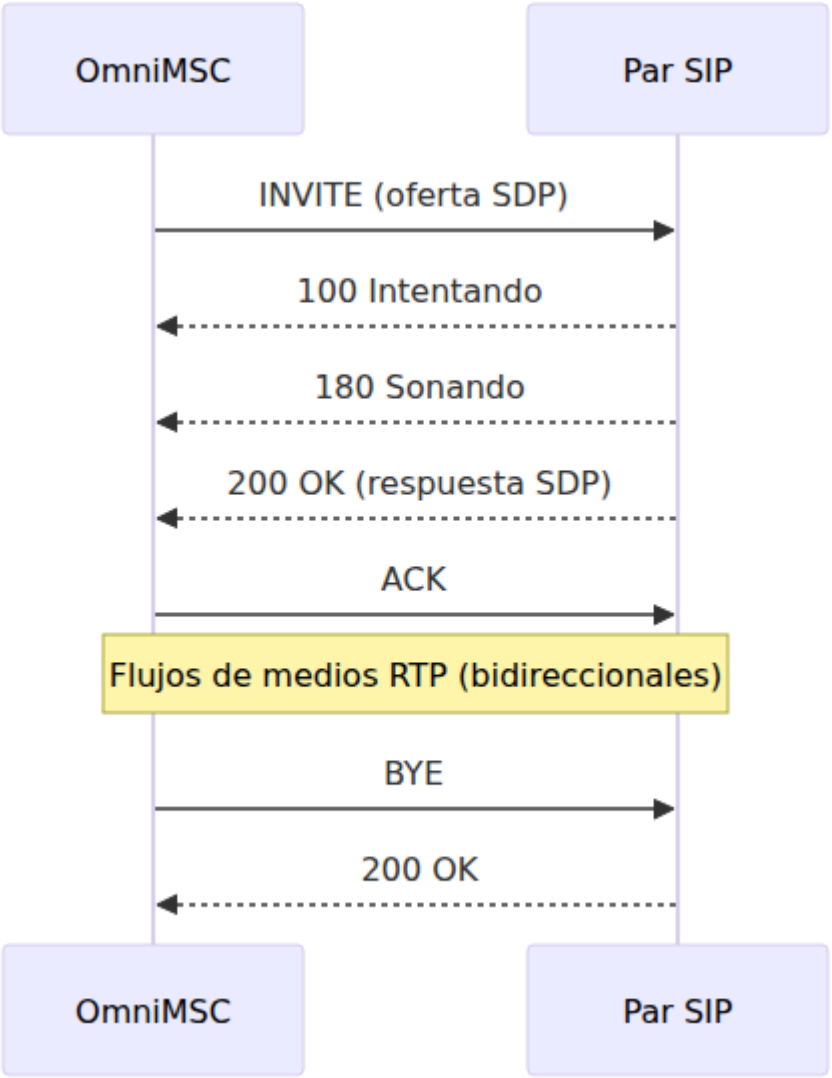
OmniMSC maneja tres procedimientos en diálogo en la llamada en una pierna de trunk SIP establecida: mantener/reanudar la llamada, transferencia de llamada REFER y refresco de sesión UPDATE. Los tres solo se aplican en el estado de llamada `active`; las solicitudes recibidas fuera de `active` son ignoradas o rechazadas según corresponda.

Mantener y Reanudar Llamadas

Un par remoto coloca la llamada en espera enviando un re-INVITE (o UPDATE) cuyo SDP marca el flujo de medios como inactivo. OmniMSC reconoce tanto las codificaciones de espera modernas como las heredadas (RFC 3264 sección 5.1, TS 29.163 Anexo B):

Codificación de Espera	Marcador SDP	Notas
Atributo de dirección	`a=sendonly` o `a=inactive`	Preferido (RFC 3264). El atributo a nivel de medios anula el a nivel de sesión
Conexión en cero	`c=0.0.0.0`	Oferta de espera heredada RFC 2543
Reanudar	`a=sendrecv` (o ningún atributo de dirección) y un `c=` no cero	Devuelve el flujo a activo

En una transición a espera, OmniMSC responde con 200 OK y señala `hold_ind` al FSM de CC; el FSM marca la llamada como en espera y propaga la condición hacia la estación móvil (un NOTIFY con un indicador de espera remota) y la capa MNCC. En una transición de regreso a activo, se señala `retrieve_ind` y se borra el estado de espera. Ofertas repetidas con una dirección inalterada (por ejemplo, un refresco de sesión que mantiene la llamada en espera) son idempotentes y no vuelven a señalar una transición.

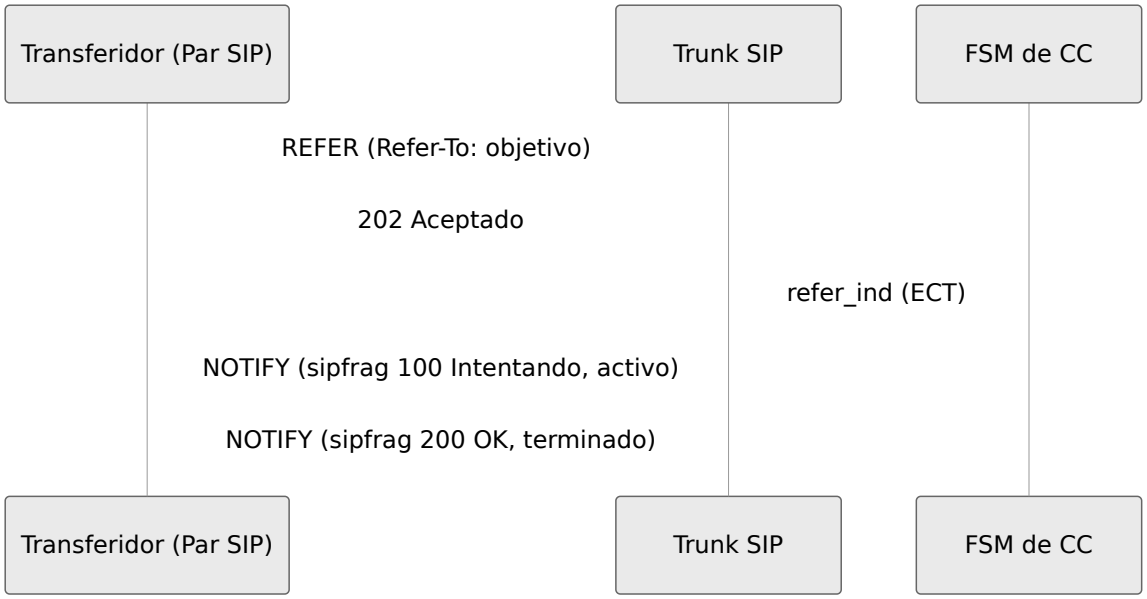


Transferencia de Llamada REFER (RFC 3515)

Un par puede transferir la llamada enviando un REFER en diálogo cuyo encabezado `Refer-To` nombra el objetivo de la transferencia. OmniMSC acepta el REFER con un 202 Aceptado (estableciendo la suscripción implícita del evento de referencia), informa la transferencia al FSM de CC como una indicación de ECT (Transferencia de Llamada Explícita, TS 24.091) que lleva la URI `Refer-To`, y reporta el progreso de vuelta al transferidor a través de mensajes NOTIFY sipfrag (RFC 3515 sección 2.4.5). Un REFER sin un `Refer-To` utilizable es rechazado con 400 Solicitud Incorrecta.

Los NOTIFY de progreso llevan un cuerpo `message/sipfrag` con la línea de estado de la transacción de la pierna lejana y un encabezado `Subscription-State`:

NOTIFY	cuerpo sipfrag	Subscription-State
Progreso	`SIP/2.0 100 Intentando`	`activo`
Finalización	`SIP/2.0 200 OK`	`terminado;razón=noresource`



Temporizador de Sesión (RFC 4028)

OmniMSC soporta temporizadores de sesión SIP según 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
session_refresh_method	`:invite` (predeterminado) o `:update`	Método utilizado para enviar el refresco periódico

Negociación del Temporizador de Sesión

OmniMSC incluye los encabezados `Session-Expires` y `Min-SE` en las solicitudes INVITE salientes. Cuando OmniMSC recibe un 422 Intervalo de Sesión Demasiado Pequeño en respuesta a un INVITE saliente, reconoce el 422, extrae el Min-SE del par y vuelve a intentar el INVITE con un Session-Expires actualizado que sea al menos el mínimo del par.

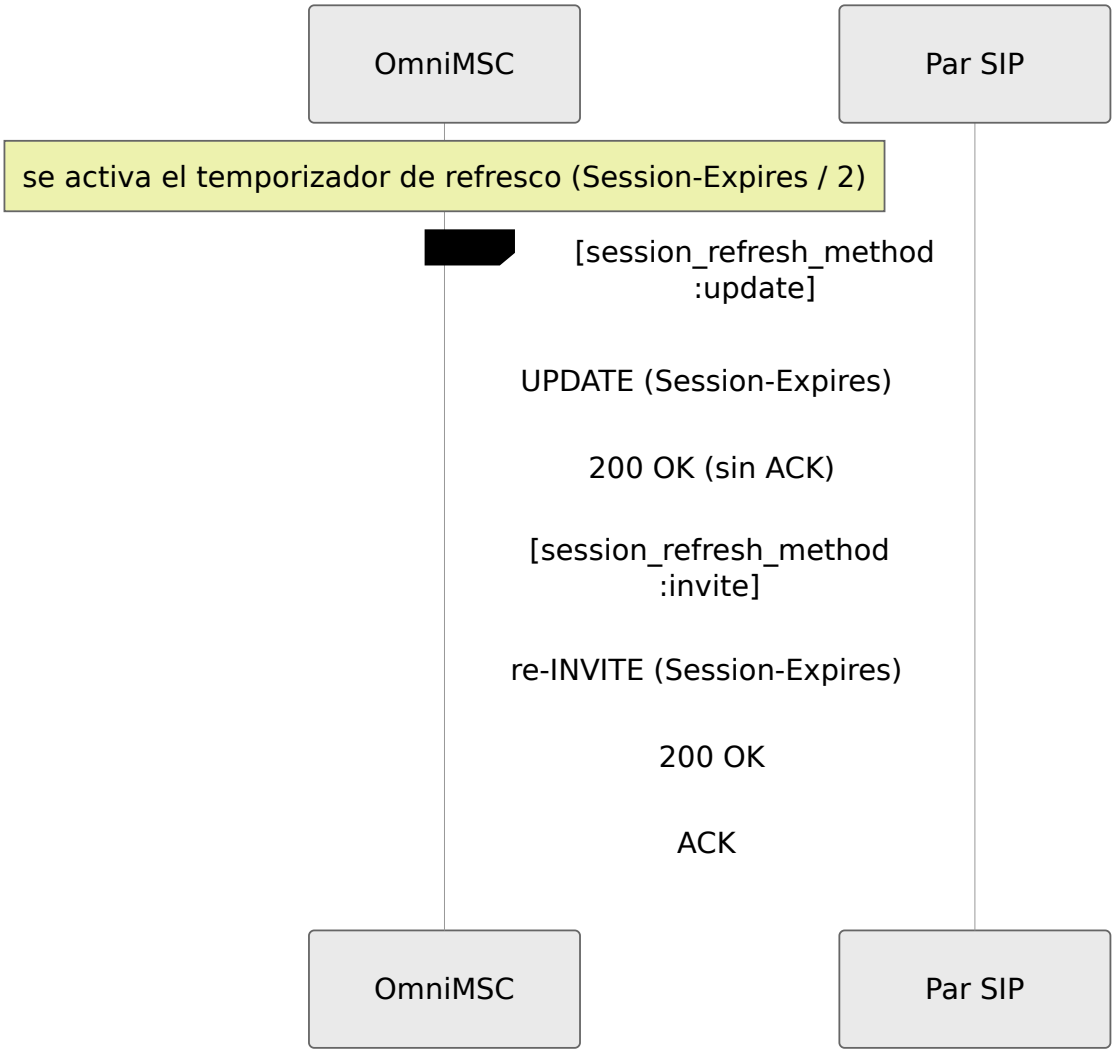
El refresco se envía a la mitad del intervalo de Session-Expires negociado. Si no llega ningún refresco antes de que expire la sesión, OmniMSC envía BYE para desmantelar la llamada y libera todos los recursos asociados.

Método de Refresco: re-INVITE o UPDATE (RFC 3311)

Por defecto, el refresco se envía como un re-INVITE. Cuando un trunk está configurado con `session_refresh_method: :update`, OmniMSC refresca la sesión con un UPDATE (RFC 3311) en su lugar. UPDATE es más liviano: es una transacción independiente que no perturba la oferta/respuesta y no requiere

ACK. Un UPDATE 200 OK nunca se reconoce, mientras que un re-INVITE 200 OK se ACKea como de costumbre.

OmniMSC también responde a un UPDATE iniciado por el par. Cuando el UPDATE lleva una oferta SDP, OmniMSC refleja su SDP actual como la respuesta; el 200 OK publicita el `Session-Expires` negociado. Un UPDATE que lleva una oferta de espera impulsa la misma señalización de mantener/reanudar al FSM de CC que un re-INVITE.



Retransmisión de 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 la retransmisión de 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 de medios), 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 de medios 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	Tasa de Reloj	Parámetros fmtp
PCMU	0	8000	--
PCMA	8	8000	--
AMR (banda estrecha)	dinámico (96)	8000	`octet-align=1`
AMR-WB (banda ancha)	dinámico (97)	16000	`octet-align=1`

La lista de códecs predeterminada es `[:pcmu, :pcma]` (carga útil PCMU 0 y carga útil PCMA 8). AMR se ofrece con `octet-align=1` (RFC 4867) para interoperabilidad con redes de acceso 3GPP. La versión de voz de GSM de tasa completa se mapea a PCMA (carga útil 8) en el lado SIP. AMR y AMR-WB se ofrecen cuando el BSC indica soporte para estos códecs en la lista de versiones de voz durante la asignación.

Selección de Códec

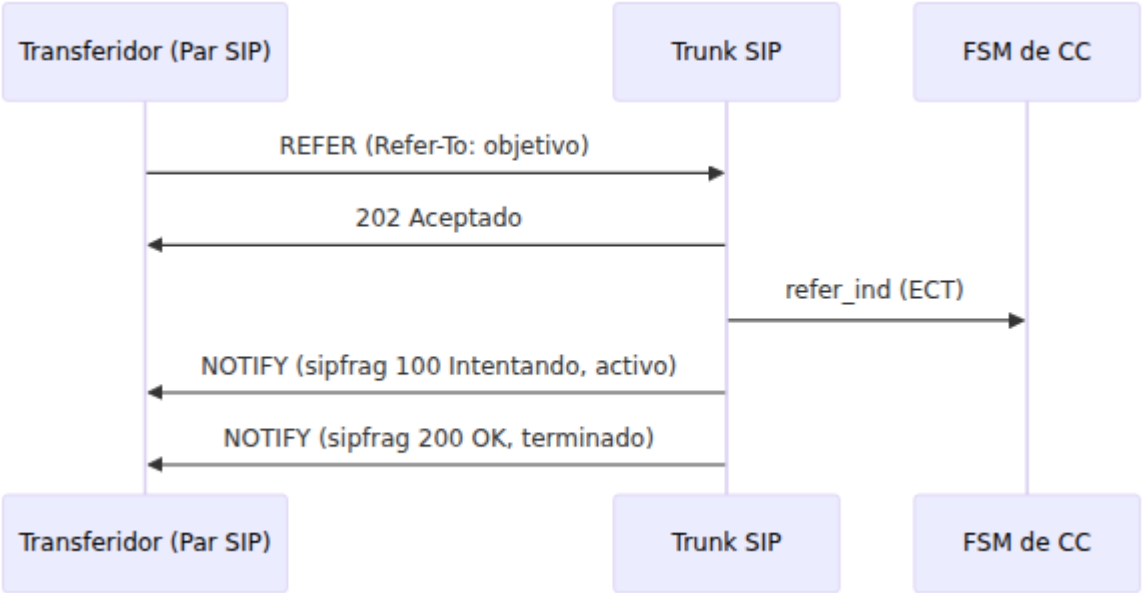
La selección de códec sigue el modelo de Oferta/Respuesta SDP (RFC 3264):

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. La puerta de enlace de medios es instruida (a través de MDCX) con el códec seleccionado y los parámetros RTP.

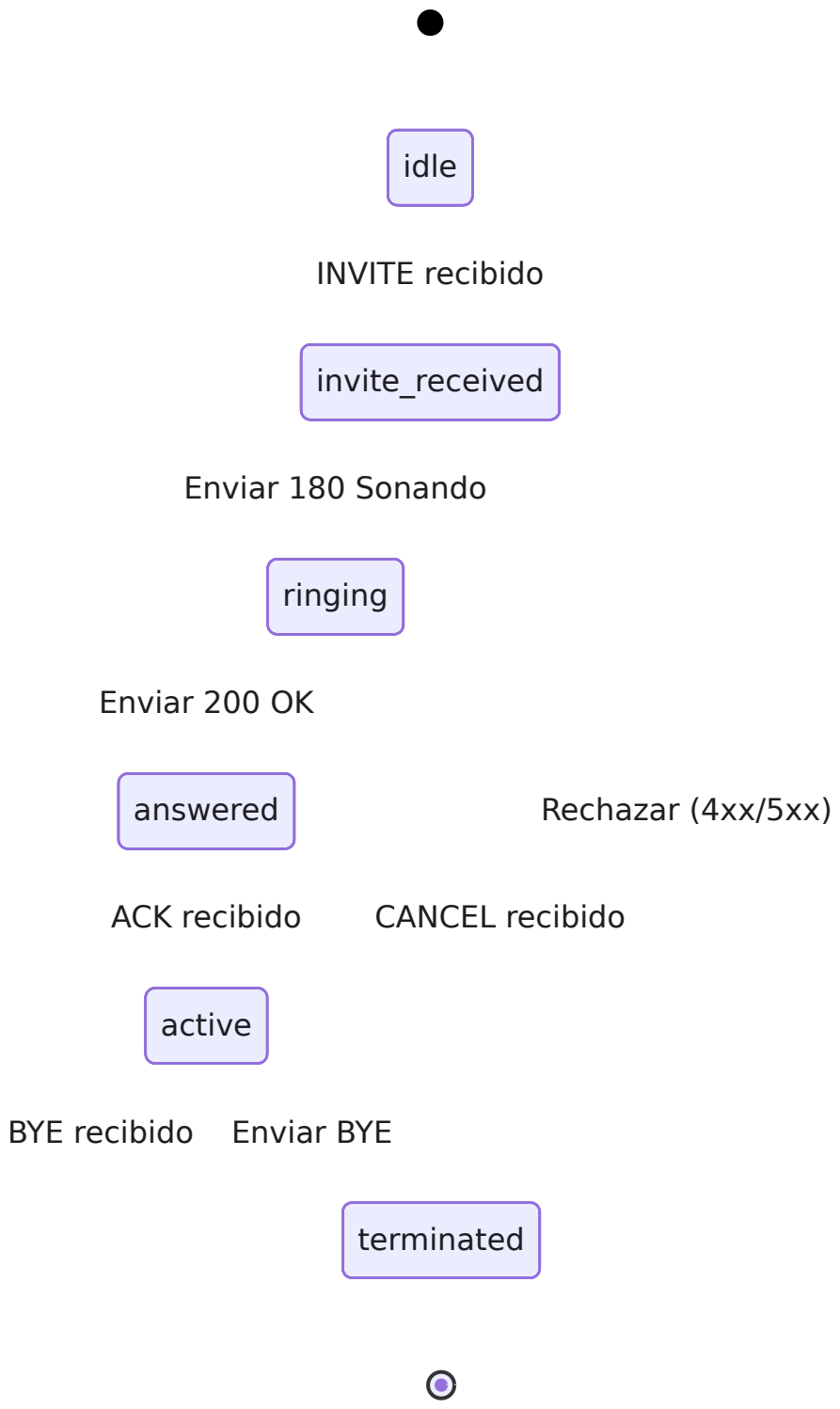
Si no existe un códec común, OmniMSC responde con o recibe 488 No Aceptable Aquí.

Estados de Llamada de Trunk SIP

Estados de Llamada Saliente



Estados de Llamada Entrante



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 3311	El Método SIP UPDATE	Refresco de sesión basado en UPDATE
RFC 3515	El Método SIP Refer	Transferencia de llamada REFER, progreso NOTIFY sipfrag
RFC 2833	Carga Útil RTP para Dígitos DTMF	Tipo de carga útil RTP de evento telefónico
RFC 3264	Modelo de Oferta/Respuesta con SDP	Negociación de códecs SDP, marcadores de mantener/reanudar
RFC 4867	Formato de Carga RTP para AMR y AMR-WB	Parámetro de alineación de octetos AMR
RFC 3326	Campo de Encabezado de Razón	Código de causa en BYE/CANCEL
TS 29.163	Interoperabilidad entre redes IMS y CS	Anexo B: interoperabilidad de mantener/reanudar

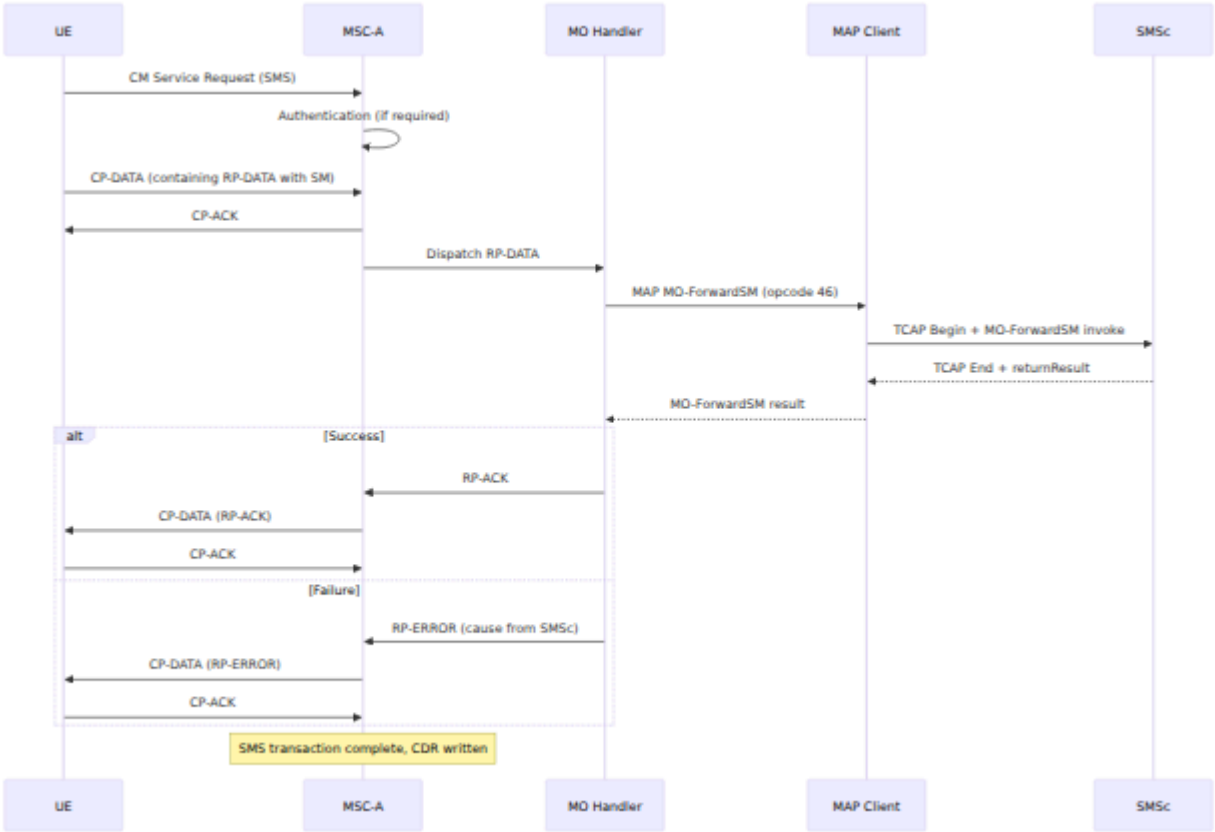
SMS

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 SMSc, consulte Referencia de Configuración. Para problemas comunes de entrega de SMS, consulte Solución de Problemas — Problemas de SMS.

MO-SMS (SMS de Origen Móvil)

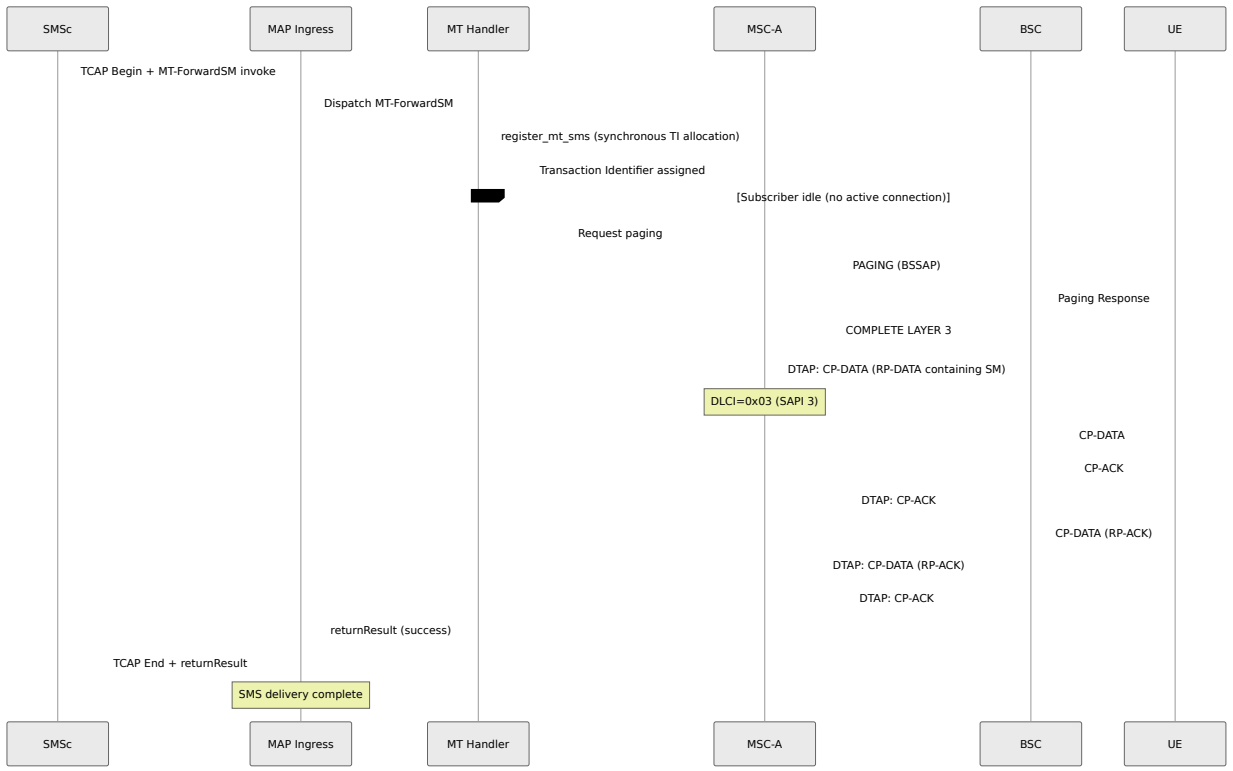
Un suscriptor envía un mensaje corto a través del MSC al Centro de SMS (SMSc). El MSC actúa como un relé, recibiendo el SM desde la interfaz aérea y reenviándolo al SMSc utilizando MAP MO-ForwardSM.



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.



Asignación Síncrona de TI

El MT Handler llama a `register_mt_sms` en el proceso MSC-A como una operación síncrona. Esto asigna un Identificador de Transacción DTAP para la entrega de MT-SMS y previene una condición de carrera donde dos entregas concurrentes de MT-SMS al mismo suscriptor podrían asignarse el mismo TI. La llamada síncrona asegura que los valores de TI sean únicos en todas las transacciones de SMS activas para un suscriptor dado.

Identificador de Transacción DTAP

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 separaci►►n 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 llamada, consulte Diagramas de Flujo de Llamadas. Para parámetros de configuración, consulte Referencia de Configuración. Para funciones avanzadas de llamada como ECT y CCBS, consulte Funciones Avanzadas de Llamada. 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.

Descripción 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 se define 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 de CC/SS extrae el código de SS del IE de instalación y enruta 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 registrado previamente
Activar	Habilitar un servicio registrado para que tenga 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 operaciones de 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 desv►►an 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 está 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 desasociado, 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.

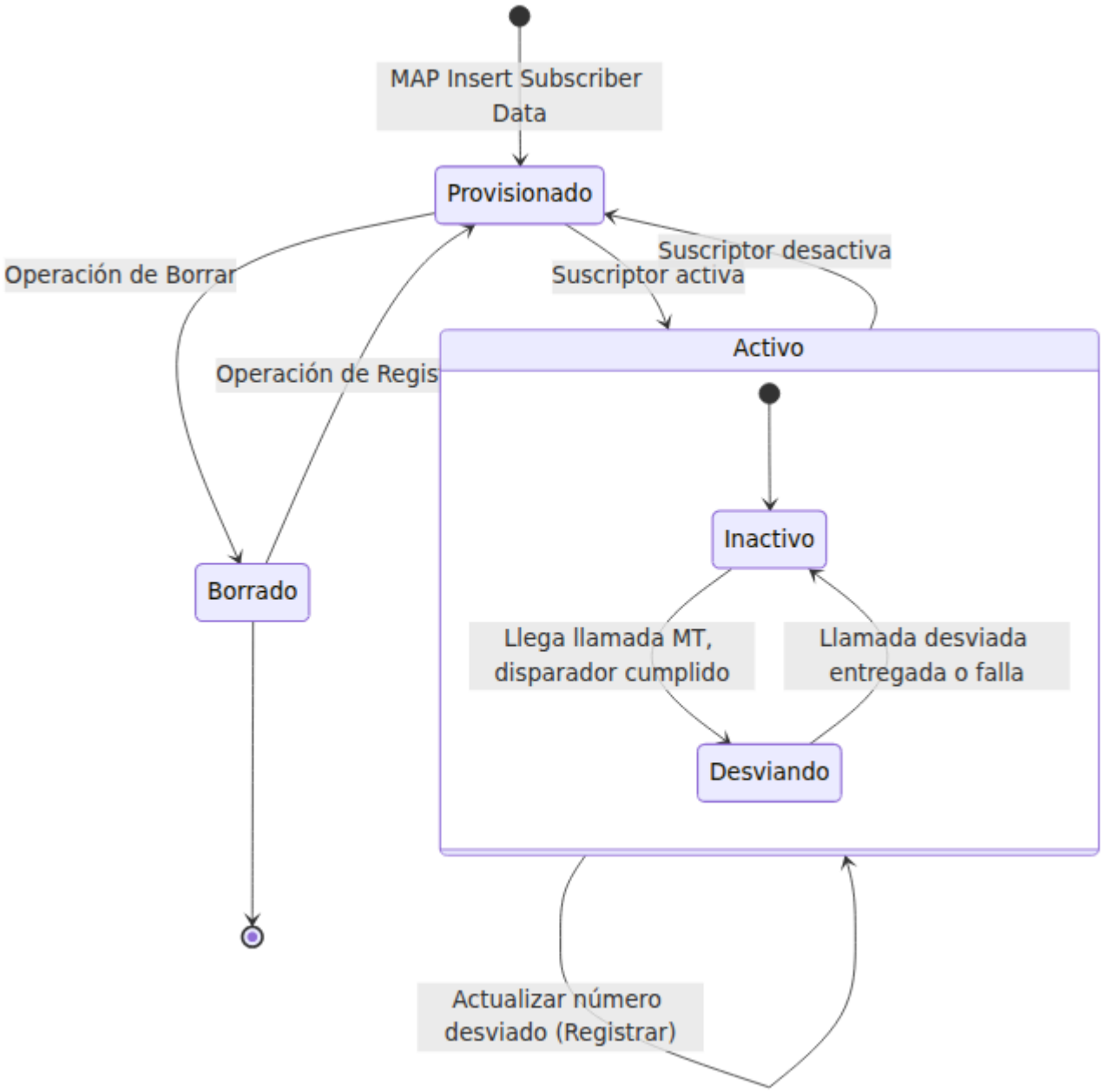
Operaciones de Desvío de Llamadas

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

Operación	Efecto
Registrar	Almacenar número desviado y temporizador de no respuesta opcional; activa implícitamente el servicio
Borrar	Eliminar 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 estado actual (activo/inactivo) y 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 desde los datos del VLR cuando la información ya está disponible, o transmitirse al HLR en caso contrario.

Diagrama de Estado de 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.

El bloqueo de llamadas utiliza el espacio de código SS canónico definido en 3GPP TS 29.002. Las categorías de bloqueo individuales y sus códigos de grupo son:

Categoría	Código SS	Dirección	Efecto
Bloqueo de Todas las Llamadas Salientes (BAOC)	0x92	MO	Bloquear todas las llamadas salientes
Bloqueo de Llamadas Internacionales Salientes (BOIC)	0x93	MO	Bloquear llamadas internacionales salientes
Bloqueo de Llamadas Internacionales Salientes excepto a País de Origen (BOIC-exHC)	0x94	MO	Bloquear llamadas internacionales salientes excepto a país de PLMN de origen
Bloqueo de Todas las Llamadas Entrantes (BAIC)	0x9A	MT	Bloquear todas las llamadas entrantes
Bloqueo de Llamadas Entrantes al Roaming (BicRoam)	0x9B	MT	Bloquear llamadas entrantes cuando el suscriptor está en roaming fuera de HPLMN

Los códigos de grupo SS abordan múltiples categorías a la vez:

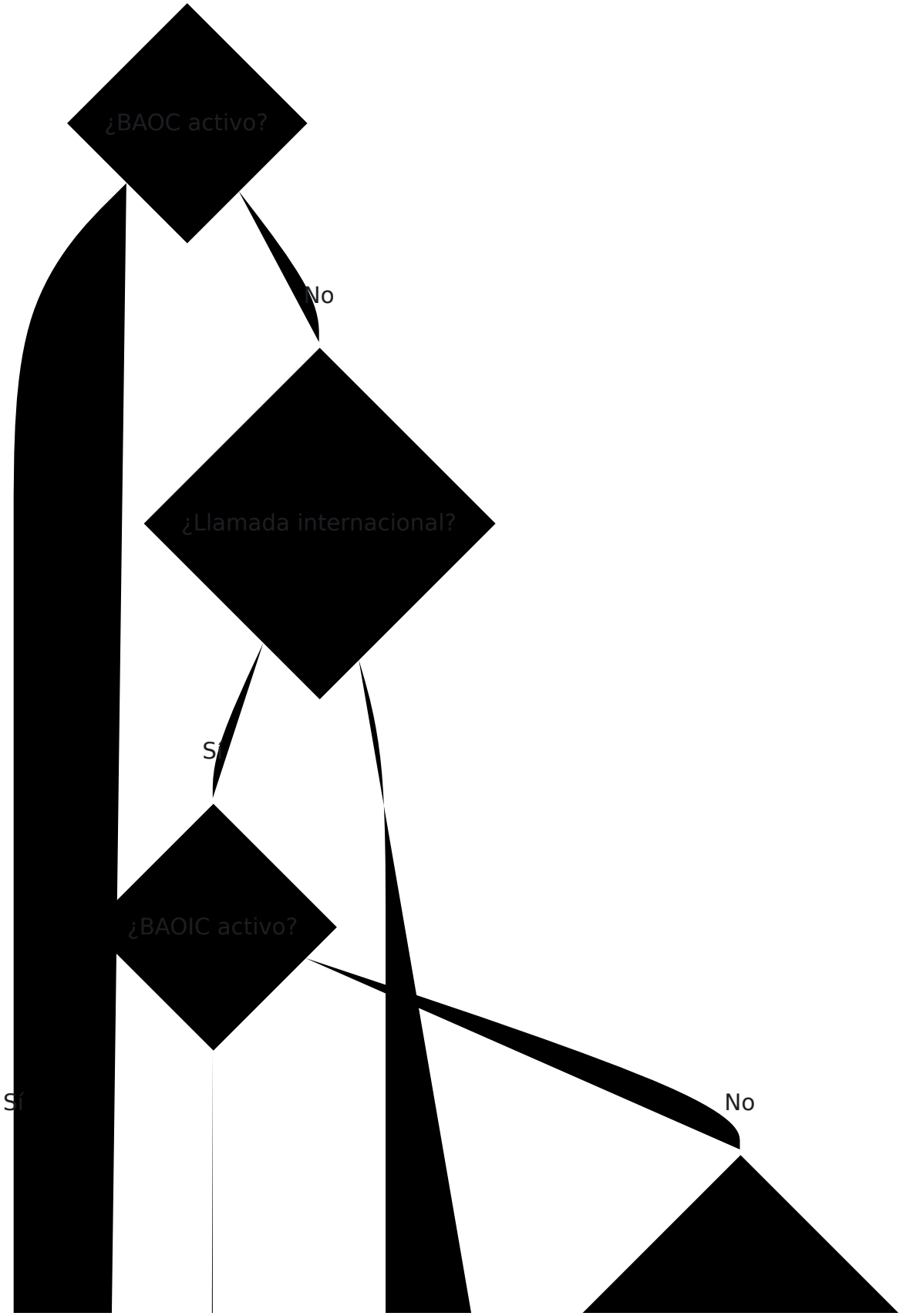
Grupo	Código SS	Cubre
Todos los Servicios de Bloqueo	0x90	Todo el bloqueo de llamadas salientes y entrantes
Bloqueo de Llamadas Salientes	0x91	BAOC, BOIC, BOIC-exHC
Bloqueo de Llamadas Entrantes	0x99	BAIC, BicRoam

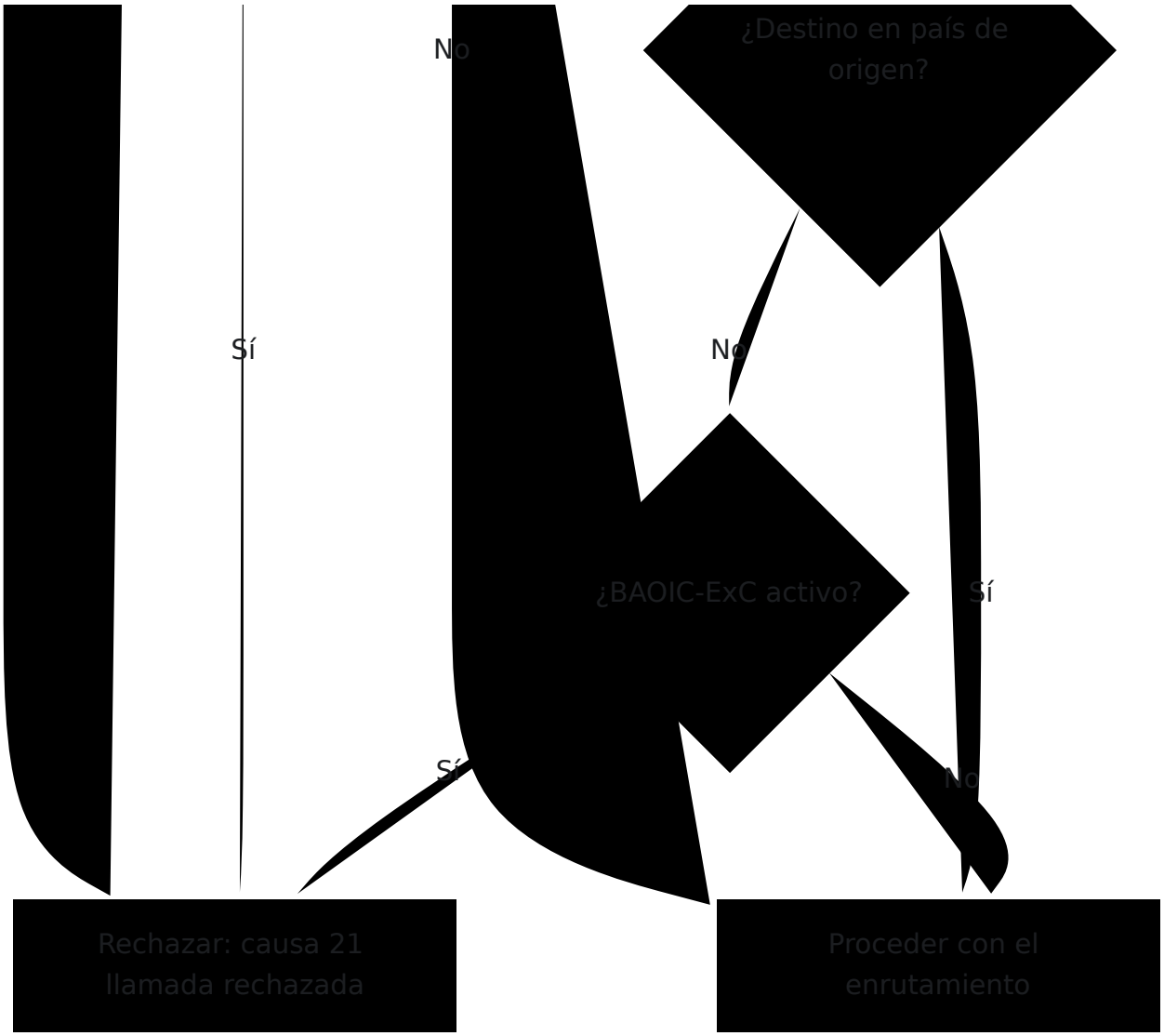
Provisionamiento de Bloqueo

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.

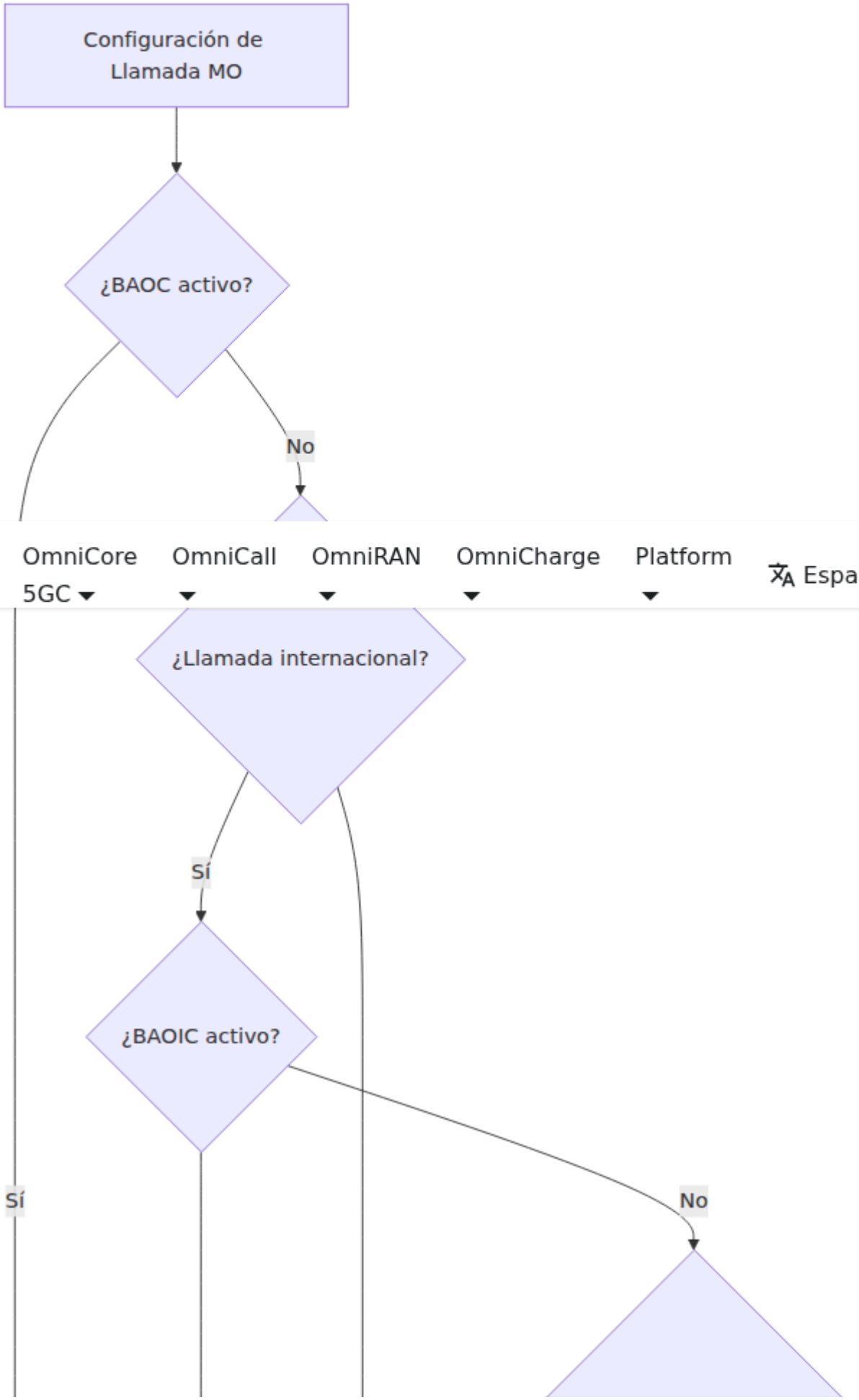
Evaluación de Bloqueo -- Llamadas Salientes

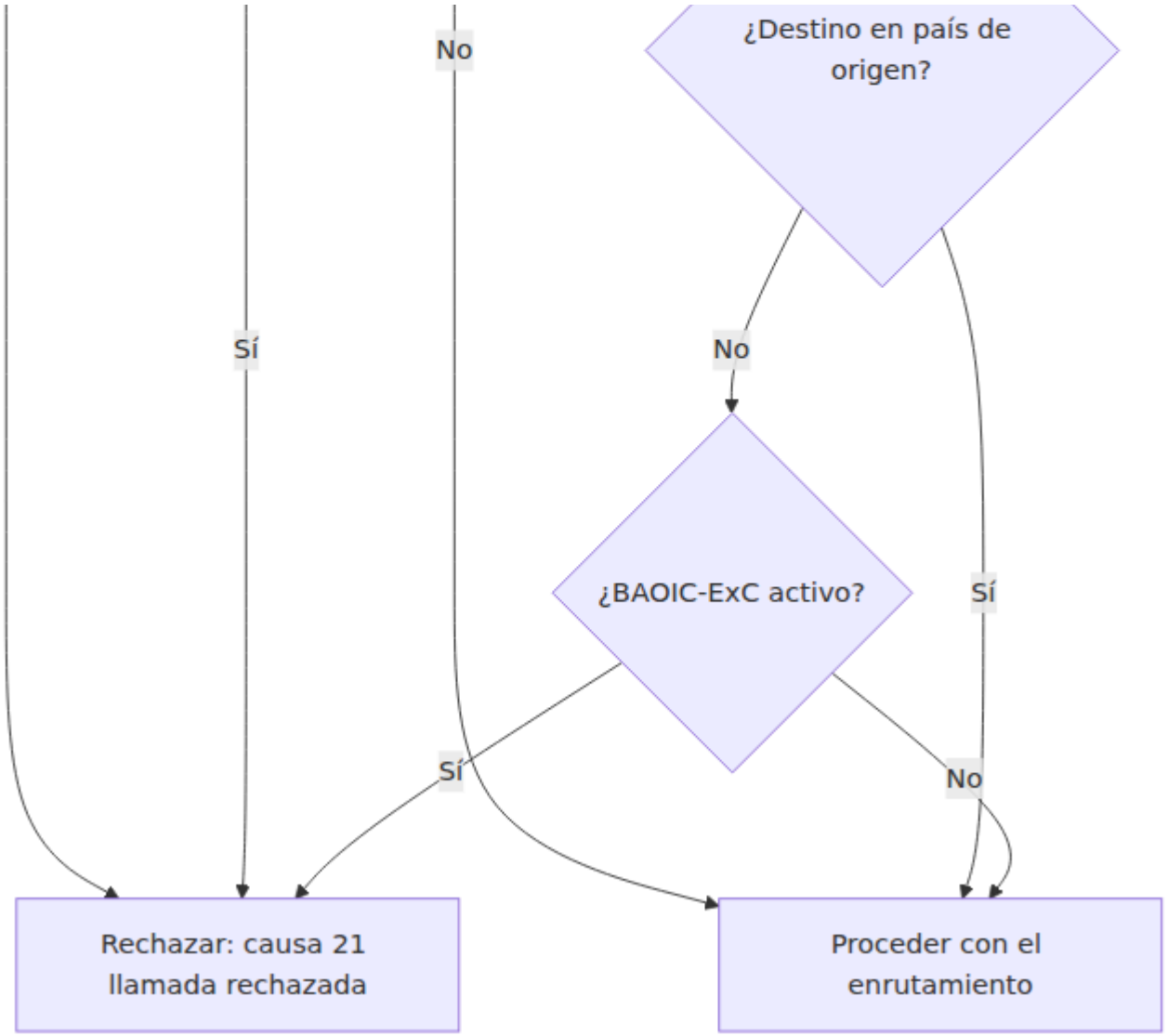
Configuración de Llamada MO





Evaluación de Bloqueo -- Llamadas Entrantes


Configuración de Llamada MO
¿BAOC activo?
No
OmniCore 5GC
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
Platform
Español
¿Llamada internacional?
Sí
¿BAOIC activo?
Sí
No



Los servicios suplementarios de bloqueo de llamadas del suscriptor (BAOC/BOIC/BAIC) liberan la llamada con causa GSM 21 (llamada rechazada). Esto es distinto del bloqueo determinado por el operador (ODB, TS 23.015), que se evalúa primero y libera con causa GSM 8 (bloqueo determinado por el operador).

Bloqueo Determinado por el Operador y Grupo de Usuarios Cerrados en la Configuración MO

Más allá de los servicios de bloqueo de llamadas controlados por el suscriptor mencionados anteriormente, OmniMSC aplica dos restricciones controladas por

el operador durante el procedimiento de llamada originada por el móvil en el VLR (TS 23.018 Sec 7.1.2): Bloqueo Determinado por el Operador (ODB, TS 23.015) y Grupo de Usuarios Cerrados (CUG, TS 24.085). Ambos son provisionados por el HLR a través de MAP INSERT SUBSCRIBER DATA, almacenados en el suscriptor del VLR y verificados por el MSC en el MS SETUP antes de que la llamada sea ofrecida a la red. Una llamada bloqueada se libera hacia el MS con RELEASE COMPLETE llevando la causa GSM 04.08 apropiada y no se genera un registro de carga para una llamada conectada.

Las tres verificaciones salientes se aplican en un orden fijo y la primera que bloquea libera la llamada:

1. Bloqueo Determinado por el Operador (ODB)
2. Grupo de Usuarios Cerrados (CUG)
3. Servicios suplementarios de bloqueo de llamadas del suscriptor (BAOC/BOIC/BOIC-exHC)

Categorías de Bloqueo Determinado por el Operador

Las categorías de ODB se almacenan en el suscriptor como `odb_categories`. Las siguientes categorías de origen móvil se aplican a partir del análisis del número, todas liberando con causa GSM 8 (bloqueo determinado por el operador):

Categoría	Efecto	Causa Libera
`barring_all_outgoing`	Bloquear cada llamada MO	8 (bloqu determi por el operado
`barring_outgoing_international`	Bloquear llamadas MO a números internacionales	8 (bloqu determi por el operado
`barring_outgoing_international_except_home`	Bloquear llamadas MO internacionales excepto al país de HPLMN	8 (bloqu determi por el operado
`barring_premium_rate_information`	Bloquear llamadas MO a un prefijo de información de tarifa premium configurado	8 (bloqu determi por el operado
`barring_premium_rate_entertainment`	Bloquear llamadas MO a un prefijo de entretenimiento de tarifa premium configurado	8 (bloqu determi por el operado

Los prefijos de tarifa premium son específicos de la red y no tienen un valor predeterminado. Configúrelos bajo la clave `:odb`:

```
config :omnimsc, :odb,
  premium_rate_information_prefixes: ["1900"],
  premium_rate_entertainment_prefixes: ["1901"]
```

La categoría `barring_outgoing_international_except_home` compara el código de país E.164 marcado con el código de país de HPLMN proporcionado a la capa de CC como `home_country_code`. Sin un código de país de origen configurado, la verificación de excepción de hogar falla abierta (no bloquea).

Grupo de Usuarios Cerrados

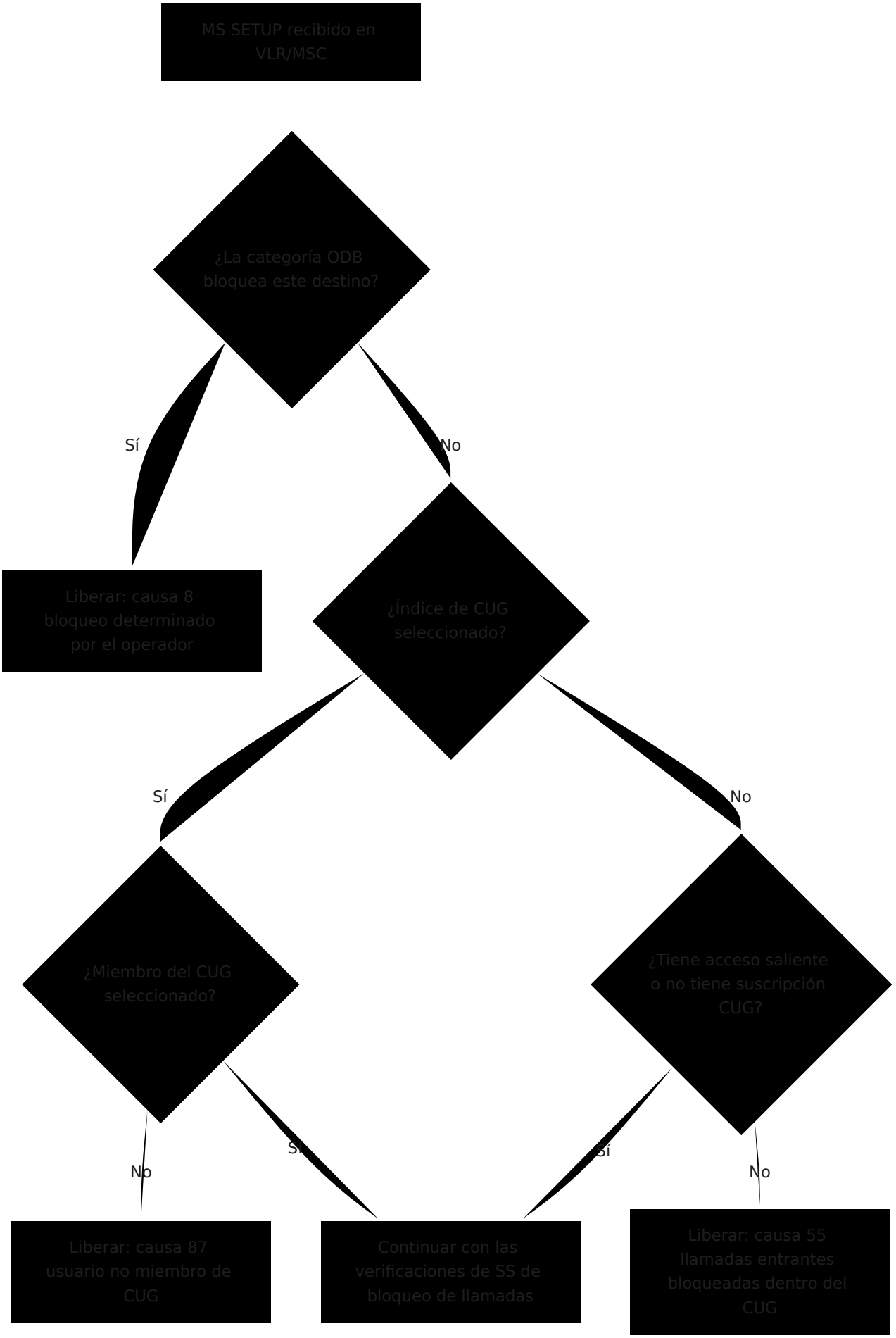
CUG restringe qué destinos un miembro puede llamar. La suscripción CUG del suscriptor se almacena como `cug_info`:

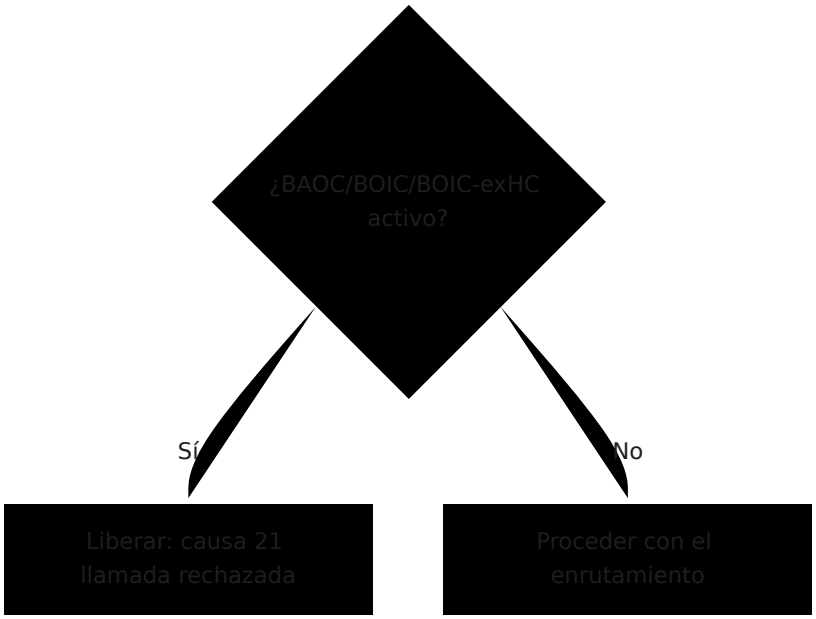
Campo	Descripción
`groups`	Lista de índices de CUG (códigos de interbloqueo) de los que el suscriptor es miembro
`outgoing_access`	Si el suscriptor puede originar llamadas fuera de cualquier CUG (por defecto `false`)
`preferential_cug`	Índice de CUG utilizado cuando el MS señala que no hay un índice explícito (opcional)

En un MS SETUP, el MS puede incluir un índice de CUG en la instalación de CUG (`cug_index`). El VLR evalúa la membresía y los derechos de acceso:

Condición	Resultado	Causa de Liberación
Sin suscripción CUG, llamada simple (sin índice)	Permitido	--
Sin suscripción CUG, el MS selecciona un índice	Bloqueado	87 (usuario no miembro de CUG)
El MS selecciona un índice del que el suscriptor es miembro	Permitido	--
El MS selecciona un índice del que el suscriptor no es miembro	Bloqueado	87 (usuario no miembro de CUG)
Llamada simple, el suscriptor tiene acceso saliente	Permitido	--
Llamada simple, el suscriptor no tiene acceso saliente	Bloqueado	55 (llamadas entrantes bloqueadas dentro del CUG)

Flujo de Verificación de Configuración MO


MS SETUP recibido en VLR/MSC
¿La categoría ODB bloquea este destino?
Sí
No
Liberar: causa 8 bloqueo determinado por el operador
¿Índice de CUG seleccionado?
Sí
No
¿Miembro del CUG seleccionado?
¿Tiene acceso saliente o no tiene suscripción CUG?
No
Sí
Sí
No
Liberar: causa 87 usuario no miembro de CUG
Continuar con las verificaciones de SS de bloqueo de llamadas
Liberar: causa 55 llamadas entrantes bloqueadas dentro del CUG

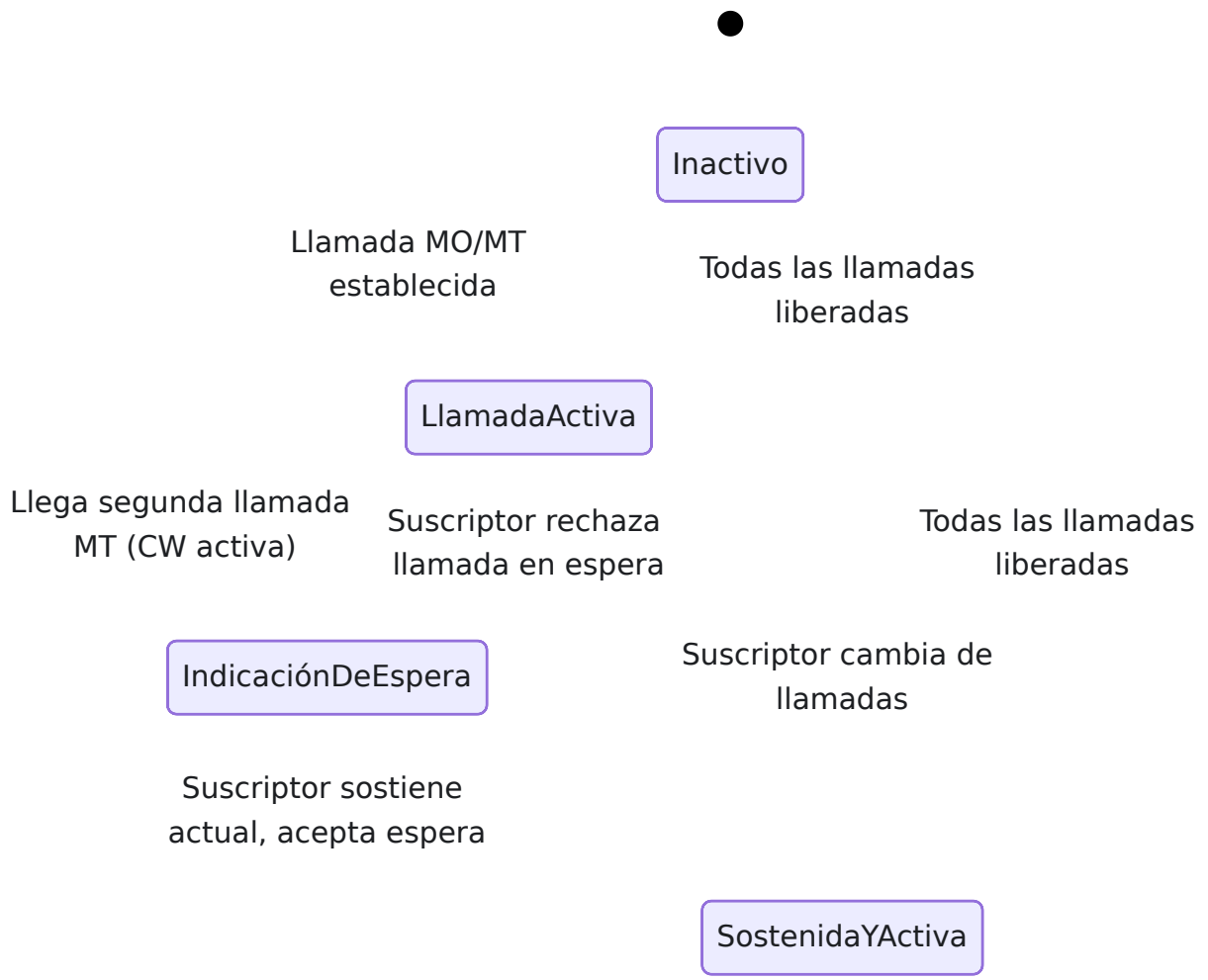


Espera de Llamadas

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 activo 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 activo, 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 la gestión 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 el tramo 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 excepciones por llamada donde se permita.

Modo	Comportamiento
Permanente	El número siempre está restringido; la excepción por llamada no está 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. Un anulación 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 la 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 HOLD ACKNOWLEDGE de vuelta al MS. En RETRIEVE, la FSM de CC invierte el proceso: la pierna de la puerta de enlace de medios regresa al modo de envío-recepción, y el MSC responde con RETRIEVE ACKNOWLEDGE.

La Retención de Llamadas es un requisito previo para varios otros servicios suplementarios, incluyendo la Espera de Llamadas (aceptando una segunda llamada), la conferencia multiparte (uniendo llamadas retenidas y activas), y la Transferencia de Llamada Explícita (conectando 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 en una llamada privada

Flujo de BuildMPTY

El suscriptor primero establece dos llamadas (una activa, una retenida) utilizando la configuración normal de llamada y el procedimiento HOLD, luego envía una invocación BuildMPTY en un mensaje de 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 ser añadidas 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 realizar 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 en una llamada privada de dos partes con el suscriptor. Los participantes restantes de la conferencia son colocados en espera. El MS identifica la parte a ser dividida 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 de la contexto de conferencia. La puerta de enlace realiza mezcla de audio para todos los participantes en el contexto.

Relé 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 (Register, Erase, Activate, Deactivate para desvío, verificación de contraseña de bloqueo), la solicitud se retransmite 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 retransmitidas a través de MAP incluyen:

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

Interrogación Local

Cuando el VLR ya tiene datos actuales del servicio suplementario (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 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 Especificación 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 SS de Capa 3 de Interfaz de Radio Móvil -- 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 de Conferencia Multiparte	BuildMPTY, HoldMPTY, RetrieveMPTY, SplitMPTY
TS 24.085	Servicios Suplementarios de Grupo de Usuarios Cerrados	Membresía y derechos de acceso de CUG en configuración MO
TS 24.088	Servicios Suplementarios de Bloqueo de Llamadas	BAOC, BAOIC, BAOIC-ExC, BAIC, BAIC-Roam
TS 23.015	Realización Técnica del Bloqueo Determinado por el Operador	Categorías de ODB aplicadas en la configuración de llamada

Especificación	Título	Relevancia
TS 23.018	Manejo Básico de Llamadas	Procedimiento de llamada MO del VLR (Sec 7.1.2), punto de aplicación de ODB/CUG
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 modo de tráfico.

Resolución: Corrija la configuración del punto final SCTP (IP, puerto), reglas de firewall o 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 despeja automáticamente y la señalización se reanuda.

Tiempo de Espera del Diálogo MAP

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

Investigación: Confirme que el HLR sea alcanzable a nivel de red. Verifique que los códigos de punto estén correctamente configurados en ambos extremos. Compruebe que la traducción de Título Global esté correctamente configurada si se está utilizando enrutamiento SCCP basado en GT. Verifique que M3UA tenga una ruta activa al código de punto HLR. Inspeccione los registros para 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 alcanzable 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 SMSc nunca recibe la confirmación de MT-SMS. Las respuestas MAP ForwardSM se envían pero no llegan al SMSc de origen. La entrega de MT-SMS parece completarse desde la perspectiva del MSC, pero el SMSc 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 SMSc. Si la respuesta se está enviando al código de punto del STP o HLR en lugar del SMSc, el OPC de routing_info no se está utilizando para el DPC de respuesta.

Resolución: Asegúrese de que la respuesta MAP utilice el OPC de routing_info de la solicitud entrante como el DPC para el mensaje de retorno. Esto garantiza que la respuesta llegue al código de punto correcto del SMSc 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 a la puerta de enlace de medios y que la puerta de enlace responda con 200 OK. Compruebe que el MGW sea alcanzable y esté saludable. Inspeccione la dirección de conexión SDP (línea c=) en el SIP 200 OK para confirmar que contiene una dirección IP enrutables, no una dirección privada o de bucle invertido. Verifique que la clave de configuración SIP `signaling_address` esté configurada a la dirección que los pares SIP remotos deben usar para señalización y contacto SDP: el oyente SIP publicita este valor como la dirección de señalización en mensajes salientes. 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 de firewall según se identifiquen. Para implementaciones donde el MSC debe publicitar una dirección específica alcanzable, establezca la clave `signaling_address` en la configuración SIP a esa dirección.

SIP BYE No Enviado al Limpiar la Llamada

Síntomas: Cuando se libera la conexión de la interfaz A (por ejemplo, fallo de enlace de radio, liberación de BSC), el par SIP no es notificado. 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 el lado saliente.

Resolución: Asegúrese de que el controlador de liberación del MSC-A itere sobre 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 a la FSM de CC Incorrecta

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 estado de comunicación. La Asignación Completa se entrega a la transacción que se marca 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 en 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. Confirme que el Identificador de Transacción DTAP (TI) esté correctamente asignado para la dirección MT. Asegúrese de 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 la registración MT-SMS sea sincrónica, la asignación de TI sea correcta con la bandera TI configurada para transacciones originadas en 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 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: Configure 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 del 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 ve.

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 Fallo de Autenticación con causa "falla 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 de un 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. Reaprovisione 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 Fallo de Autenticación con causa "falla de SQN" y un parámetro AUTS. El MSC retransmite la resincronización al HLR, pero los intentos de autenticación posteriores también fallan con falla 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. Confirme 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 el VLR

Síntomas: Un registro de suscriptor permanece en el VLR a pesar de que el suscriptor esté inalcanzable o se haya movido 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 otro modo obsoleto, puede ser necesaria la eliminación manual.

Resolución: Utilice el DELETE /api/subscribers/{id} endpoint para purgar el registro del suscriptor del VLR. El suscriptor se volverá a registrar 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 del equipo 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. predeterminado 10,000), suscriptores registrados (máx. predeterminado 50,000), conteo de procesos BEAM (máx. predeterminado 500,000) y tasa de paginación (máx. predeterminado 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 del VLR pueden ser eliminadas a través de la API de suscriptores. Los tiempos de espera de transacciones TCAP deberían limpiar automáticamente

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 de pares SIP y detalles de mantenimiento de opciones, 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 mantenimiento de opciones. Si el mantenimiento de opciones no está configurado para el par, o si el par nunca ha respondido a una solicitud de opciones, el estado permanece DESCONOCIDO. Verifique si la configuración del par incluye configuraciones de mantenimiento. Confirme que el par sea alcanzable y responda a SIP OPTIONS con 200 OK.

Resolución: Habilite el mantenimiento de opciones para el par en la configuración SIP. Si el mantenimiento 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 desde el Par

Síntomas: Un par SIP envía solicitudes de re-INVITE durante una llamada establecida (para renegociación de códec, actualización de sesión o mantener/desmantelar) 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 mensajes de re-INVITE en diálogo cuando la llamada está en estado activo. Si la re-INVITE llega

durante una transición de estado o no se empareja con el diálogo correcto, puede ser descartada silenciosamente.

Resolución: Asegúrese de que la capa de transacciones SIP empareje correctamente la re-INVITE en diálogo con la pierna de llamada existente y que la FSM de CC procese la 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 la 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. Confirme 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 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 entre MSC
TS 22.101	Principios de Servicio	Llamada de emergencia, sobrecarga

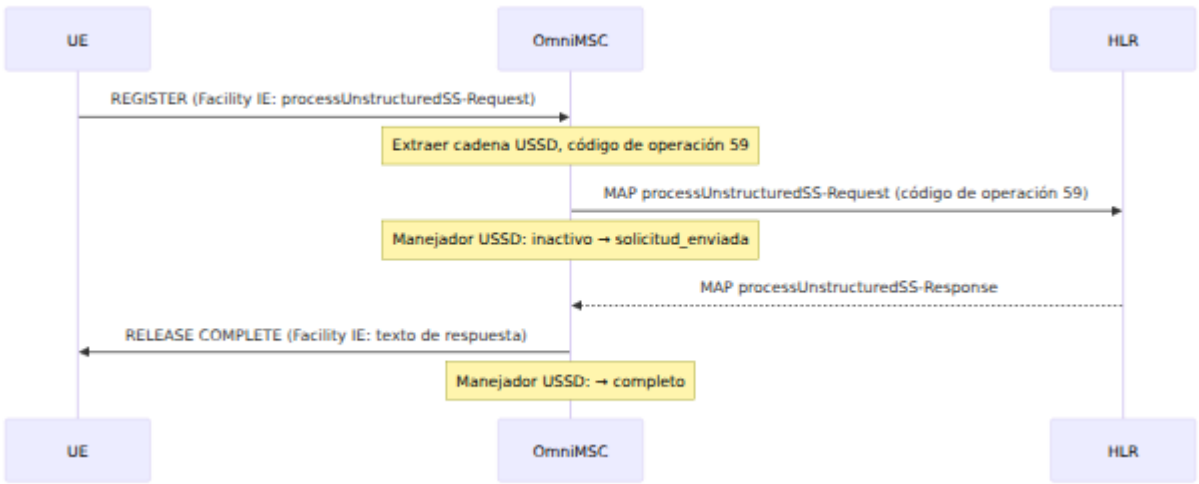
USSD

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

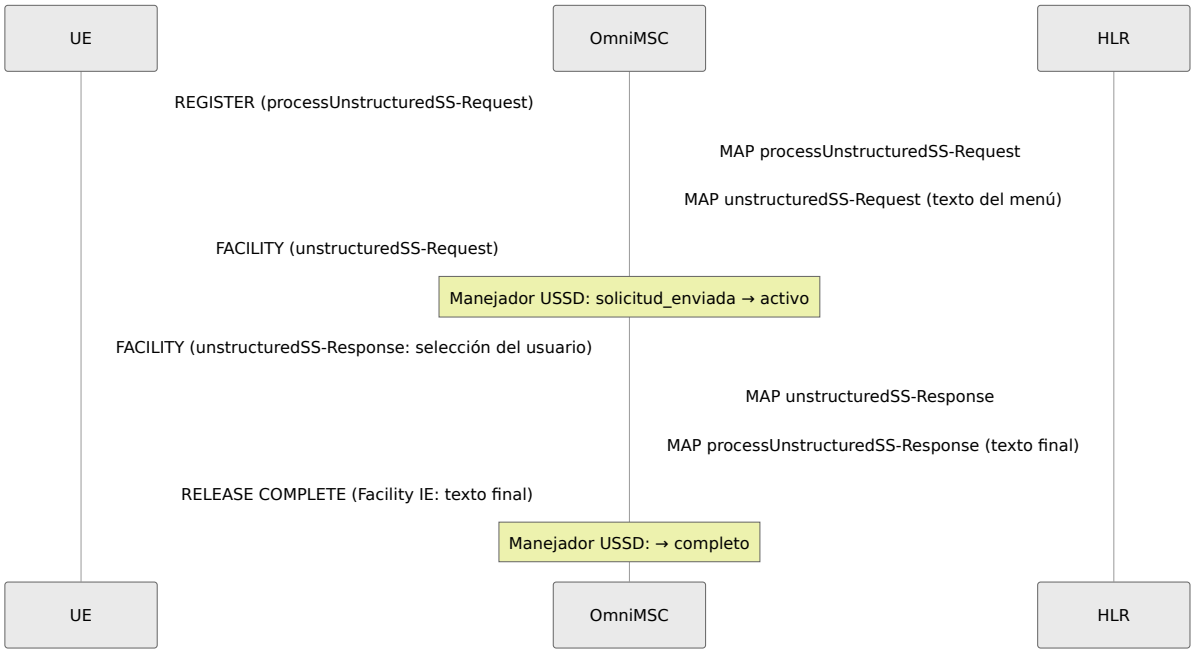
Para los códigos de servicio suplementario manejados a través de USSD (códigos MMI de desvío de llamadas, restricción de llamadas, espera de llamadas), consulte Servicios Suplementarios. Para la operación MAP ProcessUnstructuredSS-Request y la gestión de diálogos, consulte Operaciones MAP. Para métricas relacionadas con USSD en Prometheus, consulte Métricas y Monitoreo. Para la configuración de la puerta de enlace USSD, consulte Referencia de Configuración. Para solucionar problemas de 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.



Para sesiones interactivas de varios 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 una puerta de enlace externa. 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 que no se manejan localmente, el módulo de puerta de enlace USSD dirige la solicitud a una puerta de enlace USSD externa. El enrutamiento se basa puramente en prefijos: cada puerta de enlace configurada declara una lista de prefijos de `codes`, y la primera puerta de enlace cuya lista de prefijos coincide con el código de servicio maneja la solicitud. Una puerta de enlace configurada con `codes: :all` actúa como un predeterminado/captura todo, recibiendo cualquier código que no coincida con una puerta de enlace más específica. Si ninguna puerta de enlace coincide y no se configura un predeterminado `:all`, la solicitud es rechazada.

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 Auth activas
3	Llamadas Activas	Conteo y resumen de llamadas activas (dirección, números de llamada/llamado)
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 varios pasos utilizando mensajes unstructuredSS-Request iniciados por la red al UE.

Códec USSD

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

Estructura de Facility IE

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

Tipo de Componente	Etiqueta ASN.1	Uso
Invoke	0xA1	Lleva una solicitud (processUnstructuredSS-Request, unstructuredSS-Request, unstructuredSS-Notify)
ReturnResultLast	0xA2	Lleva 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 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	Lleva datos de medio de sesión (pasos de menú interactivo). Se utiliza para diálogos USSD de varios 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 varios pasos utiliza REGISTER, luego uno o más intercambios FACILITY, luego RELEASE COMPLETE.

La sesión tiene un tiempo de espera de guardia configurable (predeterminado 30 segundos). Si ni el UE ni la puerta de enlace 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

Servicio de Llamada en Grupo de Voz y Servicio de Difusión de Voz

Este documento describe el Servicio de Llamada en Grupo de Voz (VGCS) y el Servicio de Difusión de Voz (VBS) control de llamadas en grupo y difusión implementado en OmniMSC por Omnitouch. VGCS sigue 3GPP TS 43.068 y VBS sigue 3GPP TS 43.069. Las operaciones de llamada en grupo de MAP intercambiadas con el Registro de Llamadas en Grupo (GCR) y los MSC de relevo siguen la cláusula 17.6.7 de 3GPP TS 29.002.

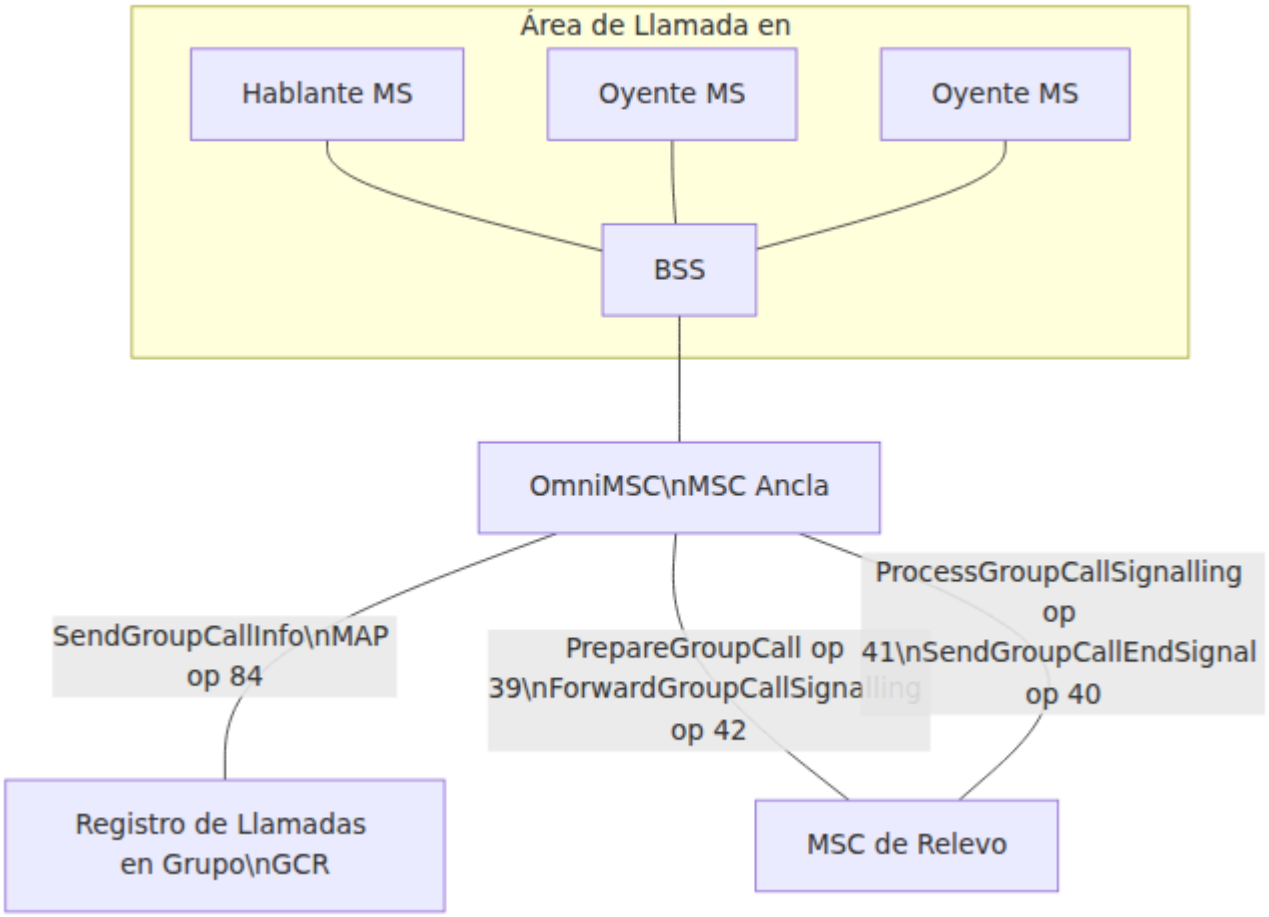
Para el control de llamadas punto a punto, consulte Flujos de Llamadas. Para los procedimientos subyacentes de MAP y TCAP, consulte Operaciones de MAP. Para el Precedente y Pre-empción Multi-Nivel mejorado utilizado para priorizar a los hablantes, consulte Servicios Suplementarios. Para los parámetros de configuración, consulte Referencia de Configuración.

Descripción General

VGCS y VBS son servicios ASCI (Advanced Speech Call Items) utilizados principalmente en redes ferroviarias (GSM-R) y de seguridad pública. Permiten que un solo hablante sea escuchado por muchos oyentes en una o más áreas de llamada en grupo.

- VGCS (TS 43.068) es una llamada en grupo bidireccional. Cualquier suscriptor del servicio en el área de llamada en grupo puede convertirse en el hablante al apoderarse del enlace ascendente. Solo un hablante tiene el enlace ascendente en un momento dado.
- VBS (TS 43.069) es una difusión unidireccional. Solo el originador de la difusión (un despachador o un suscriptor designado) transmite en el enlace descendente. No hay contención en el enlace ascendente.

Una llamada en grupo o difusión está anclada en un MSC de servicio, el MSC ancla. El MSC ancla interroga el Registro de Llamadas en Grupo (GCR) para resolver los atributos del grupo y la referencia de llamada ASCI, luego prepara los canales de llamada en grupo en las celdas relevantes a través de los MSC de relevo. El grupo se identifica mediante un Id de Grupo (VGCS) o un Id de Grupo de difusión (VBS).



Operaciones de Llamada en Grupo de MAP

OmniMSC implementa las cinco operaciones de llamada en grupo de MAP de la cláusula 17.6.7 de TS 29.002. Las operaciones se llevan a cabo en TCAP sobre SCCP utilizando el códec ASN.1 compilado (módulo `MAP-Group-Call-Operations` y tipos de datos `MAP-GR-DataTypes`).

Operación	Opcode	Dirección	Confirmado	Prop
SendGroupCallInfo	84	MSC Ancla a GCR	Sí	Interro Registr Llamad Grupo la direc del MS ancla y referen de llan ASCI
PrepareGroupCall	39	MSC Ancla a MSC de relevo	Sí	Pedir a MSC de relevo asigne recurso canal d llamad grupo devuel númer llamad grupo
SendGroupCallEndSignal	40	MSC de relevo a MSC Ancla	Sí	Liberar pierna llamad grupo
ForwardGroupCallSignalling	42	MSC Ancla a MSC de relevo	No	Llevar coman de con de enla descen (otorga

Operación	Opcode	Dirección	Confirmado	Prop
				rechaz apoder liberar
ProcessGroupCallSignalling	41	MSC de relevo a MSC Ancla	No	Llevar indicac de con de enla ascenc (solicit enlace ascenc liberac de enla ascenc liberac de llan

El código de teleservicio distingue el servicio. VGCS utiliza voiceGroupCall (0x91) y VBS utiliza voiceBroadcastCall (0x92), según TS 22.003 y el módulo MAP-TS-Code.

Prioridad del Hablante

Las operaciones de control de enlace ascendente llevan una prioridad de hablante (TS 43.068 y el tipo MAP TalkerPriority):

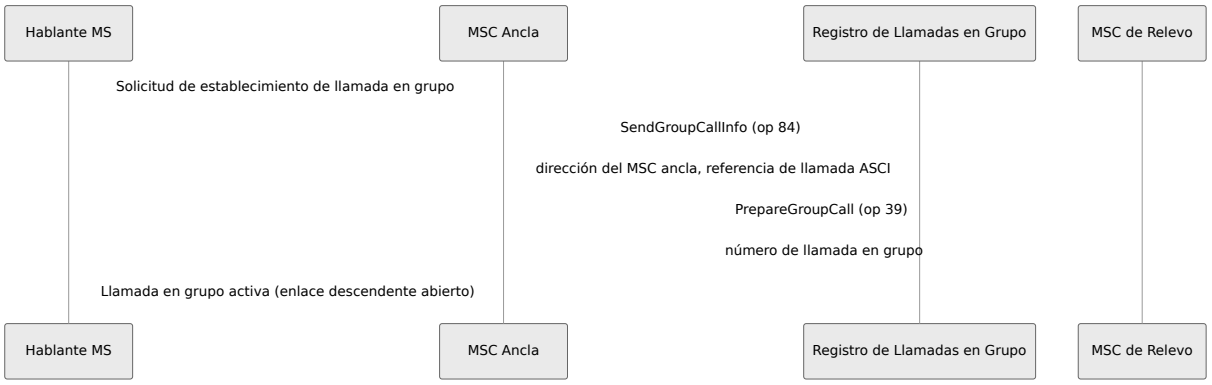
Prioridad	Valor	Significado
normal	0	Suscriptor de servicio estándar
privilegiada	1	Suscriptor privilegiado, puede pre-emptar a hablantes normales
emergencia	2	Hablante de emergencia, mayor precedencia

Máquina de Estados de Control de Llamadas en Grupo

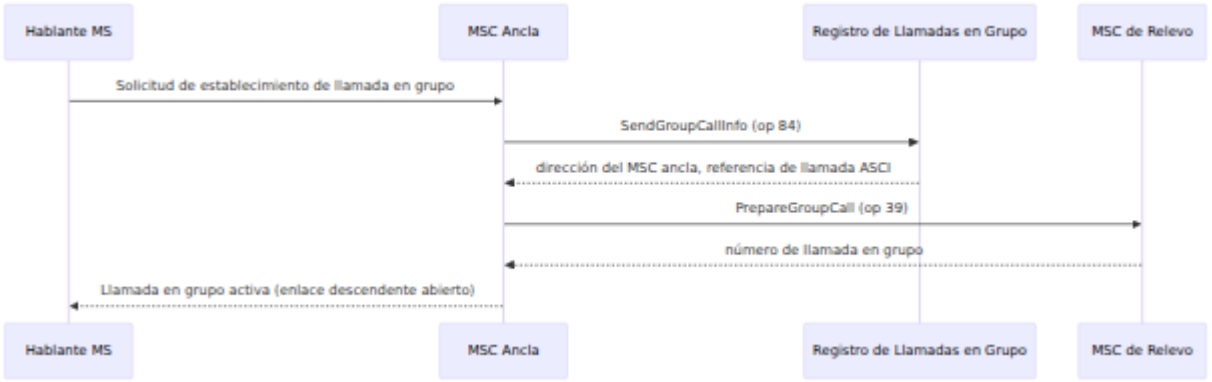
El control de llamadas en grupo del MSC ancla es una máquina de estados (`Omnimsc.VGCS.FSM`) que refleja la FSM de control de llamadas punto a punto. Gestiona una sola llamada en grupo o difusión a través de establecimiento, la fase activa, contención de enlace ascendente de VGCS y liberación.

Estado	Significado
null	No hay llamada en grupo en progreso
establecimiento	Se ha aceptado una solicitud de establecimiento; se está interrogando el GCR (SendGroupCallInfo)
group_channel_setup	El MSC ancla está preparando canales de llamada en grupo en los MSC de relevo (PrepareGroupCall)
activo	La llamada en grupo o difusión está establecida; el enlace descendente está abierto. Para VGCS, el enlace ascendente está inicialmente libre
uplink_busy	Solo VGCS. Un hablante ha apoderado del enlace ascendente. Se rechazan más solicitudes de enlace ascendente hasta que se libere el enlace ascendente
liberación	La llamada se está desmantelando (SendGroupCallEndSignal) antes de volver a null

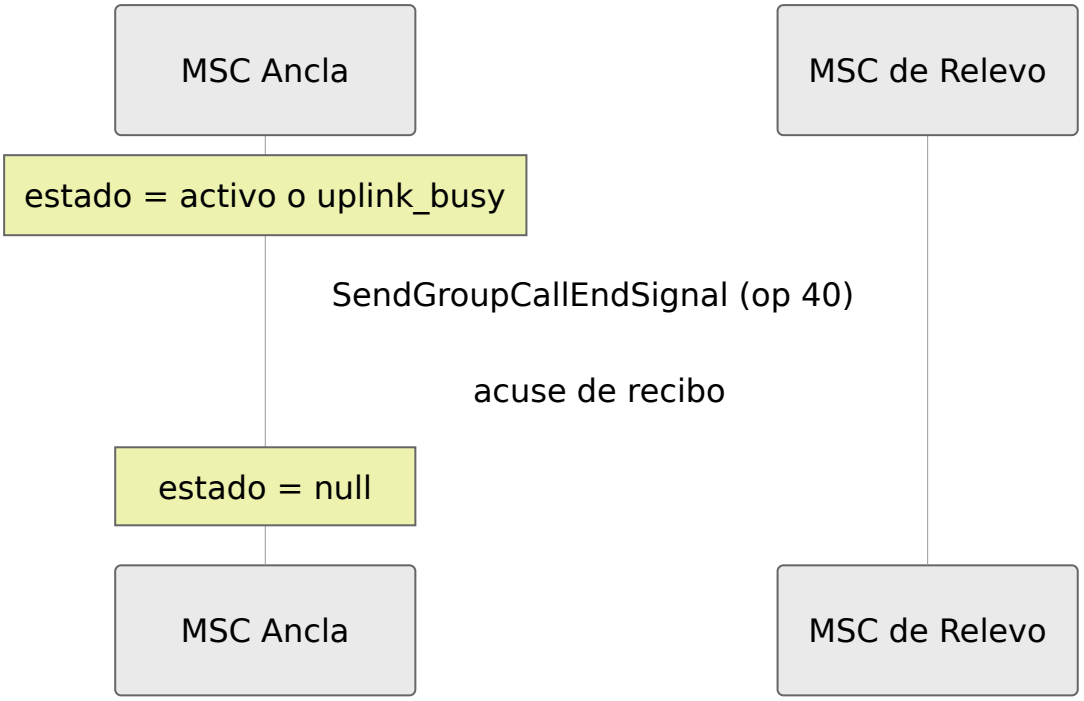
Flujo de Establecimiento



Flujo de Control de Enlace Ascendente de VGCS



Flujo de Liberación



Configuración

La capa de control de llamadas en grupo se ejecuta bajo `Omnimsc.VGCS.Supervisor` y no requiere configuración obligatoria para aceptar operaciones de llamada en grupo entrantes. Los siguientes parámetros opcionales ajustan el comportamiento del MSC de relevo.

Parámetro	Ubicación	Predeterminado	Descr
group_call_number	`config :omnimsc, Omnimsc.VGCS.Handler`	título global de MSC	Número devuelto respuest PrepareG cuando a como MS relevo
global_title	`config :omnimsc, :msc`	ninguno	Dirección Ancla an en la res SendGro

Ejemplo:

```
config :omnimsc, Omnimsc.VGCS.Handler,
  group_call_number: "14155559000"
```

Implementado y Diferido

Lo siguiente está implementado en esta versión.

- Máquina de estados de control de llamadas en grupo para VGCS y VBS, cubriendo establecimiento, la fase activa, apoderamiento, rechazo y liberación de enlace ascendente de VGCS, y liberación de llamada, con una red de seguridad de temporizador de guardia.
- Codificadores para las cinco operaciones de solicitud de llamada en grupo de MAP (SendGroupCallInfo, PrepareGroupCall, SendGroupCallEndSignal, ForwardGroupCallSignalling, ProcessGroupCallSignalling), cada uno produciendo un mensaje TCAP completo a través del códec ASN.1 compilado.

- Decodificadores que normalizan los argumentos de operación de llamada en grupo en representaciones de OmniMSC.
- Enrutamiento de entrada de operaciones de llamada en grupo entrantes (códigos de operación 39, 40, 41, 42, 84) al controlador de llamadas en grupo, que los correlaciona con la máquina de estados de llamada en grupo en ejecución por Id de Grupo y responde a las operaciones confirmadas con un acuse de recibo TCAP.

Lo siguiente está diferido.

- Codificación de los cuerpos de resultado de operación confirmada (el número de llamada en grupo en la respuesta de PrepareGroupCall y la dirección del MSC ancla y la referencia de llamada ASCI en la respuesta de SendGroupCallInfo). El códec TCAP compilado en la dependencia de SS7 conecta los argumentos de operación de llamada en grupo en su conjunto de objetos invocables ROS, pero no conecta los resultados en el conjunto de objetos retornables. Como resultado, estas respuestas se envían actualmente como un TCAP returnResult vacío (solo invokeId), que es un acuse de recibo válido según la definición de ReturnResult de ROS (la secuencia de resultados es opcional), pero no lleva la carga útil del resultado. Las operaciones de dirección de solicitud, decodificación de argumentos y los decodificadores de resultados del lado par no se ven afectados. Esto se rastrea contra la dependencia de SS7 que expone los resultados de la llamada en grupo en Returnable.
- El establecimiento del canal de llamada en grupo del lado de radio en el BSS (el canal VGCS/VBS y los procedimientos de notificación de TS 44.068 y TS 44.069) está fuera del alcance de la capa de control de red central descrita aquí.

Documentación Relacionada

- Flujos de Llamadas para secuencias de llamadas de voz punto a punto
- Operaciones de MAP para el transporte de MAP y TCAP
- Servicios Suplementarios para precedencia y pre-empción de eMLPP
- Referencia de Configuración para todos los parámetros de configuración