Recursos Avançados de Controle de Chamadas

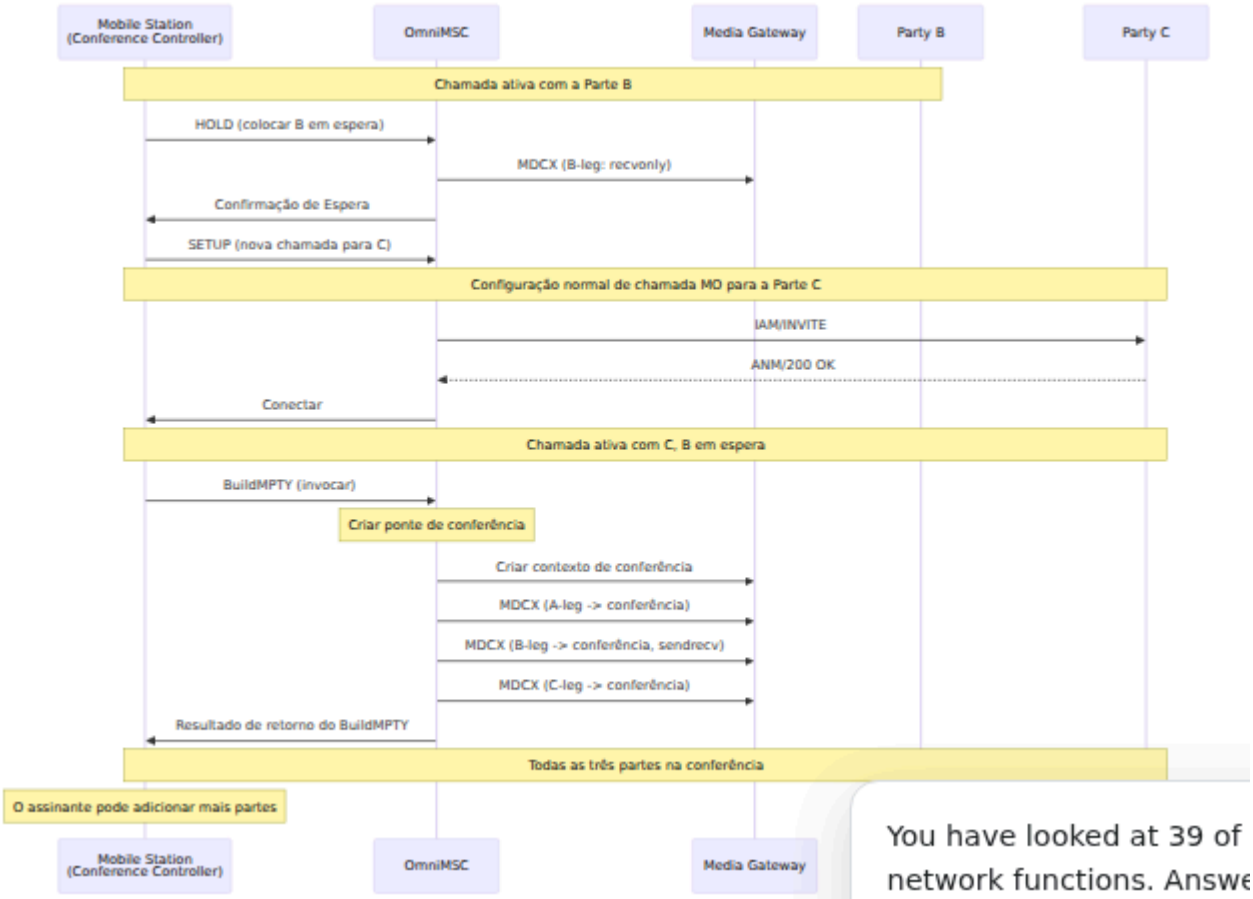
Este documento descreve os recursos avançados de controle de chamadas comutadas por circuito implementados no OmniMSC, incluindo chamadas multiparte, transferência de chamadas, conclusão de chamadas, desvio de chamadas, multicall, serviços prioritários e cobrança.

Para serviços suplementares básicos (encaminhamento de chamadas, bloqueio, CLIP/CLIR, USSD), veja Serviços Suplementares. Para diagramas de fluxo de chamadas, veja Diagramas de Fluxo de Chamadas. Para parâmetros de configuração, veja Referência de Configuração. Para operações gerais, veja Guia de Operações.

MPTY (Chamadas Multiparte / Conferência)

MPTY permite que um assinante estabeleça uma chamada de conferência com várias partes remotas de acordo com a 3GPP TS 24.084. O assinante atua como o controlador da conferência, unindo chamadas mantidas e ativas em uma única conversa multiparte.

Sequência MPTY



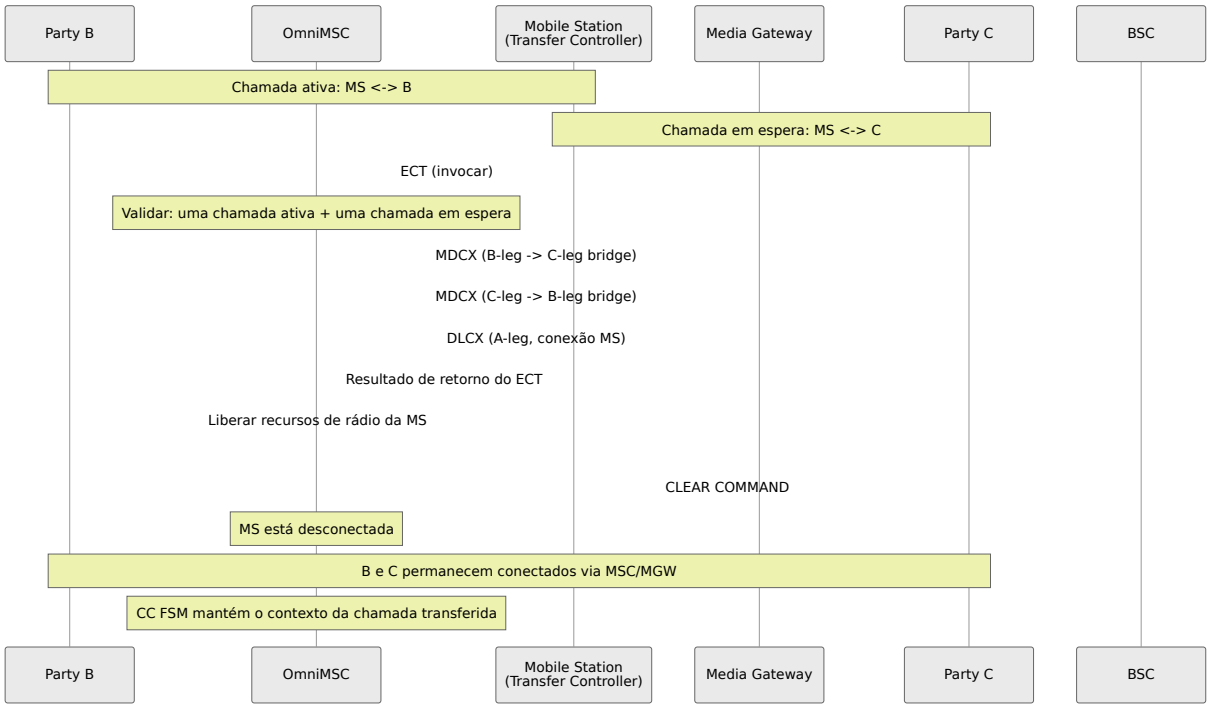
Configuração MPTY

MPTY não possui configuração estática; não impõe um máximo de partes no código, e todos os parâmetros são derivados por chamada das operações do serviço suplementar MPTY.

ECT (Transferência de Chamada Explícita)

ECT permite que um assinante conecte duas chamadas e, em seguida, se desconecte da conexão de acordo com a 3GPP TS 24.091. O assinante deve ter uma chamada ativa e uma chamada em espera. Após o ECT, as duas partes remotas são conectadas diretamente através do MSC.

Sequência ECT



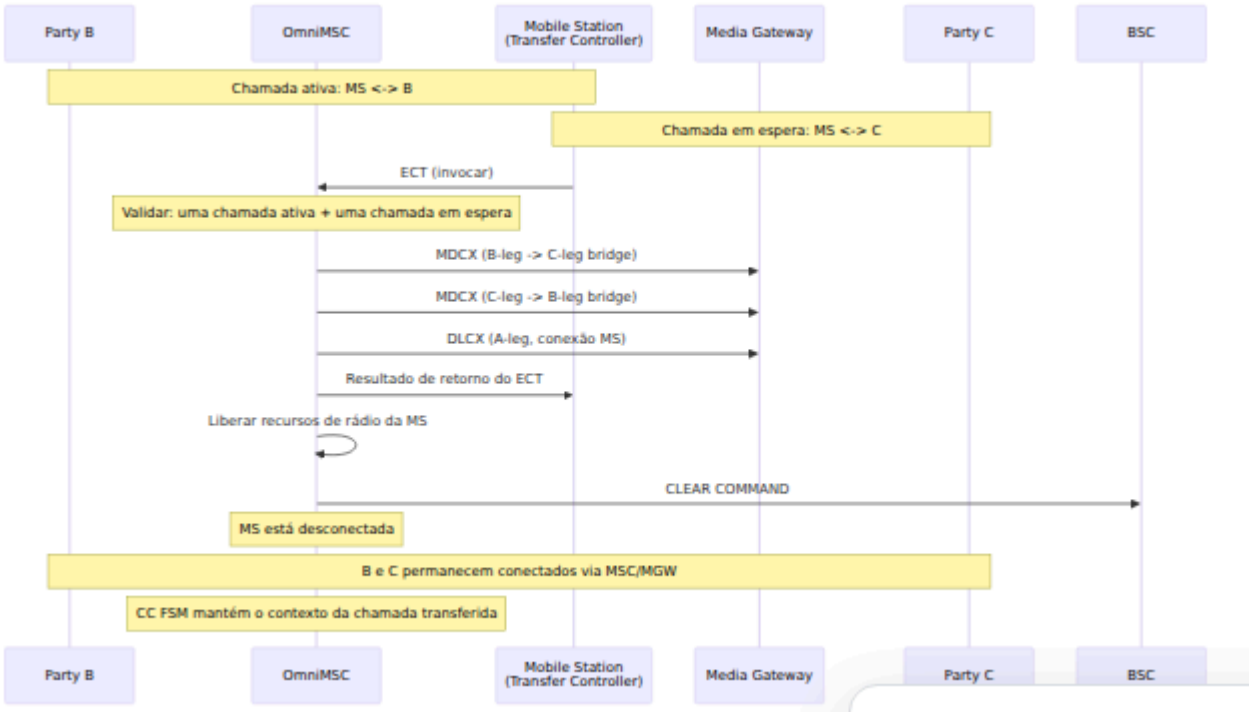
Configuração ECT

ECT não possui configuração estática; seu comportamento é guiado por chamada pela invocação do serviço suplementar ECT.

CCBS (Conclusão de Chamada para Assinante Ocupado)

CCBS permite que um chamador solicite um retorno automático quando um assinante chamado ocupado se torna disponível, de acordo com a 3GPP TS 24.093 e 3GPP TS 23.135. O MSC monitora o estado do assinante chamado e inicia um retorno quando ele se torna ocioso.

Fluxo CCBS



Configuração CCBS

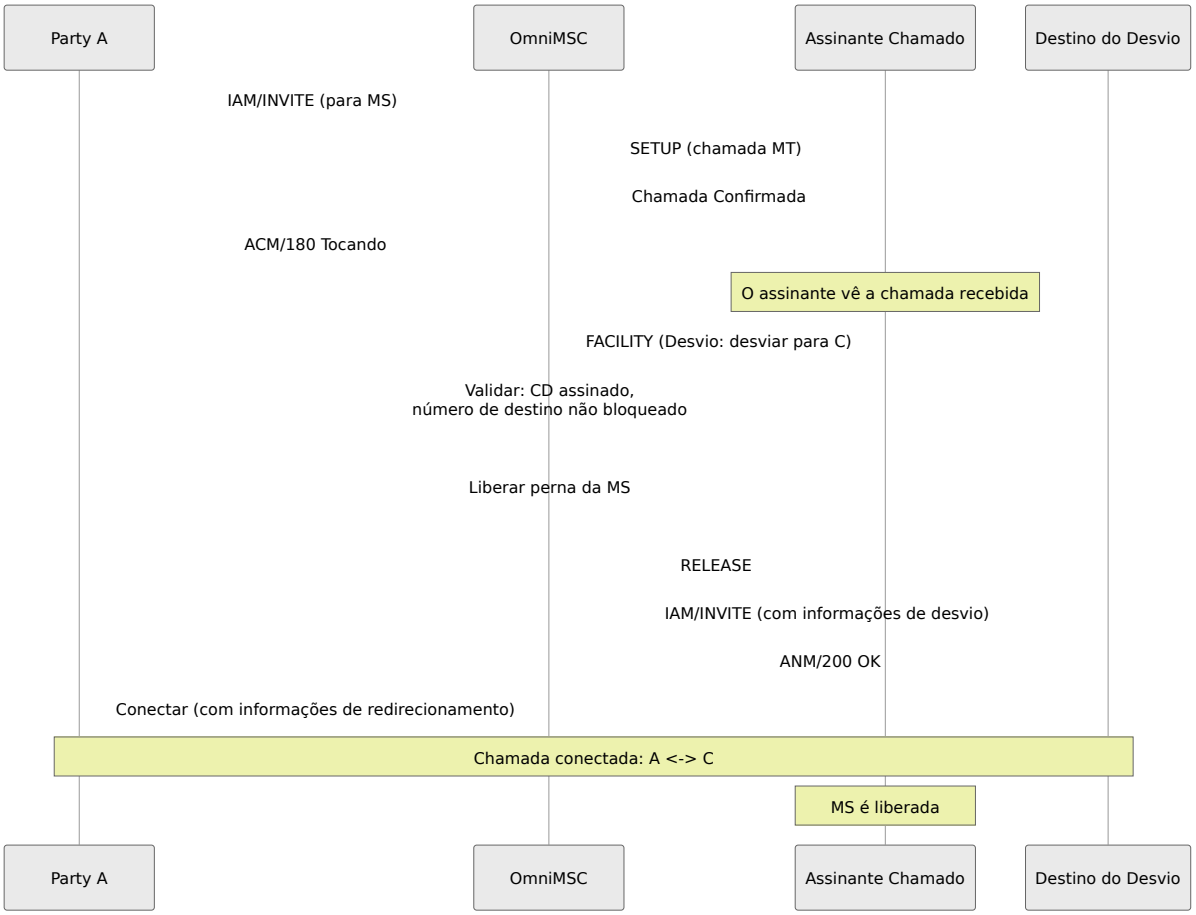
CCBS é configurado sob `config :omnimsc, :ccbs`:

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
`:max_queue_size`	`integer`	`5`	Número máximo de solicitações CCBS pendentes por assinante. Solicitações adicionais são rejeitadas. De acordo com a 3GPP TS 23.135 Sec 4.2.
`:request_lifetime_ms`	`integer`	`180_000`	Tempo de vida em milissegundos de uma solicitação CCBS em espera. Se o assinante chamado não se tornar livre dentro desse período, a solicitação expira.
`:recall_timeout_ms`	`integer`	`30_000`	Tempo em milissegundos para esperar que o assinante originador atenda ao retorno CCBS.

Desvio de Chamadas

O Desvio de Chamadas (CD) permite que um assinante chamado redirecione uma chamada recebida para outro número antes de atender, de acordo com a 3GPP TS 24.072. Ao contrário do encaminhamento de chamadas, o CD é uma ação sob demanda iniciada pelo assinante durante a fase de alerta.

Sequência de Desvio de Chamadas



Configuração de Desvio de Chamadas

O Desvio de Chamadas não possui configuração estática; é invocado por chamada via o serviço suplementar CD durante a fase de alerta.

Configuração de Multicall

O Multicall permite que um assinante mantenha várias chamadas CS simultâneas de acordo com a 3GPP TS 23.135. Isso é distinto de MPTY (conferência): no multicall, cada chamada tem áudio independente. O assinante alterna entre chamadas usando o mecanismo HOLD/RETRIEVE.

O multicall não possui configuração em nível de aplicação. O limite por assinante é um valor de HLR/assinatura, `:max_calls`, fornecido com o perfil do

assinante:

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
`:max_calls`	`integer`	`2`	Número máximo de chamadas CS simultâneas para o assinante, do HLR. Uma chamada está ativa, as demais estão em espera. O valor é limitado a um máximo absoluto de 7.

---

eMLPP (Precedência e Preempção Multi-Nível Aprimorada)

eMLPP fornece tratamento prioritário de chamadas de acordo com a 3GPP TS 24.067. As chamadas são atribuídas a um nível de prioridade, e chamadas de maior prioridade podem preemptar chamadas de menor prioridade quando os recursos são escassos.

Níveis de Prioridade

Sete níveis de prioridade são definidos (valor numérico, menor = maior prioridade):

Valor	Nome	Descrição
0	`flash_override`	Maior prioridade (Flash Override). Reservado para autoridades de emergência nacionais.
1	`flash`	Flash. Reservado para altos funcionários do governo/militares.
2	`immediate`	Imediato. Alta prioridade governamental/militar.
3	`priority`	Prioridade. Tráfego de prioridade geral.
4	`routine`	Rotina. Chamadas padrão de assinantes (padrão).
5	`spare_3`	Nível 3 de reserva.
6	`spare_4`	Nível 4 de reserva.

Configuração eMLPP

eMLPP não possui configuração estática; o nível de prioridade (e qualquer preempção) é aplicado por chamada a partir da assinatura eMLPP do assinante e da precedência solicitada da chamada.

AoCC (Aviso de Cobrança - Cobrança)

AoCC fornece informações de cobrança em tempo real ao assinante durante uma chamada de acordo com a 3GPP TS 24.086. O MSC envia informações sobre a taxa de cobrança e indicações de cobrança acumuladas para a estação móvel.

Configuração AoCC

AoCC não possui configuração estática; a moeda e o valor da cobrança são fornecidos por chamada como parâmetros para a sessão AoCC.

Referências de Especificação 3GPP

Especificação	Título	Recurso
TS 24.084	Serviço Suplementar Multi-Partes (MPTY)	MPTY / Chamadas de Conferência
TS 24.091	Serviço Suplementar de Transferência de Chamada Explícita (ECT)	ECT
TS 24.093	Conclusão de Chamada para Assinante Ocupado (CCBS)	CCBS
TS 23.135	Multicall	Multicall, procedimentos de rede CCBS
TS 24.072	Serviço Suplementar de Desvio de Chamadas	Desvio de Chamadas
TS 24.067	Precedência e Preempção Multi-Nível Aprimorada (eMLPP)	Níveis de prioridade eMLPP
TS 24.086	Serviços Suplementares de Aviso de Cobrança (AoC)	Cobrança AoCC
TS 24.083	Espera de Chamada e Manutenção de Chamada	Manter/Recuperar para multicall

API REST

Este documento descreve a API REST do OmniMSC, que fornece acesso programático aos dados dos assinantes, chamadas ativas, configuração de roteamento, pares SIP, gateways de mídia, conexões RAN e status do sistema. A API escuta na porta 8444 e serve uma especificação OpenAPI 3 (OAS3) gerada automaticamente.

Para o painel de controle baseado na web, veja Painel de Controle. Para conceitos de roteamento referenciados pelos endpoints de rota, veja Configuração de Roteamento.

Documentação OpenAPI

O OmniMSC gera automaticamente uma especificação OpenAPI 3 a partir do roteador da API. A interface interativa Swagger UI está disponível em `http://<host>:8444/api/docs` e fornece uma interface navegável e testável para todos os endpoints. A especificação OAS3 bruta é servida em `http://<host>:8444/api/schema`.

Endpoints

Todos os endpoints são servidos sob o prefixo de caminho `/api`. Os corpos de requisição e resposta usam codificação JSON.

Assinantes

Método	Caminho	Descrição
GET	/api/subscribers	Listar assinantes VLR. Suporta um parâmetro de consulta `search` opcional que filtra por IMSI ou MSISDN (correspondência parcial).
GET	/api/subscribers/{id}	Recuperar detalhes completos de um único assinante, incluindo identidade, localização, estado de autenticação, perfil de serviço e serviços suplementares.
DELETE	/api/subscribers/{id}	Purgar um registro de assinante do VLR local (deleta apenas o registro do VLR; nenhum MAP PurgeMS é enviado ao HLR).
POST	/api/subscribers/{id}/actions	Executar uma ação em um assinante, como iniciar uma separação, forçar re-autenticação ou acionar uma atualização de localização.
POST	/api/subscribers/{id}/ss	Gerenciar serviços suplementares para um assinante, incluindo ativação, desativação e interrogação de bloqueio de chamadas, encaminhamento de chamadas e outros serviços.

Chamadas

Método	Caminho	Descrição
GET	/api/calls	Listar todas as transações de chamadas ativas do CC FSM, incluindo referência da chamada, direção, partes, estado e duração.
GET	/api/calls/{id}	Recuperar detalhes completos de uma única chamada, incluindo tempo, codec, BSC/RNC que atende e histórico de estado do CC FSM.
DELETE	/api/calls/{id}	Liberar uma chamada ativa. Inicia a desconexão do lado da rede e o comando BSSMAP CLEAR.

SMS

Método	Caminho	Descrição
GET	/api/sms	Listar transações de SMS ativas com ID da transação, direção, assinante, estado e endereço do Centro de SMS.

Rotas

Método	Caminho	Descrição
GET	/api/routes	Listar todas as entradas na tabela de rotas, incluindo prefixo, tipo de destino, prioridade e parâmetros específicos do destino.
POST	/api/routes	Adicionar uma nova rota à tabela de rotas. A rota entra em vigor imediatamente sem reinício.
DELETE	/api/routes/{prefix}	Deletar uma rota da tabela de rotas pelo prefixo.
GET	/api/routes/lookup	Procurar a rota que seria selecionada para um determinado número de parte chamada. Útil para verificar o comportamento de roteamento sem fazer uma chamada.

Pares SIP

Método	Caminho	Descrição
GET	/api/sip/peers	Listar todos os pares SIP configurados com endereço, transporte, status, chamadas ativas e capacidade.
GET	/api/sip/peers/{name}	Recuperar detalhes completos de um único par SIP, incluindo lista de codecs, estado de keepalive OPTIONS e estatísticas de chamadas.
PUT	/api/sip/peers/{name}	Acionar um ping de keepalive OPTIONS imediato em direção ao par. Isso não modifica a configuração do par.

Gateways de Mídia

Método	Caminho	Descrição
GET	/api/mgw	Listar gateways de mídia configurados com nome, endereço, protocolo (MGCP ou Megaco) e status de alcançabilidade.

RAN e STP

Método	Caminho	Descrição
GET	/api/ran/connections	Listar conexões RAN ativas (sessões orientadas a conexão SCCP) com ID de conexão, IMSI do assinante, BSC/RNC e estado.
GET	/api/ran/bscs	Listar BSCs conhecidos com código de ponto, título global, contagem de células e timestamp do último RESET BSSMAP.
GET	/api/stp	Obter status do link STP, incluindo estado M3UA ASP, detalhes da associação SCTP e contadores de tráfego.

Paginação

Método	Caminho	Descrição
POST	/api/paging	Iniciar uma solicitação de paginação para um assinante por IMSI ou MSISDN. Envia BSSMAP PAGING para os BSCs apropriados.
GET	/api/paging	Listar solicitações de paginação pendentes com identidade do assinante, LAC alvo, causa da paginação e tempo decorrido.

Aviso de Cobrança

Método	Caminho	Descrição
POST	/api/aoc	Enviar uma mensagem de Aviso de Cobrança para um assinante durante uma chamada ativa. Suporta AoCI (informação) e AoCE (cobrança) conforme 3GPP TS 24.086.

Chamada Silenciosa e SMS

Método	Caminho	Descrição
POST	/api/silent	Iniciar uma chamada silenciosa ou SMS silencioso para um assinante. Usado para interceptação legal e testes de rede.

Células de Transferência

Método	Caminho	Descrição
GET	/api/handover/cells	Listar células configuradas como alvos de transferência, incluindo identidade da célula, LAC, BSC e prioridade de transferência.
POST	/api/handover/cells	Adicionar uma célula à lista de alvos de transferência com identidade da célula, LAC e parâmetros de prioridade.

Sistema

Método	Caminho	Descrição
GET	/api/health	Endpoint de verificação de saúde. Retorna um indicador de status simples adequado para sondas de balanceadores de carga.
GET	/api/status	Status do sistema incluindo estatísticas da VM BEAM, alocação de memória, saúde do supervisor, contagem de alarmes ativos e resumo da configuração do MSC.
GET	/metrics	Endpoint de coleta de métricas do Prometheus. Retorna todos os contadores e medidores de telemetria do OmniMSC no formato de exposição do Prometheus. **Nota:** `/metrics` é servido pelo endpoint do Painel de Controle Phoenix na porta **4000**, não pela API REST na porta 8444. Veja Métricas e Monitoramento.

Formato de Resposta

Todos os endpoints retornam respostas JSON. Requisições bem-sucedidas retornam os dados solicitados em um objeto ou array de nível superior. Respostas de erro incluem um objeto JSON com um campo `error` contendo uma mensagem legível por humanos.

Respostas de detalhes de assinantes e chamadas incluem objetos aninhados para dados relacionados (identidade, localização, autenticação, tempo) correspondendo à estrutura descrita nas seções de detalhes do assinante do Painel de Controle e detalhes da chamada.

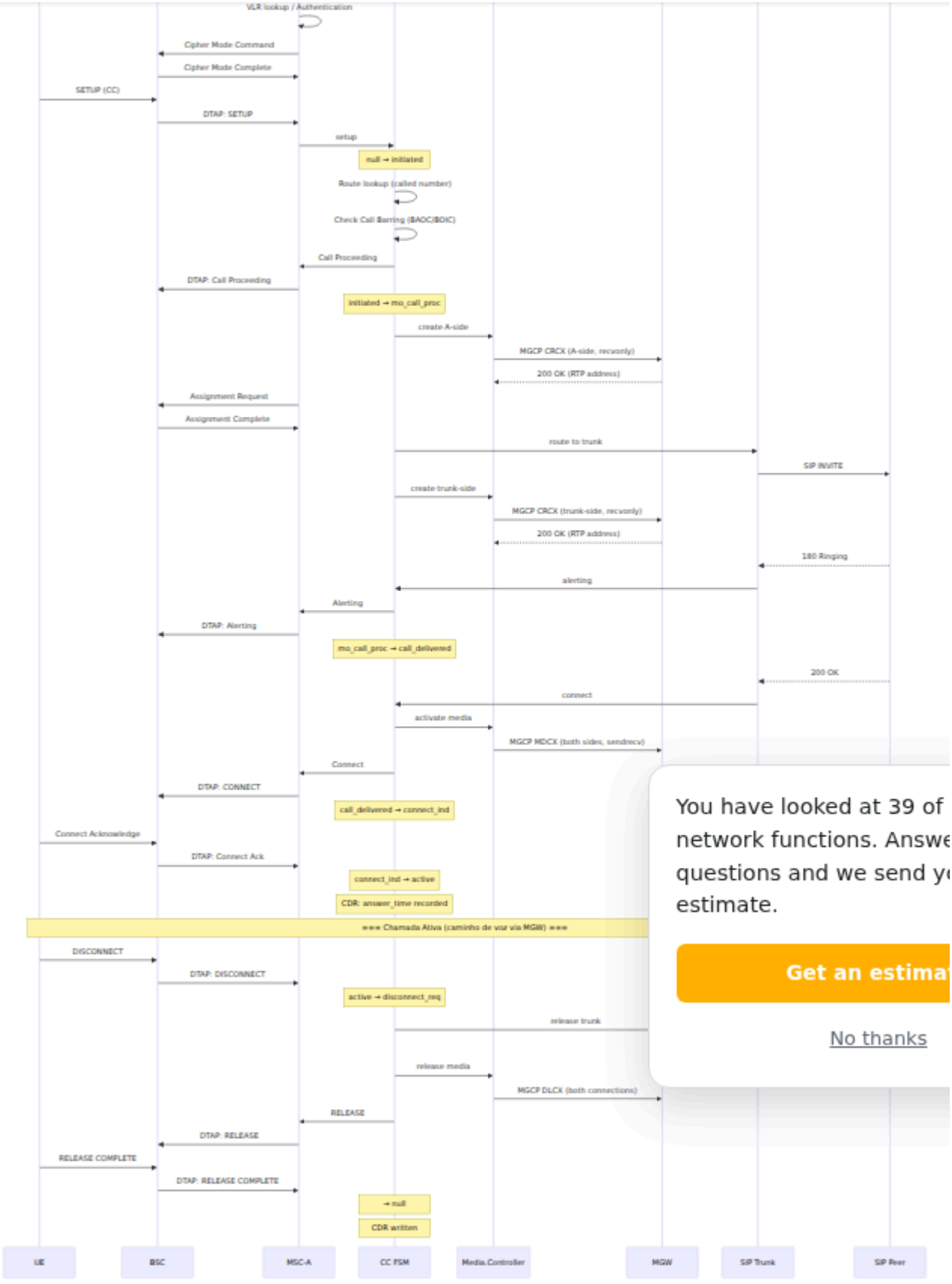
Diagramas de Fluxo de Chamadas

Este documento contém diagramas de sequência para todos os principais cenários de chamadas tratados pelo OmniMSC. Cada diagrama mostra o fluxo de sinalização entre os elementos da rede.

Para definições de estado do FSM de CC, veja Diagrama de Estado do FSM de CC abaixo. Para configuração de roteamento, veja Configuração de Roteamento. Para detalhes de sinalização de tronco SIP, veja Tronco SIP. Para sinalização de tronco ISUP, veja Tronco ISUP. Para controle de gateway de mídia durante a configuração da chamada, veja Controle de Mídia. Para fluxos de serviços suplementares (manter, MPTY, ECT), veja Serviços Suplementares.

Chamada Móvel de Origem (MO)

Um assinante inicia uma chamada de saída. O MSC gerencia a configuração da chamada, autenticação (se necessário), modo de cifra, atribuição e alocação de tronco.



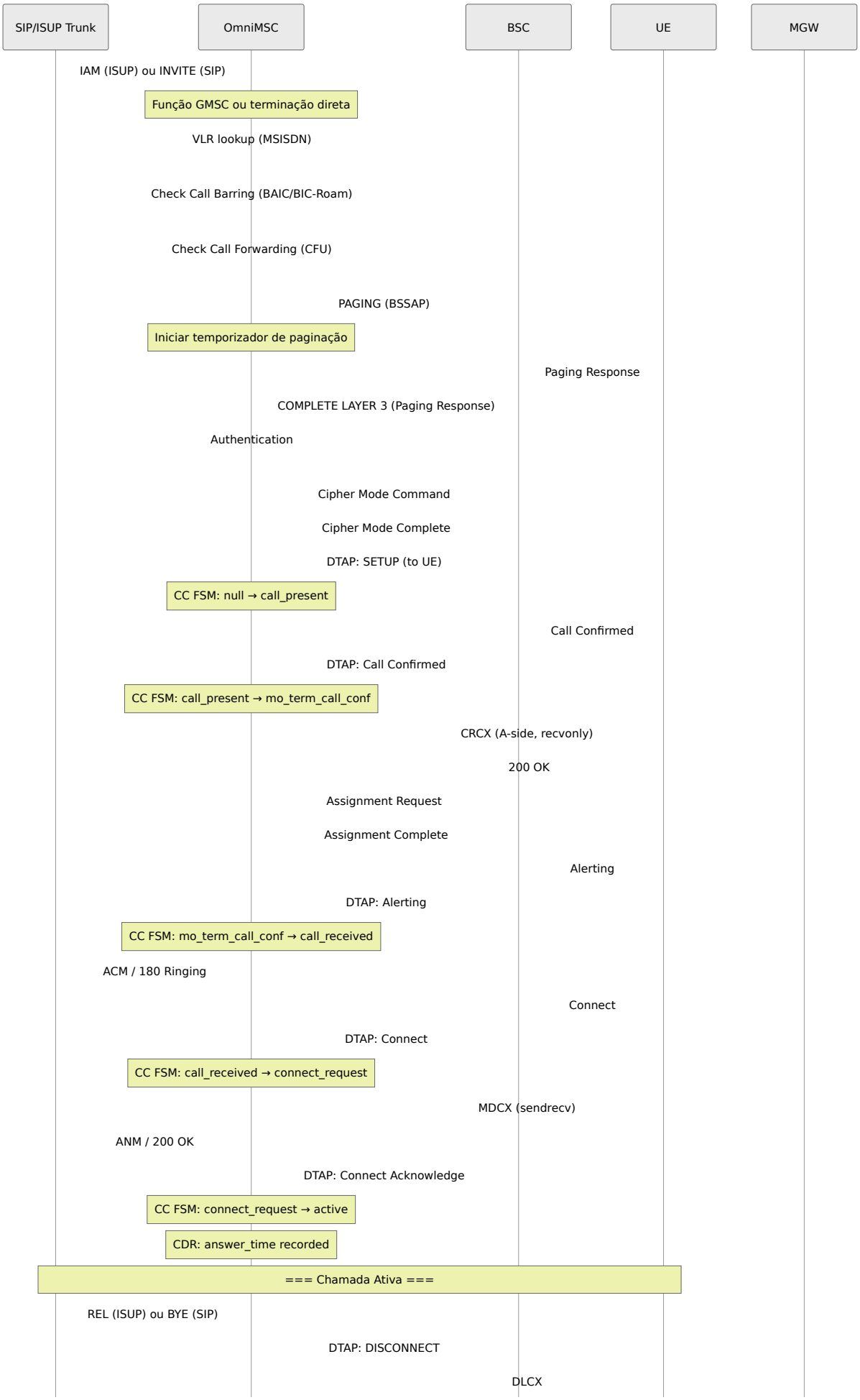
You have looked at 39 of
network functions. Answe
questions and we send y
estimate.

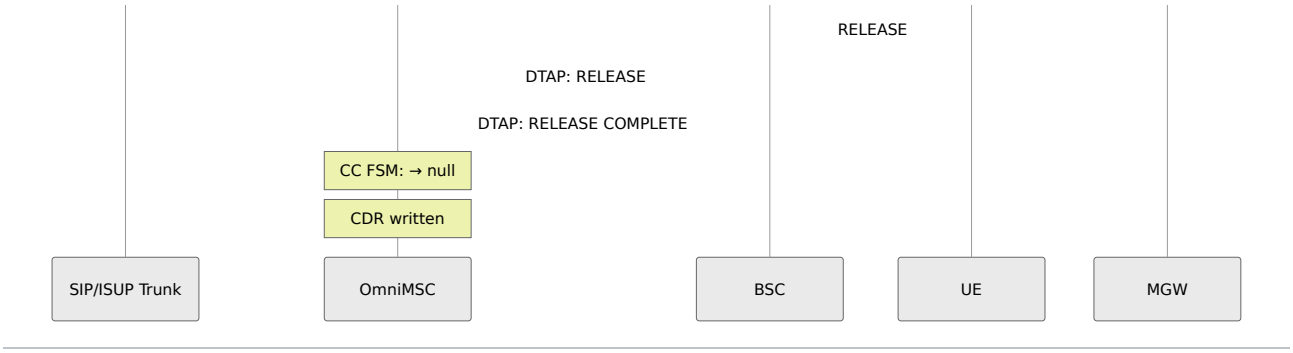
Get an estima

No thanks

Chamada Móvel de Término (MT)

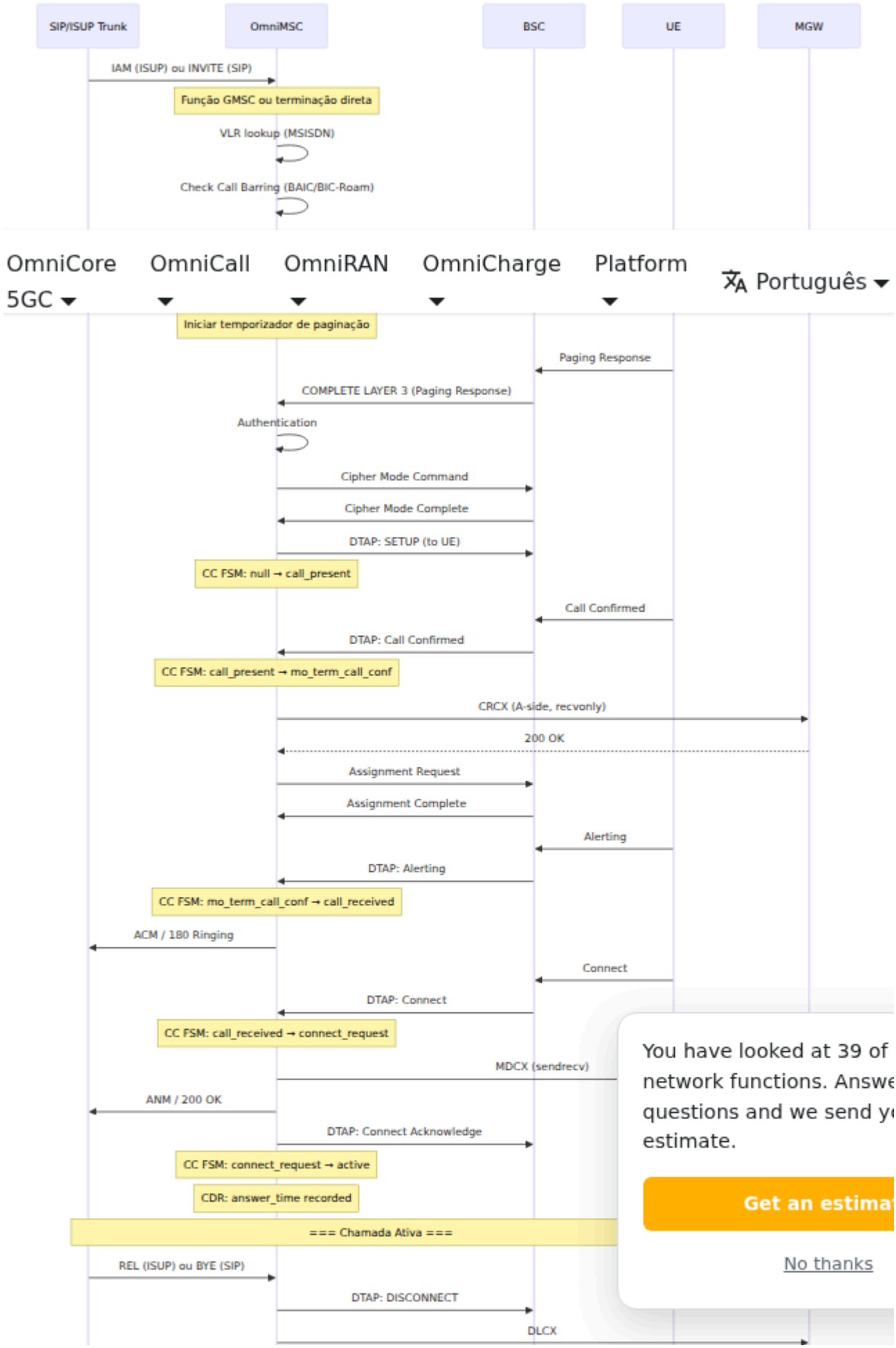
Uma chamada de entrada chega da PSTN ou de um peer SIP. O MSC chama o assinante, configura o caminho de rádio e conecta a chamada. A sinalização do lado do tronco pode ser SIP ou ISUP, dependendo da rota.


SIP/ISUP Trunk
OmniMSC
BSC
UE
MGW
IAM (ISUP) ou INVITE (SIP)
Função GMSC ou terminação direta
VLR lookup (MSISDN)
Check Call Barring (BAIC/BIC-Roam)
Check Call Forwarding (CFU)
PAGING (BSSAP)
Iniciar temporizador de paginação
Paging Response
COMPLETE LAYER 3 (Paging Response)
Authentication
Cipher Mode Command
Cipher Mode Complete
DTAP: SETUP (to UE)
CC FSM: null → call_present
Call Confirmed
DTAP: Call Confirmed
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
=== Chamada Ativa ===
REL (ISUP) ou BYE (SIP)
DTAP: DISCONNECT
DLCX

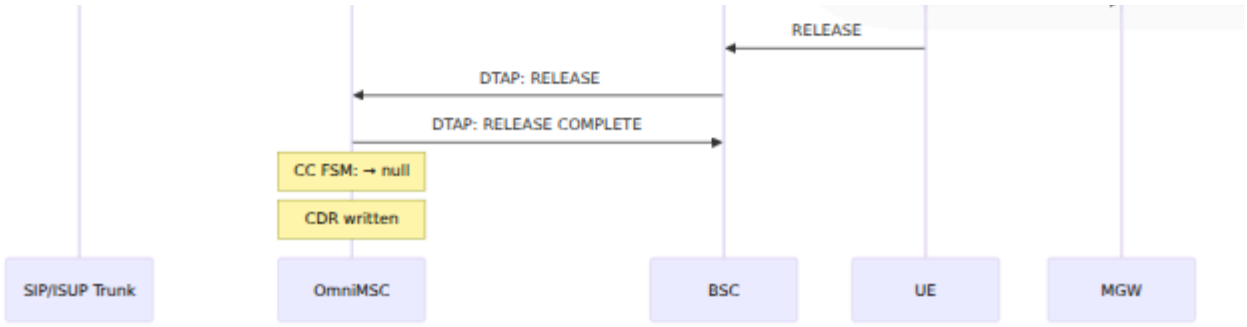


Manter e Recuperar Chamada

Manter e Recuperar Chamada permite que um assinante suspenda e retome uma chamada ativa de acordo com o 3GPP TS 24.083. Enquanto uma chamada está mantida, o gateway de mídia coloca o trecho mantido em modo de recepção apenas, silenciando o caminho de áudio. O assinante pode estabelecer uma segunda chamada enquanto a primeira está mantida.



You have looked at 39 of
network functions. Answe
questions and we send y
estimate.
Get an estima
No thanks



A mensagem HOLD do UE não contém parâmetros. O MSC responde com HOLD ACK em caso de sucesso ou HOLD REJECT se a operação não for permitida (por exemplo, se o assinante não tiver a função de Manter chamada provisionada). RETRIEVE segue o mesmo padrão com RETRIEVE ACK ou RETRIEVE REJECT.

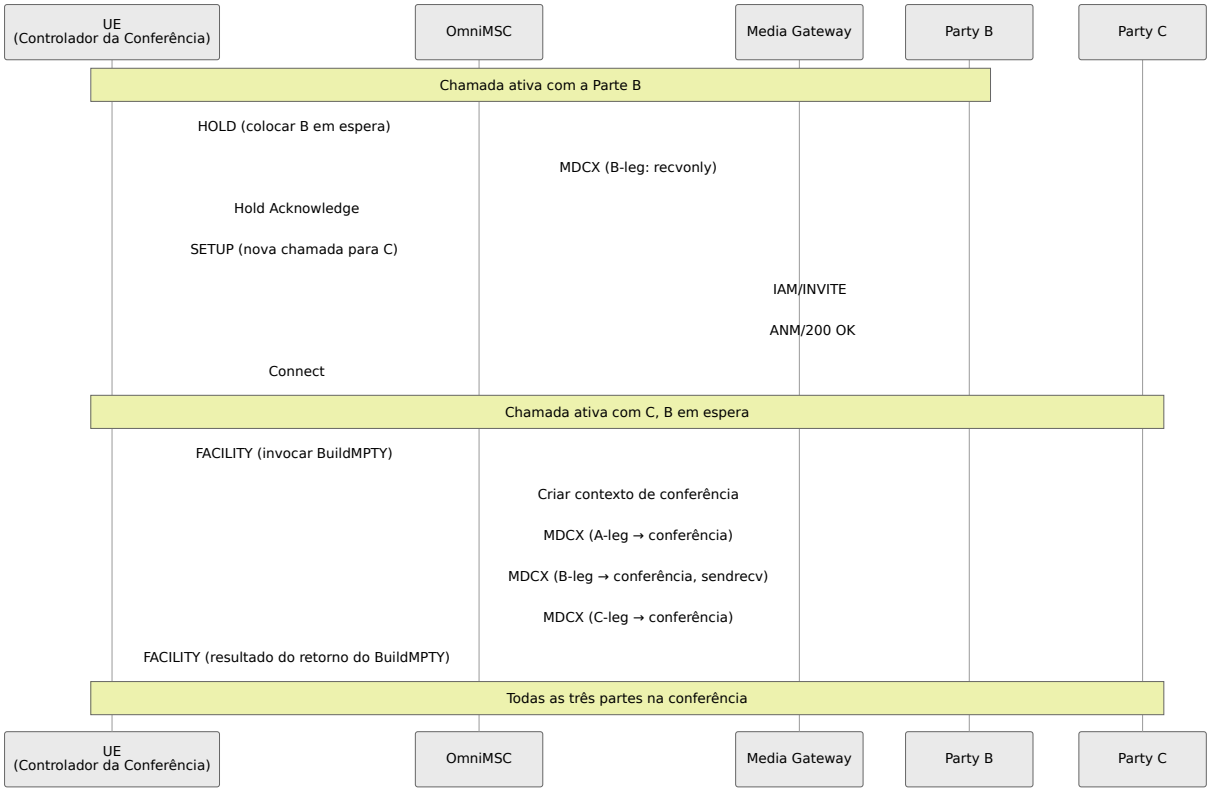
Conferência Multi-Partes (MPTY)

MPTY permite que um assinante conecte várias chamadas em uma conferência de acordo com o 3GPP TS 24.084. O assinante atua como o controlador da conferência. Todo o áudio da conferência é misturado através de uma ponte de conferência no gateway de mídia.

Para configuração, veja Recursos Avançados de Chamada.

BuildMPTY

O assinante estabelece duas chamadas (uma ativa, uma mantida), então invoca BuildMPTY via uma mensagem CC FACILITY para mesclá-las em uma conferência.



HoldMPTY, RetrieveMPTY, SplitMPTY

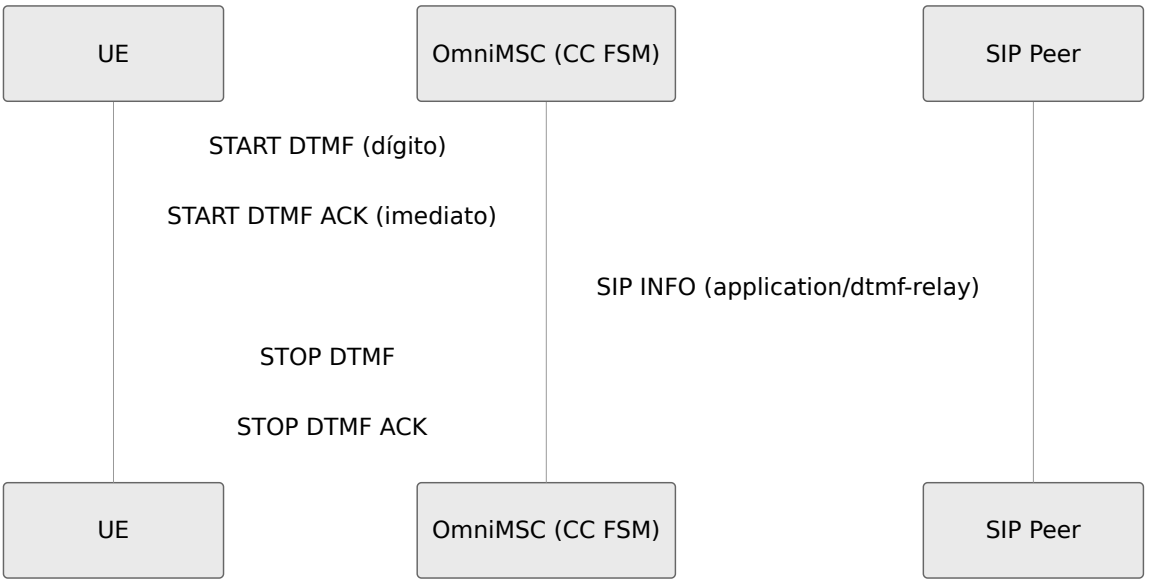
Uma vez que uma conferência é estabelecida, o controlador tem três operações adicionais disponíveis:

Operação	Efeito
HoldMPTY	Coloca toda a conferência em espera. Todas as partes remotas ouvem silêncio. O controlador pode estabelecer uma chamada privada fora da conferência.
RetrieveMPTY	Retoma uma conferência mantida. Todas as partes são reconectadas à ponte de conferência.
SplitMPTY	Extrai uma parte da conferência para uma chamada separada mantida. As partes restantes continuam na conferência. Se apenas duas partes permanecerem após a divisão, o contexto da conferência é liberado e a chamada reverte para uma conexão normal ponto a ponto.

Cada operação é invocada pelo UE via uma mensagem CC FACILITY e reconhecida pelo MSC com um resultado de retorno correspondente ou erro.

Relé DTMF

O OmniMSC retransmite tons DTMF da interface de rádio para o lado do tronco. O UE envia uma mensagem START DTMF (3GPP TS 24.008) contendo o dígito. O CC FSM reconhece imediatamente o UE e encaminha o dígito para o peer SIP.



O corpo SIP INFO usa o tipo de conteúdo `application/dtmf-relay` com campos de Sinal e Duração. O MSC envia START DTMF ACK imediatamente para o UE sem esperar pela resposta do peer SIP, evitando cortes de áudio no caminho de rádio. O relé DTMF é tratado em qualquer estado de chamada onde uma conexão do lado do tronco exista.

Chamadas de Emergência

Chamadas de emergência recebem tratamento prioritário. O MSC detecta chamadas de emergência pelo tipo de mensagem CC Emergency Setup (3GPP TS 24.008 §9.3.8, tipo de mensagem 0x0E) e pelo tipo de Solicitação de Serviço CM (`:emergency`).

A autenticação é tentada normalmente. Se for bem-sucedida, o modo de cifra é estabelecido e o MSISDN do assinante é usado como a parte chamadora. Se a autenticação falhar, a chamada prossegue de qualquer maneira — o modo de cifra é ignorado e o IMEI é usado como a parte chamadora em vez disso. Chamadas de UEs sem um SIM são aceitas.

Diferente da configuração regular de CC, a mensagem de configuração de emergência não carrega um IE de Número BCD da Parte Chamadora — o dispositivo envia apenas uma Capacidade de Suporte opcional e Categoria de Serviço de Emergência. O MSC usa o `psap_address` configurado como o número chamado para consulta na tabela de rotas e o Request-URI do SIP INVITE de saída. Veja Referência de Configuração para parâmetros de emergência.

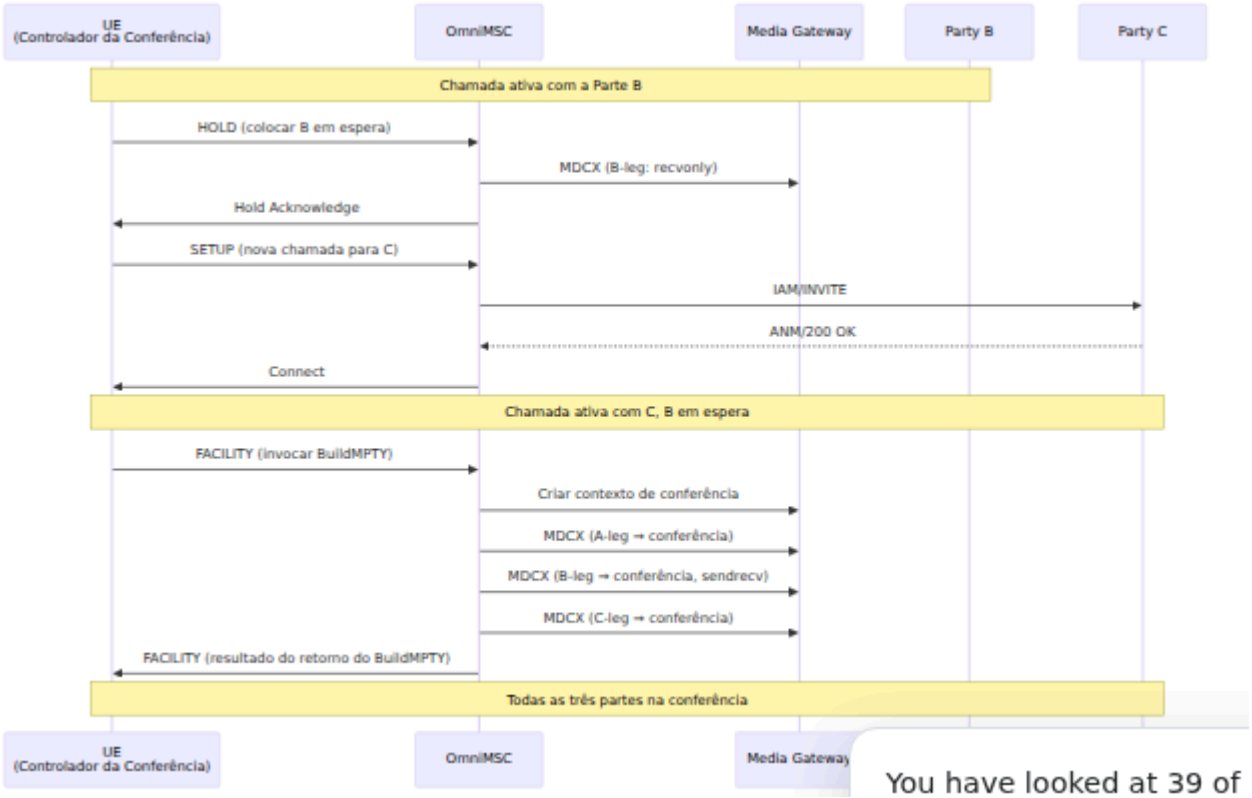


Diagrama de Estado do FSM de CC

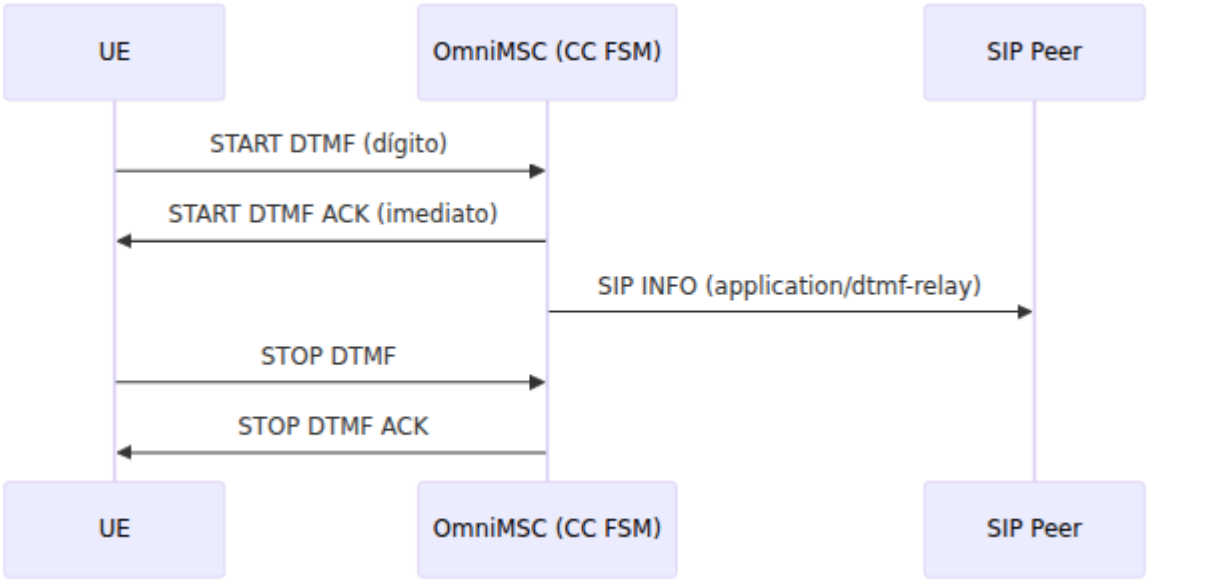
O FSM de CC (Máquina de Estados Finitos de Controle de Chamadas) gerencia o ciclo de vida de uma única chamada comutada por circuito de acordo com o 3GPP TS 24.008. Os caminhos MO e MT compartilham estados comuns, mas

entram através de transições diferentes. O estado da chamada ativa, duração, codec e BSC/RNC de serviço são visíveis na página de Chamadas Ativas do painel de controle — veja Guia do Painel de Controle.

Estados de Chamada 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 Chamada MT



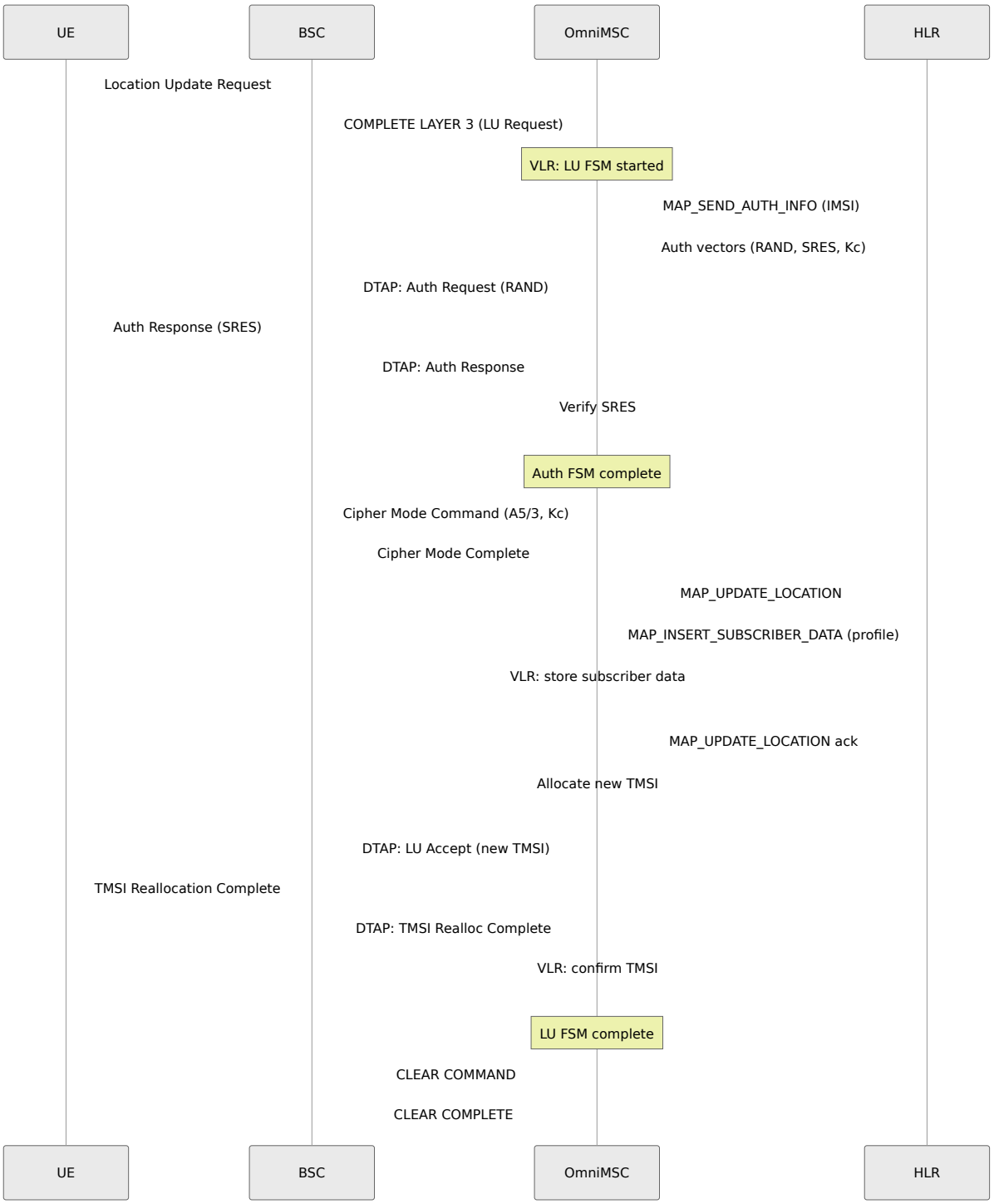
Liberação de Conexão

Quando a conexão da interface A é perdida (falha de link de rádio, liberação do BSC ou falha de transporte), o MSC-A envia um evento `connection_lost` para todos os FSMs de CC associados a esse assinante. Cada FSM de CC que recebe esse evento libera seus recursos do lado do tronco (SIP BYE ou ISUP REL) e conexões do gateway de mídia (MGCP DLCX), então transita para o estado nulo e escreve o CDR.

Isso garante que nenhum recurso de tronco ou mídia seja vazado quando o caminho de rádio é perdido inesperadamente. O FSM de CC trata `connection_lost` em qualquer estado, exceto nulo.

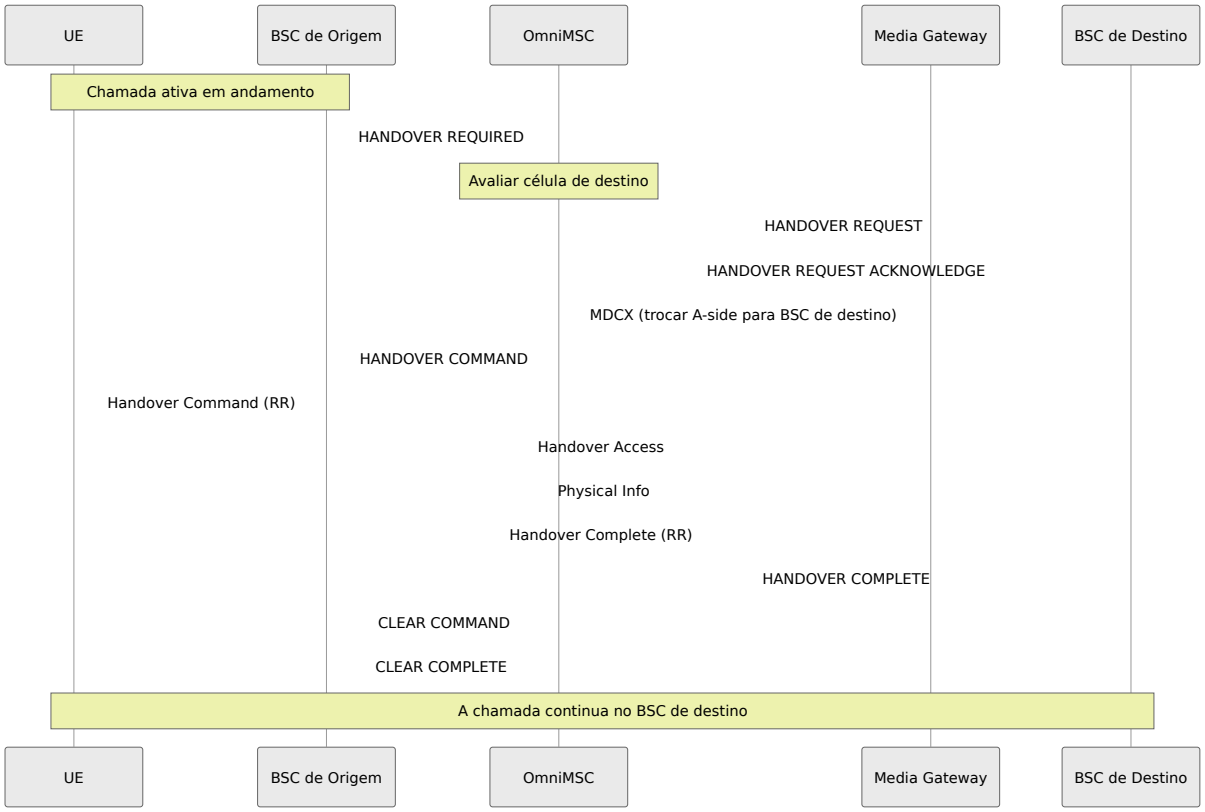
Atualização de Localização

O assinante registra-se no MSC. O MSC autentica o assinante e atualiza o HLR.



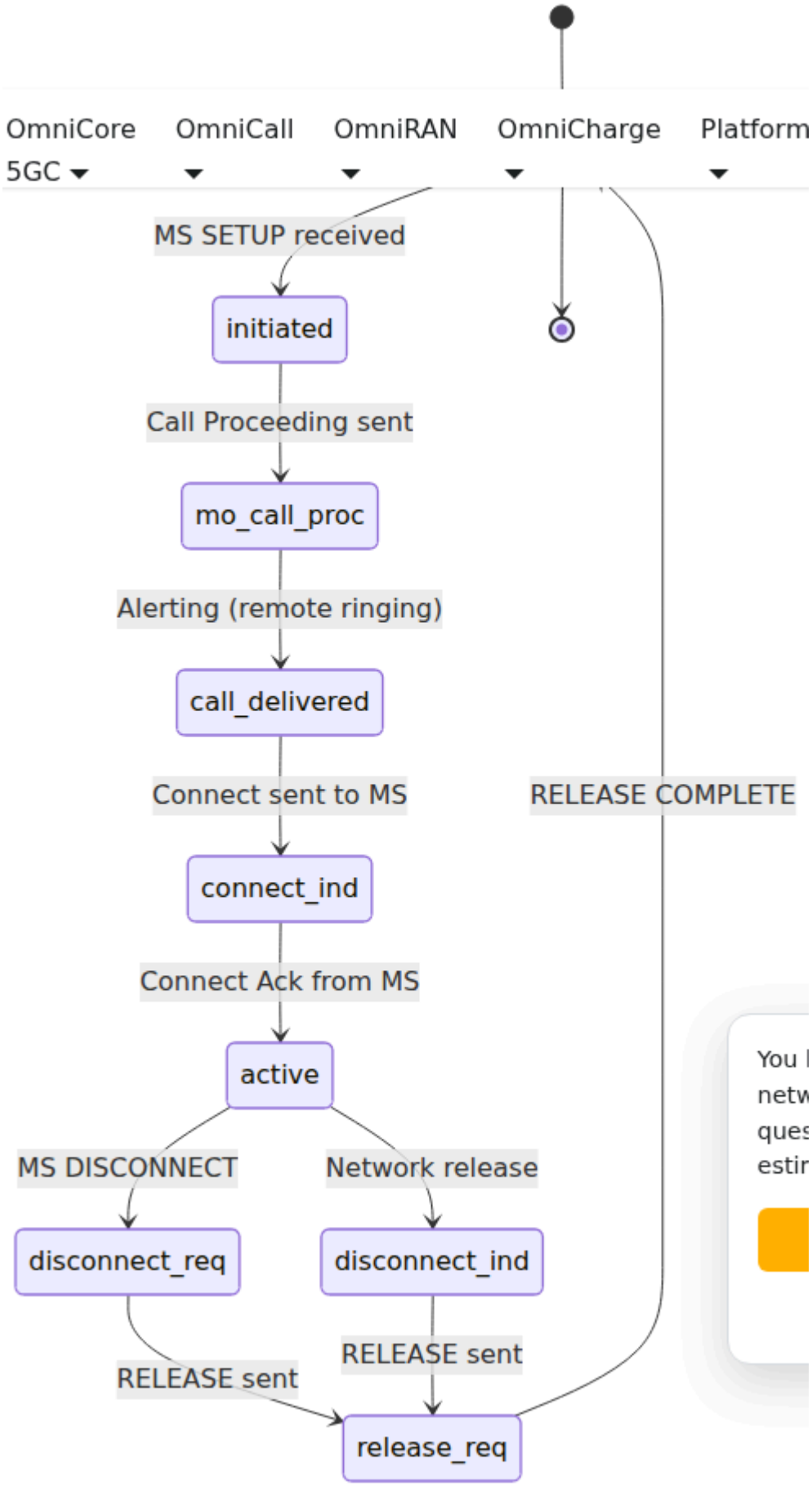
Transferência Intra-MSC

Transferência de uma chamada ativa entre dois BSCs atendidos pelo mesmo MSC.



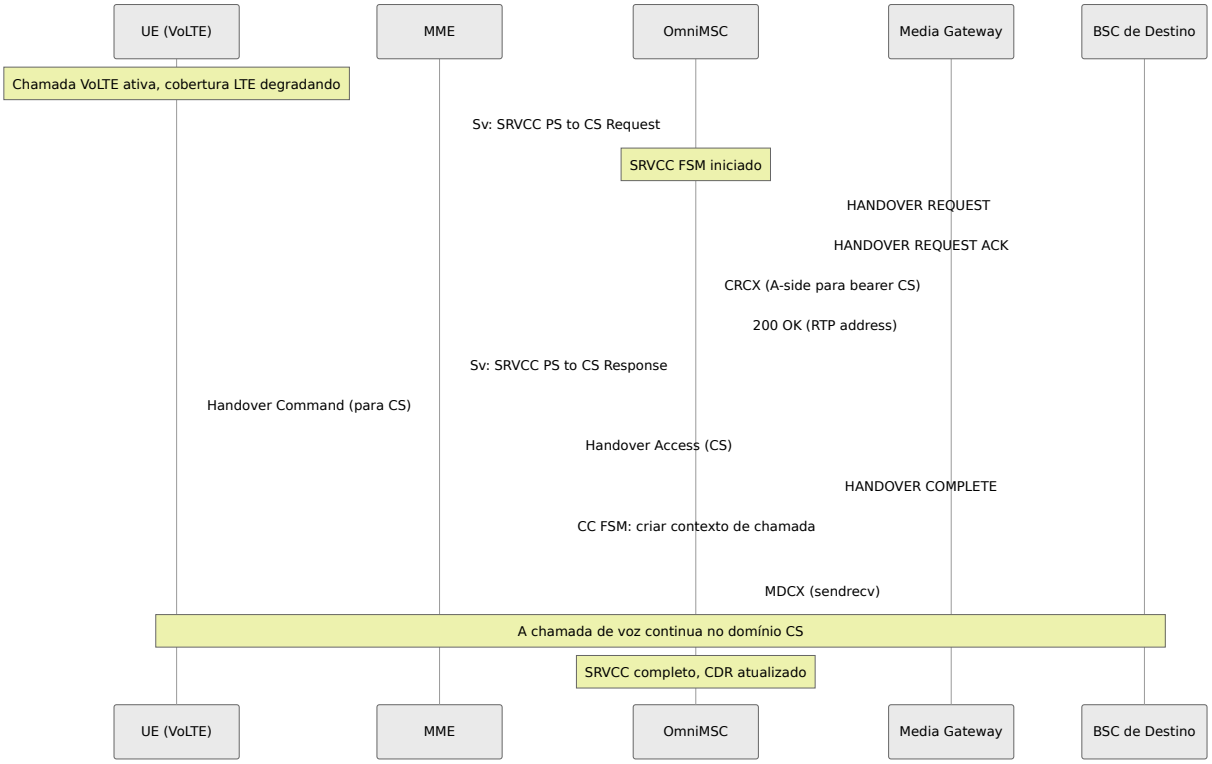
Transferência Inter-MSC

Transferência de uma chamada ativa do OmniMSC (MSC-A) para um MSC de destino (MSC-B).


OmniCore
5GC
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
Platform
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 (Continuidade de Chamada de Voz de Rádio Único)

Transferência de uma chamada VoLTE do domínio IMS/LTE para o domínio CS de acordo com o 3GPP TS 23.216.



Chamada Acionada por CAMEL (Interação SCP)

Chamada com interação CAMEL Originating BCSM (O-BCSM) de acordo com o 3GPP TS 23.078.

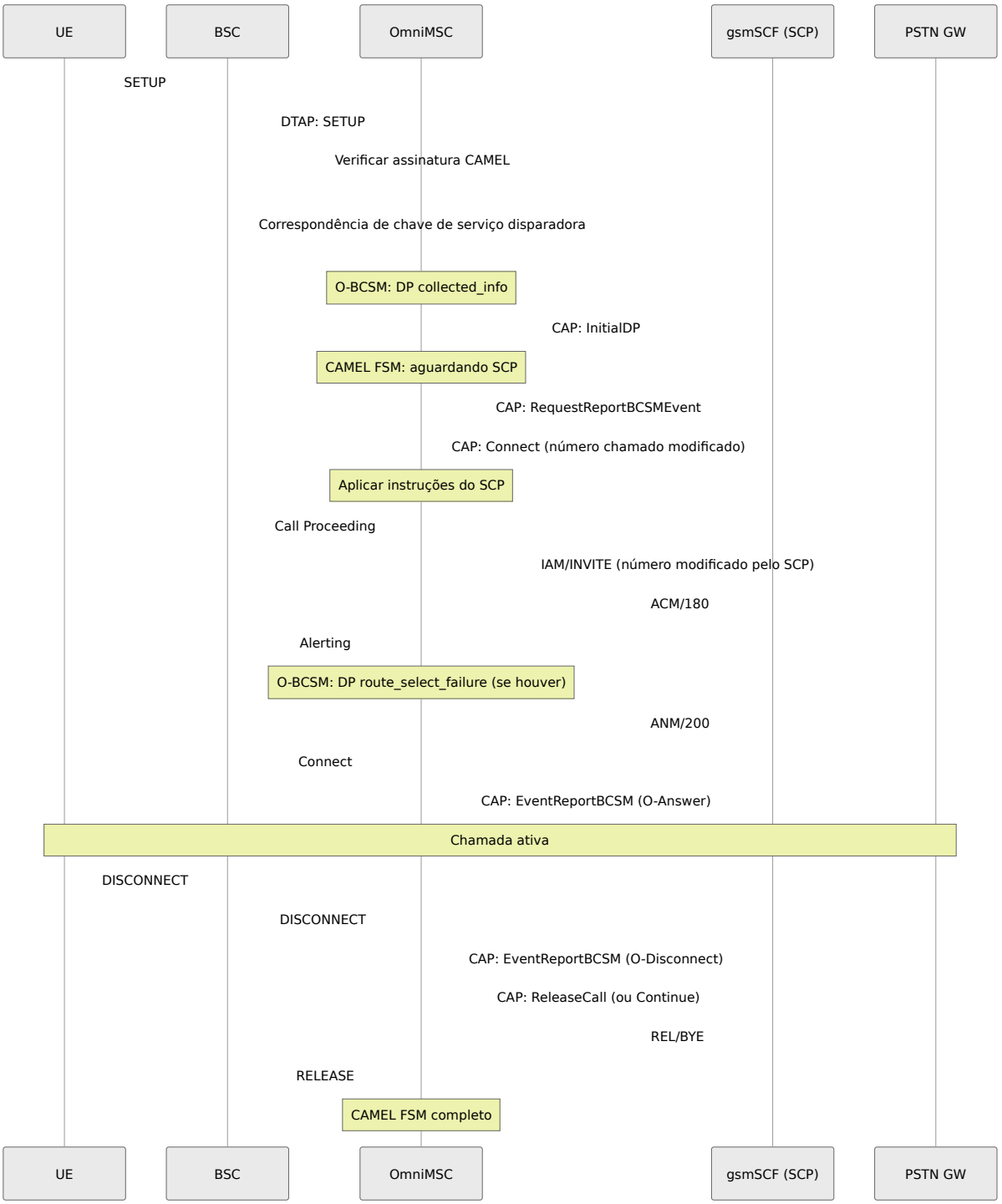


Diagrama de Sequência MPTY (BuildMPTY)

Configuração de chamada de conferência multi-partes. O assinante estabelece duas chamadas e, em seguida, as conecta em uma conferência de acordo com

o 3GPP TS 24.084. Para configuração, veja Recursos Avançados de Chamada.

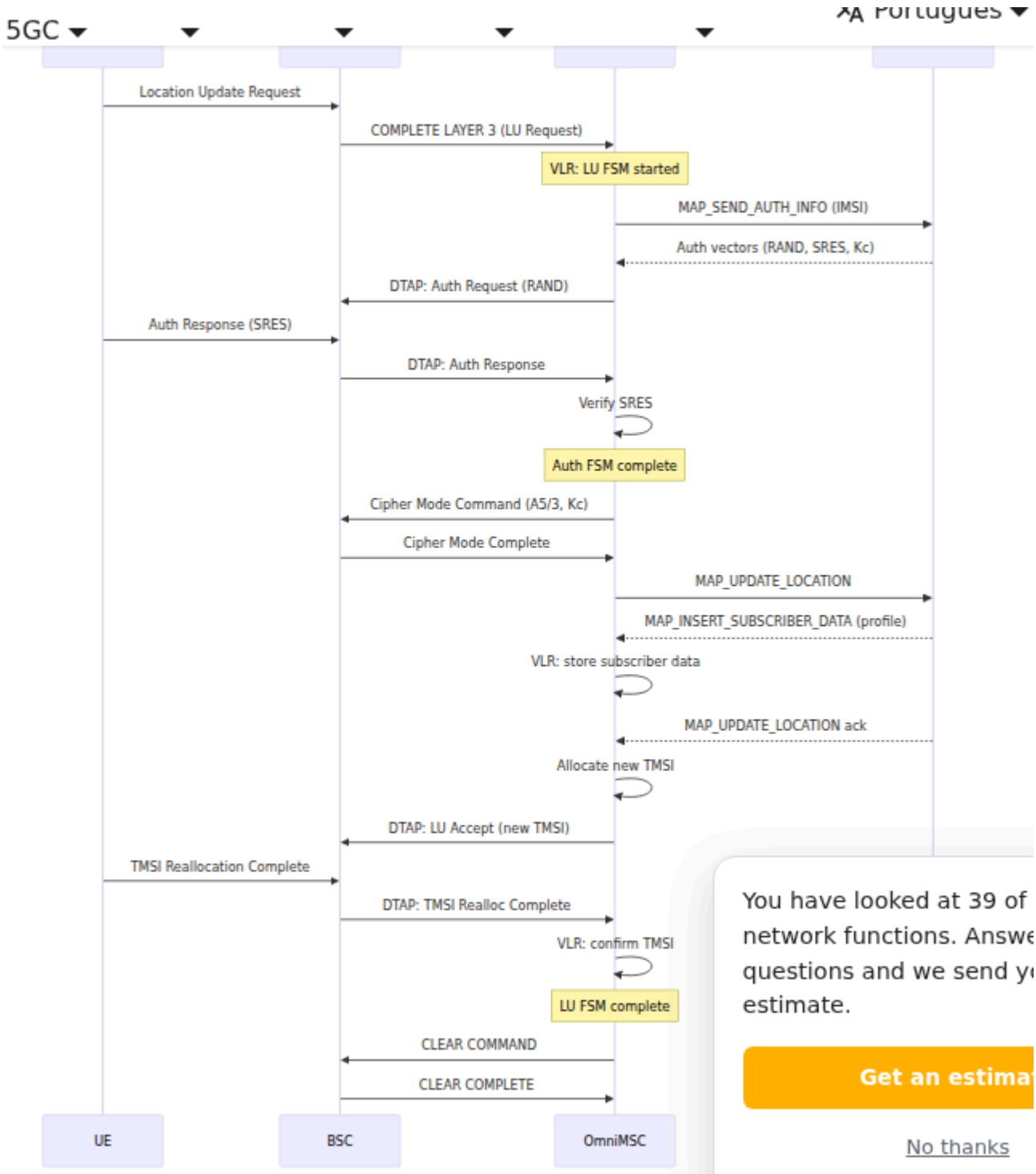


Diagrama de Sequência ECT (Transferência de Chamada Explícita)

A Transferência de Chamada Explícita conecta duas partes remotas e libera o assinante transferidor de acordo com o 3GPP TS 24.091. Para configuração, veja Recursos Avançados de Chamada.

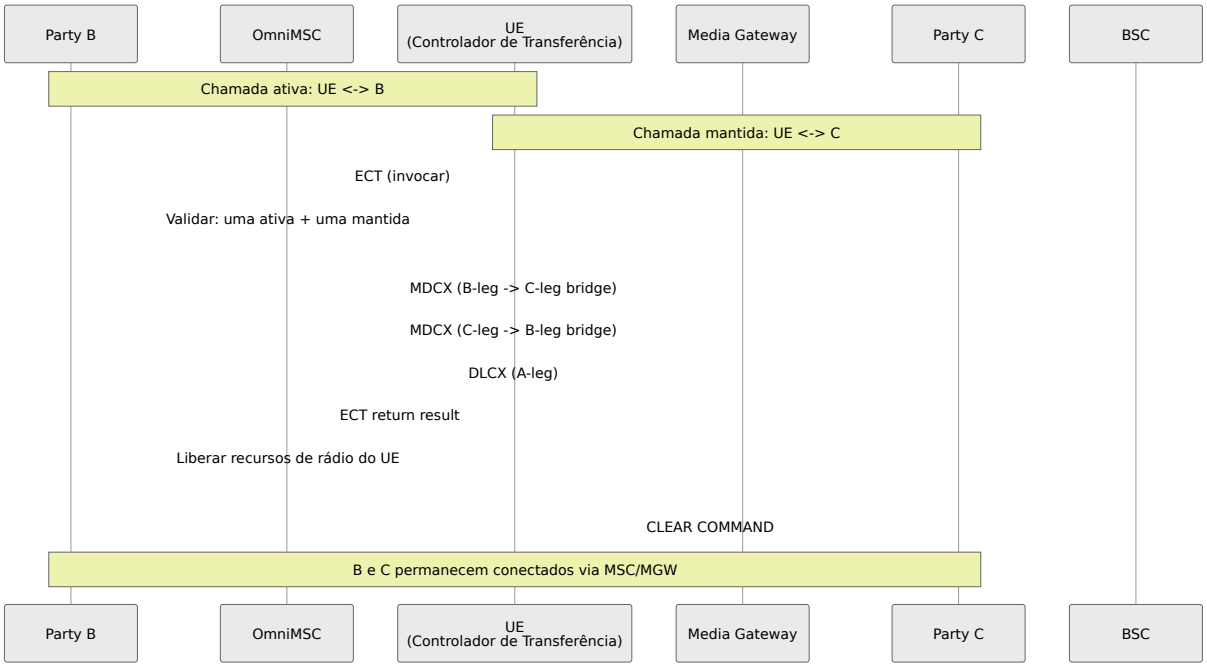


Diagrama de Sequência de Chamada MT CSFB

Chamada móvel-terminando para um assinante conectado ao LTE via Circuit-Switched Fallback de acordo com o 3GPP TS 23.272. O MSC chama via a interface SGs, o UE reverte para 2G/3G e a chamada prossegue pela interface A. Para detalhes do SGs, veja Interface SGs & CSFB.

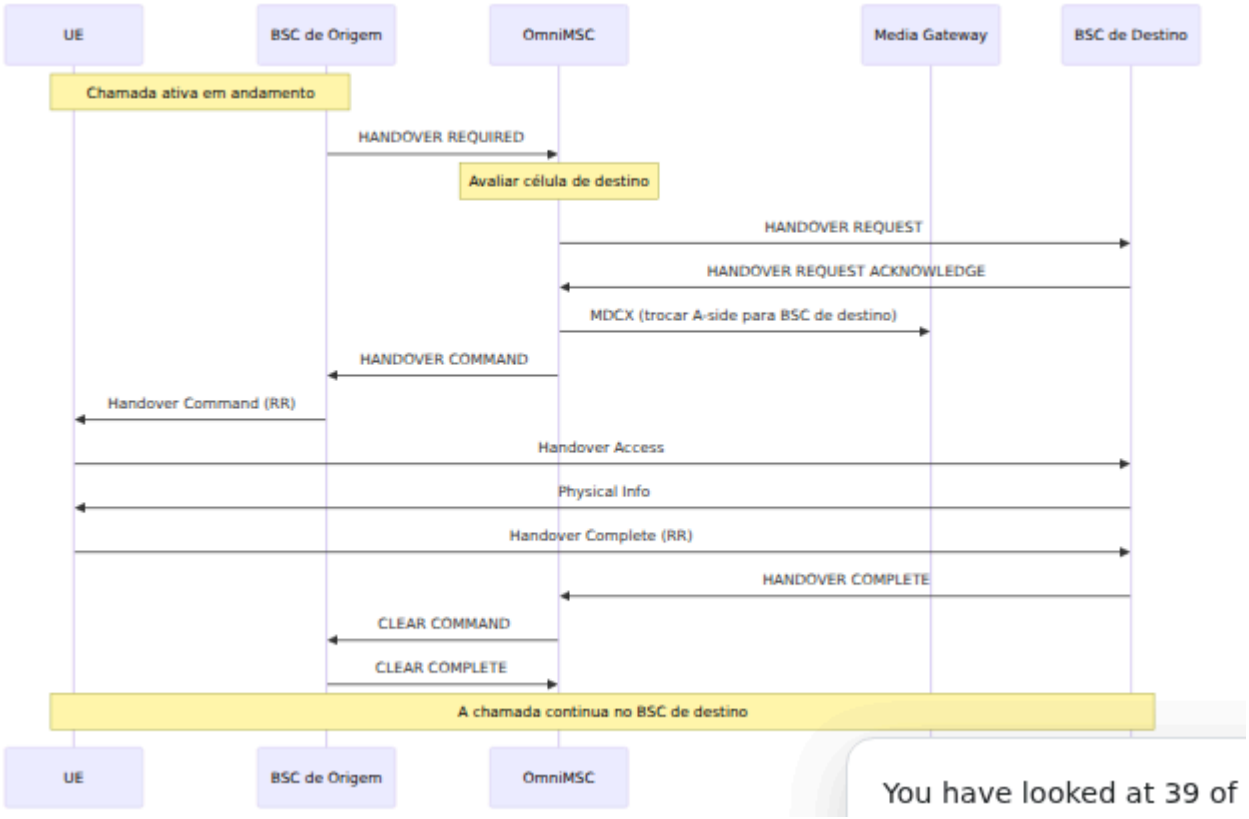
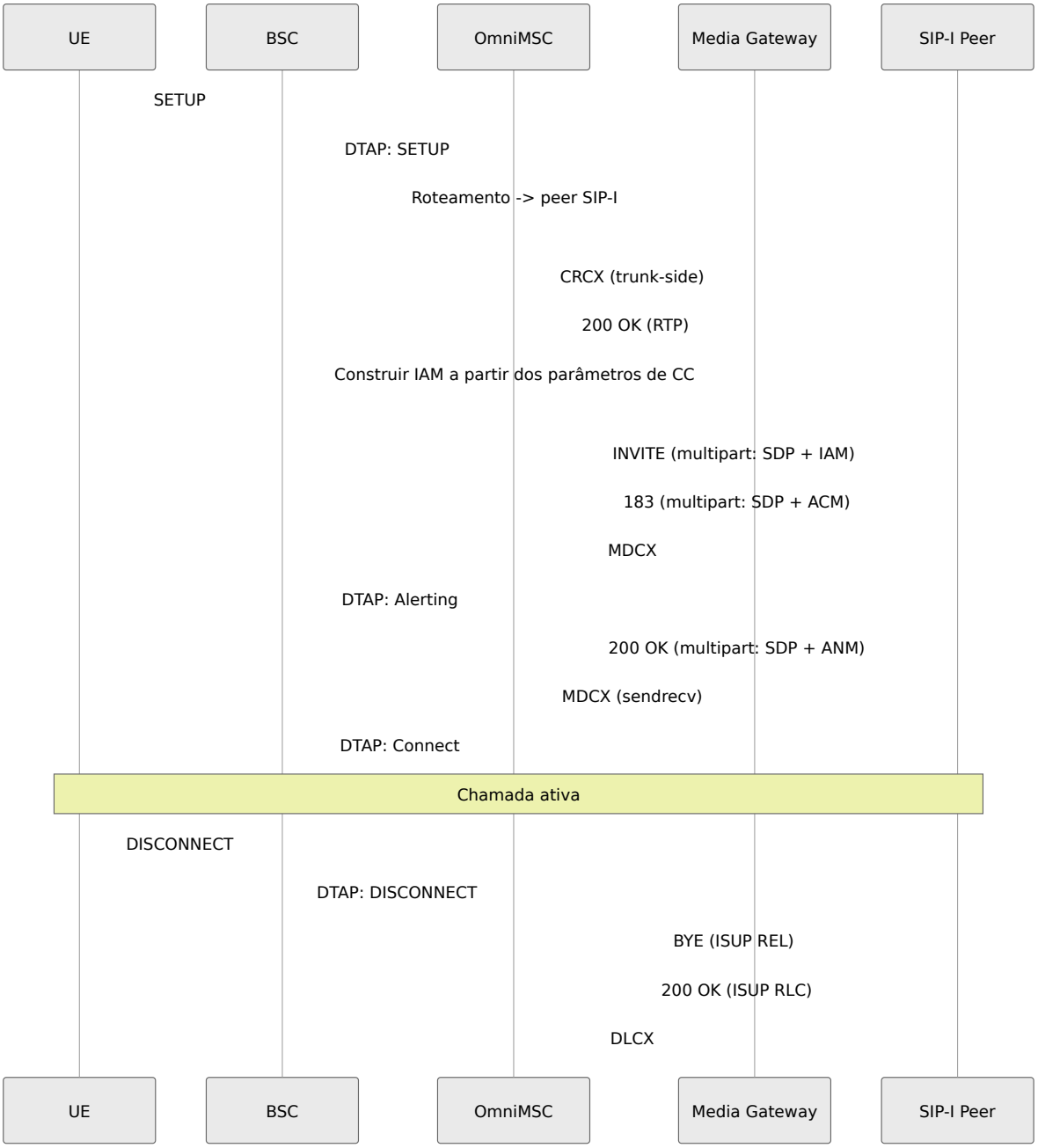


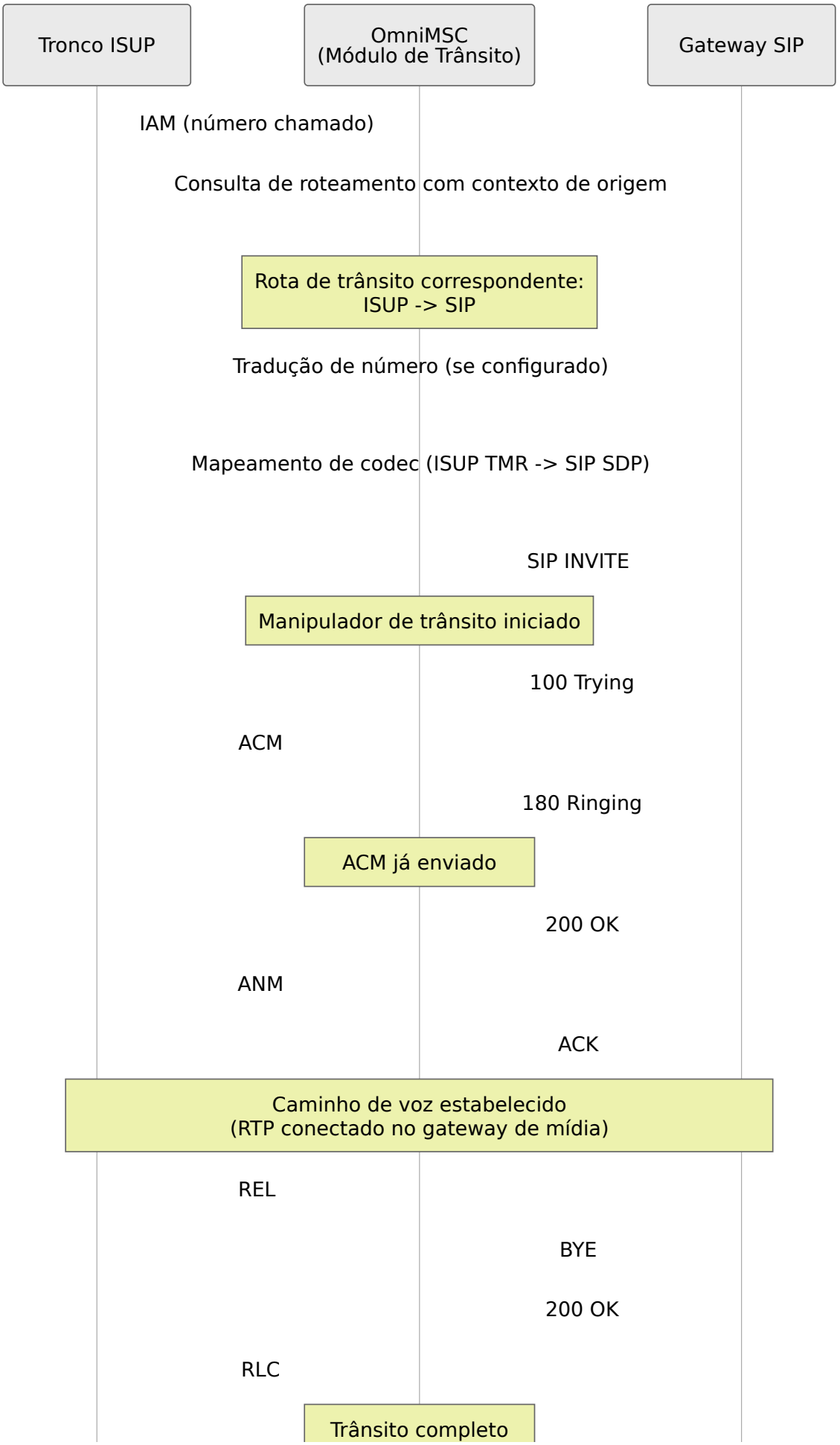
Diagrama de Sequência de Chamada SIP-I

Chamada de saída via tronco SIP-I com ISUP encapsulado de acordo com o ITU-T Q.1912.5. O INVITE carrega um corpo multipart contendo SDP e o ISUP IAM. Para detalhes do SIP-I, veja Tronco SIP-I.



Chamada de Trânsito ISUP para SIP

Chamada de trânsito interworking entre um tronco ISUP e um peer SIP, contornando o FSM de CC.


Tronco ISUP
OmniMSC
(Módulo de Trânsito)
Gateway SIP
IAM (número chamado)
Consulta de roteamento com contexto de origem
Rota de trânsito correspondente:
ISUP -> SIP
Tradução de número (se configurado)
Mapeamento de codec (ISUP TMR -> SIP SDP)
SIP INVITE
Manipulador de trânsito iniciado
100 Trying
ACM
180 Ringing
ACM já enviado
200 OK
ANM
ACK
Caminho de voz estabelecido
(RTP conectado no gateway de mídia)
REL
BYE
200 OK
RLC
Trânsito completo


Tronco ISUP
OmniMSC
(Módulo de Trânsito)
Gateway SIP

CAMEL / CAP

Este documento descreve a implementação do CAMEL (Aplicações Personalizadas para Lógica Móvel Aprimorada) no OmniMSC, incluindo configuração de chave de serviço, manuseio de diálogo CAP, pontos de detecção BCSM, operações CAP suportadas e transporte TCAP.

Para o diagrama completo da sequência de chamada acionada pelo CAMEL (InitialDP, Connect, EventReportBCSM), consulte Diagramas de Fluxo de Chamada. Para como os gatilhos CAMEL se encaixam no pipeline de roteamento (fluxo de análise de número), consulte Configuração de Roteamento. Para campos de CDR relacionados ao CAMEL (FurnishChargingInformation, cause_for_term), consulte Registros Detalhados de Chamada. Para configuração de chaves de serviço CAMEL, consulte Referência de Configuração.

Visão Geral

O CAMEL fornece uma estrutura para operadores móveis implantarem serviços de Rede Inteligente (IN) sobre a rede central GSM/UMTS. O OmniMSC atua como o gsmSSF (Função de Comutação de Serviço GSM), interagindo com um gsmSCF externo (Função de Controle de Serviço GSM, também conhecido como SCP) para fornecer serviços de controle de chamada em tempo real, como cobrança pré-paga, tradução de número, triagem de chamadas e redes privadas virtuais.

O gsmSCF controla o processamento de chamadas enviando instruções ao OmniMSC em pontos de detecção definidos dentro do Modelo Básico de Estado de Chamada (BCSM). O OmniMSC relata eventos de chamada de volta ao gsmSCF e executa as instruções recebidas (continuar, conectar a um número diferente, liberar a chamada, aplicar cobrança).

Configuração da Chave de Serviço

Cada assinante pode ter uma ou mais assinaturas CAMEL provisionadas via MAP INSERT SUBSCRIBER DATA do HLR. Uma assinatura CAMEL inclui uma chave de serviço, que identifica o serviço IN a ser invocado, e o endereço do gsmSCF (Título Global) a ser contatado.

Quando uma chamada aciona um ponto de detecção CAMEL (como collected_info para chamadas MO ou terminating_attempt_authorized para chamadas MT), o OmniMSC verifica os dados da assinatura CAMEL do assinante. Se o O-CSI (MO) ou VT-CSI (MT) estiver presente, o OmniMSC abre um diálogo CAP com o gsmSCF e envia uma operação InitialDP.

O gsmSCF é sempre o **gsmSCF-Address do CSI do HLR**. O MSC não tem roteamento gsmSCF estático para chamadas: o InitialDP é enviado para aquele Título Global (SSN 146) através do STP, então qual gateway CAMEL lida com um assinante é decidido pelos dados do HLR. Um CSI sem um gsmSCF-Address não aciona o CAMEL e é registrado como um erro.

Para uma chamada MO com um O-CSI, o OmniMSC mantém a configuração da chamada até que o gsmSCF responda com Continue ou Connect. ReleaseCall rejeita a chamada. Se o gsmSCF não responder (expiração Tcp / Tssf) ou fechar o diálogo sem uma instrução, o tratamento padrão de chamada do CSI se aplica. Chamadas MT (VT-CSI) não são mantidas: o InitialDP é enviado e a paginação continua.

Parâmetro de Assinatura	Descrição
Chave de serviço	Inteiro identificando o serviço IN (por exemplo, 1 para pré-pago, 2 para VPN)
Endereço gsmSCF	Título Global do SCP a ser contatado
Tratamento padrão de chamada	Ação se o SCP estiver inacessível: `:continue_call` ou `:release_call`
Lista de TDP	Lista de pontos de detecção de gatilho armados para esta assinatura
Fase CAMEL	Fase CAMEL suportada (Fase 1, 2, 3 ou 4)

Se o gsmSCF estiver inacessível ou o diálogo TCAP falhar, o OmniMSC aplica a ação de tratamento padrão de chamada dos dados da assinatura CAMEL do assinante.

Cobrança Pré-Paga (ApplyCharging)

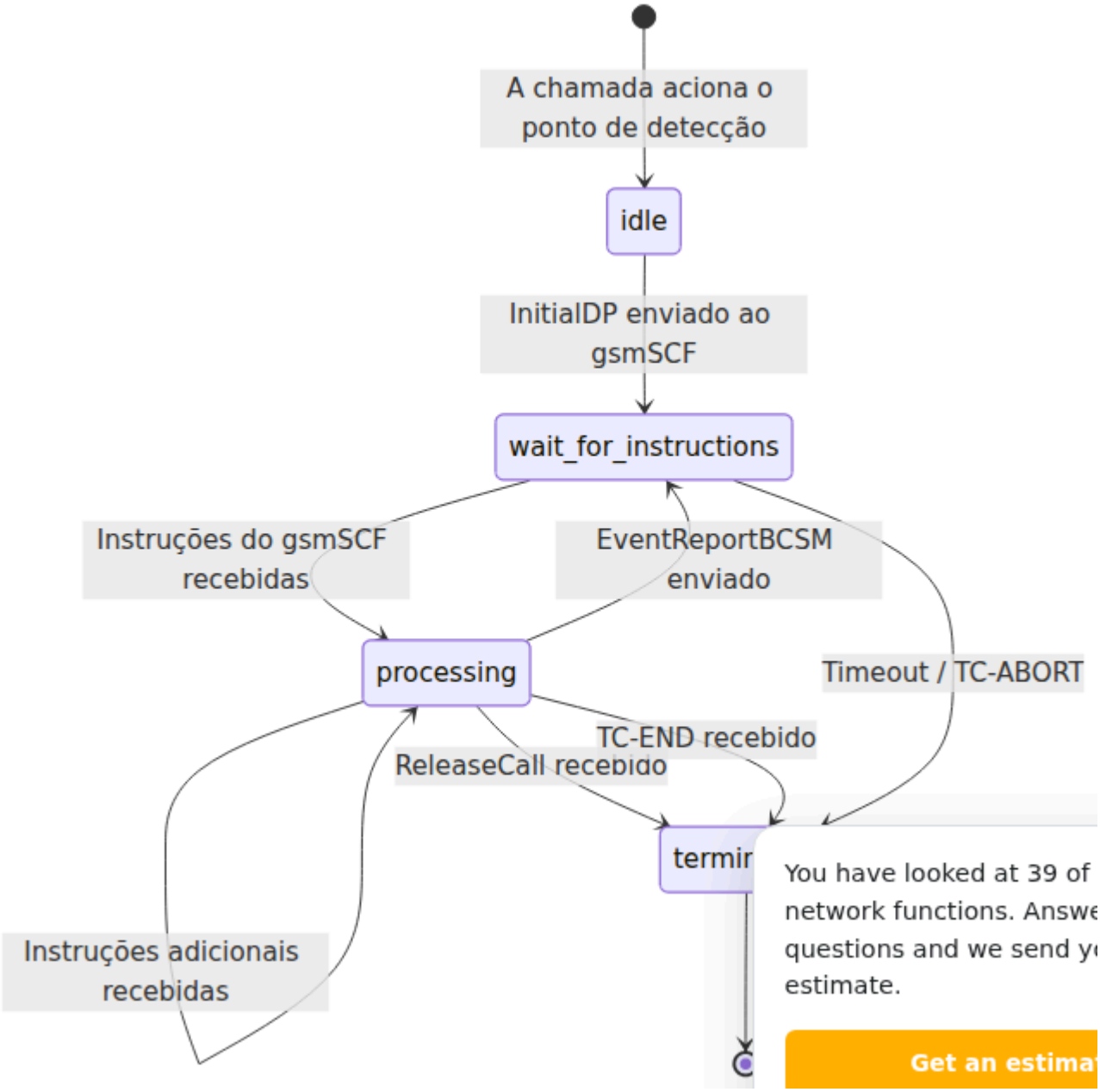
O OmniMSC aplica a cobrança baseada em tempo do gsmSCF (CAMEL-AChBillingChargingCharacteristics, timeDurationCharging):

Passo	Ação do OmniMSC
RequestReportBCSMEvent	Arma os DPs listados. Um DP notifyAndContinue é relatado sem suspender a chamada; um DP interrompido aguarda uma instrução sob Tssf
ApplyCharging	Armazena maxCallPeriodDuration (unidades de 100 ms) e releaseIfDurationExceeded. O período começa na resposta, ou de imediato quando a chamada já foi atendida
Answer	Relata o oAnswer / tAnswer quando armado e inicia o período
Expiração do período	Envia ApplyChargingReport. Com releaseIfDurationExceeded, o relatório tem callActive = FALSE e a chamada é encerrada (Desconectar para o MS, causa 31). Caso contrário, o relatório tem callActive = TRUE e o OmniMSC aguarda sob Tssf pelo próximo ApplyCharging
Release	Envia um ApplyChargingReport final (callActive = FALSE) com o tempo usado do período atual, então o oDisconnect / tDisconnect quando armado. Uma chamada não atendida relata o oAbandon / tAbandon

---

Estados do Diálogo CAP

Cada interação CAMEL ocorre como um diálogo CAP independente dentro de uma transação TCAP. O diálogo rastreia o estado da interação SSF-SCF desde o InitialDP até a terminação.



Estado	Descrição
idle	Ponto de detecção acionado, preparando InitialDP
wait_for_instructions	InitialDP enviado, aguardando resposta do gsmSCF
processing	Executando instruções do gsmSCF (Continue, Connect, ApplyCharging)
terminated	Diálogo completo, transação TCAP fechada

Operações CAP

O OmniMSC suporta as seguintes operações CAP para interação de serviço CAMEL Fase 2 e Fase 3.

SSF para SCF (OmniMSC para gsmSCF)

Operação	Descrição
InitialDP	Relata um ponto de detecção acionado com parâmetros de chamada (chave de serviço, número chamado/chamador, tipo de evento, informações de localização)
EventReportBCSM	Relata um evento de chamada em um ponto de detecção armado (resposta, desconexão, abandono, falha na seleção de rota)
ApplyChargingReport	Relata o resultado de uma operação de cobrança (duração da chamada, unidades de cobrança consumidas)
CallInformationReport	Relata informações da chamada solicitadas pelo gsmSCF (duração da chamada, causa da liberação)

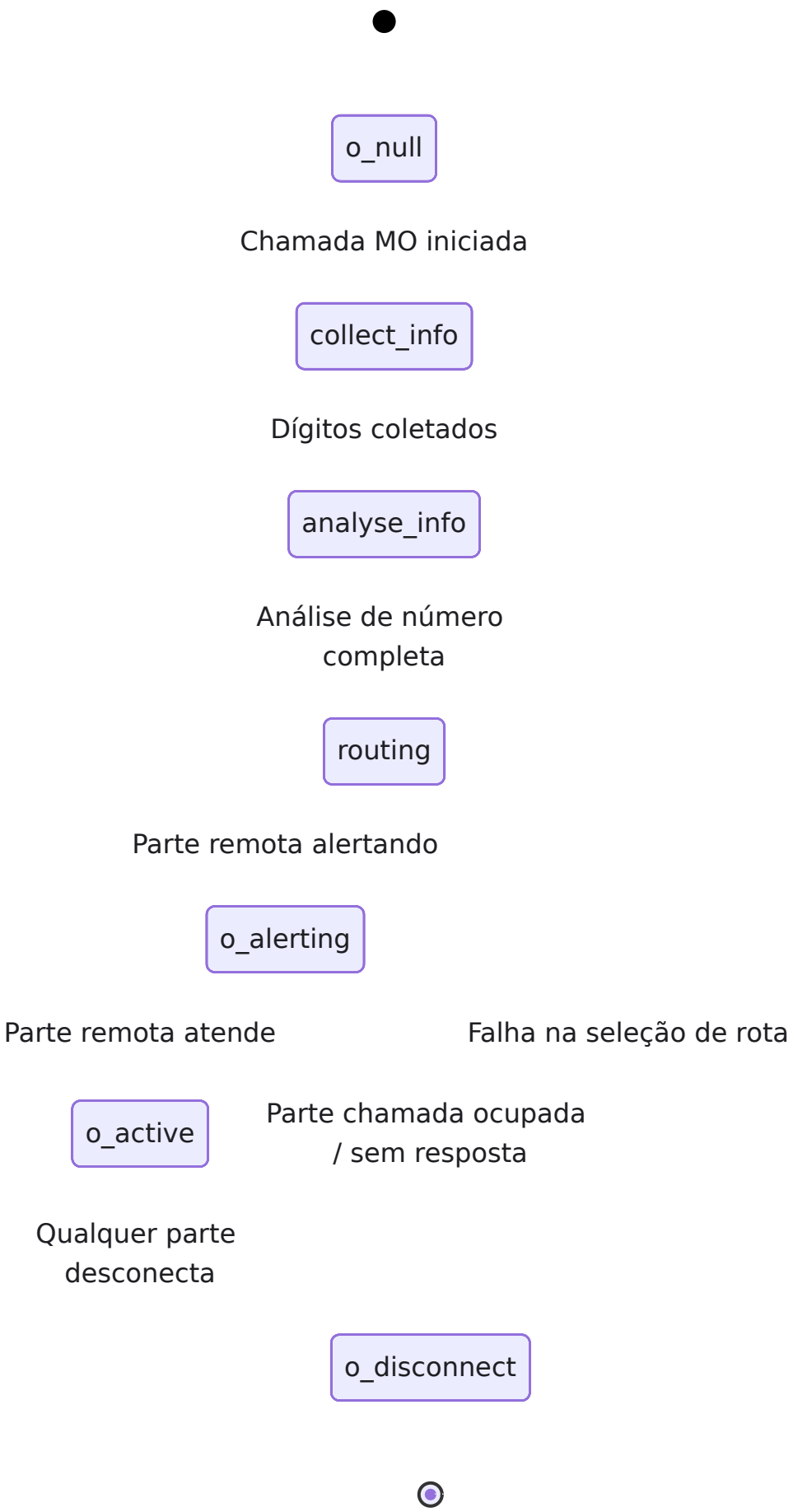
SCF para SSF (gsmSCF para OmniMSC)

Operação	Descrição
Continue	Retomar o processamento da chamada no estado atual do BCSM
Connect	Roteia a chamada para um número de destino diferente (tradução de número, roteamento VPN)
ReleaseCall	Libera a chamada com um código de causa especificado
RequestReportBCSMEvent	Arma pontos de detecção para relatórios de eventos futuros (resposta, desconexão, abandono)
ApplyCharging	Aplica parâmetros de cobrança (duração máxima da chamada, aviso de cobrança)
FurnishChargingInformation	Fornece dados de cobrança em formato livre a serem incluídos no CDR
ResetTimer	Redefine o temporizador de inatividade do SSF para evitar timeout durante o longo processamento do SCP
SendChargingInformation	Envia informações de aviso de cobrança para a estação móvel
CallInformationRequest	Solicita informações da chamada a serem relatadas na liberação da chamada

---

Pontos de Detecção O-BCSM

O Modelo Básico de Estado de Chamada de Origem define os pontos de detecção disponíveis para chamadas MO conforme 3GPP TS 23.078.

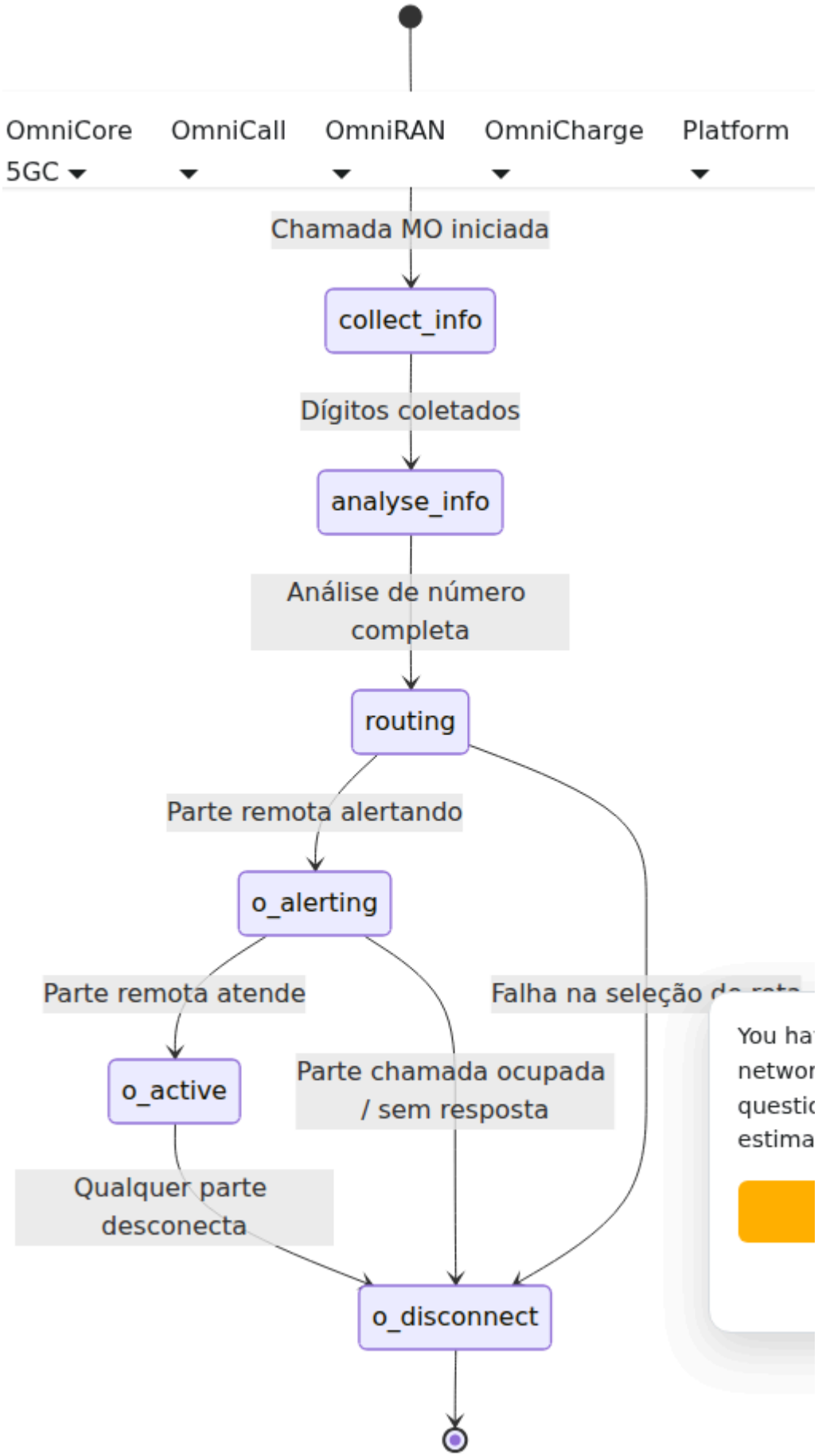

o_null
Chamada MO iniciada
collect_info
Dígitos coletados
analyse_info
Análise de número completa
routing
Parte remota alertando
o_alerting
Parte remota atende
Falha na seleção de rota
o_active
Parte chamada ocupada / sem resposta
Qualquer parte desconecta
o_disconnect

Ponto de Detecção	Estado BCSM	Gatilho
collected_info (DP 2)	collect_info	Dígitos discados disponíveis, antes da análise de número
analysed_info (DP 3)	analyse_info	Análise de número completa, antes do roteamento
route_select_failure (DP 4)	routing	Roteamento falha (sem rota, tronco ocupado, par inativo)
o_called_party_busy (DP 5)	o_alerting	Parte chamada ocupada
o_no_answer (DP 6)	o_alerting	Parte chamada não atende dentro do temporizador
o_answer (DP 7)	o_active	Parte chamada atende
o_disconnect (DP 9)	o_disconnect	Qualquer parte inicia desconexão

---

Pontos de Detecção T-BCSM

O Modelo Básico de Estado de Chamada de Término define os pontos de detecção disponíveis para chamadas MT.


OmniCore 5GC
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
Platform
Chamada MO iniciada
collect_info
Dígitos coletados
analyse_info
Análise de número completa
routing
Parte remota alertando
o_alerting
Parte remota atende
Falha na seleção
o_active
Parte chamada ocupada / sem resposta
Qualquer parte desconecta
o_disconnect

Ponto de Detecção	Estado BCSM	Gatil
terminating_attempt_authorized (DP 12)	terminating_attempt_authorized	Chamad recebid antes d paginaç
t_busy (DP 13)	t_alerting	Assinan chamad ocupad
t_no_answer (DP 14)	t_alerting	Assinan chamad não ate dentro d tempori
t_answer (DP 15)	t_active	Assinan chamad atende
t_disconnect (DP 17)	t_disconnect	Qualque parte in descone

Transporte TCAP/CAP

As operações CAP são realizadas em diálogos TCAP (Parte de Aplicação de Capacidades de Transação), que por sua vez utilizam a pilha de transporte SCCP/M3UA/SCTP. O OmniMSC utiliza um decodificador BER genérico através do módulo TcapDecoder para analisar os PDUs TCAP e CAP recebidos.

Parâmetro de Transporte	Valor
SSN (remoto, gsmSCF)	146
SSN (local, MSC/VLR/SSF)	8
Tipo de diálogo TCAP	Estruturado (TC-BEGIN, TC-CONTINUE, TC-END)
Codificação	ASN.1 BER (Regras de Codificação Básica)
Contexto de aplicação	Controle de chamada InitialDP: CAP v2 id-ac-CAP-gsmSSF-scfGenericAC 0.4.0.0.1.0.50.1

O endereço gsmSCF é um Título Global, roteado via Tradução de Título Global SCCP para o nó SCP. O OmniMSC mantém uma transação TCAP durante a vida útil de cada diálogo CAP, usando TC-CONTINUE para trocar operações dentro do diálogo e TC-END para fechá-lo. O gsmSCF responde ao SSN do MSC (8), então mensagens TCAP Continue / End / Abort recebidas são correspondidas ao seu diálogo de chamada pelo ID de transação de destino antes da divisão MAP / CAP por SSN.

Referências

Referência	Título	Relevância
3GPP TS 23.078	CAMEL Fase 3 -- Estágio 2	Arquitetura CAMEL, modelo BCSM, pontos de detecção
3GPP TS 29.078	Parte de Aplicação CAMEL (CAP) -- Estágio 3	Codificação do protocolo CAP, definições ASN.1
ITU-T Q.771-Q.775	Capacidades de Transação	Manuseio de diálogos e transações TCAP
ITU-T Q.711-Q.716	SCCP	Conexão de sinalização para transporte TCAP
3GPP TS 22.078	CAMEL -- Descrição do Serviço	Requisitos de serviço CAMEL

Registros de Detalhes de Chamadas

Este documento descreve o subsistema de Registro de Detalhes de Chamadas (CDR) no OmniMSC da Omnitouch. Os CDRs são gerados em conformidade com 3GPP TS 32.298 e fornecem a cobrança e trilha de auditoria para todos os serviços comutados por circuito tratados pelo MSC.

Para parâmetros de configuração relacionados a CDR, veja Referência de Configuração. Para a página de Estatísticas de CDR na interface web, veja Guia do Painel de Controle. Para métricas Prometheus e eventos de alarme relacionados a CDR, veja Métricas e Monitoramento.

Visão Geral

O OmniMSC gera CDRs para chamadas de voz, transações de SMS, atualizações de localização e eventos de roaming. Cada CDR captura a identidade do assinante, detalhes do serviço, carimbos de data/hora, localização e causa de término para uma única transação. Os CDRs são coletados na memória, armazenados em buffer e periodicamente gravados em arquivos no formato ASN.1 BER seguindo as estruturas de registro definidas na 3GPP TS 32.298.

O subsistema CDR consiste em dois componentes:

- **Coletor de CDR** -- recebe eventos do FSM de Controle de Chamadas, procedimentos de atualização de localização do VLR e manipuladores de SMS. Ele correlaciona eventos para chamadas ativas (configuração, alerta, resposta, liberação) em registros CDR completos e gerencia números de sequência por tipo de registro.
- **Gravador de CDR** -- grava registros de CDR codificados em arquivos no disco, gerenciando a rotação de arquivos com base no tamanho, contagem de registros e intervalo de tempo.

Tipos de Registro

O OmniMSC suporta os seguintes tipos de registro CDR, cada um identificado por uma tag ASN.1 única por TS 32.298.

Tag ASN.1	Tipo de Registro	Descrição
0	MOCallRecord	Chamada de voz originada por celular. Gerado quando um assinante origina uma chamada de voz.
1	MTCallRecord	Chamada de voz terminada em celular. Gerado quando um assinante recebe uma chamada de voz.
3	TransitRecord	Chamada de trânsito. Gerado para chamadas que transitam pelo MSC sem originar ou terminar em um assinante local.
5	MOSMSRecord	SMS originado por celular. Gerado quando um assinante envia uma mensagem curta.
6	MTSMSRecord	SMS terminado em celular. Gerado quando um assinante recebe uma mensagem curta.
10	SSActionRecord	Ação de serviço suplementar. Gerado quando um assinante invoca uma ação de serviço suplementar.
13	LocUpdateHLRRecord	Atualização de Localização (HLR). Gerado para procedimentos de atualização de localização no nível HLR, rastreando mudanças MSC/VLR.
14	LocUpdateVLRRecord	Atualização de Localização (VLR). Gerado para procedimentos de atualização de localização no nível VLR, rastreando mudanças de área de localização,

Tag ASN.1	Tipo de Registro	Descrição
		resultados de autenticação e alocação de TMSI.
17	RoamingRecord	Evento de roaming. Gerado para eventos de roaming inter-MSC.

Campos de CDR

Registros de Chamadas de Voz (MOCallRecord

e MTCallRecord)

Campo	Descrição
served_imsi	IMSI do assinante que originou ou recebeu a chamada
served_msisdn	MSISDN (número de telefone) do assinante atendido
served_imei	IMEI do equipamento móvel utilizado
calling_number	Número da parte que está chamando (número A)
called_number	Número da parte chamada (número B), presente em registros MO
connected_number	Número da parte que está realmente conectada (pode diferir do número chamado devido ao encaminhamento)
recording_entity	Endereço do MSC que gerou o CDR
msc_address	Endereço E.164 do MSC
msc_incoming_tkgp	Nome do grupo de tronco de entrada
msc_outgoing_tkgp	Nome do grupo de tronco de saída
location	Localização do assinante no momento da chamada, incluindo Código da Área de Localização (LAC) e Identidade da Célula (CI)
basic_service	Código do serviço de portadora ou teleserviço que identifica o tipo de serviço
seizure_time	Carimbo de data/hora UTC quando a chamada foi iniciada (mensagem de configuração recebida)

Campo	Descrição
answer_time	Carimbo de data/hora UTC quando a chamada foi respondida (pode ser nulo para chamadas não atendidas)
release_time	Carimbo de data/hora UTC quando a chamada foi liberada
call_duration	Duração da chamada em segundos, medida da resposta à liberação. Zero para chamadas não atendidas.
radio_chan_used	Tipo de canal de rádio utilizado (taxa total ou meia taxa)
cause_for_term	Razão para a terminação da chamada (veja Causa para Terminação abaixo)
diagnostics	Informações de diagnóstico: código de causa GSM 04.08, código de erro MAP ou causa específica da rede
call_reference	Número de referência de chamada único
sequence_number	Número de sequência por tipo de registro para detecção de lacunas por sistemas de cobrança a jusante
ms_classmark	Informações de classmark da estação móvel
system_type	Tipo de rede de acesso: GERAN, UTRAN ou desconhecido
partial_record_type	Para CDRs parciais: indica se este é um registro parcial intermediário ou final

Registros de SMS (MOSMSRecord e MTSMSRecord)

Campo	Descrição
served_imsi	IMSI do assinante
served_msisdn	MSISDN do assinante
served_imei	IMEI do equipamento móvel
service_centre	Endereço do Centro de Serviço de SMS
recording_entity	Endereço do MSC de gravação
location	Localização do assinante (LAC/CI)
message_reference	Número de referência da mensagem SMS (apenas MO)
destination_number	Número de destino do SMS (apenas MO)
originating_number	Número do remetente do SMS (apenas MT)
origination_time	Carimbo de data/hora da origem do SMS (MO) ou entrega (MT)
sms_result	Resultado da entrega do SMS: sucesso, falha na entrega ou encaminhado

Registros de Atualização de Localização

Campo	Descrição
served_imsi	IMSI do assinante
served_msisdn	MSISDN do assinante (apenas registros VLR)
recording_entity	Endereço da entidade de gravação
update_time	Carimbo de data/hora UTC da atualização de localização
update_type	Tipo de atualização: atualização de localização normal, atualização de localização periódica, anexação de IMSI ou desanexação de IMSI
old_location / new_location	Informações de localização anterior e nova (registros VLR: LAC/CI)
old_msc / new_msc	Endereços do MSC anterior e novo (registros HLR)
old_vlr / new_vlr	Endereços do VLR anterior e novo (registros HLR)
vlr_result / hlr_result	Resultado do procedimento de atualização de localização
authentication_result	Resultado da autenticação: sucesso, falha (sem vetores), falha (incompatibilidade de autenticação) ou não realizado (apenas registros VLR)
tmsi_allocated	Novo valor de TMSI se um foi alocado durante o procedimento (apenas registros VLR)

Causa para Terminação

O campo cause_for_term registra o motivo pelo qual uma chamada foi terminada. Os seguintes valores são definidos por TS 32.298.

Causa	Valor Inteiro	Descrição
normal_release	0	Liberação normal da chamada por qualquer parte
partial_record	1	CDR parcial gerado para uma chamada de longa duração (registro intermediário)
partial_record_call_reestablishment	2	Registro parcial devido à reestabelecimento da chamada
unsuccessful_call_attempt	3	Falha na configuração da chamada antes da resposta (ocupado, sem resposta, falha de roteamento)
abnormal_release	4	Liberação anormal devido a falha de link de rádio, erro de protocolo ou erro de sistema
CAMEL_init_call_release	5	Chamada liberada pelo serviço CAMEL (liberação iniciada pelo SCP)
management_intervention	52	Chamada liberada por intervenção do operador

---

Coletor de CDR

O Coletor é um GenServer que atua como o ponto central de coleta para eventos de CDR. Ele recebe notificações de eventos do FSM de Controle de Chamadas, VLR e manipuladores de SMS, e os correlaciona em registros CDR completos.

Fluxo de Eventos

Para chamadas de voz, o Coletor recebe uma sequência de eventos ao longo da vida da chamada:

1. Configuração da chamada -- registra a identidade do assinante, números chamados/chamantes, direção (MO ou MT), hora de captura e tipo de serviço.
2. Alerta da chamada -- registrado para diagnóstico, mas não gera um campo CDR.
3. Resposta da chamada -- registra o carimbo de data/hora da resposta e inicia o temporizador de CDR parcial para chamadas longas.
4. Liberação da chamada -- calcula a duração da chamada, seleciona a causa de terminação, gera o registro CDR final e o armazena em buffer para gravação.

Para SMS e atualizações de localização, o Coletor gera um registro CDR imediatamente a partir de uma única notificação de evento.

Armazenamento em Buffer e Gravação

Os registros de CDR são acumulados em um buffer na memória. O buffer é gravado no Gravador sob duas condições:

- Um temporizador de gravação periódica é acionado (intervalo padrão: 5000 ms).
- O buffer atinge seu tamanho máximo (padrão: 1000 registros), acionando uma gravação imediata.

Geração de CDR Parcial

Para chamadas de longa duração, o Coletor gera registros CDR parciais intermediários em um intervalo configurável (padrão: 3600 segundos / 1 hora). Cada CDR parcial captura o estado da chamada até aquele ponto. O registro CDR final na liberação da chamada é marcado como o último parcial se algum parcial intermediário foi gerado. Isso garante que os sistemas de cobrança a jusante possam reconstruir a duração completa da chamada, mesmo que o MSC falhe antes do término da chamada.

Números de Sequência

O Coletor mantém contadores de números de sequência independentes para cada tipo de registro (chamada MO, chamada MT, SMS MO, SMS MT, roaming, atualização de localização HLR, atualização de localização VLR). Os números de sequência aumentam monotonamente e se reiniciam em 10000. Sistemas de cobrança a jusante usam números de sequência para detectar lacunas indicando registros de CDR perdidos.

Nomeação de Arquivos CDR

Os arquivos CDR seguem uma convenção de nomenclatura que inclui a identidade do MSC, carimbo de data/hora e número de sequência:

<NodeID><*Date*><Time>_<SeqNum>.dat

Onde:

- NodeID é o nome do MSC (da configuração recording_entity).
- Date está no formato AAAAMMDD.
- Time está no formato HHMMSS.
- SeqNum é um número de sequência de 4 dígitos com preenchimento zero (reinicia em 10000).

Por exemplo: MSC01_20260329_143022_0001.dat

Os arquivos são gravados no formato ASN.1 BER contendo uma sequência de registros CDR conforme definido na TS 32.298.

Rotação de Arquivos

Os arquivos CDR são rotacionados (fechados e um novo arquivo aberto) quando qualquer uma das seguintes condições é atendida:

- O arquivo excede o tamanho máximo configurado (padrão: 10 MB).
- O arquivo contém o número máximo configurado de registros (padrão: 100.000).
- O intervalo de tempo configurado se passou desde que o arquivo foi aberto (padrão: 3600 segundos).
- Uma rotação explícita é acionada via API.

Configuração

O subsistema CDR é configurado através dos parâmetros de inicialização do Coletor e do Gravador.

Parâmetros do Coletor

Parâmetro	Padrão	Descrição
recording_entity	(obrigatório)	Endereço ou nome do MSC de gravação, escrito em cada registro CDR
msc_address	Mesmo que recording_entity	Endereço E.164 do MSC incluído nos registros de chamada
flush_interval	5000 ms	Intervalo entre gravações periódicas do buffer para o Gravador
buffer_size	1000	Número máximo de registros CDR mantidos no buffer antes de uma gravação forçada
partial_cdr_interval	3600 segundos	Intervalo para gerar CDRs parciais intermediários em chamadas de longa duração

Parâmetros do Gravador

Parâmetro	Padrão	Descrição
output_dir	(obrigatório)	Diretório onde os arquivos CDR são gravados. Criado automaticamente se não existir.
node_id	(obrigatório)	Identificador do elemento de rede usado nos nomes dos arquivos CDR
extension	.dat	Extensão do arquivo para arquivos CDR
max_file_size	10.000.000 bytes (10 MB)	Tamanho máximo do arquivo antes da rotação
max_records	100.000	Número máximo de registros por arquivo antes da rotação
rotation_interval	3600 segundos	Tempo máximo que um arquivo permanece aberto antes da rotação. Defina como nulo para desativar a rotação baseada em tempo.

Interface Web de CDR

A página de Estatísticas de CDR no Painel de Controle exibe informações em tempo real sobre o subsistema CDR.

Página de Estatísticas de CDR mostrando o status do gravador, profundidade do buffer, chamadas ativas rastreadas e números de sequência por tipo.

Campo	Descrição
Registros no Arquivo	Número de registros CDR gravados no arquivo de saída atual
Pendentes no Buffer	Número de registros CDR armazenados em memória aguardando a próxima gravação
Chamadas Ativas Rastreadas	Número de chamadas com estado CDR aberto (entre configuração e liberação)
Arquivo Atual	Caminho do arquivo de saída CDR atual, ou "Nenhum arquivo aberto" se ocioso
Números de Sequência	Contadores de sequência por tipo de registro mostrando o próximo número de sequência para cada tipo de CDR

A página é atualizada automaticamente a cada 5 segundos via WebSocket.

Referências de Especificação 3GPP

Especificação	Título	Relevância
TS 32.298	Regras de Codificação de Registro de Dados de Cobrança	Tipos de registros CDR, estrutura ASN.1, definições de campos
TS 32.205	Descrição de Dados de Cobrança para o Domínio CS	Princípios de cobrança do domínio CS e requisitos de conteúdo do CDR
TS 32.015	Cobrança e Faturamento	Contexto geral da arquitetura de cobrança

Referência de Configuração

Este documento cobre todos os parâmetros de configuração para OmniMSC. A configuração é especificada em arquivos de configuração Elixir (`config.exs`, `dev.exs`, `runtime.exs`) e pode ser substituída em tempo de execução via variáveis de ambiente.

Para um exemplo de início rápido, veja o Guia de Operações.

Identidade do MSC

`config :omnimsc, :msc`

Define a identidade da rede SS7 do MSC, usada para endereçamento SCCP, operações MAP, identificação da Área de Localização e geração de CDR. Os parâmetros da identidade do MSC ativa são visíveis na página do Sistema do painel de controle — para mais informações, veja o Guia do Painel de Controle.

```
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]
```

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descriç
`point_code`	`integer` ou `[integer, integer, integer]`	Sim	`0`	Código de p SS7. Pode s especificad um inteiro p ou no forma de 14 bits `[ c]` (codifica como `a*204 b*8 + c`).
`global_title`	`string`	Sim	`"00000000000"`	Título Globa (número E.1 para roteam MAP para HI SMSc e nós
`name`	`string`	Sim	`"OMNIMSC01"`	Nome lógic MSC. Usado campo `recording_` do CDR, descrições d alarmes e mensagens log.
`msc_number`	`string`	Sim	--	Endereço E. MSC, enviad HLR na atualização localização I usado para roteamento chamadas M

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descriç
`vlr_number`	`string`	Sim	--	Endereço E. VLR co-local enviado ao I atualização localização I Normalment mesmo que `msc_number`
`mcc`	`integer`	Sim	--	Código do P Móvel (3 díg Combinado `mnc` e `lac` p formar a Identidade d Área de Localização transmitida Informações Sistema.
`mnc`	`integer`	Sim	--	Código da R Móvel (2 ou dígitos).
`lac`	`integer`	Sim	--	Código da Á Localização bits). Identif área de localização atendida po MSC/VLR.
`allowed_a5`	`list(atom)`	Não	`[:a5_1, :a5_3]`	Algoritmos d cifra A5

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descriç
				permitidos p criptografia interface aé Valores válic `:a5_0`, `:a5_` `:a5_2`, `:a5_` negociação algoritmo pr A5/3 > A5/1 A5/0 (3GPP 48.008).

HLR

`config :omnimsc, :hlr`

Configura o endereço HLR remoto para operações MAP (Enviar Informações de Autenticação, Atualizar Localização, Inserir Dados do Assinante, Purgar MS).

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`address`	`string`	Sim	--	Título Global HLR (número E.164) para roteamento MAP.
`point_code`	`integer` ou `[integer, integer, integer]`	Não	--	Código de ponto SS7 HLR para roteamento MTP3 direto quando a Tradução de Título Global não é usada. Pode ser um inteiro plano ou formato ITU de 14 bits `[a, b, c]`.

VLR

`config :omnimsc, :vlr`

Controla o comportamento do Registro de Localização do Visitante, incluindo política de autenticação, gerenciamento de TMSI e modos de laboratório/convidado.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão
`hlr_adapter`	`module`	Não	`Omnimsc.VLR.HLR.Default`
`auth_required`	`boolean`	Não	`true`
`tmsi_realloc`	`boolean`	Não	`true`
`num_auth_vectors`	`integer`	Não	`1`

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão
`lab_mode`	`boolean`	Não	`false`
`guest_mode`	`boolean`	Não	`false`

M3UA / STP

`config :omnimsc, :m3ua_asp`

Configura a conexão M3UA ASP (Application Server Process) a um Ponto de Transferência de Sinalização. Toda a sinalização SS7 (interface A, MAP para HLR/SMSc, ISUP) é roteada através deste link.

```
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
```

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`enabled`	`boolean`	Não	`false`	Se deve iniciar o cliente M3UA ASP. Quando `false`, nenhuma conexão STP é estabelecida
`local_ip`	`tuple`	Não	`{0, 0, 0, 0}`	Endereço IP local de ligação SCTP como uma tupla Erlang.
`local_port`	`integer`	Não	`0`	Porta local de ligação SCTP. Use `0` para deixar o sistema operacional atribuir uma porta efêmera.
`remote_ip`	`tuple`	Sim	--	Endereço IP SCTP STP como uma tupla Erlang.
`remote_port`	`integer`	Não	`2905`	Porta SCTP STP. A porta 2905 é a porta M3UA

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
				atribuída pela IANA.
`routing_context`	`integer`	Não	--	Valor do contexto de roteamento M3UA. Deve corresponder à configuração AS do STP para este ASP.
`receive_watchdog`	`boolean`	Não	`true`	Se deve habilitar o watchdog de heartbeat M3UA. Quando `true`, o ASP monitora a falta de BEAT-Ack e aciona a recuperação do link.

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`receive_watchdog_idle`	`integer`	Não	`15`	Intervalo ocioso em segundos antes que o watchdog de recebimento considere o link parado.

O código de ponto local é retirado de `:msc` `point_code`; um `point_code` definido sob `:m3ua_asp` não é lido. O indicador de rede MTP3 não é configurável aqui.

Os ouvintes SCTP diretos (para conexões BSC sem um STP) são configurados sob `config :omnimsc, :sctp`:

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`name`	`atom`	Sim	--	Nome lógico do ouvinte para buscas de associação SCTP e exibição no painel de controle.
`ip`	`tuple`	Não	`{0, 0, 0, 0}`	Endereço IP de ligação. Use `{0, 0, 0, 0}` para todas as interfaces.
`port`	`integer`	Não	`2905`	Porta de ligação SCTP.
`ppid`	`integer`	Não	`3`	Identificador de Protocolo de Payload SCTP. O valor `3` indica M3UA (RFC 4666).

Substituição em tempo de execução: Defina as variáveis de ambiente `SCTP_LISTEN_IP` e `SCTP_LISTEN_PORT`.

SIP

`config :omnimsc, :sip`

Configura o ouvinte SIP e os gateways SIP pares para interconexão 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]]
  ]
```

Parâmetros do Ouvinte SIP

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`signaling_address`	`string`	Não	--	Endereço IP usado nos cabeçalhos SIP Contact e linhas SDP `c=`. Deve ser acessível pelos pares SIP. Retorna ao endereço do ouvinte SCTP se não definido.
`listen_ip`	`tuple`	Não	`{0, 0, 0, 0}`	Endereço de ligação do ouvinte SIP.
`listen_port`	`integer`	Não	`5060`	Porta do ouvinte SIP.
`transport`	`atom`	Não	`:udp`	Protocolo de transporte padrão. Um dos `:udp`, `:tcp`, `:tls`.

Parâmetros do Par SIP

Cada par na lista `peers` aceita o seguinte:

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descriç
`name`	`string`	Sim	--	Nome lógico d Referenciado r entradas da ta roteamento co `:sip`.
`address`	`string`	Sim	--	Endereço IP ou do host do par
`port`	`integer`	Não	`5060`	Porta SIP do pa
`transport`	`atom`	Não	`:udp`	Transporte par par: `:udp`, `:tc` `:tls`.
`codecs`	`list(atom)`	Não	`[:pcmu, :pcma]`	Codecs de áud suportados. Va válidos: `:pcmu` `:amr`, `:amr_wb`
`max_channels`	`integer`	Não	`100`	Máximo de cha simultâneas pa par. Novas cha são rejeitadas `max_channels_` quando o limit atingido.
`options_interval`	`integer` ou `nil`	Não	`nil`	Intervalo em s para sondas de manutenção d SIP. O status d transita para `:` as respostas d cessarem. Defi

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descriç
				como `nil` para desabilitar.

Para configuração de roteamento que referencia esses pares, veja Configuração de Roteamento. Para comportamento de manutenção de opções SIP e estados de saúde do par, veja SIP Trunking.

MGCP / Mídia

`config :omnimsc, :mgcp` e `config :omnimsc, :media`

MGCP (Protocolo de Controle de Gateway de Mídia, RFC 3435) é usado para controlar gateways de mídia para configuração de caminho de portadora. O MSC atua como o Agente de Chamada MGCP, emitindo comandos CRCX, MDCX e DLCX para gateways. A chave `:media` seleciona qual protocolo de controle de mídia usar.

```
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
```

Parâmetros MGCP

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`listen_port`	`integer`	Não	`2727`	Porta UDP local para o Agente de Chamada MGCP (RFC 3435 Sec 2.2). Defina como `0` para desabilitar o transporte MGCP (por exemplo, em teste).
`gateways`	`list(map)`	Não	`[]`	Lista de gateways de mídia gerenciados.

Parâmetros do Gateway

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`name`	`string`	Sim	--	Identificador lógico do gateway usado para buscas e exibição no painel de controle.
`address`	`string`	Sim	--	Endereço IP do gateway de mídia.
`port`	`integer`	Não	`2427`	Porta MGCP no gateway.
`domain`	`string`	Sim	--	Nome de domínio do gateway usado na nomeação de endpoint (por exemplo, `aaln/1@mgw`). Necessário — não há padrão.
`endpoints`	`list`	Não	`[]`	Identificadores de endpoint pré-declarados no gateway.
`max_connections`	`integer`	Não	`1000`	Máximo de conexões simultâneas que

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
				o MSC fará neste gateway.

Modo de Mídia

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`gateway`	`string`	Não	`"MGW-01"`	Nome do gateway padrão (deve corresponder a um `name` de gateway da configuração MGCP ou Megaco).
`mode`	`atom`	Não	`:megaco`	Protocolo de controle de mídia: `:mgcp` para RFC 3435 ou `:megaco` para ITU-T H.248. O fallback compilado quando não definido é `:megaco`; o `config.exs` enviado define explicitamente `:mgcp`.

Transporte Megaco

`config :omnimsc, :megaco`

Usado quando `:media` `mode` é `:megaco` (ITU-T H.248).

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`listen_port`	`integer`	Não	`2944`	Porta UDP local para o Controlador de Gateway de Mídia Megaco/H.248.

SMSc

`config :omnimsc, :smsc`

Configura o endereço do Centro de Serviços de Mensagens Curtas para operações MAP MT-ForwardSM e MO-ForwardSM.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`address`	`string`	Sim	--	Título Global SMSc (número E.164) para roteamento MAP.

CDR

`config :omnimsc, :cdr`

Os registros CDR são gerados por 3GPP TS 32.250 pelo Coletor de CDR e escritos em arquivos no formato ASN.1 BER (3GPP TS 32.298) pelo Escritor de CDR. A nomenclatura dos arquivos segue o padrão `<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
```

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	
`output_dir`	`string`	Sim	`"/tmp/omnimsc/cdr"`	Dire arqu CDR grav proc Cria auto se n
`max_file_size`	`integer`	Não	`10,000,000`	Tam do a byte (apr 10 M arqu qua tam exce
`max_records`	`integer`	Não	`100,000`	Núm regi arqu
`rotation_interval`	`integer`	Não	`3600`	Inte de a em seg arqu cria perí inde do t cont regi

Rotas

`config :omnimsc, :routes`

Define regras de roteamento baseadas em prefixo que mapeiam prefixos de números discados para destinos. A tabela de rotas usa correspondência de prefixo mais longo com prioridade como critério de 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}
]
```

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`prefix`	`string`	Sim	--	Prefixo de número a ser correspondido. A string vazia `""` atua como uma rota padrão catch-all.
`type`	`atom`	Sim	--	Tipo de destino: `:local`, `:sip`, `:isup`, `:transit`, `:gmsc`, `:sip_i` ou `:sip_with_failover`.
`priority`	`integer`	Não	`10`	Prioridade da rota. Valores mais altos têm precedência quando várias rotas correspondem ao mesmo prefixo.
`peer`	`string`	Condicional	--	Nome do par SIP (necessário quando `type` é `:sip`, `:sip_i` ou `:sip_with_failover`) Deve corresponder a um `name` de par da configuração SIP.
`trunk_group`	`string`	Condicional	--	Nome do grupo de troncos ISUP (necessário quando `type` é `:isup`).
`point_code`	`[integer, integer,`	Condicional	`[0, 0, 0]`	Código de ponto de destino para

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
	`integer]`			roteamento ISUP.
`cic_range`	`{integer, integer}`	Não	`{1, 31}`	Intervalo inclusivo de Códigos de Identificação de Circuito para troncos ISUP.
`transport`	`atom`	Não	`:udp`	Sobrescrição de transporte SIP para esta rota.

As rotas também podem ser gerenciadas em tempo de execução via API REST (`POST /routes`, `DELETE /routes`) e na interface da Web. Para exemplos detalhados de roteamento, veja Configuração de Roteamento.

Informações MM

`config :omnimsc, :mm_info`

Controla a mensagem de INFORMAÇÃO MM enviada para a estação móvel após a Aceitação da Atualização de Localização (3GPP TS 24.008 seção 9.2.15a). Contém o nome da rede, hora e fuso horário.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`network_name`	`string`	Não	`"Omnitouch"`	Nome completo da rede exibido no dispositivo. Codificado no alfabeto padrão de 7 bits GSM (3GPP TS 24.008 10.5.3.5a).
`short_name`	`string` ou `nil`	Não	`nil`	Nome curto da rede. Omitido da mensagem de INFORMAÇÃO MM quando `nil`.
`timezone_offset`	`integer`	Não	`0`	Deslocamento UTC em quartos de hora. Por exemplo, UTC+5:30 (Índia) é `22`, UTC-5 (Leste dos EUA) é `-20`. Codificado em BCD conforme 3GPP TS

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
				24.008 10.5.3.8.

Pool de MSC

`config :omnimsc, :pool`

Configura a operação de MSC em Pool conforme 3GPP TS 23.236. O modo de pool permite que várias instâncias de MSC compartilhem BSCs via A-Flex, proporcionando distribuição de carga e resiliência.

```
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}
  ]
```

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`enabled`	`boolean`	Não	`false`	Se deve habilit operação do po de MSC. Quand `false`, o MSC opera em mod autônomo.
`pool_id`	`string`	Condicional	`nil`	Identificador da área do pool. Necessário qua `enabled` é `tru`
`nri_bitlength`	`integer`	Não	`10`	Número de bits para o campo Identificador de Recurso de Rec extraído do TM Deve ser idênti entre todos os membros do po
`nri_values`	`list(integer)`	Condicional	`[]`	Valores NRI pertencentes a esta instância MSC. Não deve sobrepor outros membros do po Necessário qua `enabled` é `tru`
`null_nri`	`integer`	Não	`0`	Valor NRI indica um TMSI não atribuído. Acion reencaminham baseado em NR

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
				para o membro correto do pool
`members`	`list(map)`	Não	`[]`	Outras instâncias de MSC no pool. Cada membro possui `name`, `nri_values`, `address` e `port`

Para detalhes sobre a arquitetura do pool e layout de bits NRI, veja Pool de MSC & NRI.

Sobrecarga

`config :omnimsc, Omnimsc.Overload`

Limites de proteção contra sobrecarga. Quando qualquer limite é excedido, novas solicitações de serviço (chamadas, paginação, Atualizações de Localização) são rejeitadas com a causa GSM 42 (congestão de equipamento de comutação). A função `admit?/0` fornece leituras sem bloqueio via `persistent_term` para sobrecarga mínima no caminho quente.

```
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
```

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`max_calls`	`integer`	Não	`10,000`	Máximo de chamadas ativas simultâneas antes de entrar em estado de sobrecarga.
`max_subscribers`	`integer`	Não	`50,000`	Máximo de assinantes registrados no VLR antes da sobrecarga.
`max_process_count`	`integer`	Não	`500,000`	Máximo de contagem de processos da VM BEAM antes da sobrecarga. Monitora a pressão total do processo da VM.
`max_paging_rate`	`integer`	Não	`1,000`	Máximo de solicitações de paginação por segundo antes da sobrecarga.
`check_interval`	`integer`	Não	`5,000`	Intervalo em milissegundos

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
				entre verificações de limite de sobrecarga.

As transições de estado de sobrecarga emitem eventos de telemetria `[:omnimsc, :overload, :state_change]` para monitoramento externo. Veja Referência de Métricas.

SGs / CSFB

`config :omnimsc, :sgs`

Configura a interface SGs-AP para Fallback de Circuito Comutado (CSFB) e SMS sobre SGs com MME LTE conforme 3GPP TS 29.118.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descriçã
`listen_port`	`integer`	Não	`29118`	Porta SCT de escuta para conexões SGs-AP de MMEs. A porta 29118 é o padrão atribuído pela 3GPF Defina como `0` para desabilita SGs.
`vlr_name`	`string`	Não	`"vlr.omnimsc.local"`	Nome do VLR (FQDN) enviado aos MMEs na Aceitação da Atualizaçã de Localizaçã SGs-AP. O MME usa isso para identificar e roteiriza para esta

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descriçã
				instância de VLR.

Para detalhes do protocolo SGs, estados de associação e fluxos de chamadas CSFB, veja SGs / CSFB.

USSD

`config :omnimsc, :ussd`

Configura gateways USSD externos para roteamento de solicitações de Dados de Serviço Suplementar Não Estruturado. Cada gateway lida com códigos de serviço USSD específicos (por exemplo, `*100#` para saldo). Um gateway com `codes: :all` atua como a opção padrão para códigos não correspondidos.

```
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}
  ]
```

Parâmetros do Gateway USSD

Cada gateway na lista `gateways` aceita o seguinte:

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`name`	`string`	Não	`"unnamed"`	Nome lógico do gateway para registro e exibição no painel de controle.
`address`	`string`	Sim	--	Título Global do gateway (número E.164) para roteamento USSD MAP.
`ssn`	`integer`	Não	`147`	Número de Subsistema SCCP para o gateway. O SSN 147 é o padrão para USSD.
`codes`	`list(string)` ou `:all`	Não	`:all`	Códigos de serviço USSD tratados por este gateway (por exemplo, `["*100", "*101"]`). Defina como `:all` para um gateway padrão catch-all.

Para detalhes do protocolo USSD e comportamento de retransmissão, veja USSD.

Emergência

`config :omnimsc, Omnimsc.Emergency`

Configura a detecção de números de emergência, classificação de categoria de serviço e roteamento PSAP conforme 3GPP TS 22.101.

As mensagens de Configuração de Emergência (3GPP TS 24.008 §9.3.8) não transportam um IE de Número BCD da Parte Chamadora — ao contrário do CC SETUP regular, o dispositivo não inclui os dígitos discados. O OmniMSC usa o `psap_address` configurado como o número chamado para busca na tabela de rotas e o Request-URI SIP de saída. Este valor deve corresponder a um prefixo na tabela de rotas para que a chamada possa ser roteada para o par SIP ou tronco apropriado.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descriçã
`numbers`	`list(string)`	Não	`["112", "911", "999", "000", "110", "119"]`	Números d emergência reconhecid Chamadas para esses números ignoram autenticaçã criptografia bloqueio de chamadas.
`psap_address`	`string`	Não	`"112"`	Número chamado usado para roteamento de chamad de emergência Como as mensagens de Configuraçã de Emergência não transportar número chamado, este valor é usado com a parte chamada para busca na tabela d

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descriçã
				rotas e o tronco de saída (Request-U SIP INVITE Número da Parte Chamadora ISUP IAM). Defina isso como um número qu correspond a um prefix de rota de emergênci na tabela d rotas.
`allow_without_sim`	`boolean`	Não	`true`	Se deve permitir chamadas emergênci de estaçõe móveis sen SIM inserid (IMSI ausente). D acordo com 3GPP TS 22.101, as redes deve permitir iss

Nó & Tempo de Execução

Chaves de nível superior `config :omnimsc` que controlam a identidade do nó e a árvore de supervisão.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descriç
`node_id`	`string`	Não	`"OMNIMSC01"`	Identificador usado no `recording_e` do CDR, nom arquivos CDR status do sist
`point_code`	`integer`	Não	`500`	Código de po local usado c `local_msc_i` coletor CDR.
`max_restarts`	`integer`	Não	`3`	Máximo de reinicializaçõ supervisor de superior dent sua janela de reinicializaçã que o nó seja desligado.
`overload_monitor`	`boolean`	Não	`true`	Se deve inicia monitor de sobrecarga/c de processos periódico. De como `false` teste.

Paginação

`config :omnimsc, :paging`

Controla o comportamento de retransmissão de paginação para procedimentos terminados em móvel.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`max_retries`	`integer`	Não	`2`	Número de retransmissões de paginação antes de desistir de uma solicitação terminada em móvel.
`retry_interval_ms`	`integer`	Não	`5_000`	Intervalo em milissegundos entre retransmissões de paginação.

EIR

`config :omnimsc, :eir`

Configura a verificação de IMEI do Registro de Identidade do Equipamento.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão
`enabled`	`boolean`	Não	`false`
`check_on`	`list(atom)`	Não	`[:location_updating, :cm_service_request]`
`backend`	`module`	Não	`Omnimsc.EIR.Backend.Default`

Transferência

`config :omnimsc, :handover`

Configura o pool de Números de Transferência usados para transferência entre MSCs.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`ho_number_prefix`	`string`	Não	`"8888"`	Prefixo para Números de Transferência alocados.
`ho_number_count`	`integer`	Não	`100`	Número de Números de Transferência no pool de alocação.

SRVCC (Interface Sv)

`config :omnimsc, :srvcc`

Configura a interface Sv (SRVCC GTPv2-C) para Continuidade de Chamada de Voz de Rádio Única.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`sv_enabled`	`boolean`	Não	`false`	Se deve iniciar o transporte Sv SRVCC (GTPv2-C).
`sv_port`	`integer`	Não	`2123`	Porta UDP para a interface Sv. A porta 2123 é o padrão GTP-C.
`local_ip`	`tuple`	Não	--	IP local de ligação para o transporte Sv como uma tupla Erlang.

LCS

`config :omnimsc, :lcs`

Configura os Serviços de Localização.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`default_location`	`{number, number}`	Não	`{0.0, 0.0}`	Fallback `{latitude, longitude}` em graus decimais retornado para uma correção baseada em célula quando nenhum resultado SMLC preciso está disponível.

Segurança

`config :omnimsc, :security`

Configura a proibição de falhas de autenticação.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descriçã
`auth_failure_threshold`	`integer`	Não	`3`	Número de falhas consecutiva de autenticaçã após as quais um assinante é barrado.

Roteamento (Análise de Números)

`config :omnimsc, :routing`

Configura a análise de números para tratamento de prefixos nacionais/internacionais e detecção de emergência. Isso é distinto da tabela de rotas baseada em prefixo (`:routes`).

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descr
`international_prefix`	`string`	Não	`"00"`	Prefixo discage indicand número internac
`national_prefix`	`string`	Não	`"0"`	Prefixo discage indicand número naciona (tronco)
`emergency_numbers`	`list(string)`	Não	`["112", "911", "110"]`	Número classific como emergê pela ana de núm
`country_code`	`string`	Não	`""`	Código país pre ao norm número naciona E.164.
`area_code`	`string`	Não	`""`	Código área usa normali número locais d assinan

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Desc
`short_codes`	`list`	Não	`[]`	Entrada código c como tu `{code, destina`

SCCP

`config :omnimsc, :sccp`

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`local_subsystems`	`list(integer)`	Não	`[7, 8]`	Números de Subsistema SCCP que este nó hospeda localmente (usado pela gestão SCCP para manuseio SSA/SSP).

CAMEL

Chaves de nível superior `config :omnimsc` para CAMEL (Aplicações Personalizadas para Redes Móveis Lógica Aprimorada) disparando serviços.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descri
`camel_service_keys`	`map`	Não	`%{}`	Mapa de chaves de serviço C para substituiç de endereça SCP.
`camel_default_scp_address`	`string`	Não	--	Título Glo gsmSCF (padrão us quando u chave de serviço n tem ende explícito.
`camel_timers`	`map`	Não	`%{}`	Substituiç de temporiza CAMEL.

Reaper VLR

`config :omnimsc, :vlr_reaper`

Configura o reaper periódico que purga registros de assinantes VLR obsoletos.

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão
`scan_interval_ms`	`integer`	Não	`60_000`
`notify_hlr`	`boolean`	Não	`true`
`hlr`	`module`	Não	`Omnimsc.VLR.HLR.Default`

SIP-I

`config :omnimsc, :sip_i`

Configura pares SIP-I (SIP com ISUP encapsulado, ITU-T Q.1912.5) para interconexão entre MSC e 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 na lista `peers` aceita o seguinte:

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`name`	`string`	Sim	--	Nome lógico do par. Referenciado nas entradas da tabela de roteamento com tipo `:sip_i`.
`address`	`string`	Sim	--	Endereço IP ou nome do host do par.
`port`	`integer`	Não	`5060`	Porta SIP do par.
`transport`	`atom`	Não	`:tcp`	Transporte para este par: `:udp`, `:tcp` ou `:tls`.
`isup_version`	`atom`	Não	`:itu_t92`	Variante ISUP transportada no corpo encapsulado: `:itu_t92` ou `:ansi`.
`trunk_group_id`	`string` ou `nil`	Não	--	Identificador do grupo de troncos usado para roteamento (por

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
				exemplo, `"TG-InterMSC-01"`).
`point_code`	`[integer, integer, integer]` ou `integer` ou `nil`	Não	--	Código de ponto SS7 remoto para o contexto de roteamento ISUP.
`codecs`	`list(atom)`	Não	`[:pcmu, :pcma]`	Codecs de áudio suportados.
`max_channels`	`integer`	Não	`100`	Máximo de chamadas simultâneas para este par.

Interface Web

`config :omnimsc, OmnimscWeb.Endpoint`

O painel de controle web é servido por um endpoint Phoenix com LiveView. Ele fornece painéis em tempo real para assinantes, chamadas, conexões, roteamento e alarmes.

```
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"]
```

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	
`http.ip`	`tuple`	Não	`{0, 0, 0, 0}`	En liga `{1` pa loc
`http.port`	`integer`	Não	`4000`	Po HT de
`url.host`	`string`	Não	`"localhost"`	No ge De no pú pro
`secret_key_base`	`string`	Sim	--	Ch ass ses Ge `ph` Ne pro va am `SE`
`server`	`boolean`	Não	`true`	Se ser De `fa` des de

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	
`check_origin`	`boolean`	Não	`true` (prod)	Se os ori We cor des
`pubsub_server`	`atom`	Não	`Omnimsc.PubSub`	No Pul tra Liv
`live_view.signing_salt`	`string`	Não	`"oMnImScLv"`	Sal da Liv

Substituição em tempo de execução: Defina as variáveis de ambiente `SECRET_KEY_BASE`, `PHX_HOST` e `PORT`. Em produção, HTTPS com a porta 443 é configurado automaticamente.

API REST

`config :api_ex`

A API REST é servida pelo api_ex em uma porta separada, fornecendo acesso programático a assinantes, chamadas, rotas, pares SIP, conexões e saúde do 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
  }
```

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`port`	`integer`	Não	`8444`	Porta de escuta HTTP para a API REST.
`listen_ip`	`string`	Não	`"0.0.0.0"`	Endereço IP de ligação para o ouvinte da API.
`product_name`	`string`	Não	`"Omnitouch MSC"`	Nome do produto exibido na interface Swagger.
`title`	`string`	Não	`"API - Omnitouch MSC"`	Título da página para a interface Swagger.
`hostname`	`string`	Não	`"localhost"`	Nome do host para geração de URL da API.
`enable_tls`	`boolean`	Não	`false`	Se deve habilitar TLS para o endpoint da API.

Endpoints da API Disponíveis

Caminho	Métodos	Descrição
`GET /subscribers`	GET, DELETE	Listar ou remover assinantes VLR.
`POST /subscribers/:id/actions`	POST	Acionar ações de assinante (paginação, desconexão).
`GET /calls`	GET, DELETE	Listar ou liberar chamadas ativas.
`GET /sms`	GET	Listar transações SMS.
`GET /routes`	GET, POST, DELETE	Gerenciar a tabela de rotas.
`GET /routes/lookup`	GET	Procurar uma rota pelo número discado.
`GET /sip/peers`	GET, PATCH	Listar ou atualizar a configuração do par SIP.
`GET /mgw`	GET	Listar status do gateway de mídia.
`GET /ran/connections`	GET	Listar conexões RAN ativas (interface A).
`GET /ran/bscs`	GET	Listar BSCs conectados.
`GET /stp`	GET	Mostrar status da conexão STP.
`GET /health`	GET	Verificação de saúde do sistema.

Caminho	Métodos	Descrição
`GET /status`	GET	Resumo do status do sistema.
`POST /paging`	POST	Acionar uma solicitação de paginação.
`POST /silent`	POST	Iniciar uma chamada silenciosa ou SMS silencioso.

Exemplo Completo de Configuração

para Produção

```
# 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
```

Painel de Controle

Este documento descreve o painel de controle baseado na web do OmniMSC, uma interface de monitoramento e gerenciamento em tempo real construída com Phoenix LiveView. O painel de controle é acessível em `http://<host>:4000` e fornece visibilidade ao vivo sobre assinantes, chamadas, conexões, roteamento, CDRs e saúde do sistema.

Todas as páginas se atualizam automaticamente via push de WebSocket. A maioria das páginas se atualiza a cada 5 segundos; a página de Chamadas Ativas se atualiza a cada 2 segundos. Nenhum recarregamento manual da página é necessário. O botão de alternância de autoatualização em cada página permite pausar as atualizações ao inspecionar um registro específico.

Para configuração de endpoint (endereço de ligação, porta), veja Referência de Configuração. Para a API REST, veja Referência da API.

Painel

O painel é a página principal de entrada, fornecendo um resumo de relance de todo o MSC.

Cartões de Resumo

A linha superior exibe seis contadores em tempo real:

Cartão	Descrição
Assinantes	Número de assinantes atualmente registrados no VLR
Chamadas Ativas	Número de transações de chamadas ativas no CC FSM
SMS Ativos	Número de transações de SMS em andamento
Conexões RAN	Contagem de BSCs e RNCs com associações SCTP ESTABELECIDAS
Status do Link STP	Estado M3UA ASP em relação ao STP (ATIVO, INATIVO, DESCONECTADO)
Tempo de Atividade do Sistema	Tempo decorrido desde o início da aplicação

Tabela de Links SS7

Exibe o status de todos os links de sinalização SS7 configurados, incluindo o estado M3UA ASP e o modo de tráfego.

Tabela de BSCs Conhecidos

Lista cada BSC por nome, código de ponto, contagem de células e estado de associação SCTP.

Tabela de Pares SIP

Coluna	Descrição
Nome	Nome lógico do par
Endereço	Endereço IP do par e porta SIP
Chamadas	Contagem atual de chamadas ativas neste par
Status	Insígnia de estado de saúde (Ativo, Inativo, Desconhecido)

Tabela de Gateways de Mídia

Lista gateways de mídia configurados com nome, endereço, protocolo (MGCP ou Megaco) e status de alcançabilidade.

Feed de Eventos Recentes

Um feed rolante dos eventos de telemetria mais recentes, cada um marcado com uma insígnia de tipo de evento (CHAMADA, LU, PAR, INFO) e timestamp UTC. Os eventos são enviados em tempo real à medida que ocorrem.

Assinantes

A página de Assinantes fornece uma lista pesquisável de todos os registros de assinantes do VLR. Insira um IMSI ou MSISDN (correspondência parcial suportada) na caixa de pesquisa para filtrar a lista em tempo real.

Colunas da Lista de Assinantes

Coluna	Descrição
IMSI	Identidade Internacional do Assinante Móvel
MSISDN	Número ISDN da Estação Móvel
TMSI	Identidade Móvel Temporária alocada pelo VLR
LAC	Código da Área de Localização da célula atual do assinante
Estado	Estado de registro no VLR
Auth	Status de autenticação
LU	Status de conclusão da Atualização de Localização

Detalhe Expansível do Assinante

Clicar em uma linha de assinante expande uma visão detalhada organizada nas seguintes seções.

Identidade

Campo	Descrição
IMSI	Identidade Internacional do Assinante Móvel
MSISDN	Número ISDN da Estação Móvel
TMSI	Identidade Móvel Temporária
IMEI	Identidade Internacional do Equipamento Móvel (se disponível)
Número HLR	Endereço do HLR de origem do assinante

Localização e Estado

Campo	Descrição
LAC	Código da Área de Localização
CI	Identidade da Célula
BSC Servidor	Nome do BSC que atualmente atende este assinante
Tipo RAN	Tipo de acesso rádio (GERAN-A, UTRAN-Iu ou SGs)
Contagem de Uso	Número de tokens de contagem de uso ativo mantidos pelo MSC-A deste assinante
Expira	Timestamp de expiração do registro VLR
Estado	Estado atual do assinante no VLR
Roaming	Se o assinante está marcado como em roaming
SGs	Estado de associação SGs (se registrado via MME para CSFB)

Autenticação

Campo	Descrição
Algoritmo	Algoritmo de autenticação em uso (COMP128v1, COMP128v3, Milenage)
Tuplas	Número de tripletas de autenticação restantes
Quinteto UMTS	Se quintetos de autenticação UMTS estão disponíveis

Perfil de Serviço

Exibe os serviços comutados por circuito recebidos do HLR via MAP Insert Subscriber Data, incluindo assinaturas de serviço de portadora e teleserviço.

Serviços Suplementares

Lista todos os serviços suplementares provisionados com insígnias de status:

Serviço	Descrição
BAOC	Proibição de Todas as Chamadas de Saída
BOIC	Proibição de Chamadas Internacionais de Saída
BOIC-exHC	Proibição de Chamadas Internacionais de Saída exceto para o País de Origem
BAIC	Proibição de Todas as Chamadas de Entrada
BIC-Roam	Proibição de Chamadas de Entrada quando em Roaming
CFU	Encaminhamento de Chamadas Incondicional
CFB	Encaminhamento de Chamadas em Ocupado
CFNRy	Encaminhamento de Chamadas em Não Resposta
CFNRc	Encaminhamento de Chamadas em Não Acessível
CW	Espera de Chamadas
HOLD	Manter Chamadas
MPTY	Multi-Partido
CLIP	Apresentação de Identificação da Linha Chamadora
CLIR	Restrição de Identificação da Linha Chamadora

Cada serviço exibe uma insígnia de status ativo/inativo e, quando aplicável, o número encaminhado e os parâmetros de condição.

Conexão MSC-A

Exibe o estado atual do FSM MSC-A para qualquer conexão ativa associada a este assinante, incluindo o nome do estado, tokens de contagem de uso ativo e tempo decorrido no estado.

Conexões

A página de Conexões fornece visibilidade sobre todos os links de sinalização, conexões RAN e pares SIP.

Link STP (M3UA ASP)

Campo	Descrição
IP Local	Endereço de ligação SCTP local
Remoto	Endereço e porta remota do STP
ID da Associação	Identificador de associação SCTP
Status	Insígnia de estado M3UA ASP (ATIVO, INATIVO, DESCONECTADO)

Todo o transporte de sinalização utiliza SCTP (Stream Control Transmission Protocol) para entrega confiável e multi-homed conforme RFC 4960.

BSCs Conhecidos

Coluna	Descrição
Código de Ponto	Código de ponto SS7 do BSC
Título Global	Endereço de título global do BSC (se configurado)
Último Reset	Timestamp da troca RESET mais recente com este BSC

Pares SIP

Coluna	Descrição
Nome	Nome lógico do par
Endereço	Endereço IP do par e porta SIP
Transporte	Protocolo em uso (UDP, TCP ou TLS)
Chamadas Ativas	Número atual de chamadas ativas para este par
Capacidade	Máximo de canais concorrentes configurados para este par
Últimos OPTIONS	Timestamp da resposta OPTIONS keepalive bem-sucedida mais recente
Status	Insígnia de estado de saúde (Ativo, Inativo, Desconhecido)

Chamadas Ativas

A página de Chamadas Ativas exibe uma tabela ao vivo de todas as transações de chamadas CC FSM atualmente em andamento.

Colunas da Tabela de Chamadas

Coluna	Descrição
Referência da Chamada	Número de referência única da chamada
Direção	Insígnia MO (Móvel Originando) ou MT (Móvel Terminando)
IMSI	IMSI do assinante
Chamando	Número da parte chamadora (A-number)
Chamado	Número da parte chamada (B-number)
Estado	Estado do CC FSM com insígnia codificada por cor
Duração	Tempo decorrido desde a captura da chamada
Codec	Codec de voz negociado
BSC/RNC	Nome do BSC ou RNC que está atendendo

Detalhe Expansível da Chamada

Clicar em uma linha de chamada expande uma visão detalhada com dois painéis.

Detalhes da Chamada

Campo	Descrição
Referência da Chamada	Referência única da chamada
Direção	MO ou MT
Estado do CC FSM	Estado atual da máquina de estados finita do Controle de Chamadas
IMSI	IMSI do assinante
MSISDN	Número de telefone do assinante
IMEI	Identidade do equipamento móvel
Parte Chamadora	A-number conforme apresentado na interface de sinalização
Parte Chamado	B-number conforme apresentado na interface de sinalização

Tempos e Recursos

Campo	Descrição
Duração	Duração da chamada decorrido
Tempo de Captura	Timestamp UTC do início da configuração da chamada
Tempo de Resposta	Timestamp UTC da resposta da chamada (em branco se ainda não atendida)
Serviço Básico	Serviço de portadora ou teleserviço associado à chamada
Temporizador CC Ativo	Temporizador de protocolo CC atualmente em execução (se houver)
BSC/RNC	Nome do BSC ou RNC que está lidando com o lado rádio

Rotas e Troncos

A página de Rotas e Troncos fornece três visualizações em abas para gerenciar a configuração de roteamento de chamadas em tempo de execução.

Aba da Tabela de Rotas

Exibe todas as regras de roteamento baseadas em prefixo com filtragem de pesquisa por prefixo ou tipo de destino.

Coluna	Descrição
Prefixo	Prefixo numérico (string vazia indica a rota padrão que abrange tudo)
Tipo de Destino	Insígnia indicando o tipo de rota: EMRG, SIP, SIP+FO, LOCAL, ISUP, TRANSIT, GMSC
Detalhes	Informações específicas do destino, como nome do par ou grupo de troncos
Prioridade	Valor de prioridade numérico (valores mais altos têm precedência)
Ações	Botões Editar e Excluir para cada rota

O botão **Adicionar Rota** abre um formulário modal que suporta todos os tipos de destino. As alterações na rota entram em vigor imediatamente sem a necessidade de reinicialização.

Para conceitos detalhados de roteamento e configuração, veja Configuração de Roteamento.

Aba de Troncos ISUP

Exibe grupos de troncos ISUP configurados com disponibilidade de circuito e contagens de chamadas.

Aba de Pares SIP

Exibe o status do par SIP com endereço, transporte, suporte a codec, capacidade de canal e contagens de chamadas ativas.

SMS

A página de SMS lista todos os FSMs de transação SMS ativos, mostrando ID da transação, IMSI do assinante, direção (MO ou MT), estado da transação e endereço do Centro de SMS. Transações concluídas são removidas automaticamente da lista.

CDRs

A página de Estatísticas de CDR fornece visibilidade sobre o subsistema de Registro de Dados de Cobrança.

Contadores de Resumo

Contador	Descrição
Registros no Arquivo	Número de registros CDR escritos no arquivo de saída atual
Pendentes no Buffer	Número de registros CDR armazenados em memória aguardando o próximo ciclo de gravação
Chamadas Ativas Rastreadas	Número de chamadas com registros CDR abertos (ainda não finalizados)

Status do Escritor

Campo	Descrição
Caminho do Arquivo Atual	Caminho do sistema de arquivos do arquivo de saída CDR ativo
Registros Escritos	Total de registros escritos no arquivo atual
Buffer Pendente	Registros enfileirados no buffer de gravação

Números de Sequência

Contadores de sequência por tipo de registro rastreiam o número de sequência monotonamente crescente para cada categoria de CDR:

Tipo de Registro	Descrição
LU HLR	Atualização de Localização em direção ao HLR
LU VLR	Atualização de Localização no VLR
Chamada MO	Chamada de voz Móvel Originando
Chamada MT	Chamada de voz Móvel Terminando
SMS MO	Mensagem curta Móvel Originando
SMS MT	Mensagem curta Móvel Terminando
Roaming	Registros de eventos de roaming

Pool

A página de Pool é acessível quando o modo de pool do MSC está habilitado. Ela exibe o status de todos os membros do pool do MSC, incluindo nome do membro, código de ponto, faixa de NRI, estado de saúde (Ativo, Inativo ou Drenando) e timestamp da última sondagem de saúde bem-sucedida. Um gráfico de distribuição de assinantes mostra a alocação de NRI entre os membros do pool.

Para configuração de pool e roteamento baseado em NRI, veja Pool do MSC e NRI.

Sistema

A página do Sistema fornece informações detalhadas sobre a BEAM VM, alocação de memória, identidade do MSC, links de transporte e saúde da árvore de supervisão.

BEAM VM

Campo	Descrição
Lançamento OTP	Versão principal do Erlang/OTP
Processos	Contagem atual de processos e limite configurado
Portas	Contagem de portas abertas
Átomos	Tamanho da tabela de átomos
Agendadores	Número de agendadores online
Tempo de Atividade	Tempo de atividade da BEAM VM desde a inicialização

Memória

Campo	Descrição
Total	Memória total alocada pela BEAM VM
Processos	Memória consumida por processos Erlang/Elixir
ETS	Memória consumida por tabelas ETS
Binário	Memória consumida por dados contados em referência binária
Átomo	Memória consumida pela tabela de átomos
Sistema	Memória consumida pelo sistema de tempo de execução (não-processo)

Configuração do MSC

Exibe os parâmetros de identidade do MSC ativos:

Campo	Descrição
Nome	Nome lógico do MSC
Código de Ponto	Código de ponto SS7 local
Título Global	Endereço de título global do MSC
A5 Permitido	Algoritmos de cifra A5 permitidos para GERAN

Transporte SCTP

Campo	Descrição
Link	Nome do link de transporte
IP Local	Endereço de ligação SCTP local
Remoto	Endereço e porta remota do STP
Status	Insígnia de estado de associação SCTP

Saúde da Árvore de Supervisão

Lista todos os filhos do supervisor de nível superior do OmniMSC (a contagem é computada dinamicamente), cada um exibido com:

Campo	Descrição
PID	Identificador do processo Erlang
Tipo	Tipo de processo (trabalhador ou supervisor)
Status	Insígnia de saúde (Executando, Reiniciando ou Parado)

Esta visão é útil para verificar se todos os subsistemas estão operacionais após a inicialização ou após um evento de recuperação de falha.

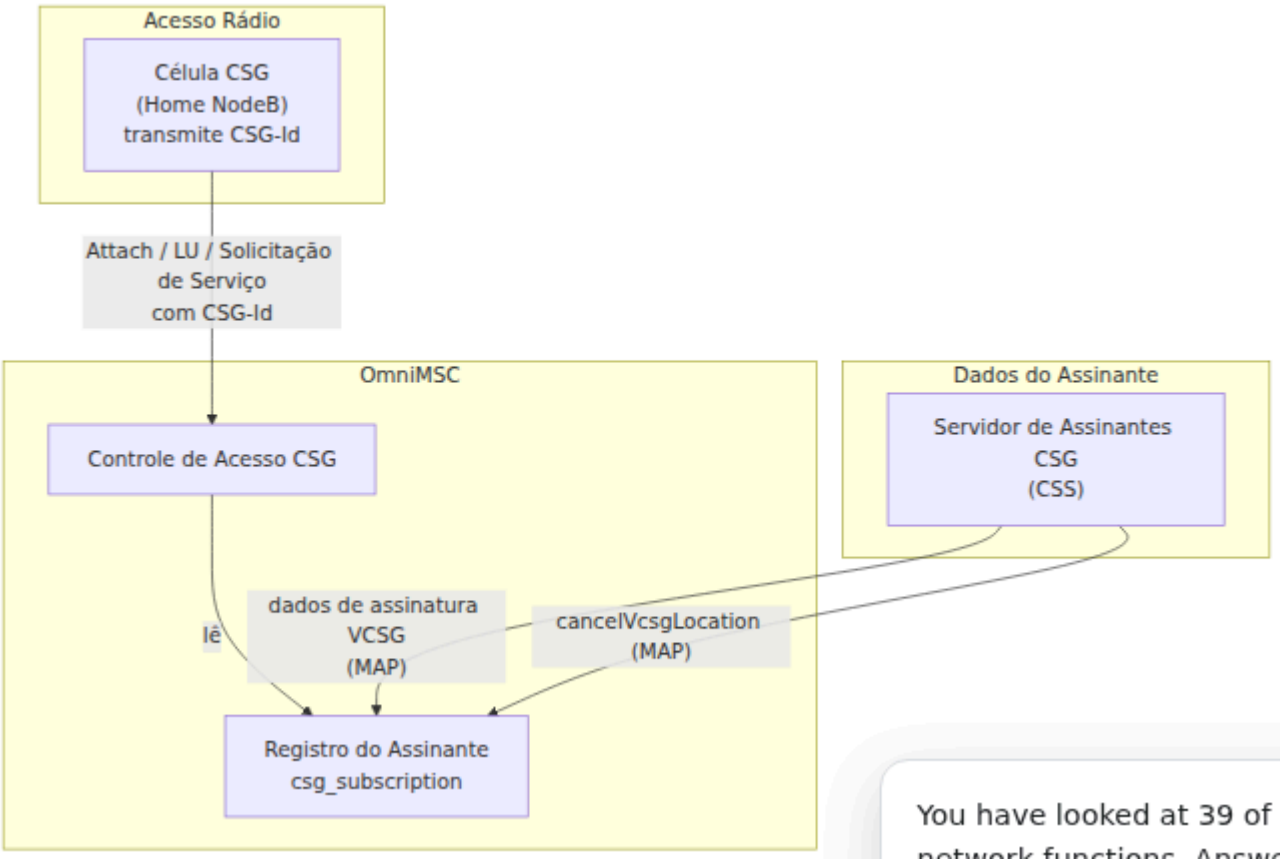
Grupos de Assinantes Fechados (CSG / VCSG)

Este documento descreve como o OmniMSC lida com Grupos de Assinantes Fechados (CSG): os dados de assinatura CSG mantidos por assinante, a decisão de controle de acesso tomada quando um assinante tenta usar uma célula CSG e a interação MAP com o Servidor de Assinantes CSG (CSS) que mantém esses dados de assinatura atualizados. Para o modelo geral de dados do assinante e como os dados de assinatura são baixados do HLR, consulte Operações MAP. Para o Barring Determinado pelo Operador, um mecanismo de controle de acesso relacionado, consulte Serviços Suplementares.

Visão Geral

Um **Grupo de Assinantes Fechado** identifica um conjunto de assinantes autorizados a acessar uma ou mais células CSG (por exemplo, um Home NodeB / femtocell servindo uma casa, escritório ou campus específico). Cada CSG é identificado por uma **Identidade CSG** (um valor de 27 bits, codificado conforme 3GPP TS 23.003). Uma célula CSG transmite sua Identidade CSG nas informações do sistema; um assinante acampando nessa célula recebe serviço normal apenas quando o assinante é um membro desse CSG e a associação não expirou (Seção 8 do TS 22.011).

O conjunto de CSGs que um assinante pode acessar é os **dados de assinatura VCSG** (também chamado de lista de CSG permitidos). Esses dados são mantidos pelo **Servidor de Assinantes CSG (CSS)** e fornecidos ao nó de serviço (VLR / SGSN). O OmniMSC os armazena no registro do assinante e avalia o acesso no ponto de uso, da mesma forma que o Barring Determinado pelo Operador é aplicado pelo nó de serviço em vez do HLR.



Dados de Assinatura CSG

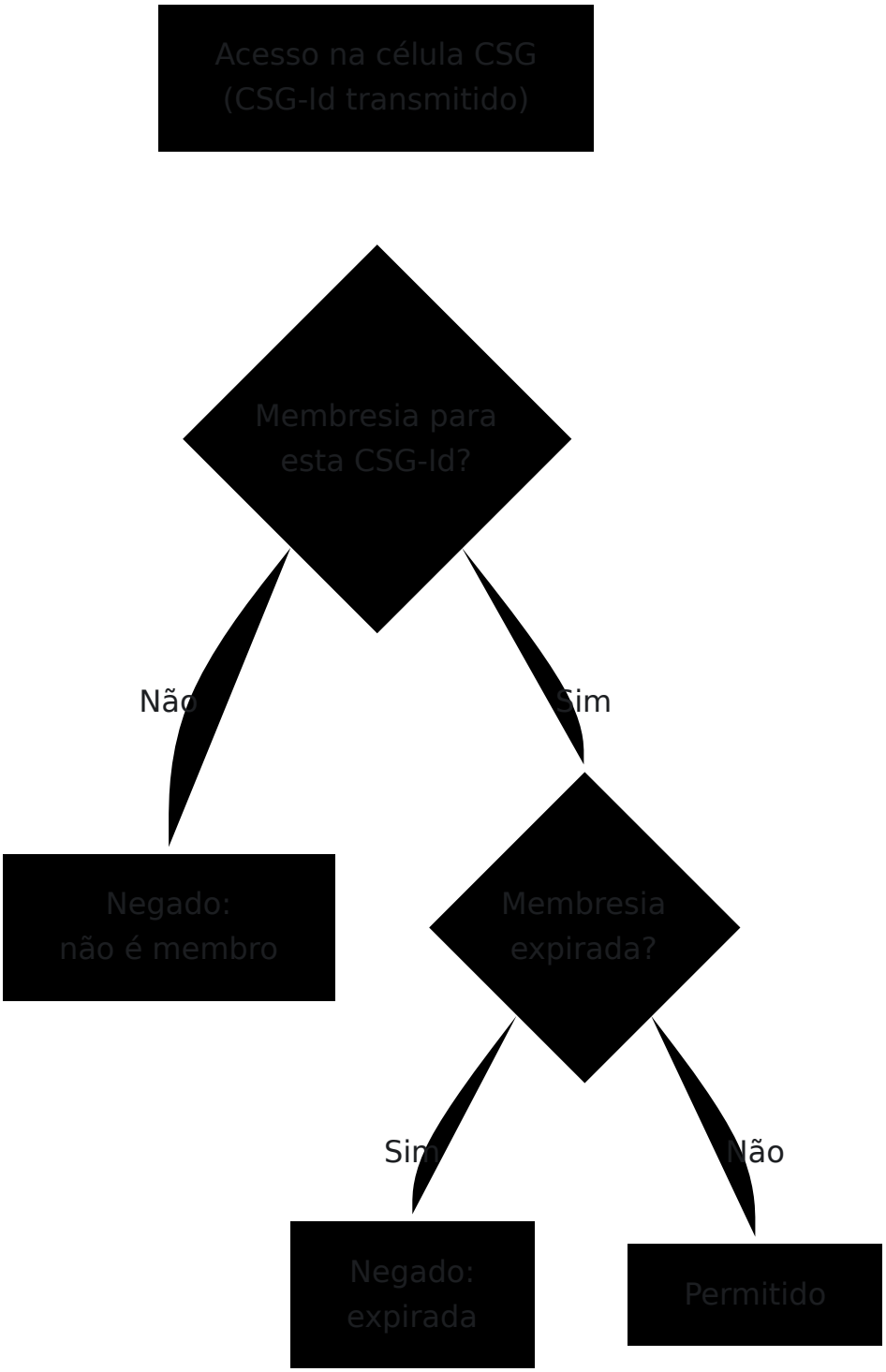
Cada registro de assinante contém uma lista de membros do CSG. Cada entrada descreve um Grupo de Assinantes Fechado ao qual o assinante pertence e, opcionalmente, quando essa associação expira.

Campo	Tipo	Descrição
`csg_id`	Inteiro	Identidade CSG transmitida pela célula CSG. Um valor de 27 bits codificado conforme TS 23.003.
`expiry`	DataHora / nulo	Expiração da associação. Uma associação com expiração `nula` nunca expira. Uma vez que o tempo atual atinja ou ultrapasse o instante de expiração, a associação é tratada como expirada e o acesso é negado.

A lista de membros é preenchida a partir dos dados de assinatura VCSG fornecidos pelo CSS e é limpa pelo MAP cancelVcsgLocation (veja Interação MAP). Remover apenas os dados de assinatura CSG mantém o assinante registrado; outros dados de assinatura (serviços básicos, serviços suplementares, CAMEL, Barring Determinado pelo Operador) permanecem intactos.

Controle de Acesso

Quando um assinante tenta acessar uma célula que transmite uma Identidade CSG, o OmniMSC avalia a lista de membros do assinante em relação à Identidade CSG transmitida. Uma célula que não transmite uma Identidade CSG é uma célula normal (não-CSG) e é sempre acessível; a verificação abaixo se aplica apenas a células CSG.



A decisão tem três resultados:

Resultado	Condição	Significado
Permitido	O assinante tem uma membresia para a Identidade CSG transmitida e ela não expirou.	O assinante recebe serviço normal na célula CSG.
Negado (não é membro)	O assinante não tem membresia para a Identidade CSG transmitida (incluindo o caso em que o assinante não tem dados de assinatura CSG).	O acesso à célula CSG é rejeitado.
Negado (expirada)	O assinante tem uma membresia para a Identidade CSG transmitida, mas sua expiração já passou.	O acesso à célula CSG é rejeitado. A membresia obsoleta permanece até que o CSS a atualize ou cancele.

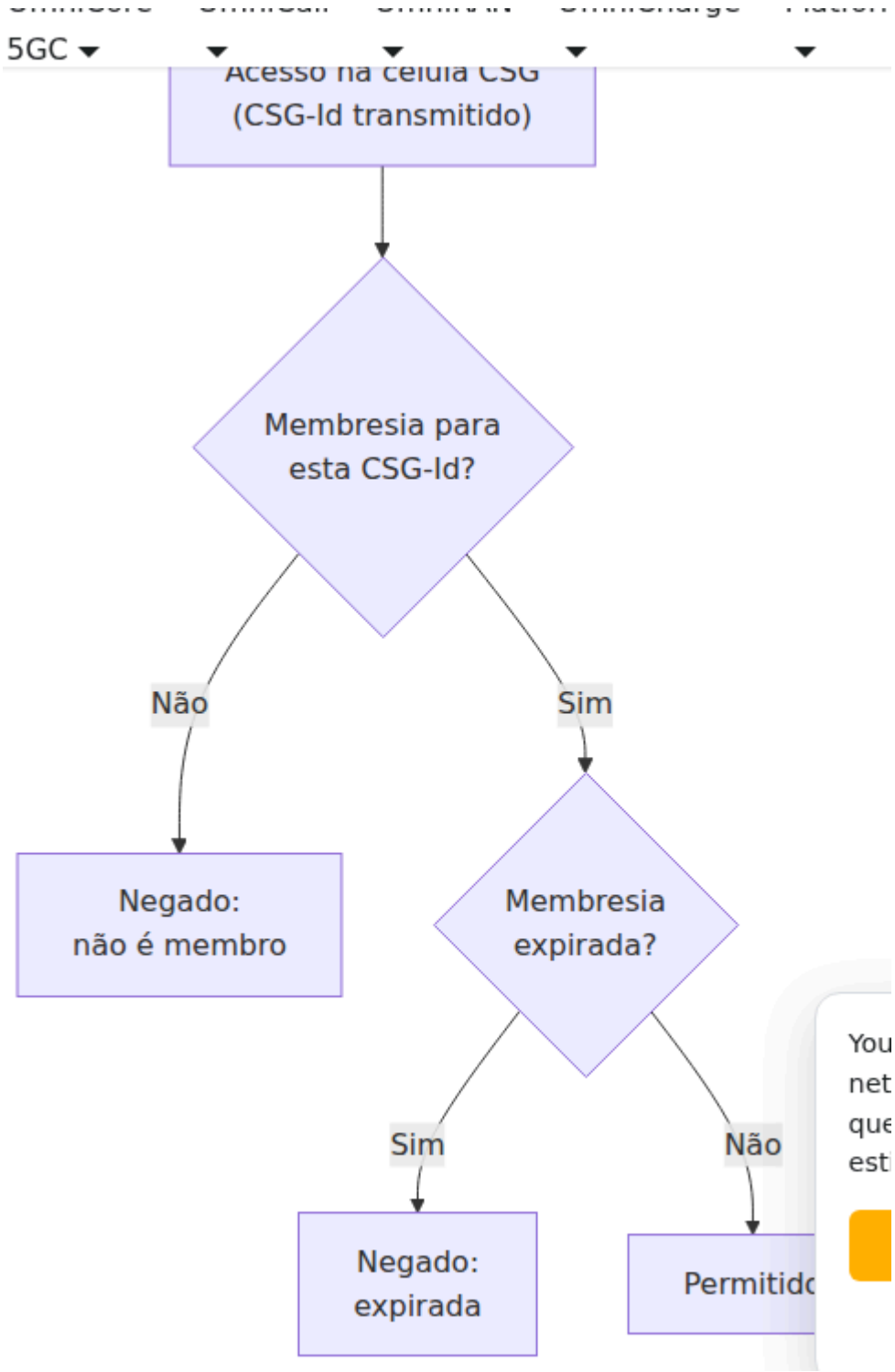
O limite de expiração é inclusivo: quando o tempo atual é igual ao instante de expiração, a membresia é tratada como expirada.

Interação MAP com o CSS

O Servidor de Assinantes CSG mantém a cópia mestre dos dados de assinatura VCSG de um assinante e mantém o nó de serviço em sincronia usando operações MAP (3GPP TS 29.002). O OmniMSC lida com o seguinte.

Operação	Opcode	Direção	Efeito
updateVcsgLocation	53	Nó de serviço para CSS	Registra o nó de serviço para o serviço VCSG e recupera os dados de assinatura CSG do assinante.
cancelVcsgLocation	36	CSS para nó de serviço	Cancela o registro VCSG deste nó de serviço para o assinante. O OmniMSC remove todos os dados de assinatura CSG enquanto mantém o assinante registrado.

cancelVcsgLocation é enviado pelo CSS quando o registro VCSG do assinante deve ser removido deste nó (por exemplo, a membresia CSG do assinante foi revogada, ou o assinante se mudou para outro nó). O argumento carrega a identidade do assinante (IMSI). Ao receber, o OmniMSC limpa a lista de membros CSG do assinante e reconhece a operação.



Os dados de assinatura CSG também podem ser retirados como parte do MAP DeleteSubscriberData (a categoria de dados CSG), que remove a lista de membros CSG enquanto mantém o assinante registrado e outros dados intactos. Consulte Operações MAP para o procedimento geral DeleteSubscriberData.

Referências de Especificação 3GPP

Especificação	Título	Relevância
TS 23.060	Serviço Geral de Pacote de Rádio (GPRS); Descrição do serviço	Controle de acesso CSG e manipulação de localização VCSG no domínio de pacotes
TS 22.011	Acessibilidade do serviço	Conceito CSG, lista de CSG permitidos, membresia CSG e expiração
TS 23.003	Numeração, endereçamento e identificação	Codificação da Identidade CSG (27 bits)
TS 29.002	Especificação do Parte de Aplicação Móvel (MAP)	updateVcsgLocation, cancelVcsgLocation, dados de assinatura CSG, interação CSS

ISUP Trunking

Este documento descreve a interface de tronco ISUP (Parte do Usuário ISDN) implementada pelo OmniMSC, incluindo gerenciamento de grupos de tronco, alocação de circuitos, codificação de mensagens, temporizadores, suporte a verificação de continuidade e integração com a tabela de rotas e SIP-I.

Para mapeamento de códigos de causa ISUP-SIP, veja SIP Trunking. Para SIP-I (SIP com ISUP encapsulado), veja SIP-I Trunking. Para configuração de roteamento e o tipo de rota `:isup`, veja Routing Configuration. Para diagramas de fluxo de chamadas mostrando a sinalização ISUP em contexto (IAM/ACM/ANM, trânsito ISUP para SIP), veja Call Flow Diagrams.

Grupos de Tronco ISUP

O OmniMSC organiza circuitos ISUP em grupos de tronco. Cada grupo de tronco representa um conjunto de circuitos de voz para uma troca SS7 remota, identificado por um código de ponto de destino e uma faixa de Códigos de Identificação de Circuito (CICs).

Alocação de CIC

Quando uma chamada é roteada para um grupo de tronco ISUP, o gerenciador de circuitos aloca o primeiro circuito ocioso encontrado na faixa configurada. O CIC alocado é incluído no IAM de saída e reservado até que a chamada seja liberada.

Parâmetro	Tipo	Descrição
`name`	`string`	Identificador único do grupo de tronco, referenciado nas entradas da tabela de rotas
`dpc`	`integer`	Código de ponto de destino (inteiro codificado, por exemplo, `a*2048 + b*8 + c` para ITU 3-8-3)
`cic_range`	`{start, end}`	Faixa inclusiva de CICs disponíveis para este grupo de tronco

Gerenciamento de Estado do Circuito

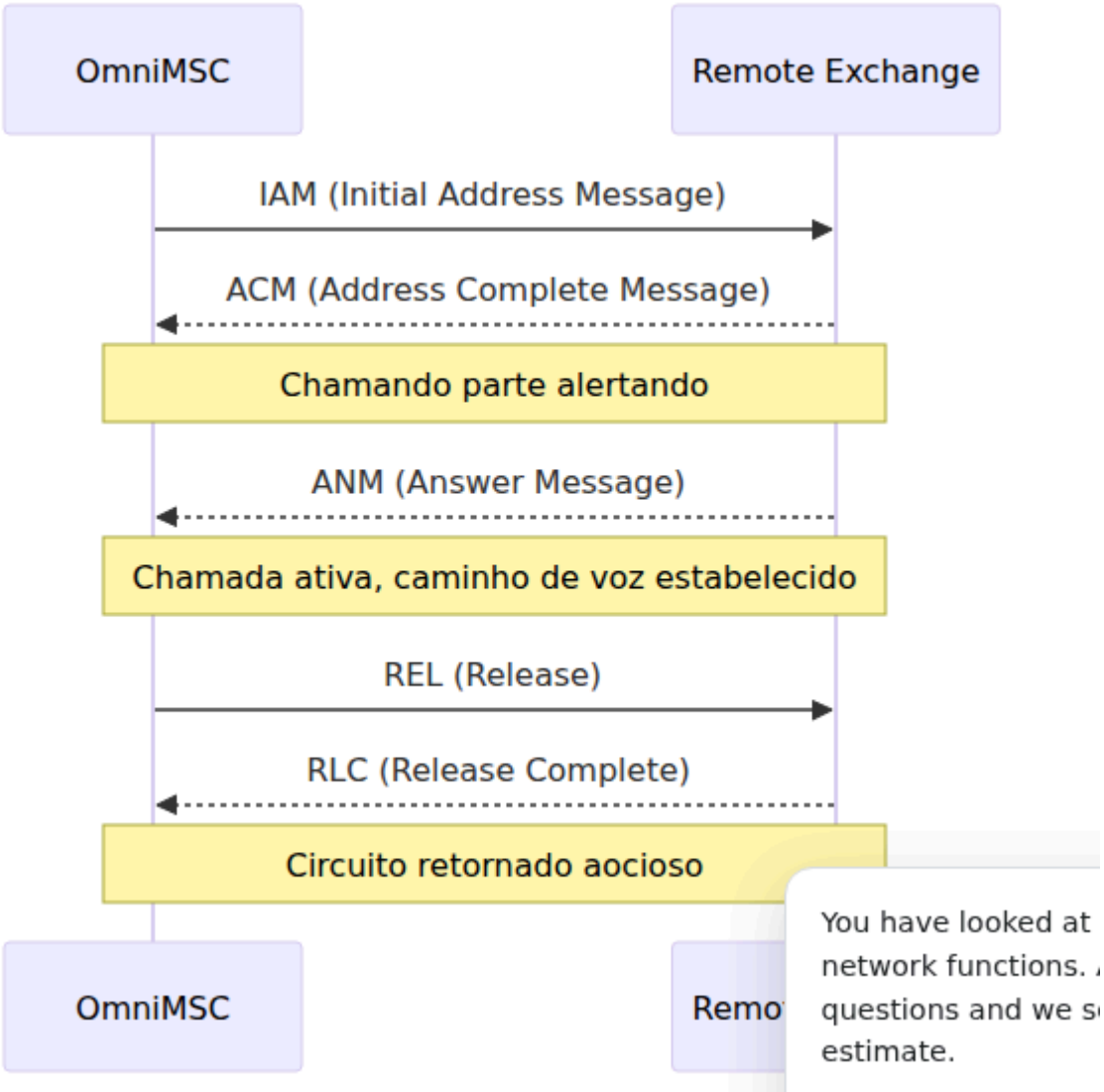
Cada circuito dentro de um grupo de tronco rastreia um estado independente. O gerenciador de circuitos lida com operações de bloqueio, desbloqueio e redefinição do grupo.

Estado do Circuito	Descrição
`:idle`	Disponível para captura
`:outgoing_busy`	Alocado para uma chamada de saída (IAM enviado)
`:incoming_busy`	Reservado para uma chamada de entrada (IAM recebido)
`:blocked`	Bloqueado via BLO, indisponível para captura
`:unblocked_pending`	Desbloqueio (UBL) enviado, aguardando confirmação
`:reset_pending`	Redefinição do circuito em andamento (RSC/GRS), aguardando confirmação

O bloqueio de circuitos (BLO) e o desbloqueio (UBL) são realizados por circuito apenas. A redefinição do grupo (GRS/GRA) redefine todos os circuitos em uma faixa para ocioso e limpa qualquer estado de bloqueio; um único circuito também pode ser redefinido com RSC.

Fluxo de Mensagens ISUP

A sequência padrão de sinalização ISUP para uma chamada bem-sucedida segue o padrão IAM-ACM-ANM-REL-RLC.

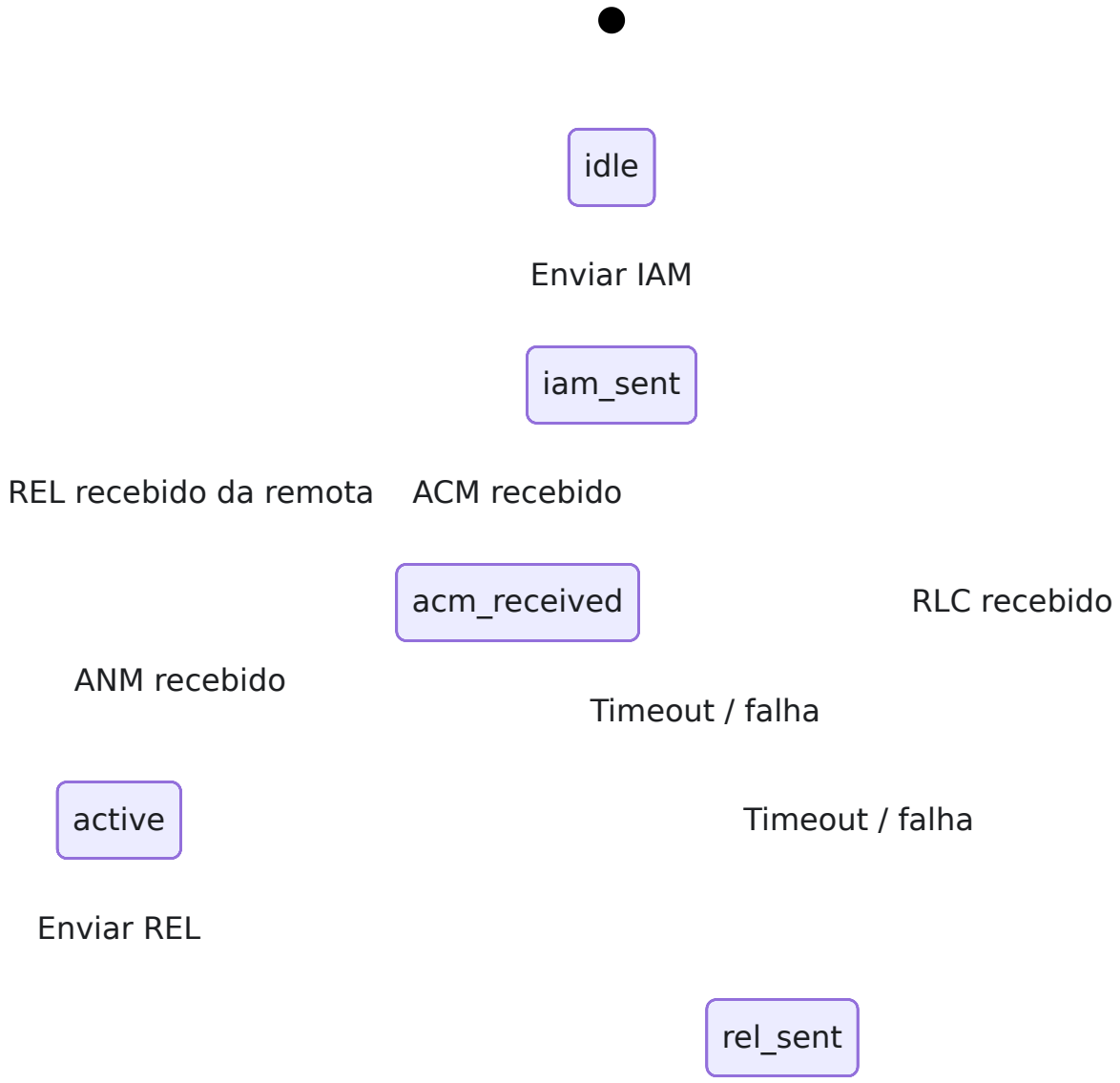


Para chamadas de entrada, as direções são invertidas: IAM chega da troca remota, e o OmniMSC envia ACM e ANM à medida que a chamada avança através do alerta e resposta.

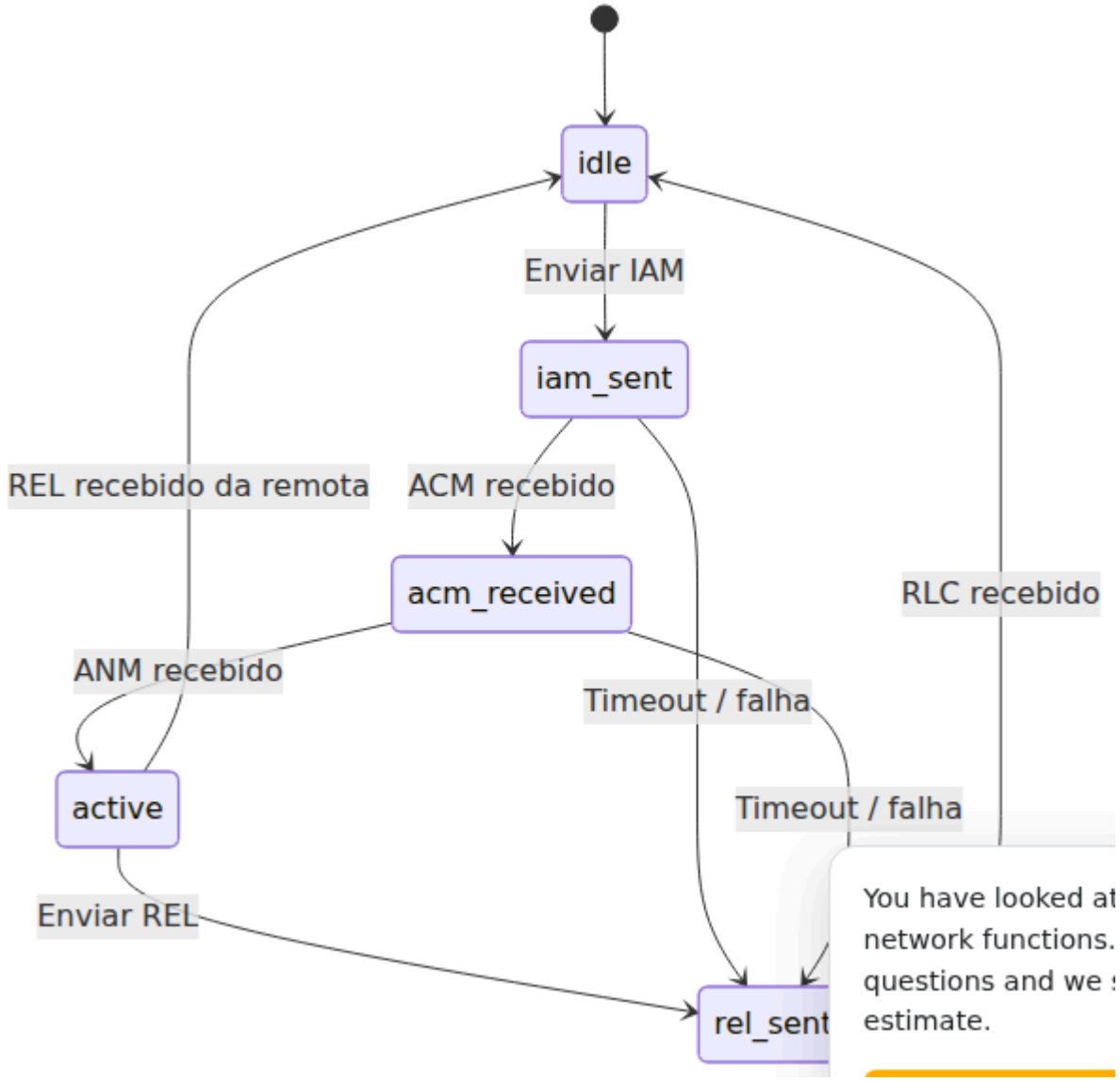
Estados do Manipulador ISUP

O manipulador ISUP mantém um estado por chamada que rastreia o progresso da sinalização para cada circuito.

Estados de Chamada de Saída



Estados de Chamada de Entrada



Temporizadores ISUP

O OmniMSC implementa os temporizadores padrão ISUP definidos na ITU-T Q.764. Esses temporizadores protegem contra falhas de sinalização e garantem que os circuitos não fiquem em estados indeterminados.

Temporizador	Duração	Iniciado Após	Expira Quando	Ação na Expiração
T1	20s	REL enviado	RLC não recebido	Retransmitir REL
T5	300s	Primeira expiração do T1	RLC ainda não recebido	Enviar alerta de manutenção, redefinir circuito
T7	25s	IAM enviado	ACM não recebido	Liberar chamada, enviar REL
T9	180s	ACM recebido	ANM não recebido	Liberar chamada, enviar REL

Quando T7 expira sem receber um ACM, o OmniMSC envia um REL com causa 16 (liberação normal da chamada) e notifica o Controle de Chamadas com causa 31 (normal, não especificado). Quando T9 expira sem um ANM, o OmniMSC envia um REL com causa 19 (sem resposta do usuário).

Codificação de Mensagens ISUP

O OmniMSC implementa um codec para codificar e decodificar os cinco tipos principais de mensagens ISUP usados na configuração e liberação de chamadas. Todas as mensagens seguem o formato ITU-T Q.763 com seções obrigatórias fixas, variáveis obrigatórias e parâmetros opcionais.

Mensagem	Código do Tipo	Direção	Parâmetros Chave
IAM	`0x01`	Originando	Natureza da Conexão, Indicadores de Chamada Encaminhada, Categoria da Parte Chamadora, Requisito de Meio de Transmissão, Número da Parte Chamadora, Número da Parte Chamadora
ACM	`0x06`	Terminando	Indicadores de Chamada Reversa, Indicadores Opcionais de Chamada Reversa, Indicadores de Causa
ANM	`0x09`	Terminando	Indicadores de Chamada Reversa
REL	`0x0C`	Qualquer	Indicadores de Causa
RLC	`0x10`	Qualquer	(nenhum -- apenas confirmação)

Mensagens adicionais suportadas para manutenção de circuitos:

Mensagem	Código do Tipo	Propósito
BLO	`0x13`	Bloquear um circuito (manutenção local)
UBL	`0x14`	Desbloquear um circuito
RSC	`0x12`	Redefinir um único circuito
GRS	`0x17`	Redefinição em grupo de uma faixa de circuitos
GRA	`0x29`	Confirmação de redefinição em grupo
COT	`0x05`	Resultado da verificação de continuidade
CPG	`0x2C`	Progresso da Chamada (evento de meio da chamada/indicação de progresso)

Verificação de Continuidade

O OmniMSC suporta o procedimento de verificação de continuidade ISUP para verificar o caminho do portador antes de conectar uma chamada. Quando os Indicadores de Chamada Encaminhada em um IAM de saída solicitam uma verificação de continuidade, a seguinte sequência ocorre:

1. O OmniMSC captura o circuito e envia IAM com o indicador de verificação de continuidade definido.
2. Um loopback é aplicado na extremidade distante do circuito.
3. O OmniMSC envia um tom de teste e verifica o retorno.
4. Em caso de sucesso, o OmniMSC envia COT (verificação de continuidade bem-sucedida) e a chamada prossegue.
5. Em caso de falha, o OmniMSC envia COT (verificação falhou) e pode tentar novamente em um circuito alternativo.

Para chamadas de entrada, quando o OmniMSC recebe um IAM com o indicador de verificação de continuidade, ele aplica um loopback no circuito especificado e aguarda a mensagem COT antes de prosseguir com a configuração da chamada.

Integração com a Tabela de Rotas

Rotas com tipo `:isup` na tabela de rotas direcionam chamadas para um grupo de tronco ISUP. A entrada da rota especifica o nome do grupo de tronco, o código de ponto de destino e a faixa de CIC.

Parâmetro da Rota	Descrição
`type`	`:isup`
`trunk_group`	Nome do grupo de tronco que corresponde a um grupo de tronco configurado
`dpc`	Código de ponto de destino (inteiro codificado)
`cic_range`	Faixa de CIC como `{start, end}`

Quando o roteamento seleciona um destino ISUP, o roteador de troncos solicita um circuito livre ao gerenciador de circuitos. Se nenhum circuito estiver disponível no grupo de tronco primário, o sistema tenta grupos de tronco de overflow para o mesmo código de ponto de destino.

Para exemplos de configuração de rotas, veja Routing Configuration.

Suporte SIP-I

SIP-I (SIP com ISUP encapsulado) fornece um transporte baseado em IP para mensagens ISUP. Rotas com tipo `:sip_i` transportam a mensagem ISUP

completa (IAM, ACM, ANM, REL) como um corpo MIME `application/ISUP` dentro da sinalização SIP conforme ITU-T Q.1912.5 e RFC 3204.

Os pares SIP-I são configurados separadamente dos pares SIP puros. O codificador/decodificador ISUP usado para troncos ISUP nativos é compartilhado com SIP-I para codificação e decodificação dos corpos ISUP encapsulados.

Para configuração SIP-I, fluxos de chamadas e mapeamento de cabeçalhos, veja SIP-I Trunking.

SIP com Failover ISUP

Rotas com tipo `:sip_with_failover` tentam a chamada primeiro via um par SIP. Se a rota SIP falhar (par inacessível, resposta 5xx ou timeout), o roteador de troncos tenta automaticamente novamente via o grupo de tronco ISUP configurado.

Gatilho de Failover	Descrição
Status do par `:down`	Par SIP inacessível (manutenção de opções falhou)
Resposta SIP 5xx	Erro do servidor do par SIP
Timeout SIP	Sem resposta dentro do temporizador de transação SIP
`max_channels` excedido	Par SIP sem capacidade disponível

No failover, o roteador de troncos aloca um CIC do grupo de tronco ISUP e envia um IAM. O FSM de CC permanece no mesmo estado durante todo o failover -- a nova tentativa é transparente para a sinalização do lado do rádio.

Para configuração de rota de failover, veja Routing Configuration.

Referências

Referência	Título	Relevância
ITU-T Q.761	Descrição Funcional do ISUP	Visão geral e arquitetura do ISUP
ITU-T Q.762	Função Geral das Mensagens e Sinais do ISUP	Definições de mensagens
ITU-T Q.763	Formatos e Códigos do ISUP	Codificação de mensagens e formatos de parâmetros
ITU-T Q.764	Procedimentos de Sinalização do ISUP	Procedimentos de configuração/liberação de chamadas, definições de temporizadores
ITU-T Q.850	Uso de Causa e Localização no ISDN	Definições de códigos de causa usados em REL
RFC 3204	Tipo de Mídia MIME para Objetos ISUP e QSIG	Encapsulamento ISUP em SIP-I
ITU-T Q.1912.5	Interoperabilidade entre SIP e BICC ou ISUP	Definição do protocolo SIP-I

Operações MAP

Este documento descreve as operações MAP (Mobile Application Part) implementadas pelo OmniMSC, incluindo gerenciamento de diálogos, procedimentos de localização de assinantes, autenticação, encaminhamento de SMS, USSD e tratamento de erros. Para configuração, consulte Referência de Configuração. Para a visão da camada SMS de MO-ForwardSM e MT-ForwardSM, incluindo detalhes do protocolo CP/RP, consulte SMS. Para o manuseio de vetores de autenticação e o Auth FSM, consulte Segurança. Para como o InsertSubscriberData preenche o perfil do assinante visível no painel de controle, consulte Guia do Painel de Controle.

Cliente MAP

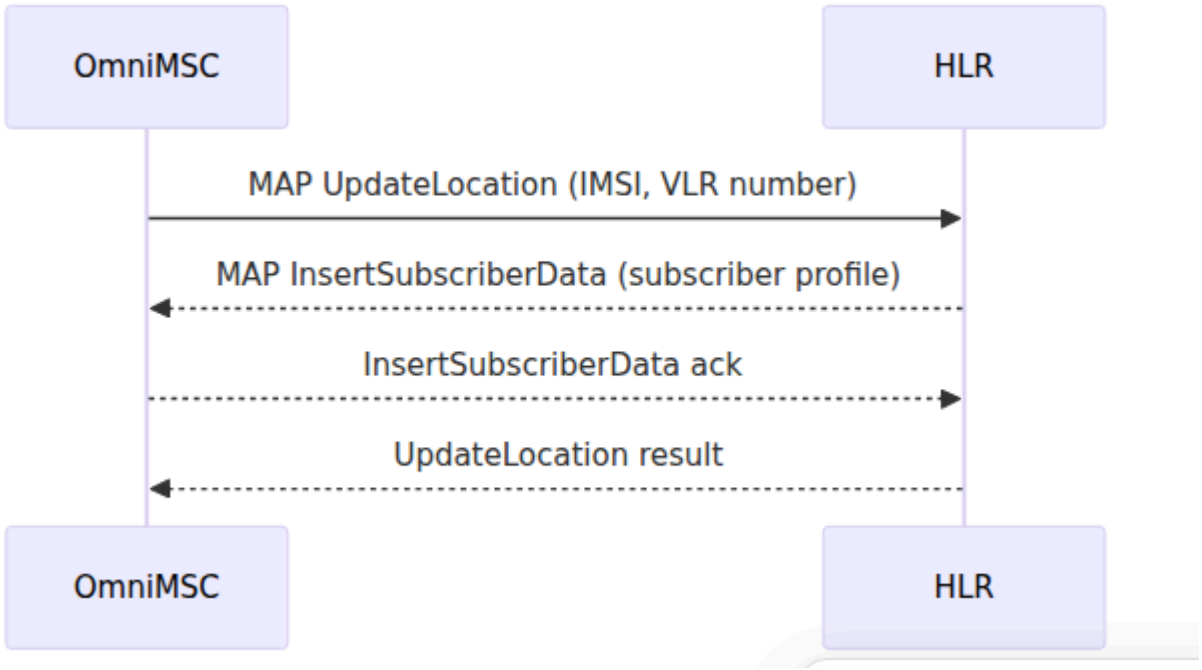
O OmniMSC opera um cliente MAP que gerencia diálogos com pares MAP remotos (HLR, SMSc, gateway USSD). O cliente MAP lida com o ciclo de vida do diálogo, correlação de transações TCAP e supervisão do tempo limite do diálogo.

Quando um subsistema (VLR, manipulador de SMS, manipulador de SS) precisa invocar uma operação MAP, ele solicita um novo diálogo ao cliente MAP. O cliente aloca um ID de transação local (otid), abre um TCAP BEGIN em direção ao par e monitora o diálogo por um período fixo de tempo limite de 30 segundos. Se o par não responder dentro do tempo limite, o cliente aborta o diálogo e notifica o subsistema solicitante sobre a falha.

Para diálogos MAP recebidos iniciados por pares remotos (como InsertSubscriberData do HLR ou MT-ForwardSM do SMSc), o cliente MAP aceita o TCAP BEGIN, correlaciona-o com o ID de transação remoto (dtid), gera um processo manipulador e supervisiona o diálogo até a conclusão.

UpdateLocation

O MSC envia MAP UpdateLocation para o HLR quando um assinante realiza uma Atualização de Localização. A mensagem transporta o IMSI do assinante e o número do VLR (o endereço E.164 deste MSC/VLR). O HLR usa o número do VLR para rotear futuras transações MT (chamadas, SMS, USSD) para o MSC correto.



Ao receber o resultado da UpdateLocation, o VLR marca a Atualização de Localização como completa e o FSM de LU prossegue para a alocação de TMSI. Se o HLR retornar um erro (assinante desconhecido, roaming não permitido), o MSC rejeita a Atualização de Localização em direção à estação móvel com a causa apropriada.

InsertSubscriberData

O HLR envia MAP InsertSubscriberData para o MSC durante o procedimento de UpdateLocation, e também proativamente quando o perfil do assinante muda (por exemplo, ativação de serviço suplementar via a interface de provisionamento do HLR). A mensagem transporta o perfil do assinante, incluindo:

- MSISDN (o número de diretório do assinante)

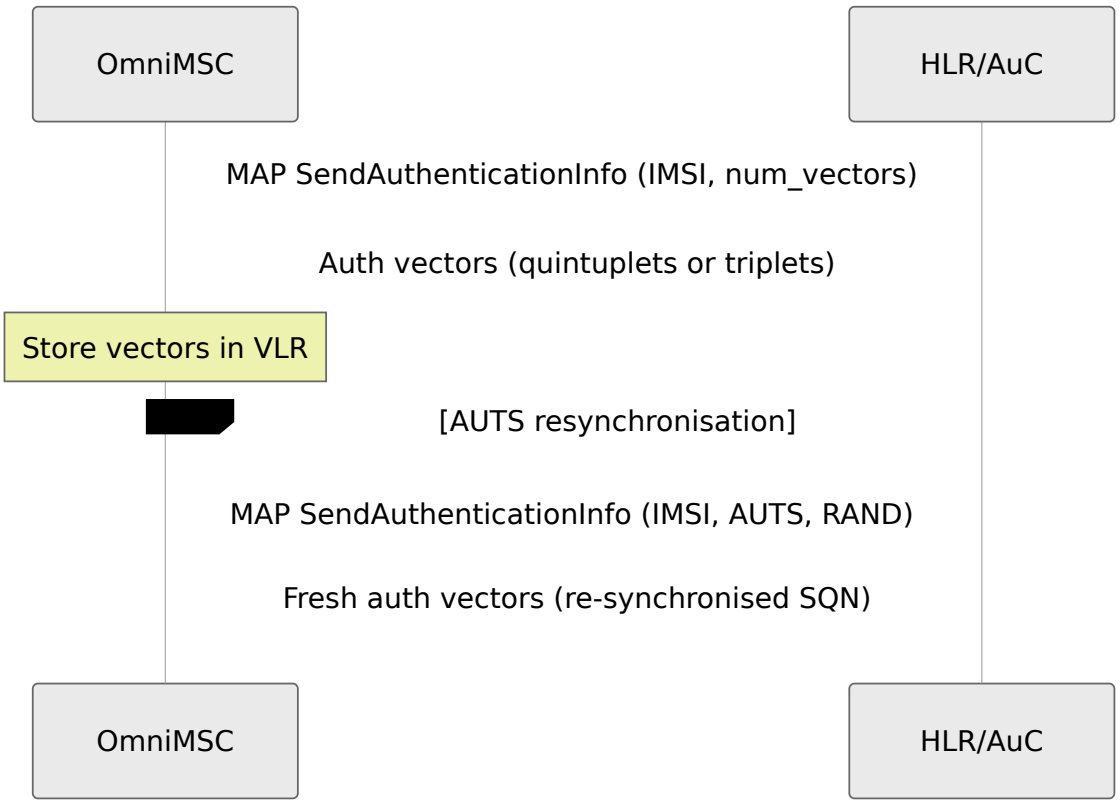
- Serviços e teleserviços de portadora CS
- Categorias de Barring Determinado pelo Operador (ODB)
- Dados de serviço suplementar (números de encaminhamento de chamadas, status de barring, modo CLIR, status CW)
- Informações de assinatura CAMEL (chaves de serviço, endereços gsmSCF)

O VLR armazena esses dados no registro do assinante. O estabelecimento de chamadas subsequentes, entrega de SMS e operações de SS referenciam esse perfil em cache local para evitar idas e vindas ao HLR.

SendAuthenticationInfo

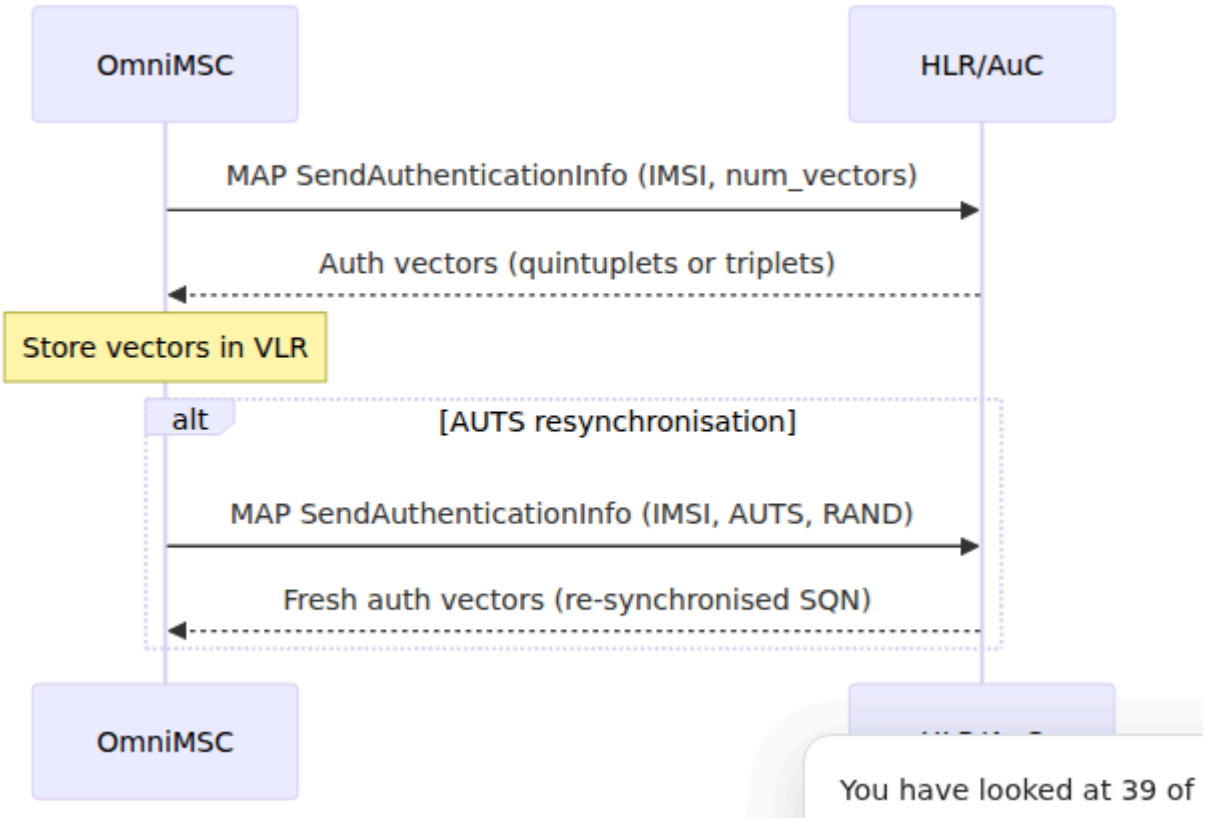
O MSC envia MAP SendAuthenticationInfo para o HLR para buscar vetores de autenticação para um assinante. A solicitação transporta o IMSI, o número de vetores solicitados e, opcionalmente, dados de re-sincronização (AUTS) se o UE relatou uma falha de número de sequência.

O HLR retorna vetores de autenticação do AuC: quintetos (RAND, XRES, CK, IK, AUTN) para assinantes compatíveis com UMTS ou trios (RAND, SRES, Kc) para assinantes apenas GSM. O MSC armazena os vetores no VLR e os utiliza para tentativas de autenticação subsequentes sem contatar o HLR novamente até que o fornecimento de vetores se esgote.



PurgeMS

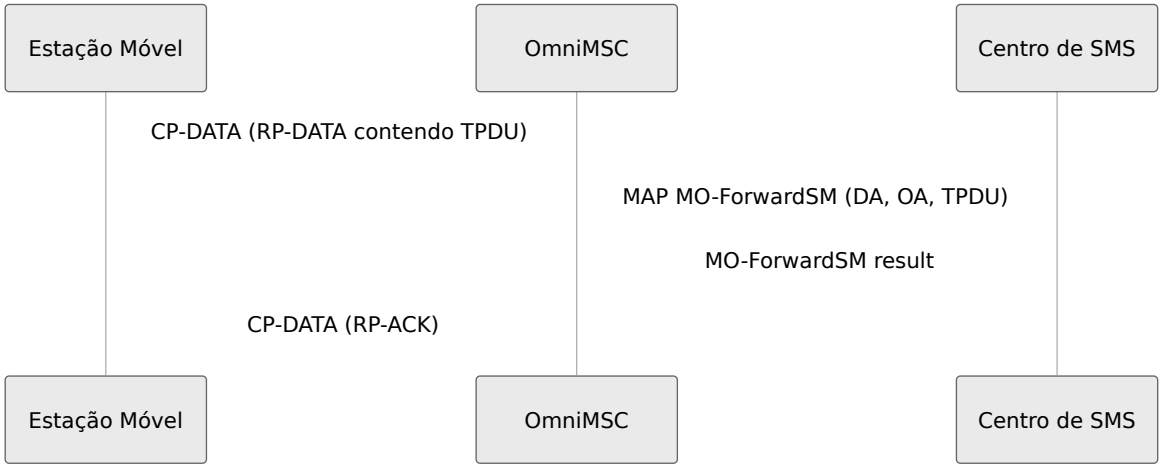
O MSC envia MAP PurgeMS para o HLR quando um assinante realiza um desanexamento de IMSI. A mensagem transporta o IMSI e o número do VLR. Ao receber o PurgeMS, o HLR limpa o endereço do VLR do registro do assinante. Isso garante o correto roteamento T-ADS (Terminating Access Domain Selection): sem um endereço VLR válido, o HLR sabe que o assinante não está acessível via domínio CS e pode rotear os serviços MT de acordo (por exemplo, acionar a flag MNRF para SMS, retornar assinante ausente para chamadas MT).



MO-ForwardSM

O MSC envia MAP MO-ForwardSM para o Centro de SMS para mensagens curtas originadas no móvel. A mensagem transporta o SM-RP-DA (destino, tipicamente o endereço do SMSc), SM-RP-OA (originador, o MSISDN do assinante) e o SM-RP-UI (o TPDU contendo o payload do SMS).

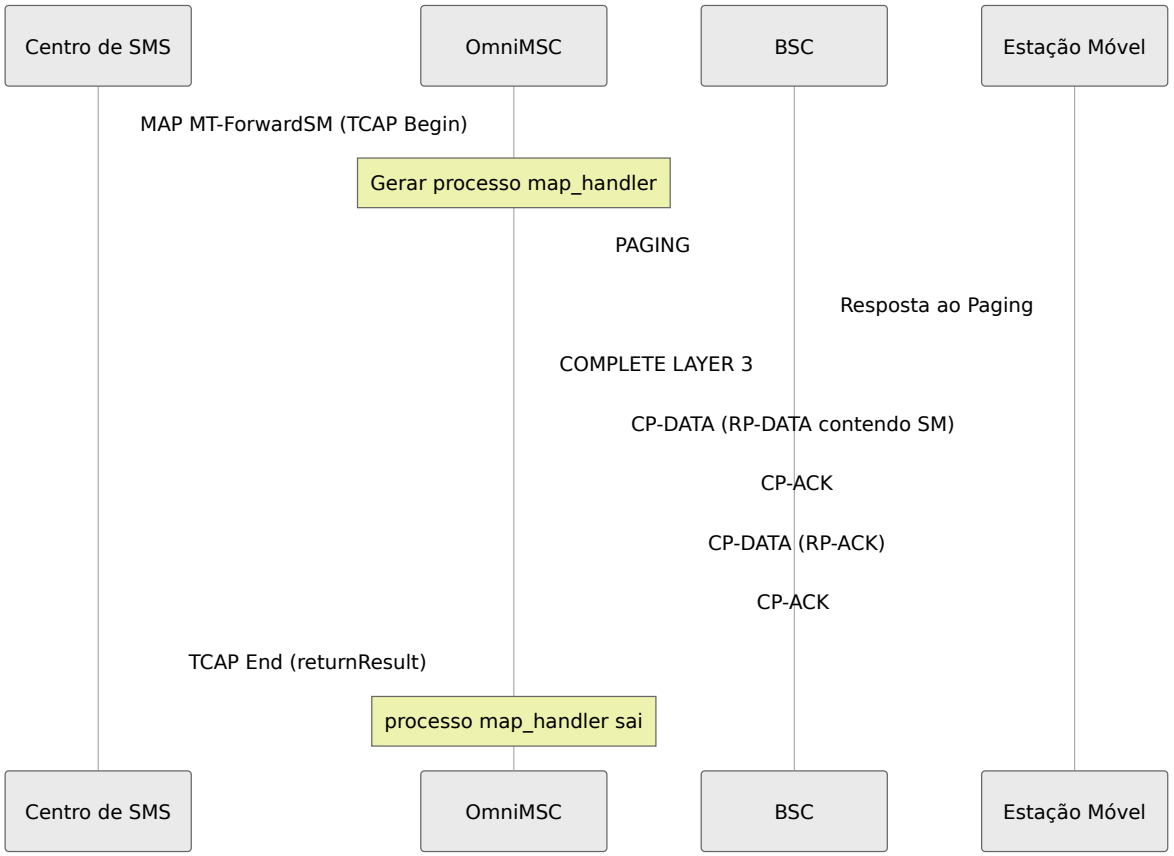
O SMSc reconhece com um resultado de retorno na aceitação bem-sucedida, ou um erro de retorno se a mensagem não puder ser processada (por exemplo, congestionamento do SMSc, destino inválido).



MT-ForwardSM

O Centro de SMS envia MAP MT-ForwardSM para o MSC para entrega de mensagem curta terminada no móvel. Ao receber esta operação, o OmniMSC gera um processo map_handler dedicado que gerencia a tentativa de entrega e mantém o diálogo MAP aberto até que o resultado seja conhecido.

O manipulador procura o assinante no VLR, faz o paging se necessário e entrega o SM via DTAP. Uma vez que a estação móvel reconhece a entrega (RP-ACK) ou relata falha (RP-ERROR), o manipulador envia um TCAP End contendo um returnResult (entrega bem-sucedida) ou um returnError (falha na entrega com causa) de volta ao SMSc.



Se a entrega falhar (assinante ausente, memória excedida, erro de protocolo), o manipulador retorna o erro MAP apropriado:

Erro	Causa
Assinante Ausente	Assinante não acessível (não registrado ou sem resposta ao paging)
Falha na Entrega de SM	MS retornou RP-ERROR (memória cheia, erro não especificado)
Falha no Sistema	Erro de processamento interno

ProcessUnstructuredSS-Request

O OmniMSC retransmite solicitações USSD para o HLR via MAP ProcessUnstructuredSS-Request quando a string USSD visa um serviço que requer processamento do HLR (por exemplo, gerenciamento de serviço

suplementar, consultas de saldo). O MSC encaminha a string USSD e DCS (data coding scheme) para o HLR, que processa a solicitação e retorna uma string de resposta a ser exibida na estação móvel.

Para códigos USSD definidos pelo operador que são tratados por um gateway USSD externo em vez do HLR, o MSC roteia o diálogo MAP para o endereço do gateway configurado.

Gerenciamento de Transações TCAP

Os diálogos MAP são transportados dentro de transações TCAP. O OmniMSC mantém uma tabela de transações que correlaciona identificadores de transação locais e remotos ao longo do ciclo de vida do diálogo.

Mensagem TCAP	Fase do Diálogo MAP	Descrição
TC-BEGIN	Abertura	Iniciador envia o primeiro invoke; transporta o ID de transação de origem (otid)
TC-CONTINUE	Ativo	Ambas as partes trocam componentes; a resposta transporta o ID de transação de destino (dtid) correspondente ao otid do par
TC-END	Fechamento	Mensagem final; transporta componentes de resultado ou erro; diálogo encerrado
TC-ABORT	Abort	Término anormal; erro de protocolo ou tempo limite

O cliente MAP rastreia cada diálogo ativo por seu par de otid/dtid. Quando um TCAP CONTINUE ou END chega, o cliente combina o dtid a um otid local para

localizar o processo manipulador correspondente. Essa correlação é essencial para multiplexar muitos diálogos MAP concorrentes sobre uma única conexão SCCP.

Tempo Limite do Diálogo

Cada diálogo MAP tem um tempo limite fixo de 30 segundos. Se o par remoto não responder dentro do período de tempo limite, o cliente MAP envia um TC-ABORT (iniciado localmente) e notifica o subsistema solicitante. Isso previne vazamentos de recursos de pares não responsivos.

Tratamento de Erros MAP

O OmniMSC lida com erros MAP tanto no nível de componente (retorno de erro dentro de um diálogo) quanto no nível de diálogo (abort, erro do provedor).

Erros MAP Comuns

Erro	Operação Típica	Tratamento do MSC
Assinante Ausente	MT-ForwardSM, SendRoutingInfo	Relatar falha de entrega ao SMSc; definir MNRF no VLR
Falha na Entrega de SM	MT-ForwardSM	Encaminhar causa de falha de TP ao SMSc
Assinante Desconhecido	UpdateLocation	Rejeitar Atualização de Localização
Roaming Não Permitido	UpdateLocation	Rejeitar Atualização de Localização com causa apropriada
Falha no Sistema	Qualquer	Tentar novamente ou relatar falha ao subsistema solicitante
Dados Ausentes	SendAuthenticationInfo	A autenticação não pode prosseguir; rejeitar serviço
Valor de Dados Inesperado	InsertSubscriberData	Registrar e rejeitar o parâmetro ofensivo

Falhas em Nível de Diálogo

Quando um TCAP ABORT é recebido ou um diálogo expira, o cliente MAP determina qual subsistema iniciou o diálogo e entrega uma notificação de falha. O subsistema então aplica sua própria lógica de recuperação (por exemplo, o FSM de LU rejeita a Atualização de Localização, o manipulador de SMS retorna uma falha de entrega ao SMSc).

Roteamento de Código de Ponto

Quando o OmniMSC recebe um diálogo MAP de entrada (por exemplo, MT-ForwardSM do SMSc, InsertSubscriberData do HLR), a camada M3UA registra o código de ponto de origem das informações de roteamento da mensagem de entrada. Quando o MSC envia a resposta (TCAP Continue ou End), ele usa este código de ponto registrado como o código de ponto de destino (DPC) para a mensagem M3UA de saída.

Esse mecanismo garante que as respostas sejam roteadas de volta para o nó de origem correto, mesmo quando vários HLRs ou SMSCs com diferentes códigos de ponto são acessíveis via o mesmo STP. As informações de roteamento do M3UA de entrada são armazenadas por diálogo e usadas para todas as mensagens subsequentes dentro desse diálogo.

Operações Suportadas Adicionais

Além das operações descritas em detalhes acima, o codificador MAP implementa as seguintes operações, identificadas por seu opcode local MAP:

Operação	Opcode	Propósito
CancelLocation	3	HLR instrui o VLR anterior a cancelar a localização de um assinante
SendRoutingInfo	22	GMSC solicita informações de roteamento (MSRN) para uma chamada MT
SendRoutingInfoForSM	45	GMSC solicita informações de roteamento para entrega de SMS MT
ReportSM-DeliveryStatus	47	Relatar resultado da entrega de SMS MT ao HLR (manuseio de MWD/MNRF)
SendIdentification	55	Recuperar IMSI e vetores de autenticação do VLR anterior (pool relay)
RestoreData	57	Restaurar dados do assinante do HLR
UnstructuredSS-Request	60	Solicitação USSD iniciada pela rede em direção ao assinante
AlertServiceCentre	64	Notificar o SMSc que um assinante está novamente acessível
ReadyForSM	66	Informar ao HLR que o assinante está pronto para receber SMS

Referências de Especificação 3GPP

Especificação	Título	Relevância
TS 29.002	Especificação do Mobile Application Part (MAP)	Todas as operações MAP, códigos de erro, procedimentos de diálogo
ITU-T Q.771-Q.775	Parte de Aplicação de Capacidades de Transação (TCAP)	Gerenciamento de transações TCAP, manuseio de componentes
ITU-T Q.711-Q.716	Parte de Controle de Conexão de Sinalização (SCCP)	Endereçamento e roteamento SCCP para diálogos MAP
RFC 4666	Camada de Adaptação do Usuário MTP3 (M3UA)	Transporte M3UA, roteamento de código de ponto

Controle de Mídia

Este documento descreve o controle de gateway de mídia no OmniMSC, cobrindo os protocolos de gateway MGCP e Megaco/H.248, a máquina de estados do Controlador de Mídia, negociação de codec, ponte de conferência e geração de SDP.

Para diagramas de fluxo de chamada mostrando a configuração de mídia em contexto, veja Diagramas de Fluxo de Chamada. Para configuração de codec de tronco SIP, veja Tronco SIP. Para parâmetros de configuração do gateway de mídia, veja Referência de Configuração. Para ponte de conferência MPTY do ponto de vista dos serviços suplementares, veja Serviços Suplementares.

Controle de Gateway MGCP

O OmniMSC controla gateways de mídia usando o Protocolo de Controle de Gateway de Mídia (MGCP) conforme RFC 3435. O Agente de Chamada MGCP emite três comandos principais para gerenciar conexões RTP no gateway.

Comandos

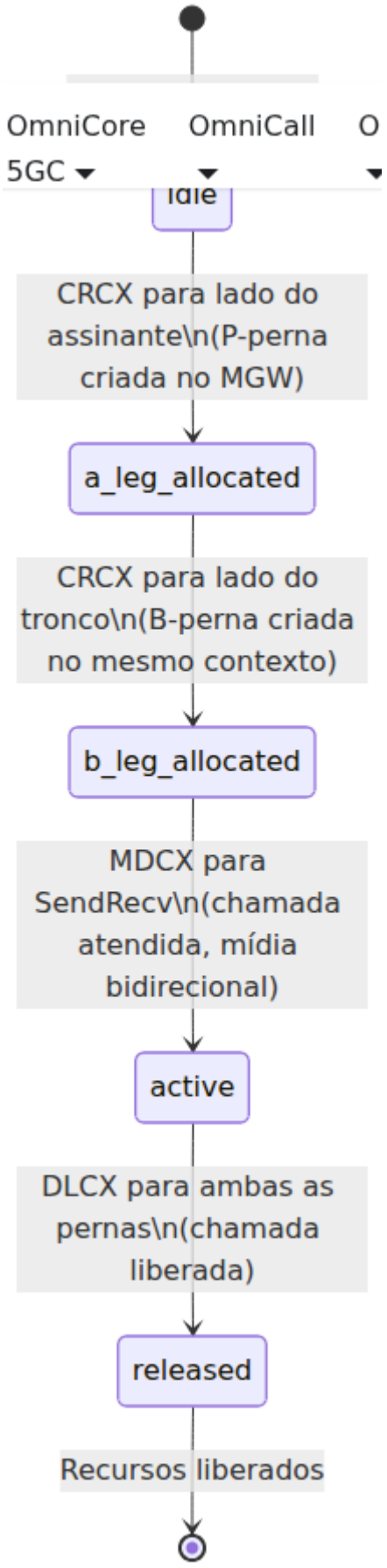
Comando	Propósito	Descrição
CRCX	Criar Conexão	Aloca um novo ponto de extremidade RTP no gateway de mídia e retorna o endereço IP local, porta e SDP para esse ponto de extremidade.
MDCX	Modificar Conexão	Atualiza os parâmetros de uma conexão existente, como mudar o modo de mídia de receber apenas para enviar e receber quando uma chamada é atendida.
DLCX	Deletar Conexão	Desmonta uma conexão RTP e libera os recursos de ponto de extremidade associados no gateway.

Nomeação de Ponto de Extremidade

Os caminhos de ponto de extremidade do gateway de mídia são fornecidos pelo chamador em vez de gerados em um padrão fixo. Quando um caminho de ponto de extremidade não possui um `@`, ele é qualificado com o domínio configurado do gateway, produzindo um ponto de extremidade totalmente qualificado como `ds/ds1-1/1@mgw01.local`. Cada perna de chamada ocupa um ponto de extremidade dentro de um contexto de conexão no gateway.

Estados do Controlador de Mídia

O Controlador de Mídia gerencia o ciclo de vida dos recursos de mídia para cada chamada. Ele avança pelos seguintes estados à medida que a chamada é estabelecida e liberada.


OmniCore 5GC
OmniCall
O
Idle
CRCX para lado do assinante\n(P-perna criada no MGW)
a_leg_allocated
CRCX para lado do tronco\n(B-perna criada no mesmo contexto)
b_leg_allocated
MDCX para SendRecv\n(chamada atendida, mídia bidirecional)
active
DLCX para ambas as pernas\n(chamada liberada)
released
Recursos liberados

A-Pernas (Lado do Assinante)

A A-perna representa o caminho de mídia entre o gateway de mídia e o portador de acesso rádio do assinante via BSC ou RNC.

Quando uma chamada é iniciada, o Controlador de Mídia envia um comando CRCX para o gateway de mídia para alocar o ponto de extremidade da A-perna. O modo de conexão inicial é definido como **RecvOnly**, o que significa que o gateway aceita mídia de entrada do lado do assinante, mas não transmite. Isso evita cortes e eco durante a fase de alerta.

Quando a chamada é atendida, o Controlador de Mídia envia um comando MDCX para mudar o modo da A-perna para **SendRecv**, permitindo o fluxo de mídia bidirecional.

B-Pernas (Lado do Tronco)

A B-perna representa o caminho de mídia entre o gateway de mídia e o tronco remoto (par SIP ou circuito ISUP).

A B-perna é alocada via um segundo comando CRCX dentro do mesmo contexto de conexão MGW que a A-perna. Ao colocar ambas as pernas no mesmo contexto, o gateway de mídia internamente conecta as duas streams RTP, permitindo continuidade do caminho de voz sem passar a mídia pelo MSC.

Negociação de Codec

O OmniMSC negocia codecs de voz com base nas capacidades relatadas pelo BSC na resposta do Pedido de Atribuição BSSMAP (lista de versões de voz) e nas preferências de codec do tronco de saída.

Codecs Suportados

Os tipos de payload são atribuídos estaticamente (não negociados dinamicamente): GSM-FR usa o tipo estático padrão 3, PCMU/PCMA usam os tipos estáticos padrão 0/8, e os codecs de voz 3GPP são fixados nos tipos 96-101.

Codec	Payload RTP	Descrição
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 octeto-alinhado (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 Optimized Half Rate AMR Wideband (16 kHz)

A lista de oferta de codec é construída a partir da interseção das capacidades de versão de voz relatadas pelo BSC e as preferências de codec configuradas no MSC. O SDP resultante ﷺ incluído no SIP INVITE de saída para o par do tronco, permitindo que o lado remoto selecione o codec preferido do conjunto oferecido.

Ponte de Conferência (Multi-Partes)

O OmniMSC suporta chamadas de conferência multi-partes (MPTY) conforme 3GPP TS 24.083, aproveitando a capacidade de ponte de conferência do gateway de mídia.

Quando um assinante invoca o serviço suplementar MPTY, o Controlador de Mídia aloca um contexto de conferência no gateway de mídia. Pernas de chamada individuais são então adicionadas ou removidas da conferência à medida que os participantes entram ou saem.

Operações de Conferência

Operação	Descrição
Criar Conferência	Aloca um novo contexto de conferência no gateway de mídia com um ponto de mistura dedicado.
Adicionar à Conferência	Move uma perna de chamada existente para o contexto da conferência via MDCX, conectando o participante ao misturador da conferência.
Remover da Conferência	Move uma perna de chamada para fora do contexto da conferência de volta para uma conexão ponto a ponto.

O misturador de conferência no gateway de mídia gerencia a mistura de mídia para todos os participantes. O MSC controla a adesão à conferência apenas através de sinalização e não processa mídia diretamente.

Geração de SDP

O OmniMSC gera SDP (Protocolo de Descrição de Sessão) para mensagens SIP de saída usando as seguintes convenções:

Campo SDP	Valor
Origem (o=)	`OmniMSC` como o nome de usuário originador da sessão
Conexão (c=)	Endereço IP retornado pelo gateway de mídia na resposta CRCX
Mídia (m=)	Porta RTP retornada pelo gateway de mídia, com tipos de payload de codec da oferta negociada
Atributos (a=)	Parâmetros específicos de codec, como `fmtp` para modo de alinhamento de octeto AMR

O endereço de conexão e a porta no SDP sempre refletem o ponto de extremidade alocado do gateway de mídia, garantindo que RTP flua diretamente entre o gateway de mídia e o par remoto sem atravessar o caminho de sinalização do MSC.

Suporte Megaco/H.248

Como alternativa ao MGCP, o OmniMSC suporta controle de gateway de mídia via o protocolo Megaco/H.248 conforme a Recomendação ITU-T H.248. A escolha entre MGCP e Megaco é uma única configuração global — a opção `media` `mode` (padrão `:megaco`) — e se aplica a todos os gateways de mídia, não por gateway.

Megaco usa um modelo de comando baseado em transação com comandos Adicionar, Modificar, Subtrair e Mover que mapeiam conceitualmente para as operações CRCX, MDCX e DLCX do MGCP. O Controlador Megaco gerencia transações H.248, alocação de contexto e ciclo de vida de terminação no gateway.

Tanto os transportes MGCP quanto Megaco usam UDP por padrão. O Controlador de Mídia abstrai as diferenças de protocolo para que a FSM CC e

outros componentes de manuseio de chamadas interajam com uma interface de controle de mídia unificada, independentemente do protocolo de gateway subjacente.

Configuração do Gateway

Cada gateway de mídia é definido com os seguintes parâmetros de identidade:

Parâmetro	Descrição
Nome	Nome lógico do gateway usado para identificação em logs e no painel de controle
Endereço	Endereço IP do gateway de mídia
Porta	Porta de escuta MGCP ou Megaco no gateway
Domínio	Nome de domínio do gateway usado na endereçamento de ponto de extremidade MGCP (a parte `@mgw` dos nomes de ponto de extremidade)

Para o conjunto completo de parâmetros de configuração de mídia, veja Referência de Configuração.

Referências

- **RFC 3435** -- Protocolo de Controle de Gateway de Mídia (MGCP) Versão 1.0
- **ITU-T H.248** -- Protocolo de Controle de Gateway (Megaco)
- **3GPP TS 24.083** -- Serviços suplementares de Espera de Chamada e Retenção de Chamada (MPTY)
- **RFC 4566** -- Protocolo de Descrição de Sessão (SDP)

Métricas e Monitoramento

Este documento descreve a telemetria, métricas, alarmes e endpoints de saúde fornecidos pelo OmniMSC. Para configuração de limite de sobrecarga, consulte Referência de Configuração. Para solucionar condições de alerta, consulte Guia de Solução de Problemas. Para a visualização do painel em tempo real de chamadas ativas e contagem de assinantes, consulte Guia do Painel de Controle.

Visão Geral da Telemetria

OmniMSC emite eventos de telemetria Erlang/Elixir para todas as atividades operacionais significativas. Esses eventos são exportados como métricas Prometheus, disponíveis no endpoint `/metrics` na porta HTTP do Phoenix. Todos os nomes de métricas estão sob o namespace `omnimsc_` para evitar colisões com outros aplicativos. A página do Sistema no painel de controle fornece uma visão em tempo real das estatísticas da VM BEAM, incluindo contagem de processos, memória e carga do escalonador — consulte Guia do Painel de Controle.

As definições de métricas abaixo refletem as métricas que o OmniMSC expõe. Qualquer scraper compatível com Prometheus (Prometheus, Grafana Agent, Datadog, Victoria Metrics) pode coletar essas métricas no intervalo de coleta padrão.

Referência de Métricas

Métrica	Tipo	Rótulos	
`omnimsc_active_calls_count`	Gauge	--	Ch atu
`omnimsc_vlr_subscribers_count`	Gauge	--	Ass reg
`omnimsc_sccp_connections_count`	Gauge	--	Co (int
`omnimsc_sms_sent_count`	Counter	--	Tot env
`omnimsc_location_update_complete_count`	Counter	`type`	Atu loc (im per
`omnimsc_auth_failure_count`	Counter	`reason`	Fal
`omnimsc_auth_skipped_count`	Counter	--	Aut (co exi
`omnimsc_handover_attempt_count`	Counter	`type`	Ter tra (int int sub
`omnimsc_paging_attempt_count`	Counter	`result`	Ter (de tim

Métrica	Tipo	Rótulos	
`omnimsc_peer_status`	Gauge	`peer`	Sta (1=
`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`	Ter diá
`omnimsc_call_release_count`	Counter	`type`	Lib (m

Valores de Rótulo

omnimsc_location_update_complete_count -- o rótulo `type` distingue os tipos de atualização de localização de acordo com o 3GPP TS 24.008:

Valor	Descrição
`imsi_attach`	Anexação IMSI (assinante ligando)
`normal`	Atualização de localização normal (assinante movido para nova área de localização)
`periodic`	Atualização de localização periódica (expiração do temporizador T3212)
`guest`	Assinante convidado aceito (IMSI desconhecido, provisionamento local de convidado)

omnimsc_auth_failure_count -- o rótulo `reason` identifica a causa da falha. O FSM de autenticação atualmente emite um único valor:

Valor	Descrição
`auth_failed`	Autenticação falhou (mismatch SRES/RES ou falha reportada pelo MS)

omnimsc_paging_attempt_count -- o rótulo `result` rastreia os resultados da paginação:

Valor	Descrição
`dispatched`	Paginação enviada para BSC(s)
`success`	Assinante respondeu à paginação
`timeout`	Máximo de tentativas esgotadas sem resposta

omnimsc_peer_status -- o rótulo `peer` identifica o peer remoto pelo seu nome configurado (por exemplo, Default-GW, International-GW, MSC-02).

omnimsc_ss_operation_count -- o rótulo `operation` identifica a operação SS (registrar, apagar, ativar, desativar, interrogar) e o rótulo `ss_service` identifica o serviço alvo (cfu, cfb, cfnry, cfnrc, cw, clip, clir, baoc, baoic).

omnimsc_ussd_request_count -- o rótulo `routing` distingue entre solicitações SS tratadas localmente e aquelas retransmitidas para o HLR:

Valor	Descrição
`local_ss`	Solicitação tratada localmente pelo MSC
`hlr_relay`	Solicitação retransmitida para o HLR via MAP

omnimsc_call_release_count -- o rótulo `type` distingue a direção da chamada:

Valor	Descrição
`mo`	Chamada originada por celular liberada
`mt`	Chamada terminada em celular liberada
`unknown`	Direção não determinada no momento da liberação

Exemplos de Consultas PromQL

As seguintes consultas são pontos de partida úteis para painéis e regras de alerta.

Monitoramento de chamadas ativas -- carga atual de chamadas no MSC:

omnimsc_active_calls_count

Taxa de chamadas -- chamadas liberadas por segundo, média em cinco minutos:

rate(omnimsc_call_release_count[5m])

Razão de falhas de autenticação -- falhas de autenticação por segundo por razão:

rate(omnimsc_auth_failure_count[5m])

Disponibilidade de peers -- identificar quaisquer peers que estão atualmente inativos:

omnimsc_peer_status

Taxa de SMS -- mensagens SMS por segundo:

rate(omnimsc_sms_sent_count[5m])

Taxa de atualização de localização por tipo -- detalhamento da atividade de LU:

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

Taxa de operação SS por serviço -- atividade de serviço suplementar:

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

Detalhamento de roteamento USSD -- solicitações USSD locais vs retransmitidas para HLR:

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

Sistema de Alarmes

OmniMSC gera e limpa alarmes para condições que requerem atenç��o do operador. Cada alarme tem um nível de severidade e um identificador único.

Tipos de Alarmes

Alarme	Severidade	Descrição
`sctp_link_down`	Crítico	Associação SCTP com STP perdida
`hlr_unreachable`	Crítico	HLR não respondendo a operações MAP
`cdr_write_failure`	Maior	Erro de gravação de arquivo CDR
`overload`	Maior	Limite de sobrecarga do sistema excedido

Eventos de Telemetria de Alarmes

O subsistema de alarmes emite eventos de telemetria que podem ser consumidos por sistemas de monitoramento externos ou anexados a métricas Prometheus:

Evento	Descrição
`[:omnimsc, :alarm, :raised]`	Emitido quando uma condição de alarme é detectada. Os metadados incluem alarm_id, severidade, origem e texto descritivo.
`[:omnimsc, :alarm, :cleared]`	Emitido quando uma condição de alarme é resolvida. Os metadados incluem alarm_id, severidade e origem.

Os alarmes permanecem ativos até que a condição subjacente seja resolvida, momento em que o evento de limpeza é emitido. Múltiplas ativações do mesmo alarm_id sem uma limpeza intermediária são deduplicadas.

Endpoint de Saúde

OmniMSC expõe um endpoint de verificação de saúde para uso por balanceadores de carga e sistemas de orquestração.

GET /api/health retorna o status geral de saúde do sistema. A resposta indica se o MSC está operacional e aceitando tráfego. Uma resposta saudável confirma que os subsistemas principais (VLR, CC, cliente MAP, pilha SIP) estão em execução. Uma resposta não saudável indica que um ou mais subsistemas críticos falharam.

Este endpoint é adequado para sondagens de vivacidade e prontidão do Kubernetes, ou para verificações de saúde de balanceadores de carga em implantações tradicionais.

Endpoint de Status

GET /api/status retorna informações detalhadas do sistema, incluindo contagem de chamadas ativas, contagem de assinantes registrados, estados de links de peers, resumo de alarmes, contagem de processos BEAM e tempo de atividade. Este endpoint fornece um instantâneo abrangente para painéis operacionais e fins de diagnóstico.

A resposta de status inclui todas as informações necessárias para avaliar a capacidade do sistema e identificar componentes degradados sem exigir acesso ao Prometheus.

Proteção contra Sobrecarga

OmniMSC inclui um mecanismo de proteção contra sobrecarga configurável que impede o sistema de exceder limites operacionais seguros. O módulo de sobrecarga monitora continuamente quatro métricas e as compara com limites configuráveis.

Limites de Sobrecarga

Métrica	Limite Padrão	Descrição
Chamadas ativas	10.000	Máximo de chamadas CS concorrentes
Assinantes registrados	50.000	Máximo de assinantes no VLR
Contagem de processos BEAM	500.000	Máximo de processos Erlang
Taxa de paginação	1.000/seg	Máximo de solicitações de paginação por segundo

Quando qualquer limite é excedido, o módulo de sobrecarga rejeita novas solicitações de serviço com a causa GSM 42 (congestão de equipamento de comutação). Chamadas já em progresso não são afetadas. O estado de sobrecarga é refletido no evento de telemetria `[:omnimsc, :overload, :state_change]` e no alarme `overload`.

A proteção contra sobrecarga se aplica a atualizações de localização, solicitações de configuração de chamadas e transações SMS. Chamadas de emergência ignoram a proteção contra sobrecarga independentemente da carga do sistema, conforme 3GPP TS 22.101.

Para configuração de limites, consulte Referência de Configuração.

Pool MSC e NRI

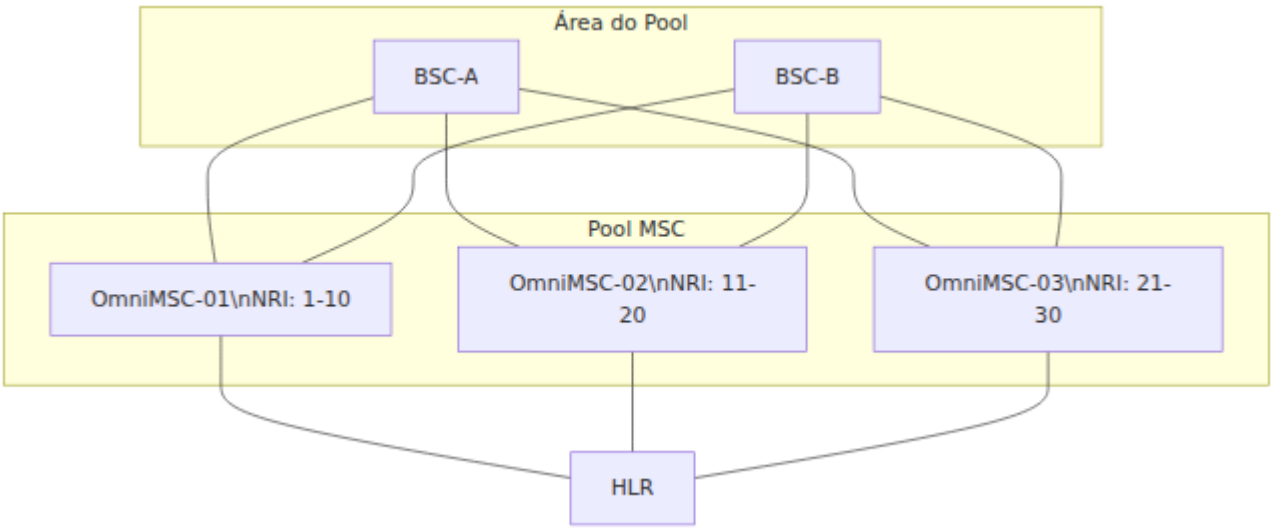
Este documento descreve a arquitetura MSC-in-Pool implementada pela OmniMSC da Omnitouch de acordo com o 3GPP TS 23.236. O agrupamento permite que múltiplos servidores MSC compartilhem uma área comum de pool, proporcionando distribuição de carga entre os MSCs e resiliência contra falhas individuais de MSC.

Para comportamento de roteamento ciente do pool, veja Roteamento. Para a página do Pool na interface web, veja Guia do Painel de Controle. Para parâmetros de configuração, veja Referência de Configuração. Para detalhes de alocação de TMSI, incluindo o design sem rollback e incorporação de NRI, veja Segurança.

Conceito MSC-in-Pool

Em uma arquitetura tradicional, cada BSC conecta-se a um único MSC. Se esse MSC falhar, todos os assinantes atendidos por suas BSCs perdem o serviço. O agrupamento de MSC aborda essa limitação permitindo que as BSCs se conectem a múltiplos MSCs simultaneamente através da interface A-Flex. Qualquer MSC no pool pode atender qualquer assinante que chegue de qualquer BSC na área do pool.

O mecanismo chave que permite a operação do pool é o Identificador de Recurso de Rede (NRI), um campo de bits incorporado no TMSI que identifica qual MSC alocou aquele TMSI. Quando um assinante apresenta um TMSI a uma BSC, a BSC extrai o NRI e roteia o sinal para o MSC correto. Se esse MSC não estiver disponível, a BSC seleciona um MSC alternativo do pool, e o MSC receptor lida com o assinante localmente.



Cada BSC mantém associações SCTP com todos os MSCs no pool. Para assinantes retornando, a BSC usa o NRI no TMSI para selecionar o MSC que originalmente registrou o assinante. Para novos assinantes (sem TMSI ou NRI nulo), a BSC usa seleção round-robin ou baseada em carga.

Identificador de Recurso de Rede (NRI)

O NRI é codificado dentro do TMSI de 32 bits alocado pelo MSC. Os 8 bits mais significativos (bits 31-24) são reservados; o campo NRI começa no bit 23 e se estende para baixo por `nri_bitlength` bits. Os bits de ordem inferior restantes (bit `23 - nri_bitlength` até o bit 0) são a porção aleatória do TMSI. O comprimento do campo NRI é configurável e deve ser idêntico entre todos os membros do pool.

Layout de Bits do TMSI

Para um NRI de 10 bits, o campo reservado é os bits 31-24 (8 bits), o NRI ocupa os bits 23-14 (10 bits) e a porção aleatória é os bits 13-0 (14 bits):

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

O comprimento padrão do bit NRI é 10, suportando até 1024 valores NRI distintos. Implantações menores podem usar menos bits. A porção aleatória tem sempre `24 - nri_bitlength` bits de largura.

Comprimento do Bit NRI	Valores NRI Máximos	Bits TMSI Restantes (Aleatórios)
5	32	19
8	256	16
10	1024	14

O "NRI nulo" (valor padrão 0, configurável via `null_nri`) indica que o TMSI não foi atribuído por nenhum membro do pool. Um assinante que apresenta um NRI nulo é tratado como um novo assinante e aceito localmente com uma nova alocação de TMSI.

Alocação de TMSI

Quando o modo de pool está ativo, a OmniMSC incorpora um de seus valores NRI atribuídos em cada TMSI que aloca. O processo de alocação gera um TMSI base aleatório de 32 bits e então sobrescreve o campo de bits NRI com o valor NRI designado do MSC. Isso garante que qualquer BSC na área do pool possa determinar qual MSC possui um determinado assinante inspecionando o TMSI. Para comportamento geral de alocação e confirmação de TMSI (incluindo a escolha de design sem rollback), veja Segurança.

O MSC usa seu primeiro valor NRI configurado como padrão para novas alocações. Todos os valores NRI atribuídos ao MSC são reconhecidos como "locais" ao avaliar TMSIs recebidos.

Configuração

A adesão ao pool é configurada sob a chave pool na configuração do MSC (veja Referência de Configuração). Os parâmetros essenciais são:

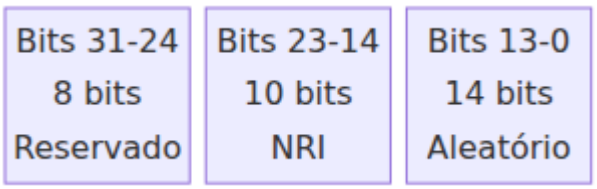
Parâmetro	Padrão	Descrição
enabled	false	Interruptor mestre para agrupamento. Deve ser definido como `true` para que a configuração do pool tenha efeito; quando `false` (ou ausente), o MSC opera em modo autônomo (não agrupado).
pool_id	nil	Identificador do pool. Todos os MSCs no mesmo pool devem compartilhar o mesmo pool_id.
nri_bitlength	10	Número de bits usados para o campo NRI no TMSI. Deve ser idêntico entre todos os membros do pool. Faixa válida: 1 a 10.
nri_values	(lista vazia)	Lista de valores NRI pertencentes a esta instância do MSC. TMSIs alocados por este MSC conterão um desses valores. Os intervalos de NRI não devem se sobrepor entre os membros do pool.
members	(lista vazia)	Lista de outras instâncias de MSC no pool. Cada entrada de membro inclui um nome lógico, endereço, porta e valores NRI atribuídos. Usado para retransmissão de assinantes baseada em NRI e monitoramento de saúde.

Cada entrada de membro na lista de membros requer:

Parâmetro	Descrição
name	Nome lógico do membro remoto do pool
address	Endereço IP ou nome do host do MSC remoto, usado como alvo da sondagem de saúde
port	Porta de sinalização no MSC remoto (padrão 2905), sondada via uma tentativa de conexão TCP ou SCTP para determinar a saúde do membro
nri_values	Valores NRI atribuídos ao membro remoto, usados para identificar qual MSC possui um determinado TMSI

Tratamento de NRI Estrangeiro

Quando um assinante apresenta um TMSI contendo um NRI que pertence a um membro diferente do pool, o MSC receptor deve decidir como lidar com o assinante. Essa situação surge quando a função de seleção baseada em NRI da BSC (NNSF) roteia para o MSC errado, ou quando o MSC proprietário não está disponível.



O Gerenciador de Pool sempre aceita o assinante localmente e realoca o TMSI com um valor NRI local. A decisão sobre como resolver a identidade do assinante depende do estado de saúde do MSC proprietário:

Status do MSC Proprietário	Comportamento
Acessível	Enviar MAP SendIdentification para o MSC proprietário para recuperar o IMSI e vetores de autenticação, então continuar a atualização de localização com a identidade recebida
Inacessível	Solicitar o IMSI diretamente do UE via uma Solicitação de Identidade, então buscar vetores de autenticação do HLR
Desconhecido	Mesmo comportamento que inacessível; solicitar o IMSI do UE

Em todos os casos, o assinante é re-registrado no MSC receptor com um novo TMSI contendo um valor NRI local.

Monitoramento de Saúde dos Membros do Pool

Cada MSC no pool monitora a saúde de outros membros do pool. O estado de saúde é rastreado por membro e afeta diretamente o comportamento de tratamento de NRI estrangeiro.

Estado do Membro	Descrição	Efeito no Tratamento de NRI Estrangeiro
Up	Membro está respondendo a sondagens de saúde	Assinantes NRI estrangeiros são identificados via MAP SendIdentification para o MSC proprietário
Down	Membro não respondeu dentro do período de tempo limite	Assinantes NRI estrangeiros são identificados solicitando o IMSI do UE
Unknown	Estado inicial antes que as sondagens de saúde sejam concluídas	Tratado da mesma forma que Down
Draining	Membro anunciou um esvaziamento para manutenção	Nenhum novo assinante é retransmitido; sessões existentes são mantidas até a conclusão

Quando um membro do pool reinicia, ele transmite MAP Reset para todos os membros do pool. Os MSCs receptores marcam todos os registros de assinantes que pertenciam originalmente ao MSC reiniciado para re-registro no próximo contato. Mudanças no estado de saúde são transmitidas para o Painel de Controle via PubSub para visibilidade em tempo real.

Procedimento de Atualização Contínua

A arquitetura de pool permite atualizações sem tempo de inatividade, esvaziando e atualizando um MSC de cada vez.

1. Defina o MSC alvo para o estado de esvaziamento via o Painel de Controle ou API. As BSCs param de enviar novos assinantes para este MSC; sessões existentes continuam.

2. Aguarde a conclusão natural das chamadas ativas. Monitore a contagem de chamadas ativas no painel.
3. Emita o Comando de Limpeza para quaisquer conexões BSC restantes.
4. Pare o processo do MSC. Os assinantes restantes se re-registrarão em outros membros do pool no próximo contato.
5. Aplique a atualização de software ou alteração de configuração.
6. Inicie o MSC atualizado. Ele estabelece associações SCTP com as BSCs e se anuncia via MAP Reset.
7. O MSC começa a aceitar novos assinantes. As BSCs o incluem em seu algoritmo de seleção.
8. Verifique a saúde na página do Pool: estado do membro é Up, alocação de NRI está correta, assinantes estão se registrando.

Repita para cada MSC no pool.

Página LiveView do Pool

A página do Pool no Painel de Controle exibe:

- Identidade do pool: ID do pool, valores NRI locais, comprimento do bit NRI.
- Tabela de status dos membros: nome, endereço e porta, intervalo de NRI, estado de saúde (Up, Down ou Draining), timestamp da última sondagem e contagem de assinantes por membro.
- Gráfico de distribuição de NRI: distribuição visual de assinantes através dos intervalos de NRI.
- Eventos de NRI estrangeiro: encontros recentes de NRI estrangeiro mostrando o TMSI apresentado, MSC proprietário e resultado (retransmitido via MAP SendIdentification, resolvido via solicitação de IMSI ou falhou).
- Estatísticas do pool: total de assinantes do pool, razão entre NRI local e estrangeiro, taxa de sucesso de retransmissão.

Referências de Especificação 3GPP

Especificação	Título	Relevância
TS 23.236	Conexão intra-domínio de nós RAN a múltiplos nós CN	Arquitetura de Pool MSC, formato NRI, seleção BSC
TS 23.012	Procedimentos de Gerenciamento de Localização	Interação do VLR com a operação do pool
TS 29.002	Especificação MAP	MAP SendIdentification, MAP Reset para coordenação de pool
TS 48.008	Interface BSC-MSC (A-Flex)	Extensões A-Flex para sinalização BSSAP ciente do pool

Roteamento

Este documento descreve como o OmniMSC da Omnitouch analisa números chamados, seleciona rotas e entrega chamadas aos seus destinos. Ele abrange o pipeline de análise de números, a tabela de rotas, tipos de destinos suportados, a função GMSC e interfaces de gerenciamento de rotas.

Para diagramas de fluxo de chamadas mostrando como o roteamento se integra à configuração de chamadas, veja Diagramas de Fluxo de Chamadas. Para parâmetros de configuração da tabela de rotas, veja Referência de Configuração. Para monitoramento de saúde de pares SIP, veja SIP Trunking. Para detalhes sobre grupos de troncos ISUP, veja ISUP Trunking. Para gerenciamento de rotas via o painel de controle, veja Guia do Painel de Controle.

Análise de Números

Quando uma chamada é iniciada, o OmniMSC classifica o número chamado para determinar seu tipo e normalizá-lo para o formato E.164. A classificação segue uma ordem de prioridade e utiliza a configuração de roteamento para a implantação (código do país, prefixo nacional, prefixo internacional, números de emergência e códigos curtos).

Ordem de Classificação

O mecanismo de análise de números avalia o número chamado em relação às seguintes categorias em ordem. O primeiro correspondente vence.

Prioridade	Tipo de Número	Regra de Detecção	Normalização
1	Emergência	Correspondência exata com a lista de números de emergência configurada (padrão `["112", "911", "110"]`; configurável pelo operador)	Inalterado; a dica de rota é definida como :emergency
2	Código curto	Correspondência exata com a tabela de códigos curtos configurada, onde cada código mapeia para um tipo de serviço (assistência do operador, consulta de diretório, etc.)	Inalterado; a dica de rota é definida como o átomo do tipo de serviço
3	Internacional	O número começa com "+" ou com o prefixo internacional configurado (padrão "00")	Removido o prefixo internacional e precedido por "+" para produzir E.164
4	Nacional	O número começa com o prefixo nacional configurado (padrão "0")	O prefixo nacional é removido, então o código do país é precedido por "+" para produzir E.164
5	Local	Qualquer número restante que não	O código do país e o código de área

Prioridade	Tipo de Número	Regra de Detecção	Normalização
		corresponda ao acima	são precedidos por "+" para produzir E.164

Após a classificação, o número normalizado E.164 é passado para a tabela de rotas para correspondência de prefixo mais longo.

Tabela de Rotas

A tabela de rotas é uma estrutura de dados suportada por ETS que mapeia prefixos de números para destinos. É o ponto central de decisão para todo o roteamento de chamadas de saída no OmniMSC.

Correspondência de Prefixo Mais Longo

Quando um número é apresentado para roteamento, a tabela de rotas itera do comprimento total do número até um único dígito, verificando por um prefixo correspondente em cada etapa. A primeira (mais longa) correspondência encontrada é utilizada. Se nenhuma correspondência específica de prefixo for encontrada, a tabela recua para a rota padrão (prefixo é a string vazia). Se nenhuma rota padrão existir, a chamada falha com um erro de sem-rota-para-destino.

Ordenação de Prioridade

Cada entrada de rota possui um valor de prioridade numérico. Valores mais altos têm precedência. A prioridade é usada quando a tabela de rotas é exibida e ao gerenciar entradas sobrepostas. As rotas de emergência devem ser configuradas com a maior prioridade (por exemplo, 100) para garantir que nunca sejam ofuscadas por entradas menos específicas.

Exemplo de Tabela de Rotas

A tabela a seguir ilustra como a tabela de rotas resolve diferentes números chamados.

Prefixo	Tipo	Destino	Prioridade	Propósito
000	:sip	Par SIP "Default-GW"	100	Número de emergência — a rota deve corresponder ao `psap_address`
04	:local	Assinante VLR	50	Números móveis australianos
0412	:sip	Par SIP "Mobile-GW"	50	Prefixo móvel específico roteado para um gateway SIP
001	:sip	Par SIP "International-GW"	10	Prefixo de discagem internacional
07	:isup	Grupo de troncos "Mobile-Interconnect"	10	Interconexão móvel via SS7
08	:sip_with_failover	Primário: Par SIP "Primary-SIP-GW", Failover: tronco ISUP "Backup-ISUP"	10	SIP com fallback automático para ISUP
09	:sip_i	Par SIP-I "MSC-02-SIP-	10	SIP com ISUP encapsulado

Prefixo	Tipo	Destino	Prioridade	Propósito
		l"		para um MSC par
(vazio)	:sip	Par SIP "Default-GW"	1	Rota padrão catch-all

Com esta tabela em vigor:

Número Discado	Prefixo Correspondente	Destino	Razão
000	000	SIP: Default-GW	Correspondência exata no prefixo de emergência
0412345678	0412	SIP: Mobile-GW	Correspondência mais longa (4 dígitos supera a entrada de 2 dígitos "04")
0498765432	04	Assinante VLR Local	Corresponde a "04" mas não a "0412"
0011234567	001	SIP: International-GW	Correspondência mais longa (3 dígitos)
0312345678	(vazio)	SIP: Default-GW	Sem correspondência de prefixo; cai para o padrão

---

Tipos de Rota

O OmniMSC suporta os seguintes tipos de destinos na tabela de rotas.

Chamadas de Emergência

Chamadas de emergência não são um tipo de rota separado. O MSC detecta chamadas de emergência a partir do tipo de mensagem CC Emergency Setup (3GPP TS 24.008 §9.3.8, tipo de mensagem 0x0E) e do tipo de Solicitação de Serviço CM (`:emergency`). A autenticação é tentada, mas a chamada prossegue independentemente do resultado. A criptografia é estabelecida se a autenticação for bem-sucedida; caso contrário, a chamada prossegue sem ela.

Mensagens de Configuração de Emergência não transportam um Número BCD da Parte Chamadora — o dispositivo envia apenas um IE de Capacidade de Portadora opcional e um IE de Categoria de Serviço de Emergência. O MSC usa o `psap_address` da configuração de Emergência como o número chamado para consulta na tabela de rotas. Este número é então roteado através da tabela de rotas normal como qualquer outra chamada. A entrada de rota que ele corresponde pode ser de qualquer tipo (`:sip`, `:isup`, `:sip_i`, etc.).

Exemplo: Para roteamento de chamadas de emergência para um par SIP chamado "Default-GW":

```
# Tabela de rotas — psap_address "000" corresponderá a esta
entrada
%{prefix: "000", type: :sip, peer: "Default-GW", priority: 100}

# Configuração de emergência — psap_address é usado como o número
chamado
config :omnimsc, Omnimsc.Emergency,
  psap_address: "000"
```

Se a autenticação falhar, o IMEI do chamador é usado como o número da parte chamadora em vez do MSISDN. Números de emergência também são detectados durante a análise de números e podem acionar o tratamento de emergência mesmo antes que a tabela de rotas seja consultada.

:local

Roteia a chamada para um assinante registrado no VLR local. O MSC consulta o MSISDN chamado no VLR, localiza o assinante através do BSC ou RNC apropriado e estabelece a chamada pela interface A ou interface Iu-CS.

:sip

Roteia a chamada para um par SIP configurado enviando um SIP INVITE. A entrada de rota especifica o par pelo nome; o endereço IP do par, porta, transporte e configuração de codec são resolvidos a partir da tabela de pares SIP. O Roteador de Troncos verifica se o par é acessível (status não é "down") e se o par tem canais disponíveis antes de roteá-lo.

:isup

Roteia a chamada via um grupo de troncos ISUP SS7. A entrada de rota especifica o nome do grupo de troncos, código de ponto de destino e faixa de CIC (Código de Identificação de Circuito). O Roteador de Troncos aloca um circuito ocioso do grupo de troncos, constrói uma Mensagem de Endereço Inicial (IAM) e a envia via transporte M3UA/SCTP para a troca remota.

:sip_i

Roteia a chamada para um par SIP-I, onde a mensagem ISUP completa é encapsulada dentro do corpo SIP. SIP-I preserva todos os elementos de informação ISUP durante a interconexão, evitando a perda de informação que pode ocorrer com a conversão padrão SIP-ISUP. Para detalhes do protocolo, veja SIP-I Trunking.

:sip_with_failover

Tenta a chamada primeiro via um par SIP primário. Se o par SIP não estiver acessível, retornar um erro 5xx ou expirar, o Roteador de Troncos automaticamente tenta novamente a chamada via um grupo de troncos ISUP de fallback configurado. Este tipo de destino requer tanto um nome de par SIP (primário) quanto um grupo de troncos ISUP com código de ponto (fallback).

:gmsc

Invoca a função Gateway MSC. O MSC envia uma solicitação MAP SendRoutingInfo para o HLR para obter o MSRN (Número de Roaming da Estação Móvel) para o assinante chamado, e então roteia a chamada para o MSC que está servindo usando o MSRN retornado. Veja a seção Função GMSC abaixo para detalhes.

:transit

Roteia a chamada como uma chamada de trânsito entre tipos de troncos sem instanciar um FSM de Controle de Chamada completo. Rotas de trânsito são usadas para operação de gateway ISUP para SIP, interconexão SIP para ISUP, comutação em tandem ISUP para ISUP e trânsito proxy SIP para SIP. Rotas de trânsito incluem contexto de origem (o tipo e nome do tronco de entrada) para corresponder a chamadas de entrada de troncos específicos.

Gerenciamento da Tabela de Rotas

UI Web

A página de Rotas e Troncos no Painel de Controle do OmniMSC fornece uma interface em abas para gerenciar rotas, grupos de troncos ISUP e pares SIP. Na aba Tabela de Rotas, os operadores podem adicionar, editar e excluir rotas através de formulários modais. As alterações nas rotas entram em vigor imediatamente sem necessidade de reinicialização. Rotas carregadas da configuração na inicialização podem ser substituídas em tempo de execução. Para detalhes sobre a interface web, veja Guia do Painel de Controle.

API REST

As rotas também podem ser gerenciadas programaticamente através da API REST.

Método	Endpoint	Descrição
GET	/api/routes	Lista todas as rotas na tabela
POST	/api/routes	Adiciona uma rota. O corpo da solicitação inclui prefixo, tipo, par (para tipos SIP) e prioridade.
DELETE	/api/routes/{id}	Remove uma rota pelo seu prefixo (o parâmetro de caminho `id` é o prefixo da rota)

Teste de Consulta de Rota

O endpoint de consulta de rota permite que operadores e sistemas de integração testem decisões de roteamento sem realizar uma chamada.

Método	Endpoint	Descrição
GET	/api/routes/lookup/:number	Retorna o destino que seria selecionado para o número chamado dado, ou uma indicação de sem-rota se nenhuma correspondência existir

---

Função GMSC

Quando o OmniMSC recebe uma chamada para um assinante móvel que não está registrado no VLR local, ele pode atuar como um Gateway MSC (GMSC) conforme 3GPP TS 23.018. A função GMSC preenche a lacuna entre a rede chamadora e o MSC visitado onde o assinante está atualmente registrado.

Fluxo de Roteamento de Chamada MT

1. Uma chamada de entrada chega de um tronco PSTN ou gateway SIP com o MSISDN do assinante como o número chamado.
2. A consulta da tabela de rotas retorna o tipo de destino :gmsc para este prefixo.
3. O OmniMSC envia uma solicitação MAP SendRoutingInfo (SRI) para o HLR do assinante, fornecendo o MSISDN chamado.
4. O HLR identifica o VLR que está servindo e instrui-o a alocar um Número de Roaming da Estação Móvel (MSRN).
5. O HLR retorna o MSRN para o OmniMSC na resposta SRI.
6. O OmniMSC roteia a chamada para o MSC que está servindo usando o MSRN, seja via um IAM ISUP ou um SIP INVITE dependendo do tipo de interconexão.
7. O MSC que está servindo localiza o assinante e completa a configuração da chamada MT.

Pool de MSRN

O OmniMSC mantém um pool de MSRNs para alocação durante o roteamento de chamadas MT. Quando um assinante é localizado no MSC local, um MSRN é alocado do pool, associado ao IMSI do assinante e retornado ao GMSC que está consultando. O MSRN é liberado de volta ao pool uma vez que a chamada de entrada chega ou a alocação expira.

Roteamento Consciente do Pool

Quando o modo de pool do MSC está ativo (veja Pool do MSC e NRI), o módulo de roteamento considera o NRI embutido no TMSI do assinante durante o roteamento de chamadas MT. Se o TMSI de um assinante contém um NRI estrangeiro (pertencente a outro membro do pool), o MSC pode encaminhar o assinante para o MSC proprietário via MAP SendIdentification, re-registrar o assinante localmente se o MSC proprietário não estiver acessível, ou roteiar chamadas MT para o MSC proprietário se o assinante ainda não tiver re-registrado localmente.

O roteamento baseado em NRI é automático quando o modo de pool está habilitado e não requer entradas explícitas na tabela de rotas.

Fluxo de Análise de Números

O fluxo completo de decisão de roteamento, do número chamado ao destino, prossegue através das seguintes etapas:

1. Verificação de bloqueio de chamadas — se o assinante estiver bloqueado deste tipo de chamada, a chamada é rejeitada com um código de causa GSM.
2. Verificação de gatilho CAMEL — se uma chave de serviço CAMEL corresponder, um InitialDP é enviado ao SCP. O SCP pode modificar o número chamado, conectar-se a um destino diferente ou liberar a chamada.
3. Análise de números — o número chamado é classificado e normalizado conforme descrito acima.
4. Consulta da tabela de rotas — correspondência de prefixo mais longo contra a tabela de rotas.
5. Despacho de destino — a chamada é entregue ao manipulador apropriado com base no tipo de destino correspondente.
6. Failover (se aplicável) — para rotas :sip_with_failover, uma tentativa de SIP falhada aciona uma nova tentativa automática via o tronco de fallback ISUP.

Grupos de Troncos ISUP

Cada grupo de troncos ISUP representa um conjunto de circuitos de voz para uma troca SS7 remota. Grupos de troncos são identificados por nome e configurados com um código de ponto de destino e faixa de CIC. Quando o roteamento seleciona um grupo de troncos ISUP, o Roteador de Troncos aloca o primeiro circuito ocioso encontrado no grupo de troncos e envia um IAM.

Grupos de troncos suportam níveis de prioridade: primário (primeira escolha), transbordo (usado quando os circuitos primários estão esgotados) e último recurso. Apenas grupos de troncos ativos são selecionados para roteamento; grupos de troncos inativos ou congestionados são ignorados.

Cada grupo de troncos rastreia contadores de ocupação, resposta, ocupado, congestionamento e liberação para monitoramento operacional.

Seleção de Par SIP

Pares SIP representam gateways VoIP remotos, nós IMS ou provedores de SIP trunking. Cada par é configurado com um endereço, porta, transporte (UDP, TCP ou TLS), codecs suportados e canais concorrentes máximos.

A saúde do par é monitorada através de keepalives periódicos de SIP OPTIONS. Se um par parar de responder, seu status muda para "down" e o par é excluído do roteamento. Quando uma rota especifica um par SIP pelo nome, o Roteador de Troncos verifica se o par é acessível e tem capacidade disponível antes de roteá-lo.

Referências de Especificação 3GPP

Especificação	Título	Relevância
TS 23.018	Tratamento Básico de Chamadas	Função GMSC, roteamento de chamadas MT, análise de números
TS 29.002	Especificação MAP	MAP SendRoutingInfo, alocação de MSRN
TS 23.078	CAMEL Fase 4	Tratamento de gatilho CAMEL no fluxo de roteamento

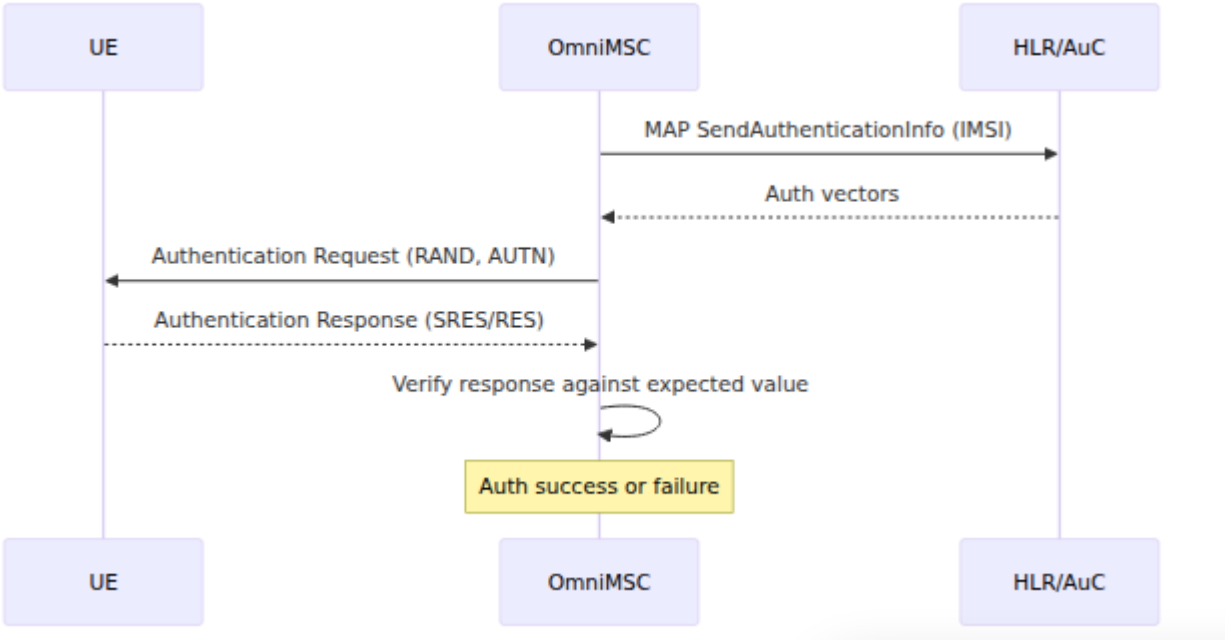
Segurança

Este documento descreve os mecanismos de autenticação, criptografia e gerenciamento de identidade implementados pelo OmniMSC, incluindo autenticação GSM e UMTS, criptografia da interface aérea, alocação de TMSI e procedimentos de solicitação de identidade. Para configuração de algoritmos de criptografia e parâmetros de segurança, consulte Referência de Configuração. Para as operações MAP que suportam autenticação, consulte Operações MAP. Para alocação de TMSI em implantações de pool MSC com codificação NRI, consulte Pool MSC e NRI.

Visão Geral da Autenticação

O OmniMSC suporta autenticação tanto GSM (2G) quanto UMTS (3G) conforme definido nas seções 3GPP TS 33.102 e TS 24.008 Seção 4.3. A autenticação é realizada durante atualizações de localização e, opcionalmente, durante a configuração de chamadas e transações SMS.

O MSC não armazena credenciais de assinante a longo prazo (Ki). Vetores de autenticação são obtidos do HLR/AuC via MAP SendAuthenticationInfo (veja Operações MAP). O MSC envia o IMSI para o HLR, que retorna um conjunto de vetores de autenticação. O MSC então desafia o UE e verifica sua resposta. O estado atual de autenticação do assinante e a contagem de tuplas restantes são visíveis no painel de controle — consulte Guia do Painel de Controle.



UMTS AKA (Autenticação e Acordo de Chave)

O Acordo de Chave e Autenticação UMTS fornece autenticação mútua — a rede autentica o assinante e o assinante autentica a rede. Este é o método de autenticação preferido para terminais equipados com USIM.

O HLR retorna quintetos, cada um contendo cinco valores:

Campo	Tamanho	Descrição
RAND	128 bits	Desafio aleatório gerado pelo AuC
XRES	32-128 bits	Resposta esperada, usada pelo MSC para verificar o UE
CK	128 bits	Chave de criptografia para criptografia da interface aérea
IK	128 bits	Chave de integridade para proteção de integridade da interface aérea
AUTN	128 bits	Token de autenticação, usado pelo UE para verificar a rede

O MSC envia RAND e AUTN para o UE. O USIM verifica AUTN para autenticar a rede, então calcula RES, CK e IK. O MSC compara o RES retornado com o XRES para autenticar o assinante.

Ressincronização SQN

AUTN contém um número de sequência (SQN) que o USIM verifica para prevenir ataques de repetição. Se o USIM determinar que o SQN está fora do intervalo (por exemplo, após um longo período de inatividade ou restauração de banco de dados), ele retorna uma Falha de Autenticação com a causa "falha SQN" e inclui um AUTS (token de ressincronização) de 112 bits. O MSC encaminha o AUTS para o HLR em uma nova solicitação MAP SendAuthenticationInfo, permitindo que o AuC ressincronize seu contador SQN e retorne vetores frescos.

GSM AKA

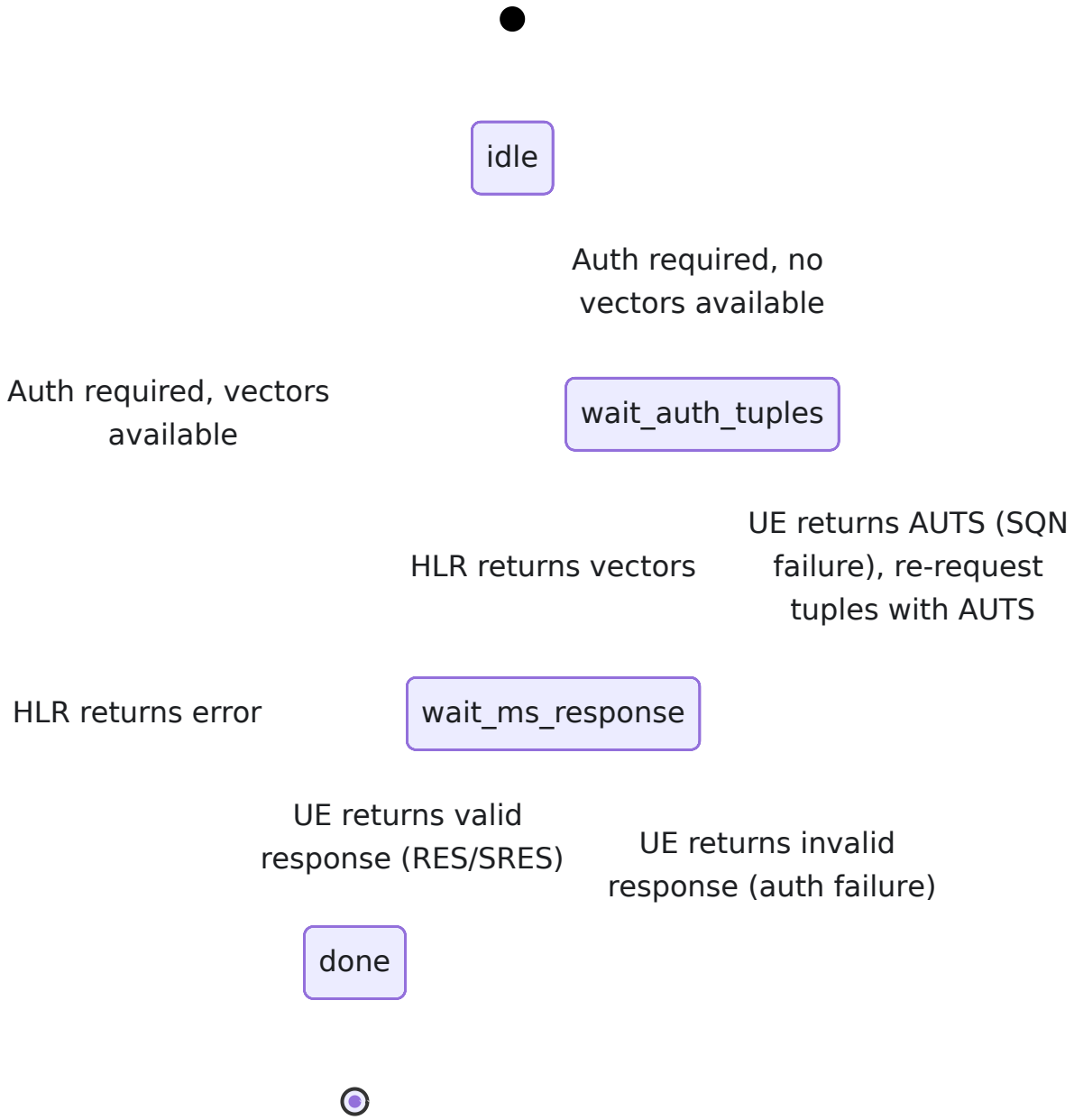
A autenticação GSM usa triplas para assinantes apenas 2G (SIM sem aplicação USIM). Cada tripla contém:

Campo	Tamanho	Descrição
RAND	128 bits	Desafio aleatório
SRES	32 bits	Resposta assinada, calculada pelo SIM usando A3(Ki, RAND)
Kc	64 bits	Chave de criptografia, calculada pelo SIM usando A8(Ki, RAND)

A autenticação GSM é unidirecional: a rede autentica o assinante, mas o assinante não autentica a rede. O MSC envia RAND, o SIM calcula SRES e Kc, e o MSC verifica SRES em relação ao valor esperado da tripla.

Estados da FSM de Autenticação

O procedimento de autenticação é gerenciado por uma máquina de estados finitos dentro do VLR. A FSM rastreia o progresso de cada tentativa de autenticação.



No estado `wait_auth_tuples`, o MSC enviou MAP SendAuthenticationInfo e está aguardando vetores do HLR. No `wait_ms_response`, o MSC enviou a Solicitação de Autenticação para o UE e está aguardando a resposta. Quando o UE relata uma discrepância no número de sequência (AUTS), a FSM reentra em `wait_auth_tuples` — ela re-solicita vetores frescos do HLR enviando MAP SendAuthenticationInfo carregando o token de ressincronização AUTS. Não há um estado de ressincronização separado; a ressincronização é tratada como um retorno ao `wait_auth_tuples`.

Criptografia

Após a autenticação bem-sucedida, o MSC inicia a criptografia da interface aérea para proteger a sinalização e o tráfego de usuários no caminho de rádio.

GERAN (2G/3G via BSC)

Para a interface A, o MSC envia um BSSMAP Cipher Mode Command para o BSC, carregando a chave de criptografia (Kc) e o algoritmo A5 selecionado. O BSC ativa a criptografia no canal de rádio e retorna Cipher Mode Complete.

Algoritmo	Segurança	Descrição
A5/1	Moderada	Criptografia GSM original, amplamente implantada
A5/3	Forte	Criptografia baseada em KASUMI, recomendada para todas as implantações

UTRAN (3G via RNC)

Para a interface Iu-CS, o MSC envia um RANAP Security Mode Command para o RNC, carregando CK, IK e os algoritmos UEA (criptografia) e UIA (integridade) selecionados. O RNC ativa a criptografia e a proteção de integridade e retorna Security Mode Complete.

Configuração A5 Permitida

O operador configura o conjunto de algoritmos A5 permitidos. O MSC seleciona o algoritmo mais forte suportado tanto pela configuração da rede quanto pelas capacidades relatadas da estação móvel.

Os algoritmos permitidos são especificados como uma lista: `allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]`. O MSC intersecciona esta lista com as capacidades de classmark do MS e seleciona a correspondência de maior força. Se nenhum algoritmo comum existir e A5/0 não for permitido, o MSC rejeita a conexão.

Alocação de TMSI

O MSC aloca uma Identidade de Assinante Móvel Temporária (TMSI) para cada assinante após uma Atualização de Localização bem-sucedida. O TMSI substitui o IMSI para paginação e identificação subsequentes, reduzindo a exposição da identidade permanente na interface aérea.

Alocação e Confirmação

Após completar a autenticação, criptografia e a troca de Atualização de Localização do HLR, o MSC gera um novo TMSI e o envia para a estação móvel na mensagem de Aceitação de Atualização de Localização. O MS armazena o TMSI e responde com TMSI Reallocation Complete.

Se o TMSI Reallocation Complete não for recebido dentro do temporizador de realocação, o MSC confirma o novo TMSI em vez de reverter. Essa escolha de design previne um cenário onde o MS armazenou com sucesso o novo TMSI, mas a confirmação foi perdida na interface aérea — reverter deixaria o MSC e o MS com TMSIs incompatíveis, quebrando a paginação subsequente.

TMSI em Pool MSC

Ao operar em um pool MSC (3GPP TS 23.236), o TMSI carrega bits de NRI (Identificador de Recurso de Rede) que permitem ao BSC direcionar assinantes retornantes para o MSC correto no pool. O NRI é incorporado em um intervalo de bits configurável dentro do TMSI. Quando um BSC recebe uma solicitação de serviço ou resposta de paginação contendo um TMSI, ele extrai o NRI e direciona a sinalização para o MSC que possui aquele intervalo de NRI.

Para configuração de pool MSC e atribuição de NRI, consulte Pool MSC & NRI.

Solicitação de Identidade

Quando o MSC não consegue resolver a identidade de um assinante — por exemplo, quando um TMSI é apresentado que não é encontrado no VLR local (após reinicialização do MSC, reencaminhamento de pool ou transbordo de VLR) — o MSC envia uma Solicitação de Identidade para a estação móvel solicitando o IMSI.

O MS responde com uma Resposta de Identidade contendo seu IMSI. O MSC então prossegue com a autenticação usando o IMSI. Este procedimento é definido na Seção 3GPP TS 24.008 Seção 4.3.3.

A Solicitação de Identidade também é usada para obter o IMEI (Identidade Internacional de Equipamento Móvel) quando a verificação de equipamento é necessária.

Referências de Especificação 3GPP

Especificação	Título	Relevância
TS 33.102	Segurança 3G; Arquitetura de Segurança	UMTS AKA, quintetos, ressincronização SQN, hierarquia de chaves
TS 24.008	Camada 3 da Interface de Rádio Móvel	Solicitação/Resposta de Autenticação (Sec 4.3), Solicitação de Identidade (Sec 4.3.3), Realocação de TMSI (Sec 4.3.1)
TS 43.020	Funções de Rede Relacionadas à Segurança	Algoritmos de criptografia GSM A3/A8, A5
TS 48.008	Interface MSC-BSS (BSSMAP)	Comando/Completo do Modo de Criptografia
TS 25.413	Interface Iu UTRAN (RANAP)	Comando/Completo do Modo de Segurança
TS 23.236	Conexão Intra-Domínio de Nós RAN para Múltiplos Nós CN	Atribuição de NRI, estrutura de TMSI para pool MSC
TS 29.002	Especificação MAP	MAP SendAuthenticationInfo

Interface SGs e CSFB

Este documento descreve a interface SGs e a implementação do Circuit-Switched Fallback (CSFB) no OmniMSC pela Omnitouch conforme 3GPP TS 29.118. A interface SGs conecta o MSC/VLR ao MME, permitindo o anexo combinado EPS/IMSI, a paginação CS via a rede LTE e a entrega de SMS sem fallback CS.

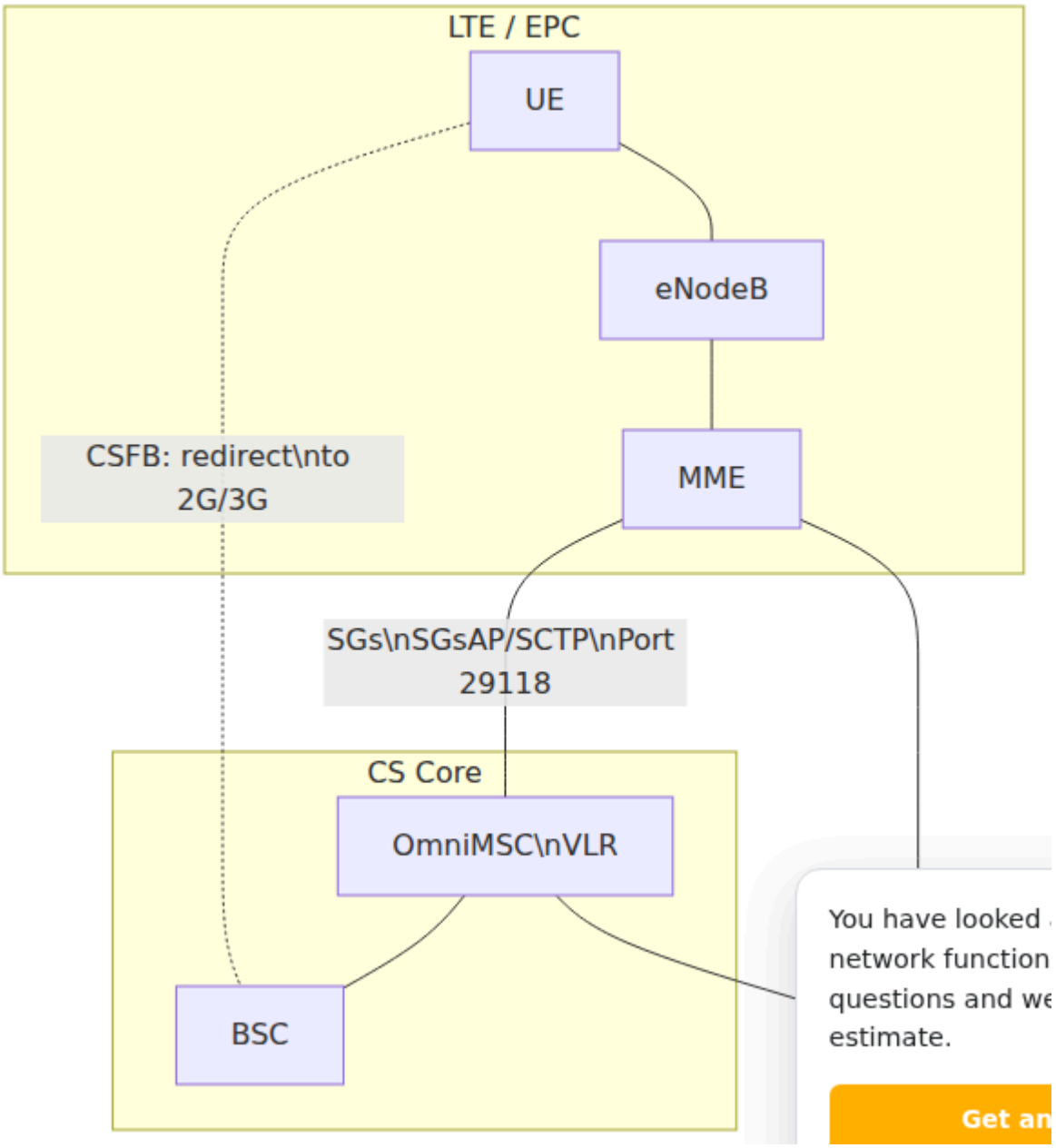
Para o diagrama de sequência de chamada CSFB MT, veja Diagramas de Fluxo de Chamada. Para parâmetros de configuração, veja Referência de Configuração. Para autenticação durante o anexo combinado, veja Autenticação & Segurança. Para SMS sobre SGs, veja SMS. Para considerações sobre o Pool MSC com CSFB, veja Pool MSC.

Visão Geral

Em redes LTE, o MME gerencia a mobilidade para serviços comutados por pacotes. No entanto, a LTE não suporta nativamente voz comutada por circuito antes da implementação do VoLTE. O CSFB permite que assinantes conectados via LTE recebam e façam chamadas de voz CS e SMS revertendo para o domínio CS 2G/3G.

A interface SGs é o link de sinalização entre o MSC/VLR e o MME, transportando mensagens SGsAP sobre SCTP (porta padrão 29118). Através do SGs, o MSC pode:

- Realizar o anexo combinado EPS/IMSI, registrando um assinante simultaneamente nos domínios EPC e CS.
- Pagar assinantes conectados via LTE para chamadas CS recebidas, acionando um fallback para GERAN ou UTRAN.
- Entregar SMS a assinantes conectados via LTE sem CSFB, encapsulando o PDU NAS através da interface SGs.



Tipos de Mensagens SGsAP

A interface SGs transporta os seguintes tipos de mensagens SGsAP conforme 3GPP TS 29.118.

Atualização de Localização

Mensagem	Direção	Propósito
SGsAP-LOCATION-UPDATE-REQUEST	MME para MSC	Anexo combinado EPS/IMSI ou atualização periódica da área de localização
SGsAP-LOCATION-UPDATE-ACCEPT	MSC para MME	Atualização de localização aceita, inclui novo TMSI
SGsAP-LOCATION-UPDATE-REJECT	MSC para MME	Atualização de localização rejeitada com código de causa

Paginação e Serviço

Mensagem	Direção	Propósito
SGsAP-PAGING-REQUEST	MSC para MME	Paginar assinante para chamada MT ou SMS MT
SGsAP-SERVICE-REQUEST	MME para MSC	Assinante respondendo à paginação CS (CSFB em andamento)
SGsAP-SERVICE-ABORT-REQUEST	MSC para MME	Abortando uma solicitação de serviço de fallback CS

Encaminhamento de SMS

Mensagem	Direção	Propósito
SGsAP-DOWNLINK-UNITDATA	MSC para MME	Entrega de SMS MT: PDU NAS transportado para UE via SGs
SGsAP-UPLINK-UNITDATA	MME para MSC	Submissão de SMS MO: PDU NAS transportado de UE via SGs

Desanexo

Mensagem	Direção	Propósito
SGsAP-EPS-DETACH-INDICATION	MME para MSC	Assinante desanexado do EPS
SGsAP-EPS-DETACH-ACK	MSC para MME	Reconhecimento do desanexo EPS
SGsAP-IMSI-DETACH-INDICATION	MME para MSC	Desanexo IMSI do assinante
SGsAP-IMSI-DETACH-ACK	MSC para MME	Reconhecimento do desanexo IMSI

Reset e Status

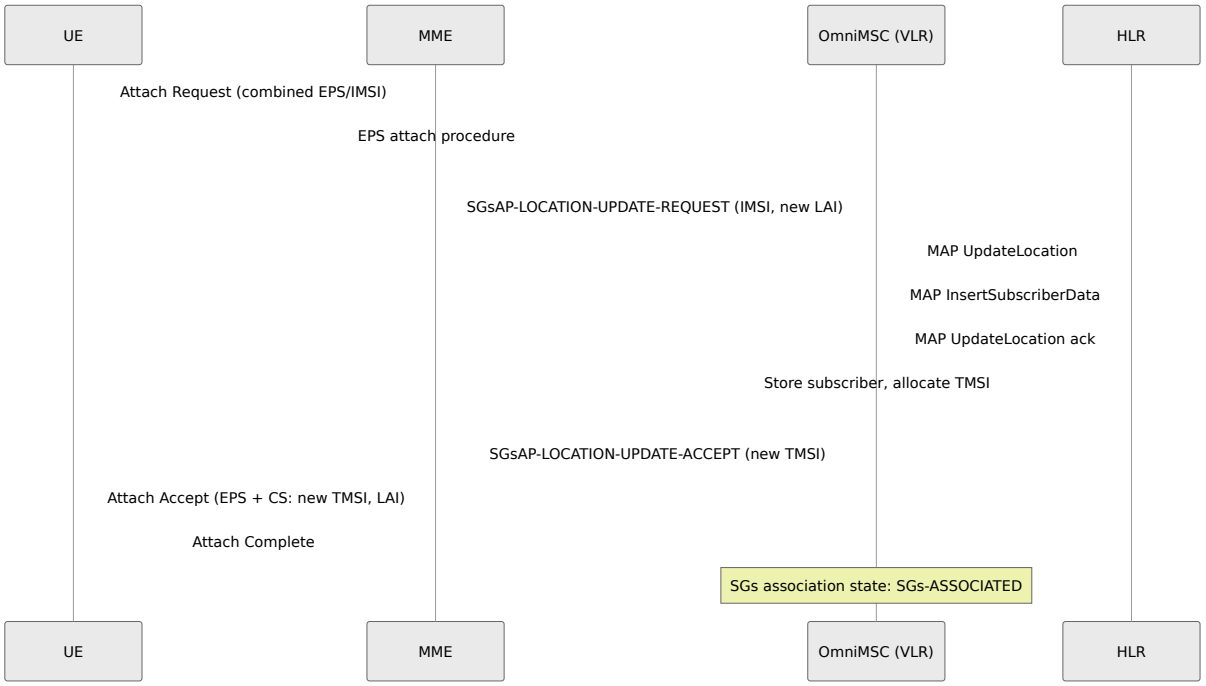
Mensagem	Direção	Propósito
SGsAP-RESET-INDICATION	Qualquer direção	O par reiniciou; o receptor deve re-registrar os assinantes afetados
SGsAP-RESET-ACK	Qualquer direção	Reconhecimento da indicação de reset
SGsAP-STATUS	Qualquer direção	Indicação de erro com causa e mensagem errônea
SGsAP-MM-INFORMATION-REQUEST	MSC para MME	Nome da rede e informações de fuso horário
SGsAP-ALERT-REQUEST	MSC para MME	Solicitação de alerta após falha de paginação
SGsAP-ALERT-ACK	MME para MSC	Reconhecimento do alerta
SGsAP-UE-ACTIVITY-INDICATION	MME para MSC	UE tornou-se ativa
SGsAP-RELEASE-REQUEST	MSC para MME	Liberar conexão SGs para este assinante

---

Anexo Combinado EPS/IMSI

Quando um UE realiza um anexo combinado EPS/IMSI em LTE, o MME envia um SGsAP-LOCATION-UPDATE-REQUEST para o MSC. O MSC realiza uma atualização de localização VLR, que pode incluir interrogação HLR, e responde com

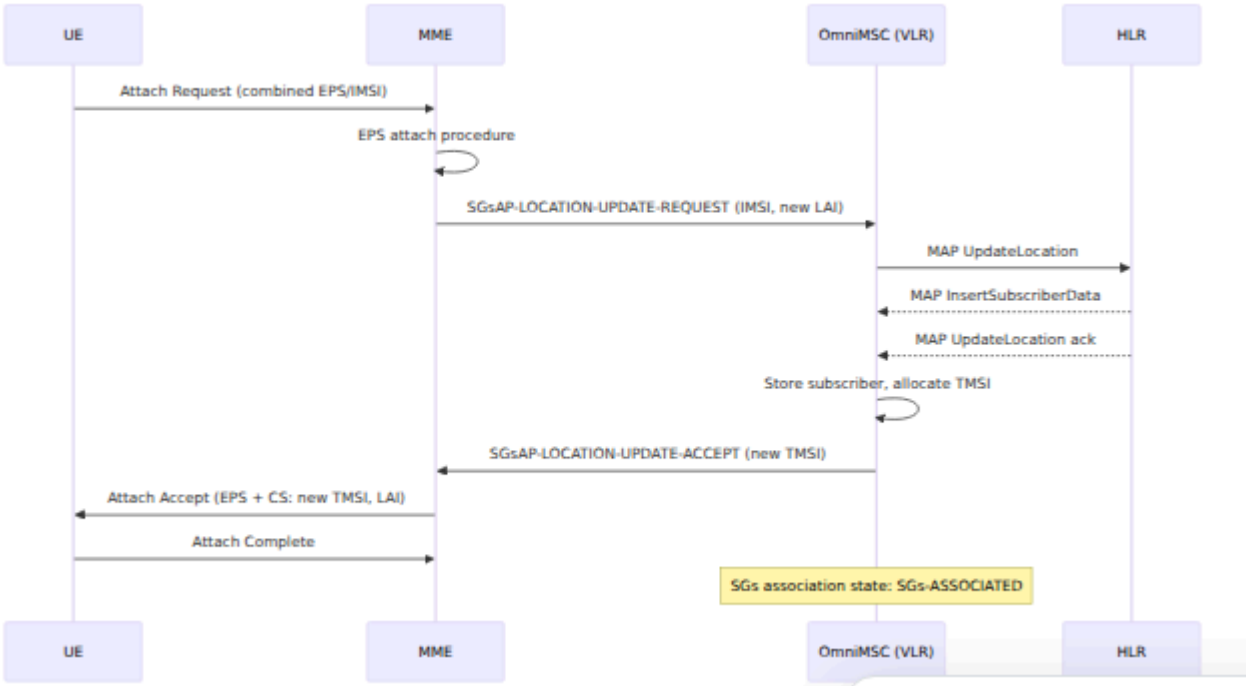
aceitação ou rejeição. Após a aceitação, o assinante é registrado simultaneamente nos domínios EPC (via MME) e CS (via MSC/VLR).



Após um anexo combinado bem-sucedido, o estado de associação SGs do assinante transita para SGs-ASSOCIATED. O MSC agora pode paginar o assinante via SGs e entregar SMS sem CSFB.

Paginação de Chamada MT via CSFB

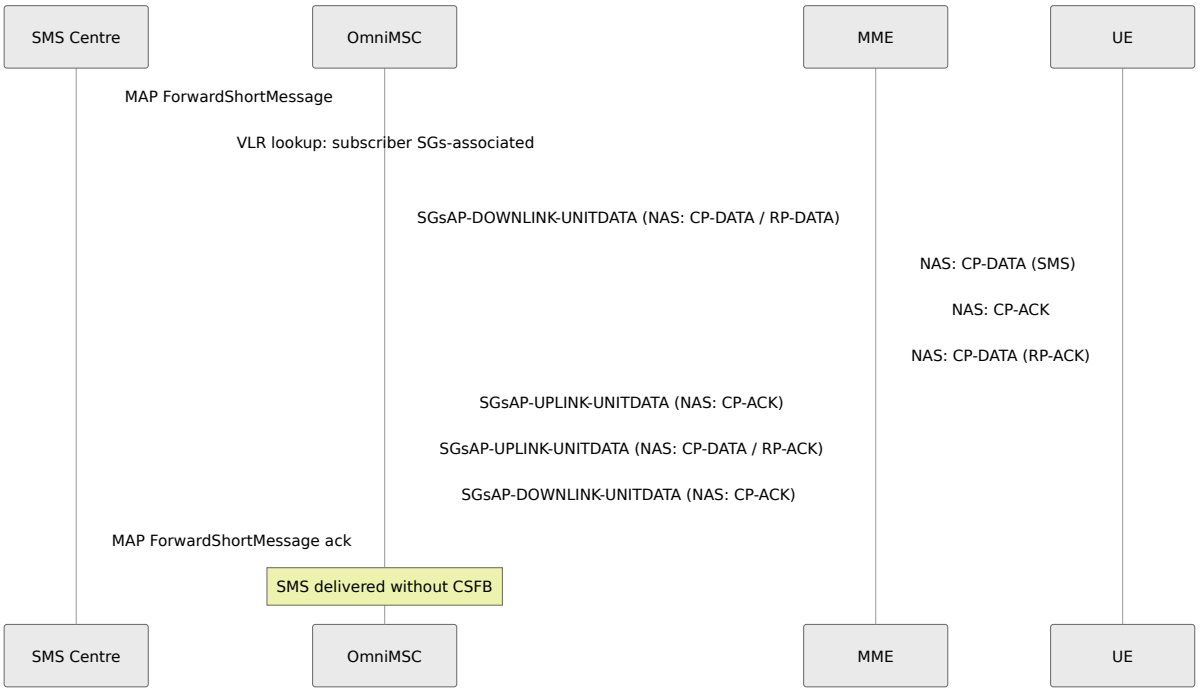
Quando uma chamada MT chega para um assinante que está conectado via LTE (associado ao SGs), o MSC pagina o assinante através do MME em vez de através dos BSCs. O MME instrui o UE a reverter para 2G ou 3G, onde a chamada prossegue pela interface A ou interface Iu-CS.



Uma vez que o UE tenha revertido para o domínio CS e enviado uma Resposta de Paginação via o BSC, a chamada prossegue como uma chamada MT normal. A máquina de estados MSC-A lida com o tipo de RAN E-UTRAN/SGs omitindo a etapa Clear Complete que normalmente seria esperada de um BSC, uma vez que a associação SGs não utiliza gerenciamento de conexão BSSMAP.

SMS MT via SGs

SMS pode ser entregue a assinantes conectados via LTE sem exigir CSFB. O MSC encapsula o PDU NAS de SMS através da interface SGs para o MME, que o entrega ao UE pela interface aérea LTE. Isso evita a latência e o custo de recursos de rádio de um fallback CS para uma mensagem curta.

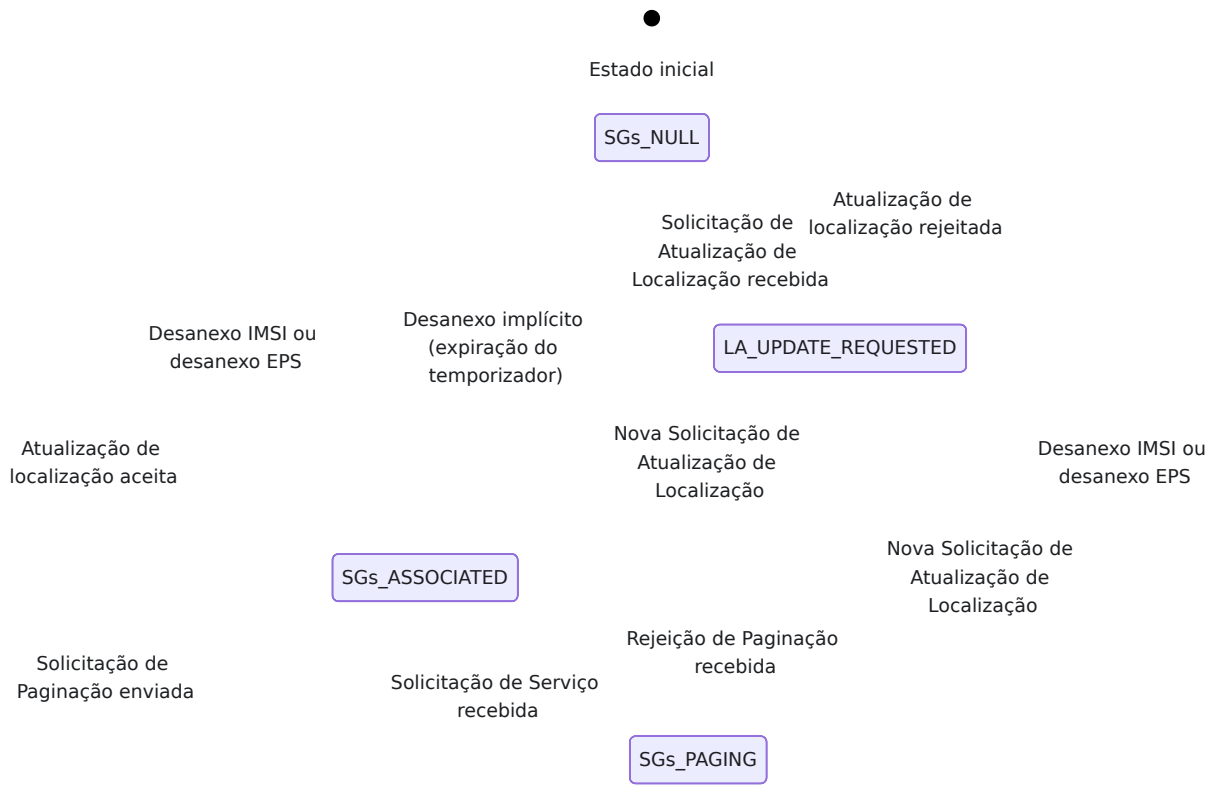


SMS MO segue o caminho reverso: o UE envia o PDU NAS de SMS via o MME como SGsAP-UPLINK-UNITDATA, e o MSC o encaminha para o Centro de SMS.

Estados de Associação SGs

A associação SGs de cada assinante é rastreada como uma máquina de estados conforme a Seção 4 da 3GPP TS 29.118.

Estado	Descrição
SGs-NULL	Nenhuma associação SGs existe. A paginação CS via SGs não é possível. Este é o estado inicial.
LA-UPDATE-REQUESTED	Uma atualização de localização está em andamento. O MSC recebeu uma solicitação do MME, mas ainda não completou a atualização do HLR.
SGs-ASSOCIATED	O assinante tem uma associação SGs válida. O MSC pode paginar via SGs e entregar SMS sem CSFB.
SGs-PAGING	Uma solicitação de paginação CS foi enviada ao MME e o MSC está aguardando a resposta do assinante. Entrou de SGs-ASSOCIATED em uma solicitação de paginação; retorna a SGs-ASSOCIATED em uma solicitação de serviço ou rejeição de paginação.



Rastreamento MME

O manipulador SGs mantém um registro de MMEs conhecidos. Cada MME é identificado pelo seu FQDN (o elemento de informação Nome do MME nas mensagens SGsAP). Para cada MME, o manipulador rastreia:

- A referência de conexão SCTP usada para enviar mensagens de saída.
- O conjunto de IMSIs (assinantes) atualmente associados a esse MME.

Esse registro de assinantes por MME permite um tratamento de reset direcionado: quando um MME falha, apenas os assinantes associados a esse MME específico são afetados.

Tratamento de Reset MME

Os procedimentos de reset garantem a consistência do estado quando o MSC ou um MME reinicia.

Cenário	Iniciador	Ação do Receptor
Reinício do MSC	MSC envia SGsAP-RESET-INDICATION para todos os MMEs conhecidos	Cada MME reenvia SGsAP-LOCATION-UPDATE-REQUEST para seus assinantes associados, permitindo que o MSC reconstrua o estado do VLR
Reinício do MME	MME envia SGsAP-RESET-INDICATION para o MSC	MSC marca todos os assinantes associados a esse MME como SGs-desanexados (estado SGs-NULL) e limpa a lista de assinantes para esse MME
Falha do link SGs	Detectado por qualquer lado	Ambos os lados tratam a falha como um reset implícito

Quando o MSC recebe uma Indicação de Reset de um MME, ele itera sobre todos os assinantes registrados contra aquele MME, transita cada um para o estado SGs-NULL e limpa o conjunto de assinantes do MME. No próximo contato de qualquer assinante afetado (atualização de localização ou resposta de paginação), o MSC realiza um re-registro completo.

Codec SGsAP

A codificação e decodificação de mensagens SGsAP é fornecida pela biblioteca compartilhada `sgs_ex` (`SgsEx.Codec`), que o OmniMSC puxa como uma dependência externa em vez de um módulo interno. O codec lida com as mensagens SGsAP conforme os formatos definidos na 3GPP TS 29.118, processando o octeto do tipo de mensagem SGsAP binário e elementos de informação (IEs), suportando todos os IEs obrigatórios e opcionais para cada tipo de mensagem. Mensagens codificadas são transmitidas via SCTP; mensagens decodificadas são despachadas para o manipulador SGs para processamento.

Configuração

A interface SGs é configurada sob a chave sgs na configuração do MSC.

Parâmetro	Padrão	Descrição
listen_port	29118	Porta de escuta SCTP para conexões SGsAP de MMEs. A porta 29118 é a porta definida pela 3GPP para SGs conforme TS 29.118. Definir `listen_port: 0` desabilita o transporte SGs (nenhum socket é aberto), o que é útil para implantações de teste.
vlr_name	(obrigatório)	Nome do VLR no formato FQDN, usado nas mensagens SGsAP. O MME usa isso para identificar o VLR. Deve corresponder ao nome do VLR configurado no lado do MME.

Tipo de RAN: E-UTRAN via SGs

A máquina de estados MSC-A suporta E-UTRAN via SGs como um tipo de RAN distinto (:eutran_sgs). Quando um assinante está associado ao SGs, a FSM MSC-A ajusta seu comportamento para a interface SGs:

- Nenhum gerenciamento de conexão BSSMAP é usado; não há troca de Clear Command / Clear Complete.
- A paginação é realizada via SGsAP-PAGING-REQUEST para o MME em vez de via BSSMAP Paging para BSCs.
- A entrega de SMS utiliza SGsAP Downlink/Uplink Unitdata em vez de DTAP sobre a interface A.
- Uma vez que o assinante reverte para GERAN ou UTRAN (após CSFB), a conexão transita para o tipo de RAN correspondente para o restante da chamada.

Referências de Especificação 3GPP

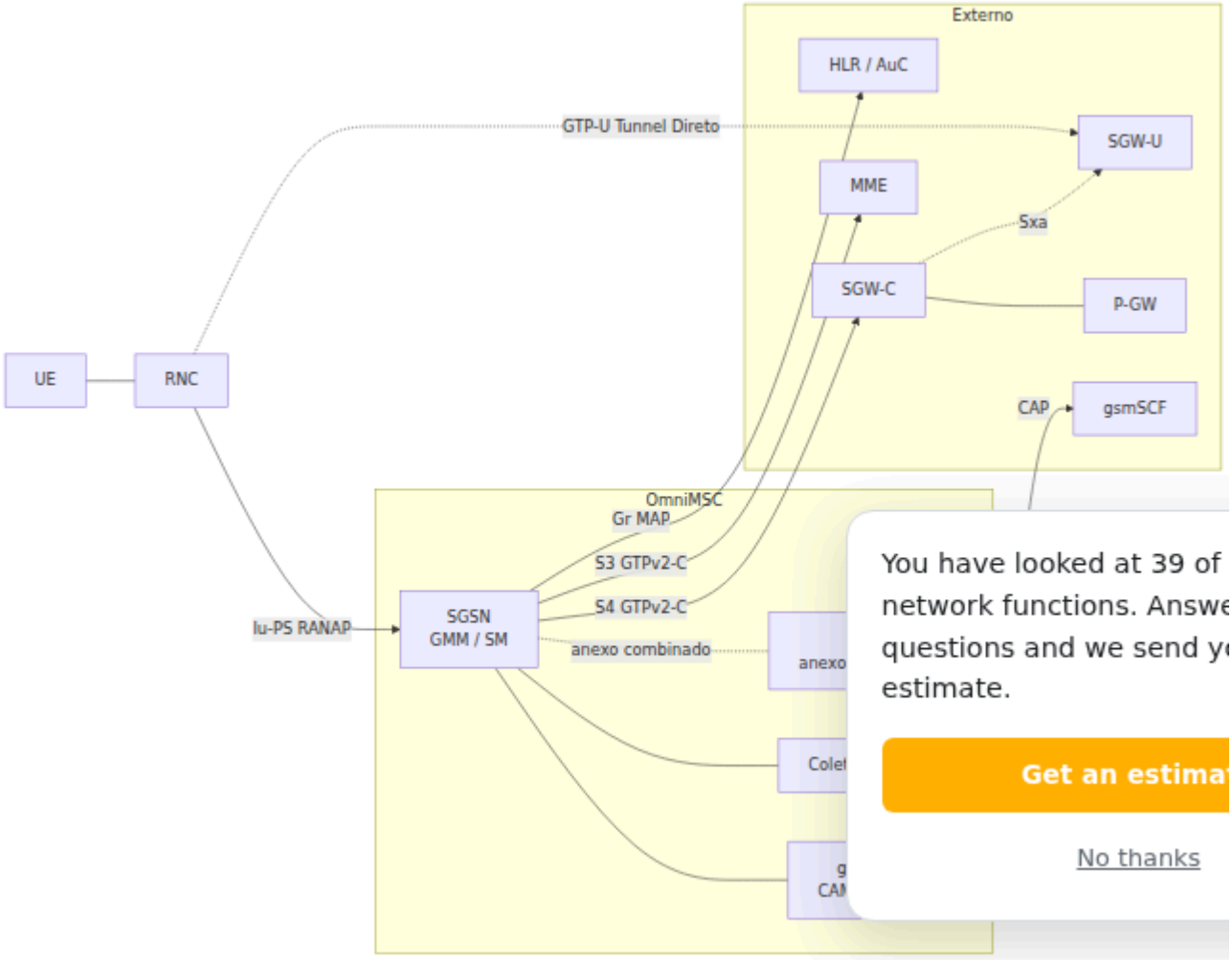
Especificação	Título	Relevância
TS 29.118	Especificação da Interface SGs MME-VLR	Protocolo SGsAP, formatos de mensagem, procedimentos
TS 23.272	Circuit Switched Fallback em EPS	Arquitetura CSFB, fluxos de chamadas, SMS sobre SGs
TS 23.012	Procedimentos de Gerenciamento de Localização	Procedimentos de atualização de localização VLR usados em SGs
TS 24.008	Camada 3 da Interface de Rádio Móvel	Mensagens NAS encapsuladas via SGs Unitdata

SGSN (Domínio de Pacotes)

OmniMSC inclui um **S4-SGSN** integrado que serve o domínio de pacotes (PS) para assinantes 3G (UTRAN) através de **Iu-PS**, ancorando suas sessões de dados no mesmo S-GW/P-GW que o LTE. Um único nó serve tanto o domínio CS (voz, SMS) quanto o domínio PS (dados de pacotes) para um assinante; o anexo combinado é tratado em processo entre o SGSN e o VLR.

O SGSN está desativado por padrão e habilitado conforme a configuração abaixo. A maioria das dependências externas são opt-in, de modo que um laboratório pode executar o núcleo de pacotes com um par estático e credenciais injetadas antes que um HLR/DNS completo exista.

Arquitetura



Tunnel Direto é utilizado: o plano de usuário GTP-U opera diretamente entre o RNC e o S-GW-U. O SGSN intermedia os pontos finais do túnel durante a configuração do bearer, mas nunca transporta pacotes do plano de usuário. Quando o UE fica ocioso (PMM-IDLE), o SGSN re-ancla o ponto final de downlink de volta em si mesmo, de modo que o S-GW armazena em buffer e gera uma Notificação de Dados de Downlink em vez de enviar para um RNC liberado (TS 23.060 §15.6).

Interfaces

Interface	Par	Protocolo	Propósito	Referência
Iu-PS	RNC	RANAP sobre SCCP/M3UA	Transporte NAS, atribuição de RAB, realocação	TS 25.413
Gr	HLR / AuC	MAP sobre TCAP/SCCP	Atualização de localização, vetores de autenticação, assinatura	TS 29.002
S4	S-GW (SGW-C)	GTPv2-C	Criar / Modificar / Deletar Sessão, paginação	TS 29.274
S3	MME	GTPv2-C	Mobilidade inter-RAT de 3G-PS para LTE	TS 29.274 §7.3
Gn/Gp (CAP)	gsmSCF	CAP sobre TCAP/SCCP	Controle / cobrança online CAMEL GPRS	TS 29.078
GTP-U	RNC para S-GW-U	GTP-U (Tunnel Direto)	Plano de usuário (não através do SGSN)	TS 29.281

Iu-PS, Gr, S3 e CAP reutilizam as pilhas SS7 e GTPv2-C que o lado CS já executa. S3 e Sv compartilham o servidor GTPv2-C; a interface Sv SRVCC permanece em seu próprio socket.

Configuração

O SGSN lê `config :omnimsc, :sgsn` e, para as interfaces GTPv2-C, o bloco compartilhado `config :gtpc, :service`.

```
config :omnimsc, :sgsn,
  enabled: true,
  # Área de roteamento que este SGSN serve (anunciada para UEs)
  rai: %{mcc: "001", mnc: "01", lac: 1, rac: 1},
  # Largura do NRI para alocação de P-TMSI em um pool (0 = sem
pool)
  nri_bits: 6,
  # F-TEIDs de controle S4/S3 deste SGSN anunciados para o 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 reinício de recuperação GTP-C (TS 23.007 §18)
  recovery: 1,
  # Pares de núcleo de pacotes estáticos (usados a menos que a
seleção DNS esteja habilitada)
  sgw: %{ip: "10.179.1.25", port: 2123},
  pgw_c: "10.179.1.21",
  # APN-AMBR padrão enviado em Criar Sessão quando a assinatura
não carrega nenhum
  default_apn_ambr: %{ul: 0, dl: 0},
  # Seleção de P-GW/S-GW baseada em APN via DNS S-NAPTR (opt-in;
padrão desligado)
  pgw_dns: false,
  sgw_dns: false,
  # Temporizador de guarda de liberação Iu (ms) após um Comando de
Liberação Iu
  iu_release_guard_ms: 5000,
  # Substituições de temporizador GMM / SM (ms)
  gmm_timers: %{t3350: 6000, t3360: 6000, t3370: 6000, t3312:
3_240_000},
  sm_timers: %{t3395: 8000},
  # Fallback de assinatura quando Gr Insert Subscriber Data não
está conectado
  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
  }
```

Parâmetros do Núcleo

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	D
`enabled`	Booleano	Não	`false`	Interru para a proces interfa SGSN.
`rai`	Mapa	Sim	-	Identi de Rot (`mcc`/ anunc UEs e a rede
`nri_bits`	Inteiro	Não	0	Largu NRI no alinha do MS o pool
`s4_f_teid`	Mapa	Sim	-	F-TEID S4 do hex, `i` GW en sinaliz beare
`s3_f_teid`	Mapa	Não	-	F-TEID S3 do anunc MME p mobili RAT.

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	D
`recovery`	Inteiro	Não	0	Conta reiníci recup (TS 23 Increm reiníci
`sgw`	Mapa	Não	`%{ip: "10.179.1.25", port: 2123}`	Par GT estáti quand está d
`pgw_c`	String	Não	`"10.179.1.21"`	Ender GW es quand está d
`default_apn_ambr`	Mapa	Não	`%{ul: 0, dl: 0}`	APN-A coloca Sessã assina fornec `0/0` e de lab rejeita difere
`pgw_dns`	Booleano	Não	`false`	Resolv por AP via DN (TS 29 Retorn `pgw_c` falha

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	D
`sgw_dns`	Booleano	Não	`false`	Resolv por AP via DN Retorn em qu de DN
`iu_release_guard_ms`	Inteiro	Não	5000	Tempo pela c Libera antes conex forços 25.41

Parâmetros de Temporizador

Parâmetro	Tipo	Padrão (ms)	Descrição
`gmm_timers.t3350`	Inteiro	6000	Retransmissão de Aceitação de Anexo / Aceitação de RAU / Realoção de P-TMSI aguardando Completo (TS 24.008 §11.2.2).
`gmm_timers.t3360`	Inteiro	6000	Retransmissão de Solicitação de Autenticação e Cifragem aguardando Resposta.
`gmm_timers.t3370`	Inteiro	6000	Retransmissão de Solicitação de Identidade aguardando Resposta de Identidade.
`gmm_timers.t3312`	Inteiro	3240000	Temporizador de RAU móvel / periódico; ao expirar (mais a graça) os contextos MM e PDP são desconectados implicitamente (TS 24.008 §4.7.2.2).
`sm_timers.t3395`	Inteiro	8000	Retransmissão de uma Solicitação de Desativação de Contexto PDP solicitada pela rede aguardando Aceitação (TS 24.008 §6.1.3.4.2).

Todos os temporizadores de retransmissão têm um limite de 5 tentativas antes que o procedimento seja abandonado.

Parâmetros de Assinatura e APN

Usados para validar a APN solicitada quando Gr Insert Subscriber Data não populou uma assinatura ativa (veja Gr MAP). Quando uma assinatura real está presente, ela tem precedência sobre esses valores estáticos.

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
`subscribed_apns`	Lista	`[]`	Nomes de APN permitidos. Uma APN solicitada fora desta lista é rejeitada com a causa SM 33 (TS 24.008 §10.5.6.6). Vazio desativa a aplicação (aceita qualquer um).
`default_apn`	String	-	APN usada quando o UE não solicita nenhuma. Retorna para a única APN assinada se não definida.
`wildcard_apn`	Booleano	`false`	Quando `true`, qualquer APN solicitada é permitida (assinatura curinga).

Injeções de Laboratório

Essas chaves injetam uma função (ou `{módulo, função}`) para que o núcleo de pacotes possa ser executado antes que o estado SS7/HLR esteja completo. Elas são opcionais; quando não definidas, o SGSN ignora a rodada externa correspondente e o procedimento ainda é concluído.

Parâmetro	Tipo	Descrição
`quintet_source`	Função/`{m,f}`	Fornece um quinteto UMTS AKA `(imsi, resync)` para o desafio de autenticação em vez de um Gr SendAuthenticationInfo ativo.
`gr_source`	Função/`{m,f}`	Fornece o resultado de HLR UpdateGprsLocation / Insert Subscriber Data no anexo. Quando não definido, o anexo prossegue sem registro Gr.
`purge_ms_sink`	Função/`{m,f}`	Recebe uma notificação de Purge MS quando o SGSN remove um assinante.

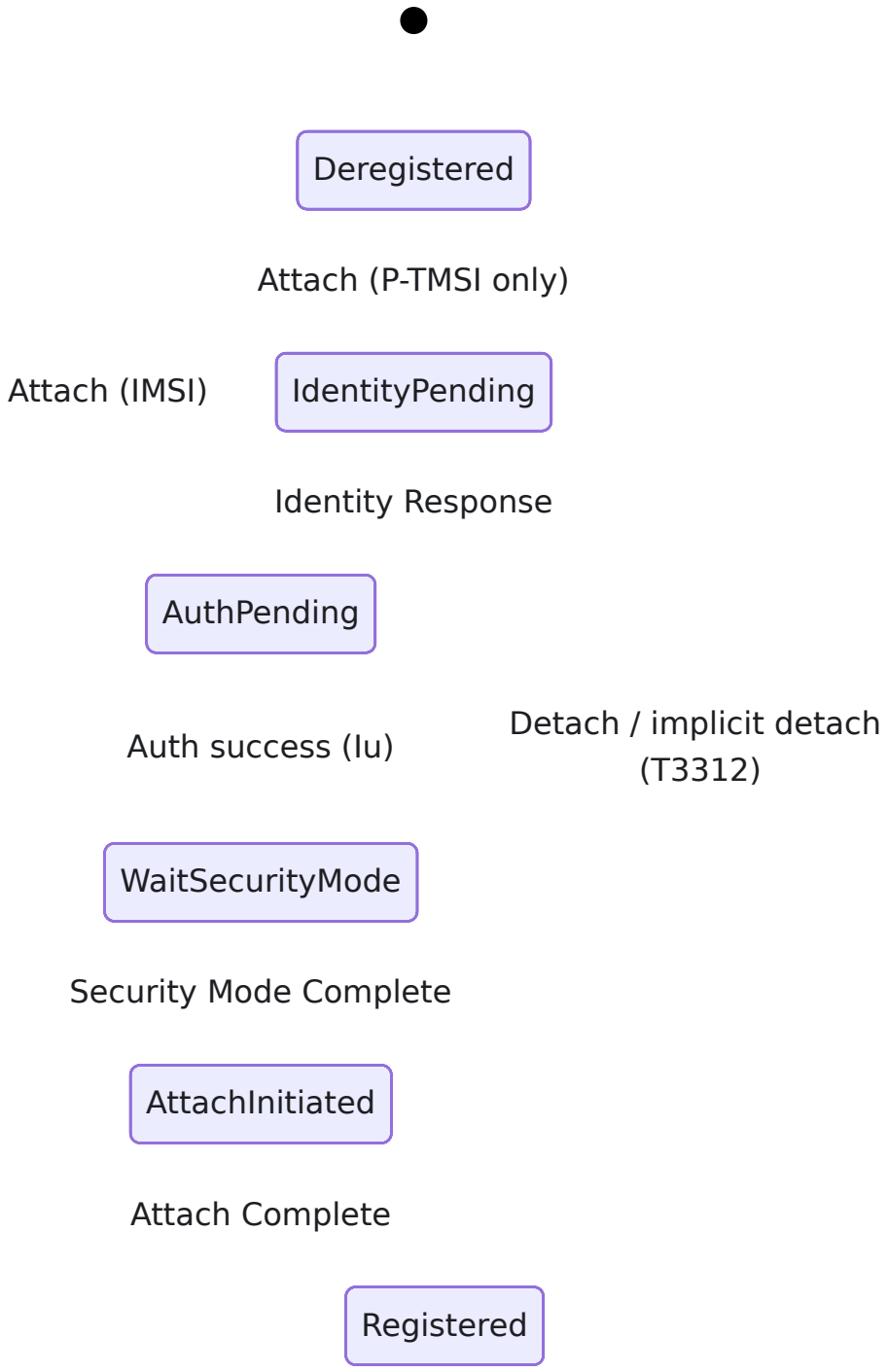
Parâmetros de Serviço GTP-C

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
`name`	Átomo	Sim	-	Nome do serviço; `:s3` para o servidor de mobilidade SGSN.
`listen_ip`	String	Sim	-	Endereço de ligação para o servidor GTPv2-C.
`listen_port`	Inteiro	Não	2123	Porta UDP GTP-C (TS 29.274).
`control_module`	Módulo	Sim	-	`Omnimsc.Gtpc.Router` roteia mensagens S3/S4 iniciadas pelo par para o SGSN.
`t3`	Inteiro	Não	5000	Temporizador de retransmissão de solicitação GTP-C (ms).
`n3`	Inteiro	Não	3	Tentativas máximas de retransmissão GTP-C.

Quando tanto Sv (SRVCC) quanto as interfaces GTPv2-C do SGSN são executadas em um único host, vincule-as a pontos finais IP/porta distintos.

Gerenciamento de Mobilidade (GMM)

O SGSN executa uma máquina de estados GMM por UE (TS 24.008 §4.7).

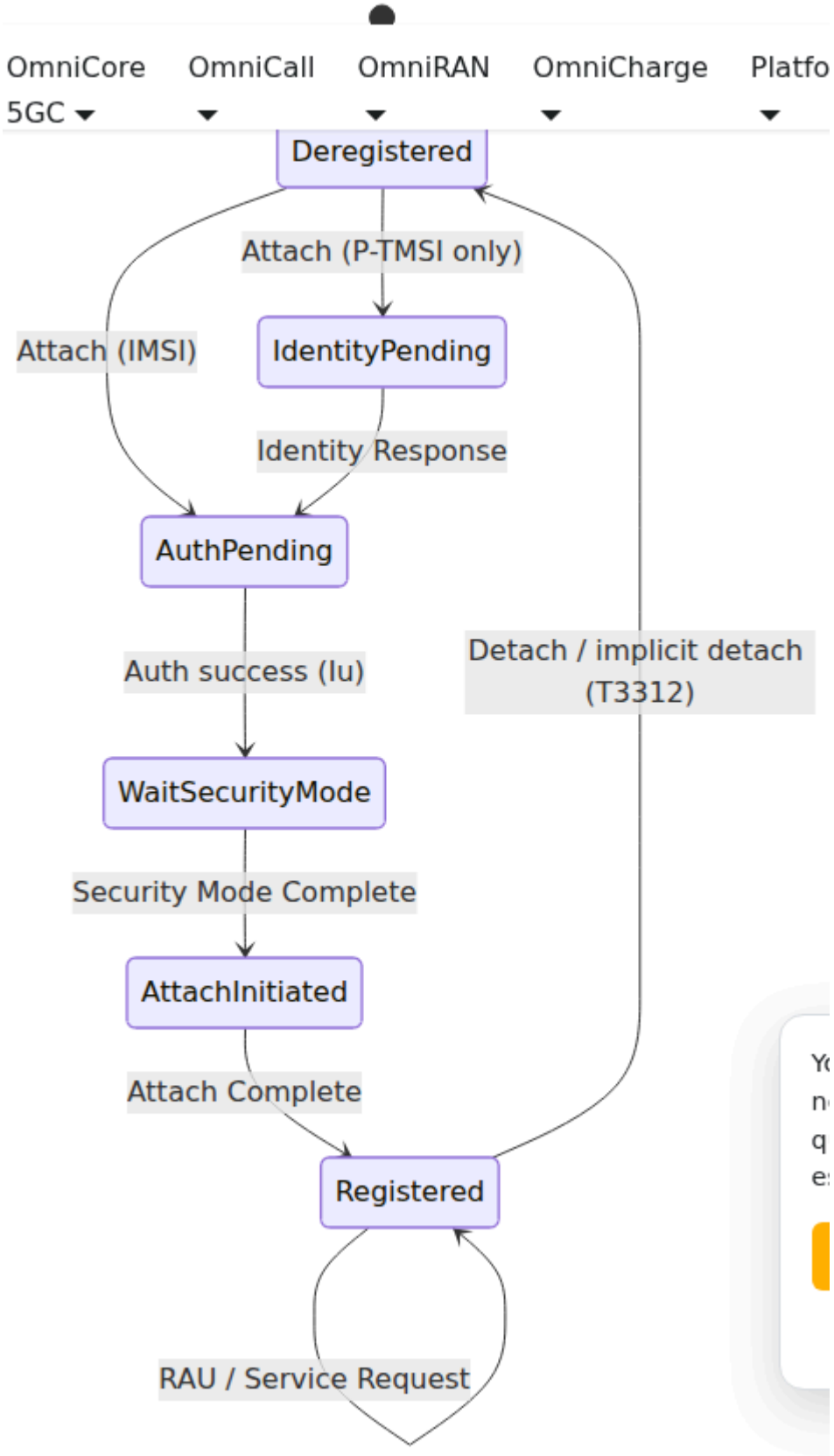


Comportamento GMM implementado:

- **Anexo / RAU / Desanexo / Solicitação de Serviço**, com anexo combinado (PS+CS) tratado em processo com o VLR.

- Autenticação **UMTS AKA** com validação de RES contra XRES, incluindo ressincronização AUTS.
- Alocação de **P-TMSI** e uma **assinatura P-TMSI** autenticada em um anexo/RAU posterior (TS 24.008 §10.5.5.8).
- **Temporizadores de retransmissão** T3350/T3360/T3370 e o **temporizador de móvel acessível** T3312 impulsionando o desanexo implícito.
- **RANAP Common ID** enviado ao RNC após a conclusão do Modo de Segurança (TS 25.413 §8.24).
- Procedimento de **Identidade** solicitando IMEISV durante o anexo.
- **GMM STATUS** em uma mensagem GMM desconhecida ou errônea, e **causas de rejeição por procedimento** (não uma única causa genérica).
- Solicitação de **Desanexo Iniciado pela Rede (MT)** para que a rede possa desanexar um UE e solicitar reanexação.
- Tratamento de **Status do Contexto PDP** em RAU / Solicitação de Serviço para que o estado PDP do MS e do SGSN não possa divergir.
- **Liberação Iu** após a conclusão de um procedimento apenas de sinalização, com o temporizador de guarda acima.

Gerenciamento de Sessão (SM / PDP)



Comportamento SM implementado:

- **Ativação de contexto PDP** com negociação de APN, QoS e endereço PDN.
- **Multiplexação NSAPI / contextos PDP secundários**: um UE mantém múltiplos contextos concorrentes identificados por NSAPI (5-15); uma colisão de NSAPI em uso é resolvida desativando localmente o contexto colidido conforme TS 24.008 §6.1.3.1.4.
- **Negociação de QoS** a partir de QoS solicitada e assinada para o QoS do Bearer S4 e o IE QoS NAS.
- **Tipos de PDP** IPv4, IPv6 e IPv4v6 de ponta a ponta.
- **Desativação solicitada pela rede** com temporizador de retransmissão **T3395**.
- **Seleção de APN e aplicação de assinatura**: validar a APN solicitada contra a assinatura, resolver APNs curinga e padrão, e rejeitar uma APN não assinada com a causa SM correta.
- **SM STATUS** e validação de NSAPI em erros de protocolo, com causa GTP-C mapeada para a causa SM NAS.

Iu-PS e RANAP

O manipulador Iu-PS possui a seção orientada a conexão SCCP por UE e conecta NAS em ambas as direções através de RANAP DirectTransfer.

- **InicialUE / ponte DirectTransfer** transportando NAS GMM/SM em cada direção.
- **Atribuição de RAB** com parâmetros derivados do bearer/QoS assinado, e reação à Resposta de Atribuição de RAB **FailedList** (mapeando a causa RANAP para uma rejeição SM) e modificações apenas de TEID (encaminhadas para o S-GW).
- **Liberação Iu** após procedimentos de sinalização, e na liberação SCCP de entrada para uma conexão PS, com o temporizador de guarda.
- **RANAP RESET** de um RNC purgando as conexões Iu-PS obsoletas desse RNC e reconhecendo.
- **Indicação de Erro RANAP** emitida em um PDU RANAP malformado / indecifrável (TS 25.413 §8.27).

- Sinalização de **realocação SRNS** (TS 25.413 §8.6-8.9): todos os seis PDUs de Realocação, impulsionando a realocação intra-SGSN e re-anclando o Tunnel Direto no RNC alvo na conclusão. A realocação inter-SGSN via S3 está sendo rastreada como trabalho futuro (veja Limitações).

S4 e GTP-C

- **Criar / Modificar / Deletar Sessão** em direção ao S-GW, com tipo RAT UTRAN e os F-TEIDs S4-SGSN.
- Intermediação do ponto final do **Tunnel Direto**, e **retorno de downlink ao SGSN em PMM-IDLE** para que o S-GW armazene em buffer e acione a paginação em vez de enviar para um RNC liberado.
- **Solicitação de Delete / Update Bearer iniciada pelo par** do S-GW/P-GW: reconhecida e encaminhada ao UE.
- **Gerenciamento de caminho GTP-C**: Detecção de Echo Request/Response e contador de reinício de recuperação para invalidar sessões obsoletas (TS 23.007 §18).
- **Seleção de P-GW/S-GW S-NAPTR via DNS** por APN quando habilitada, com fallback estático.
- **Paginação de dados MT**: uma Notificação de Dados de Downlink S4 aciona a paginação RANAP e é reconhecida (TS 29.274 §7.2.11).

Mobilidade S3 (para o MME)

- **Transferência de contexto em modo ocioso**: Solicitação de Contexto / Resposta / **Reconhecimento** (TS 29.274 §7.3.7).
- **Modo de segurança do contexto MM** codificado como EPS (valor 4) ao carregar um contexto KASME (TS 29.274 §8.38).
- **Contêineres transparentes de realocação Forward** (contêineres RAN de Fonte para Destino / Destino para Fonte) transportados de ponta a ponta para que o rádio alvo possa ser configurado (TS 29.274 §7.3.1).

Gr MAP (Interface HLR)

- **UpdateGprsLocation** registrando o SGSN no HLR no Anexo GPRS (TS 23.060 §6.5.3).
- **Insert Subscriber Data** consumido no contexto do assinante (APNs permitidas, QoS assinadas, APN-AMBR, cobrança), alimentando a aplicação de APN e negociação de QoS.
- **Cancel Location** purgando os contextos MM e PDP locais e desmontando a sessão S4; **Purge MS** enviado quando o SGSN remove um assinante.

A rodada Gr é controlada por `gr_source`; quando não definida, o anexo prossegue sem registro Gr, de modo que o laboratório continue funcionando com um quinteto injetado.

Cobrança (CDRs PS)

O SGSN produz registros de detalhes de chamadas do domínio PS roteados para o coletor de CDR compartilhado (TS 32.251, TS 32.298):

- **S-CDR** (`SGSNPDPRecord`) aberto na ativação de PDP e fechado na desativação.
- **M-CDR** (`SGSNMMRecord`) aberto na conclusão do Anexo e fechado no Desanexo, com um contêiner de mudança de localização no RAU.
- Contêineres de **mudança de condição de cobrança** (QoS / RAT / tarifa-tempo / mudança de Tunnel Direto) e **registros parciais** com um número de sequência crescente.

Veja documentação CDR para o coletor e formato de saída. A contagem de volume sob Tunnel Direto depende de um feed de relatório de uso S4 (veja Limitações).

CAMEL GPRS (Cobrança e Controle Online)

Um gprsSSF opt-in aciona o controle CAMEL fase-3 GPRS (TS 23.078, TS 29.078). Ele é ativado apenas quando a assinatura carrega **GPRS-CSI**; sem isso, o anexo e a ativação de PDP permanecem inalterados.

- Modelos de estado **gprsSSF** para Anexo/Desanexo e Contexto PDP, com armamento de ponto de detecção e relatório de eventos.
- **InitialDPGPRS** acionado nos pontos de detecção de Anexo e Estabelecimento de Contexto PDP.
- Laço de cobrança online **ApplyChargingGPRS / ApplyChargingReportGPRS**.
- Operações de controle **Connect/Continue/Release/Cancel/ActivityTest GPRS**, o temporizador **Tssf** e **tratamento padrão GPRS** em erro ou timeout do gsmSCF.
- **FurnishChargingInformationGPRS** mesclado no S-CDR e **SendChargingInformationGPRS** capturado em direção à camada SM.

Tabelas de Referência

Causas Comuns de Rejeição GMM (TS 24.008 §10.5.5.14)

Causa	Nome	Gatilho típico
2	IMSI desconhecido no HLR	Assinante não provisionado
7	Serviços GPRS não permitidos	Assinatura bloqueia serviço de pacotes
9	Identidade do MS não pode ser derivada	RAU/Solicitação de Serviço P-TMSI não resolvível
11	PLMN não permitido	Roaming / restrição de PLMN
17	Falha de rede	Sem vetores de autenticação do HLR

Causas Comuns de Rejeição SM (PDP) (TS 24.008 §10.5.6.6)

Causa	Nome	Gatilho típico
26	Recursos insuficientes	S-GW recusou Criar Sessão, ou nenhum RAB pôde ser atribuído
27	APN ausente ou desconhecida	APN solicitada não pode ser resolvida
31	Ativação rejeitada, não especificada	Falha na configuração de RAB do RNC
33	Opção de serviço solicitada não assinada	APN não está na assinatura

---

Métricas

Métrica: `omnimsc_sgsn_attach_count`
Tipo: Contador
Descrição: Resultados de anexo GPRS.
Rótulos:

- `result` - Resultado do anexo (por exemplo `accepted`, `rejected`).

Métrica: `omnimsc_sgsn_pdp_count`
Tipo: Contador
Descrição: Resultados de ativação de contexto PDP.
Rótulos:

- `result` - `active` ou `rejected`.

Consultas de exemplo:

```
# Taxa de aceitação de anexo
sum(rate(omnimsc_sgsn_attach_count{result="accepted"}[5m]))
  / sum(rate(omnimsc_sgsn_attach_count[5m]))

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

Solução de Problemas

Anexo rejeitado com causa 17 (falha de rede)

Sintomas: UE não consegue anexar ao domínio de pacotes; causa de rejeição GMM Anexo 17.

Causas possíveis:

- Nenhum vetor de autenticação retornado do HLR via Gr.
- `quintet_source` não definido em um laboratório sem Gr ativo.

Resolução:

1. Confirme se o HLR retorna vetores para o IMSI (SendAuthenticationInfo).
2. Em um laboratório, defina `quintet_source` para injetar um quinteto UMTS conhecido.

Ativação de PDP rejeitada com causa 26 (recursos insuficientes)

Sintomas: Ativar Solicitação de Contexto PDP causa rejeição 26.

Causas possíveis:

- O S-GW recusou Criar Sessão (por exemplo, um ULI ou APN-AMBR diferente de zero que ele rejeita).
- Nenhum RAB pôde ser atribuído pelo RNC.

Resolução:

1. Verifique se o S-GW aceita a Criar Sessão; defina `default_apn_ambr` para `%{ul: 0, dl: 0}` para S-GWs que rejeitam um valor diferente de zero.
2. Revise a Resposta de Atribuição de RAB para uma entrada FailedList.

Ativação de PDP rejeitada com causa 33 (opção de serviço não assinada)

Sintomas: Ativar Solicitação de Contexto PDP causa rejeição 33.

Causas possíveis:

- A APN solicitada não está na assinatura ou em `subscribed_apns`.

Resolução:

1. Adicione a APN à assinatura do HLR (Insert Subscriber Data) ou a `subscribed_apns`.
2. Defina `wildcard_apn: true` apenas se qualquer APN deve ser permitida.

Sem dados de downlink

Sintomas: O uplink funciona, mas nenhum pacote de downlink chega.

Causas possíveis:

- Tunnel Direto não concluído: a Modificação de Bearer não transportou o RNC F-TEID.
- Downlink ainda ancorado em um RNC liberado após o UE ter ficado ocioso.

Resolução:

1. Confirme se a Modificação de Bearer após a atribuição de RAB transportou o RNC F-TEID.
2. Confirme se o retorno de downlink ao SGSN foi acionado em PMM-IDLE para que a paginação possa trazer o UE de volta.

RAU não roteado para este SGSN

Sintomas: Uma Atualização de Área de Roteamento de um UE cai no nó errado.

Causas possíveis:

- O NRI P-TMSI não corresponde à configuração de `nri_bits` / alocação do pool deste SGSN.

Resolução:

1. Alinhe `nri_bits` com a configuração do pool MSC/SGSN.

Limitações

As seguintes implementações são tratadas como costuras ou caminhos parciais e são documentadas para que os operadores saibam o que ainda não está end-to-end:

- **Contagem de volume sob Tunnel Direto**: o SGSN não vê plano de usuário, portanto, os volumes de S-CDR e cobrança online CAMEL requerem um feed de relatório de uso S4 que ainda não está conectado. O registro e os loops de relatório estão completos; a diminuição de volume ativa aguarda esse feed.
- **CAMEL Advice-of-Charge para o MS**: SendChargingInformationGPRS é capturado em direção à camada SM, mas a entrega de AoC para o dispositivo não está construída ainda.
- **Realocação Forward Inter-SGSN**: a sinalização de realocação SRNS intra-SGSN está completa; impulsionar o salto S3 para um SGSN par (conclusão da transferência de modo conectado PS) está sendo rastreado sob o épico da interface S3.

SIP-I Trunking

Este documento descreve a interface de trunking SIP-I (SIP com ISUP encapsulado) implementada pelo OmniMSC. O SIP-I permite o transporte transparente de mensagens ISUP dentro do sinal SIP, preservando todas as informações ISUP através de segmentos de trunk baseados em IP.

Para trunking SIP puro, consulte SIP Trunking. Para configuração de roteamento, veja Routing Configuration. Para parâmetros de configuração, consulte Configuration Reference. Para operações gerais, veja Operations Guide.

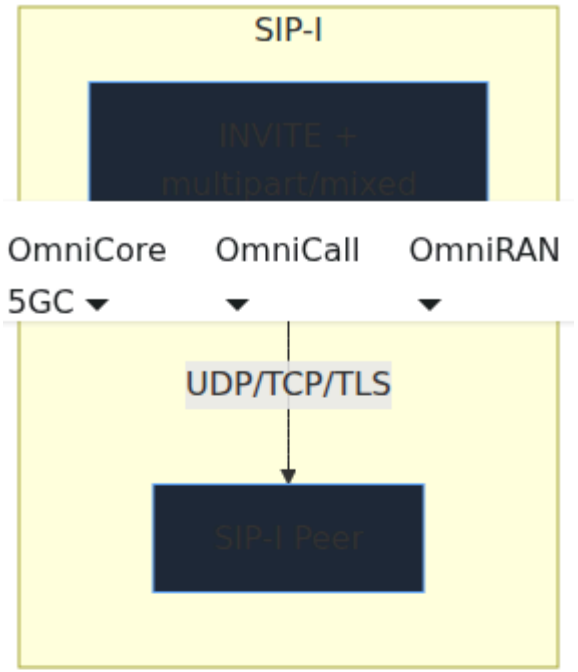
O Que É SIP-I?

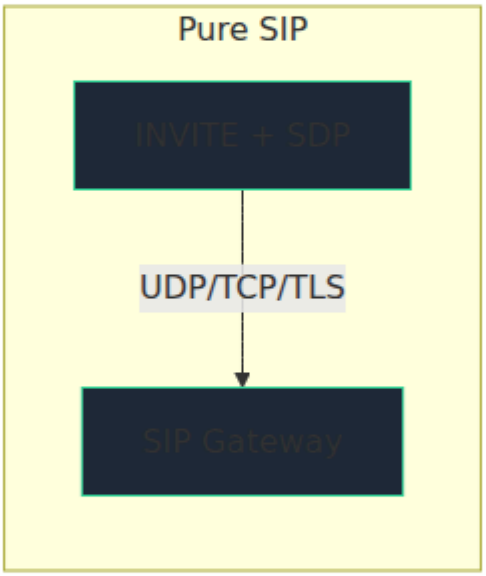
SIP-I (Session Initiation Protocol com ISUP encapsulado) é definido pela ITU-T Q.1912.5 e usa o protocolo SIP como um mecanismo de transporte para mensagens ISUP. Ao contrário do trunking SIP puro, que mapeia parâmetros ISUP para cabeçalhos SIP (potencialmente perdendo informações), o SIP-I inclui a mensagem ISUP completa como um corpo MIME ao lado do SDP, garantindo uma interconexão sem perdas.

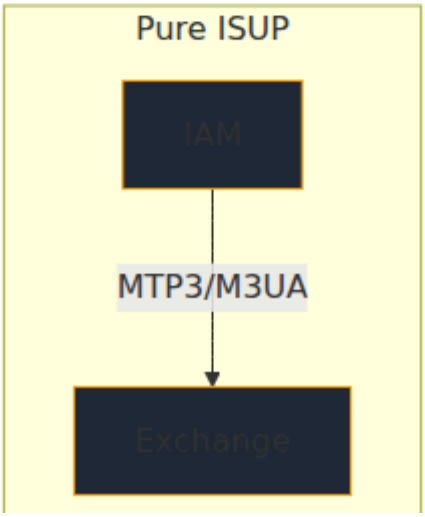
O SIP-I é o protocolo de trunking padrão usado entre servidores MSC e gateways de mídia em redes centrais baseadas em IMS da 3GPP e é amplamente implantado para interconexão PSTN.

O corpo ISUP é transportado conforme o RFC 3204 (tipo de mídia MIME para ISUP) e o RFC 3261 (SIP).

Comparação de Protocolos


SIP-I
INVITE +
multipart/mixed
OmniCore
5GC
OmniCall
OmniRAN
UDP/TCP/TLS
SIP-I Peer


Pure SIP
INVITE + SDP
UDP/TCP/TLS
SIP Gateway


Pure ISUP
IAM
MTP3/M3UA
Exchange

Aspecto	Pure ISUP	Pure SIP	SIP-I
Transporte	MTP3/M3UA/SCTP	UDP/TCP/TLS	UDP/TCP/TLS
Informação de sinalização	ISUP completo	Mapeado para cabeçalhos SIP	ISUP completo preservado
Descrição de mídia	Capacidade de portadora no IAM	SDP	SDP + capacidade de portadora ISUP
Perda de informação	Nenhuma	Possível (mapeamento de parâmetros)	Nenhuma
Negociação de codec	TMR no IAM	Oferta/Resposta SDP	Oferta/Resposta SDP
Caso de uso	PSTN legado	Interconexão VoIP	MSC-MSC, gateway PSTN

Formato de Corpo Multipart

As mensagens SIP-I usam um corpo MIME `multipart/mixed` contendo duas partes: a oferta/resposta SDP e a mensagem ISUP codificada conforme o 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--
```

O tipo de conteúdo `application/ISUP` é definido no RFC 3204. O parâmetro `version` identifica a variante ISUP (por exemplo, `itu-t92+` para ITU-T Q.767).

Configuração de Peer SIP-I

Os peers SIP-I são configurados sob a chave `:sip_i`, separadamente dos peers 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]]
  ]
```

Parâmetros do Peer SIP-I

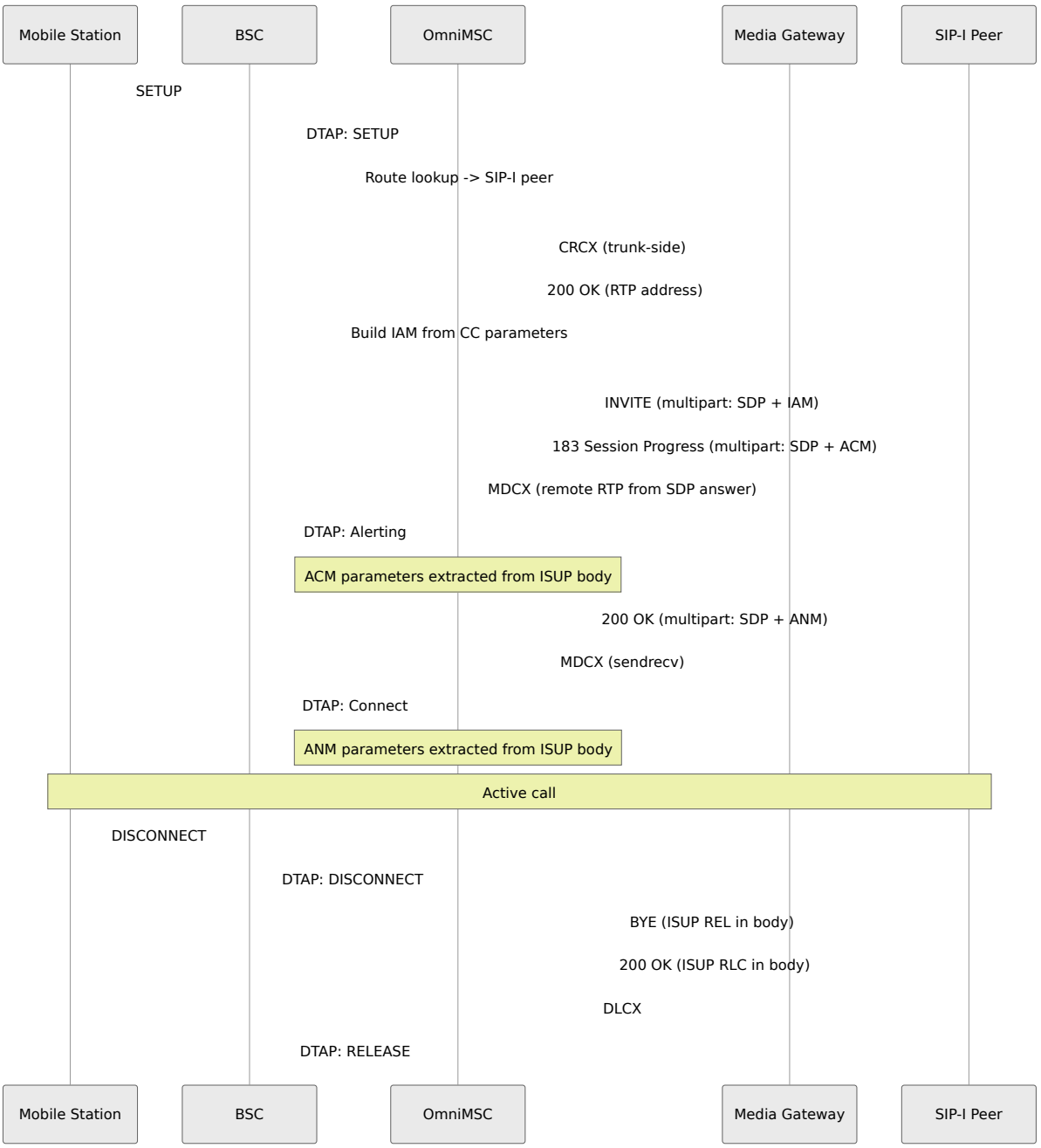
Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
`name`	`string`	-- (obrigatório)	Nome lógico do peer. Referenciado nas entradas da tabela de roteamento com tipo `:sip_i`.
`address`	`string`	-- (obrigatório)	Endereço IP ou nome do host do peer.
`port`	`integer`	`5060`	Porta SIP do peer.
`transport`	`atom`	`:tcp`	Protocolo de transporte: `:udp`, `:tcp` ou `:tls`. TCP é recomendado para SIP-I devido ao maior tamanho das mensagens.
`isup_version`	`atom`	`:itu_t92`	Variante de codificação ISUP: `:itu_t92` (ITU-T Q.767) ou `:ansi` (ANSI T1.113).
`codecs`	`list(atom)`	`[:pcmu, :pcma]`	Codecs de áudio suportados para a parte SDP.
`max_channels`	`integer`	`100`	Máximo de chamadas simultâneas para este peer.
`trunk_group_id`	`string` ou `nil`	`nil`	Identificador do grupo de trunk usado para o

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
			contexto de roteamento.
`point_code`	`list` ou `nil`	`nil`	Código de ponto SS7 remoto como `[a, b, c]`, usado como contexto de roteamento ISUP.

Os peers SIP-I não têm uma configuração de keepalive OPTIONS.

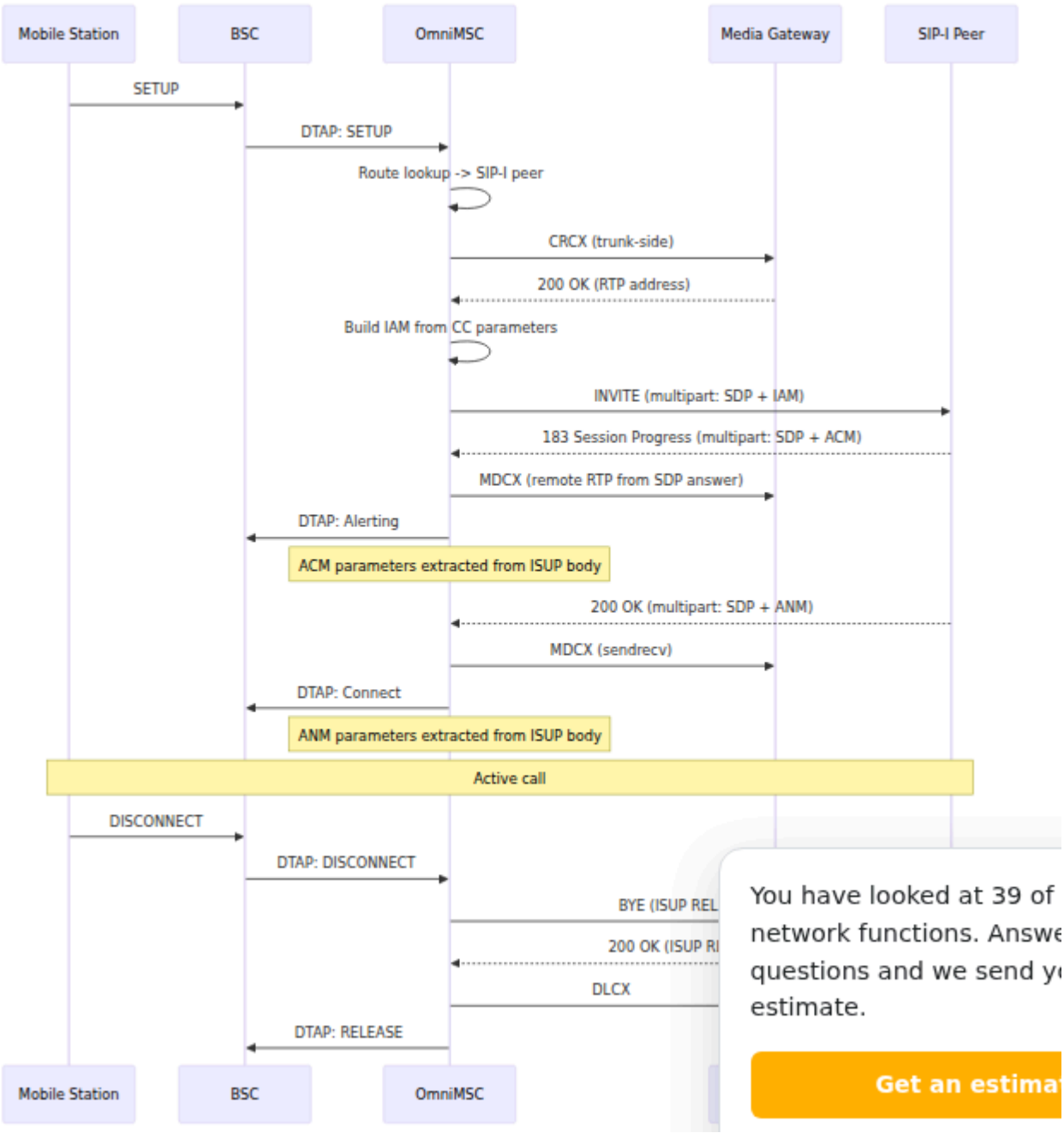
Chamada de Saída (SIP-I)

Quando o OmniMSC roteia uma chamada para um peer SIP-I, ele constrói o SIP INVITE com um corpo multipart contendo tanto SDP quanto o ISUP IAM.



Chamada de Entrada (SIP-I)

Quando um INVITE chega de um peer SIP-I com um corpo multipart, o OmniMSC extrai a mensagem ISUP e a utiliza para preencher os parâmetros do FSM CC.



Mapeamento de Cabeçalhos ISUP-SIP

Ao interconectar entre o corpo ISUP e os cabeçalhos SIP, o OmniMSC aplica o seguinte mapeamento. O corpo ISUP é autoritário; os cabeçalhos SIP são preenchidos para o benefício de intermediários apenas SIP.

Parâmetro ISUP (IAM)	Cabeçalho SIP	Notas
Número da Parte Chamado	Request-URI, To	Formato E.164 no URI `tel:`
Número da Parte Chamadora	From, P-Asserted-Identity	Indicador de apresentação controla o cabeçalho `Privacy`
Indicadores de Natureza de Conexão	Via	Indicador de salto de satélite
Indicadores de Chamada Encaminhada	--	Codificado apenas no corpo ISUP
Categoria da Parte Chamadora	P-Asserted-Identity	Categoria de operador/prioridade
Requisito de Meio de Transmissão	Linha `m=` SDP	Fala, áudio de 3,1kHz, 64k sem restrições
Informação de Serviço do Usuário	Linhas de codec SDP	Mapeamento de codec e taxa
Indicadores Opcionais de Chamada Encaminhada	Suportado	Indicador de acesso ISDN

Parâmetro ISUP (ACM/ANM)	Resposta SIP	Notas
Indicadores de Chamada Reversa	183/200	Indicador de cobrança, sinalizador de interconexão
Indicadores de Causa (REL)	Cabeçalho Reason	Causa Q.850 conforme RFC 3326
Indicadores Opcionais de Chamada Reversa	--	Codificado apenas no corpo ISUP

Referência de Mapeamento de Códigos de Causa

O SIP-I preserva o código de causa ISUP completo no corpo ISUP. Além disso, o cabeçalho SIP `Reason` transporta a causa Q.850 para nós intermediários.

Para o encerramento da chamada, a mensagem ISUP REL no corpo BYE tem precedência sobre o cabeçalho Reason SIP se ambos estiverem presentes.

Referências 3GPP e ITU-T

Referência	Título	Relevância
ITU-T Q.1912.5	Interconexão entre SIP e Controle de Chamada Independente de Portadora (BICC) ou ISUP	Definição do protocolo SIP-I
RFC 3204	Tipo de Mídia MIME para Objetos ISUP e QSIG	Tipo de conteúdo `application/ISUP`
RFC 3261	SIP: Protocolo de Iniciação de Sessão	Transporte SIP
RFC 3264	Modelo de Oferta/Resposta com SDP	Negociação SDP dentro do SIP-I
RFC 3326	Campo de Cabeçalho Reason	Código de causa nas respostas SIP
ITU-T Q.767	Aplicação do ISUP	Codificação da mensagem ISUP
ITU-T Q.850	Uso de Causa em ISDN	Definições de código de causa
3GPP TS 29.163	Interconexão entre núcleo comutado por circuito baseado em SIP-I e outras redes	Perfil SIP-I da 3GPP

SIP Trunking

Este documento cobre a configuração de pares SIP, monitoramento de keepalive OPTIONS, negociação de codec SDP, manuseio de re-INVITE em diálogo, serviços em chamada (manter/retomar, transferência REFER, atualização de refresh), temporizadores de sessão, retransmissão DTMF e estados de chamada de trunk SIP no OmniMSC.

Para roteamento relacionado ao SIP, veja Configuração de Roteamento. Para SIP com ISUP encapsulado, veja SIP-I Trunking. Para solução de problemas de trunk SIP, veja Guia de Solução de Problemas. Para sequências de fluxo de chamadas mostrando sinalização SIP em contexto, veja Diagramas de Fluxo de Chamadas. Para negociação de codec de gateway de mídia, veja Controle de Mídia. Para parâmetros de configuração de pares SIP, veja Referência de Configuração.

Configuração de Par SIP

Cada par SIP representa um ponto final remoto, como um gateway VoIP, SBC, nó IMS ou provedor de trunk SIP. Os pares são definidos no bloco de configuração `:sip` e referenciados pelo nome na tabela de roteamento.

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
`name`	`string`	-- (obrigatório)	Nome lógico do par. Referenciado nas entradas da tabela de roteamento.
`address`	`string`	-- (obrigatório)	Endereço IP ou nome do host do par.
`port`	`integer`	`5060`	Porta SIP do par.
`transport`	`atom`	`:udp`	Protocolo de transporte: `:udp`, `:tcp` ou `:tls`.
`codecs`	`list(atom)`	`[:pcmu, :pcma]`	Codecs de áudio suportados para negociação SDP.
`max_channels`	`integer`	`100`	Máximo de chamadas simultâneas para este par.
`options_interval`	`integer` ou `nil`	`nil`	Intervalo em segundos para sondagens de keepalive SIP OPTIONS.

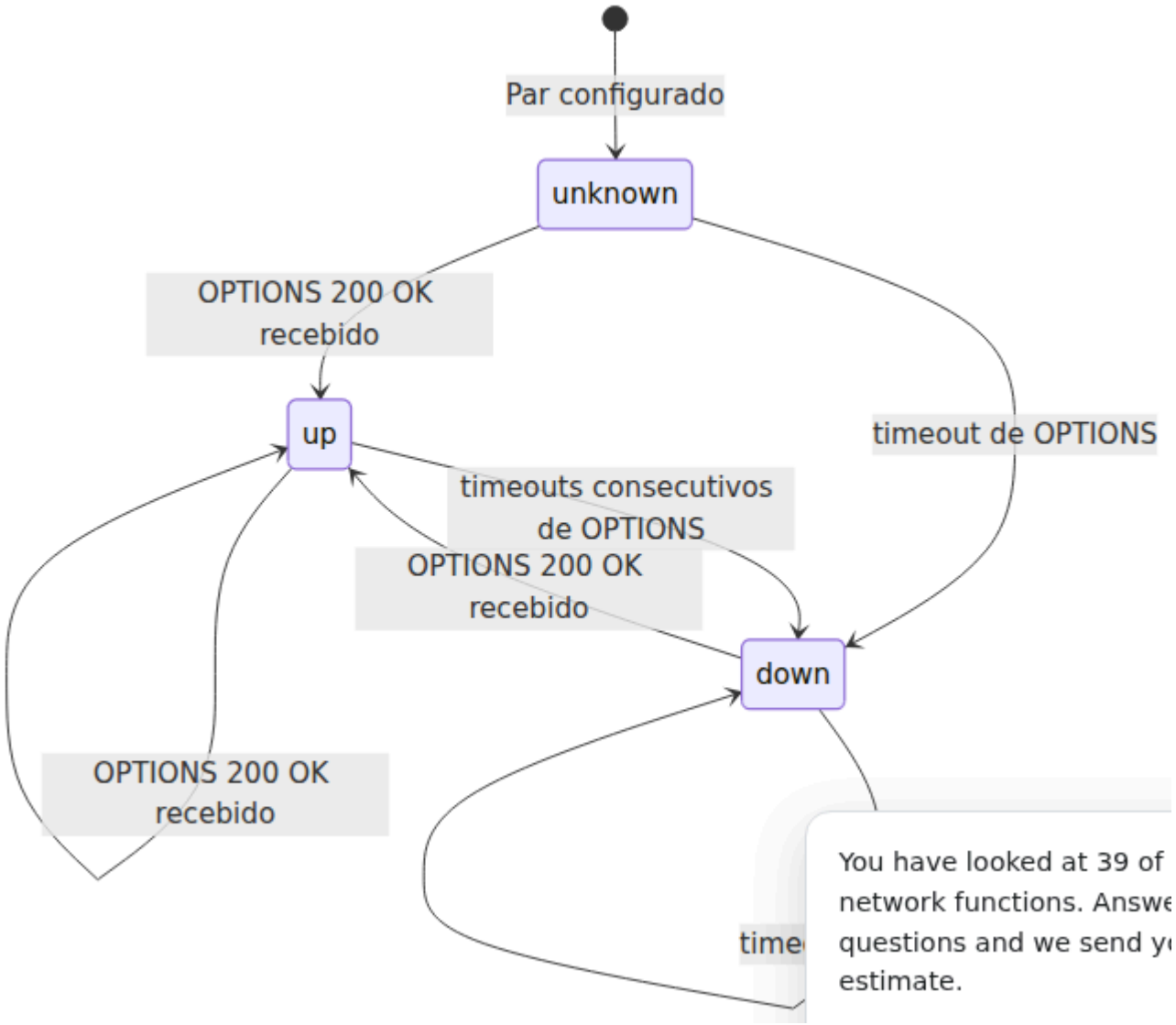
OmniMSC se identifica com o cabeçalho User-Agent `OmniMSC/0.1` em todas as solicitações e respostas SIP de saída.

Keepalive SIP OPTIONS

Quando `options_interval` é configurado para um par, o Gerenciador de Pares SIP envia solicitações periódicas SIP OPTIONS para monitorar a saúde do par. O status do par determina se ele é elegível para roteamento de chamadas.

Estados de Saúde do Par

Cada par rastreia um status de `:up`, `:down` ou `:unknown`. Na inicialização, todos os pares começam no estado `:unknown`.



Evento	Transição	Efeito
OPTIONS 200 OK recebido	Qualquer -> up	Par elegível para roteamento
Timeouts consecutivos de OPTIONS	up/unknown -> down	Par excluído do roteamento, alarme acionado
OPTIONS 200 OK após down	down -> up	Par re-elegível, alarme desativado
`max_channels` atingido	up -> up (limite suave)	Novas chamadas rejeitadas para este par, chamadas existentes não afetadas

Para monitoramento de pares SIP no painel de controle, veja Guia do Painel de Controle.

Fluxo SIP de Chamada MO

Quando o OmniMSC roteia uma chamada de origem móvel para um par SIP, a seguinte troca de sinalização SIP ocorre entre o OmniMSC e o par remoto.



O INVITE carrega uma oferta SDP com codecs baseados na configuração do par e nas capacidades do BSC. O 200 OK contém a resposta SDP com o codec selecionado e o endereço RTP remoto. Após o ACK, o caminho de mídia RTP é estabelecido através do gateway de mídia.

Manuseio de Re-INVITE em Diálogo

Um par SIP pode enviar um re-INVITE dentro de um diálogo estabelecido para vários propósitos: manter a chamada, retomar, mudar o codec ou atualizar a sessão. O OmniMSC aceita qualquer re-INVITE em diálogo com um 200 OK usando o SDP da sessão atual. Se o re-INVITE carregar um corpo SDP, o SDP remoto é atualizado a partir dele.

O re-INVITE é respondido da mesma forma, independentemente do propósito (200 OK com o SDP da sessão atual). O OmniMSC não envia 488 Not Acceptable Here em resposta a um re-INVITE e não renegocia o codec em um re-INVITE. O diálogo existente e a sessão de mídia permanecem no lugar. Além disso, o OmniMSC inspeciona o SDP oferecido para uma transição de manter/retomar e sinaliza isso para a FSM de Controle de Chamadas (CC) (veja Serviços em Chamada abaixo).

Serviços em Chamada

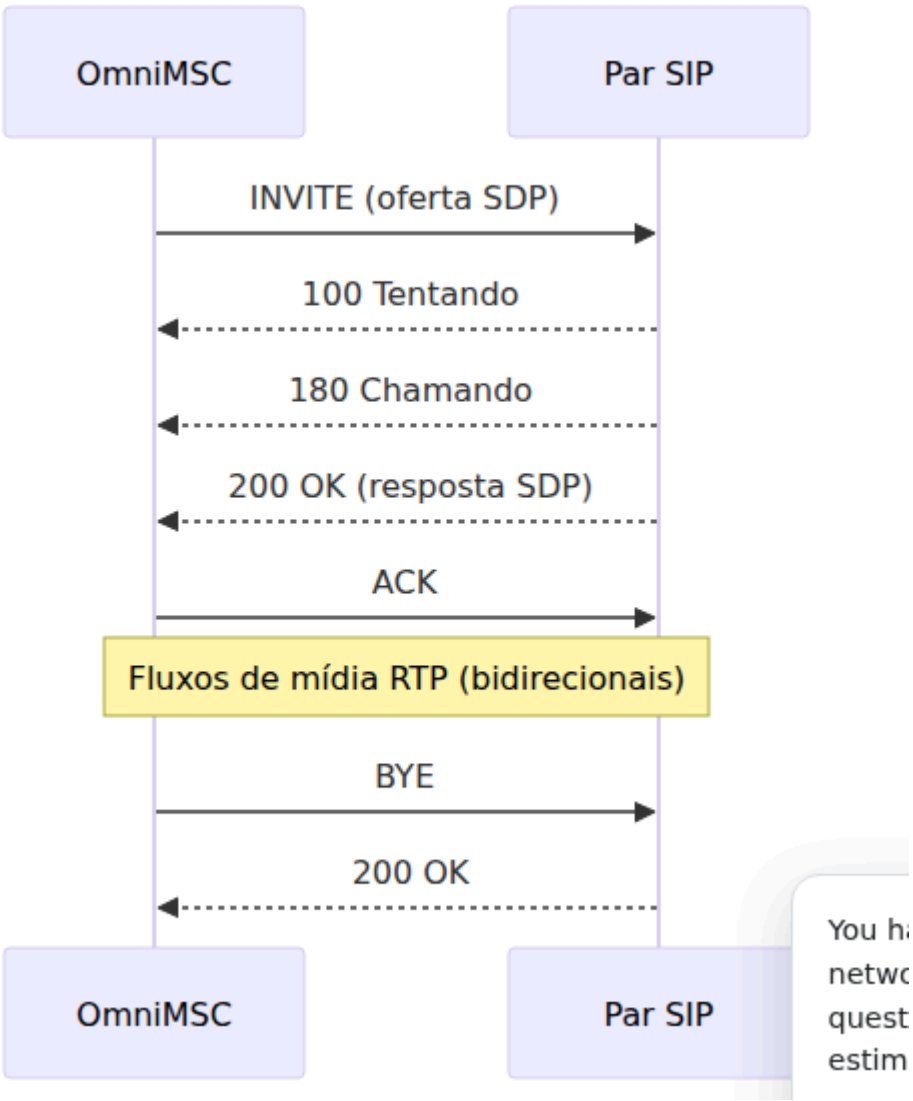
O OmniMSC lida com três procedimentos em diálogo durante a chamada em um tronco SIP estabelecido: manter/retomar a chamada, transferência de chamada REFER e atualização de refresh da sessão. Todos os três se aplicam apenas no estado de chamada `active`; solicitações recebidas fora de `active` são ignoradas ou rejeitadas conforme apropriado.

Manter e Retomar Chamada

Um par remoto coloca a chamada em espera enviando um re-INVITE (ou UPDATE) cujo SDP marca o fluxo de mídia como inativo. O OmniMSC reconhece tanto as codificações de espera modernas quanto as legadas (RFC 3264 seção 5.1, TS 29.163 Anexo B):

Codificação de Espera	Marcador SDP	Notas
Atributo de Direção	`a=sendonly` ou `a=inactive`	Preferido (RFC 3264). Atributo de nível de mídia substitui o de nível de sessão
Conexão zerada	`c=0.0.0.0`	Oferta de espera legada RFC 2543
Retomar	`a=sendrecv` (ou nenhum atributo de direção) e um `c=` não zero	Retorna o fluxo para ativo

Em uma transição para espera, o OmniMSC responde com 200 OK e sinaliza `hold_ind` para a FSM CC; a FSM marca a chamada como mantida e propaga a condição em direção à estação móvel (um NOTIFY com um indicador de espera remota) e à camada MNCC. Em uma transição de volta para ativo, `retrieve_ind` é sinalizado e o estado mantido é limpo. Ofertas repetidas com uma direção inalterada (por exemplo, um refresh de sessão que mantém a chamada em espera) são idempotentes e não re-sinalizam uma transição.

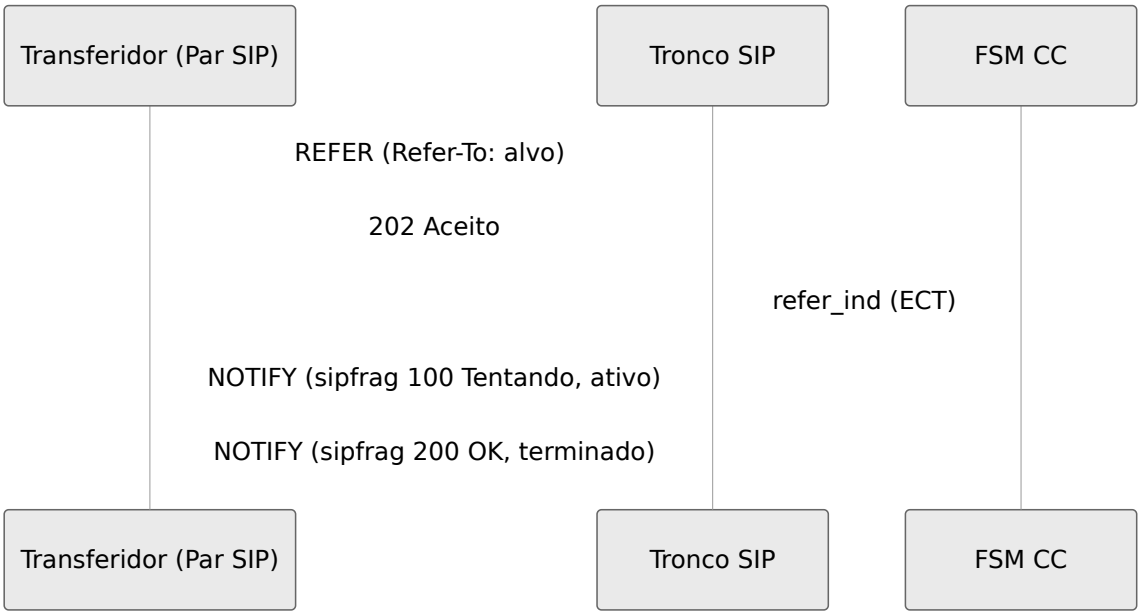


Transferência de Chamada REFER (RFC 3515)

Um par pode transferir a chamada enviando um REFER em diálogo cujo cabeçalho `Refer-To` nomeia o alvo da transferência. O OmniMSC aceita o REFER com um 202 Aceito (estabelecendo a assinatura de evento de referência implícita), relata a transferência para a FSM CC como uma indicação ECT (Transferência de Chamada Explícita, TS 24.091) carregando a URI `Refer-To`, e relata o progresso de volta ao transferidor através de mensagens NOTIFY sipfrag (RFC 3515 seção 2.4.5). Um REFER sem um `Refer-To` utilizável é rejeitado com 400 Bad Request.

Os NOTIFYs de progresso carregam um corpo `message/sipfrag` com a linha de status da transação da perna remota e um cabeçalho `Subscription-State`:

NOTIFY	corpo sipfrag	Subscription-State
Progresso	`SIP/2.0 100 Tentando`	`ativo`
Conclusão	`SIP/2.0 200 OK`	`terminado;reason=noresource`



Temporizador de Sessão (RFC 4028)

O OmniMSC suporta temporizadores de sessão SIP conforme RFC 4028 para detectar e limpar sessões SIP órfãs. Os temporizadores de sessão garantem que ambos os pontos finais atualizem periodicamente a sessão, prevenindo estados de chamada obsoletos após falhas de rede.

Parâmetro	Valor	Descrição
Session-Expires	1800s (padrão)	Tempo máximo entre atualizações de sessão
Min-SE	90s	Valor mínimo aceitável para Session-Expires
Refresher	UAC ou UAS	Determinado durante a negociação
session_refresh_method	`:invite` (padrão) ou `:update`	Método usado para enviar o refresh periódico

Negociação do Temporizador de Sessão

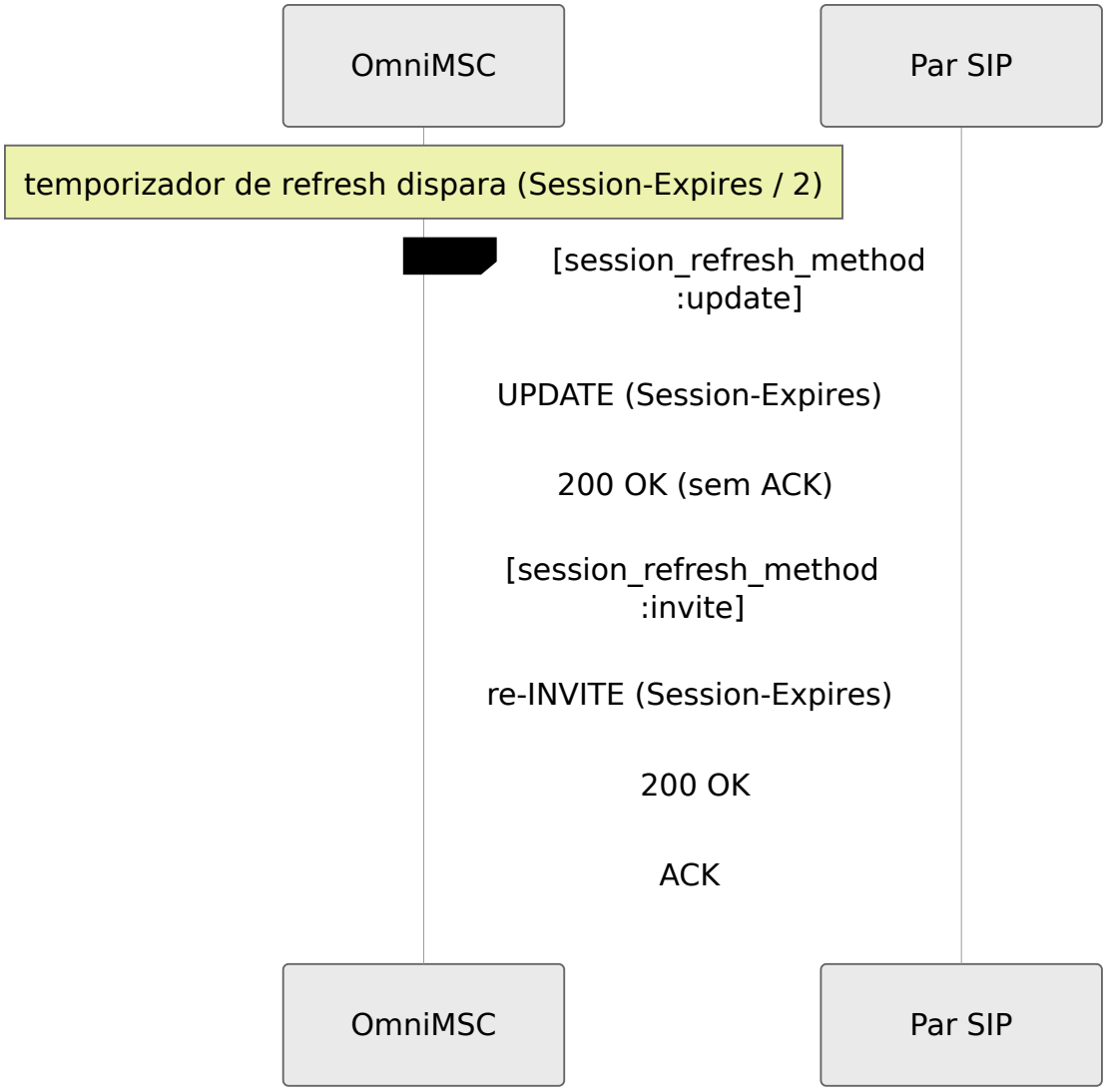
O OmniMSC inclui os cabeçalhos `Session-Expires` e `Min-SE` nas solicitações INVITE de saída. Quando o OmniMSC recebe um 422 Intervalo de Sessão Muito Pequeno em resposta a um INVITE de saída, ele reconhece o 422, extrai o Min-SE do par e tenta novamente o INVITE com um Session-Expires atualizado que é pelo menos o mínimo do par.

O refresh é enviado na metade do intervalo negociado de Session-Expires. Se nenhum refresh chegar antes que a sessão expire, o OmniMSC envia BYE para encerrar a chamada e libera todos os recursos associados.

Método de Refresh: re-INVITE ou UPDATE (RFC 3311)

Por padrão, o refresh é enviado como um re-INVITE. Quando um tronco é configurado com `session_refresh_method: :update`, o OmniMSC atualiza a sessão com um UPDATE (RFC 3311) em vez disso. O UPDATE é mais leve: é uma transação independente que não perturba a oferta/resposta e não requer ACK. Um UPDATE 200 OK, portanto, nunca é reconhecido, enquanto um re-INVITE 200 OK é ACKed como de costume.

O OmniMSC também responde a um UPDATE iniciado pelo par. Quando o UPDATE carrega uma oferta SDP, o OmniMSC ecoa seu SDP atual como a resposta; o 200 OK anuncia o `Session-Expires` negociado. Um UPDATE que carrega uma oferta de espera aciona a mesma sinalização de manter/retomar para a FSM CC como um re-INVITE.



Retransmissão DTMF

O OmniMSC retransmite tons DTMF usando mensagens SIP INFO conforme o tipo de conteúdo `application/dtmf-relay`. Este método é usado quando o par não suporta o payload RTP telephone-event RFC 2833 ou quando DTMF fora de banda é preferido.

Campo	Descrição	Exemplo
Content-Type	Tipo MIME para retransmissão DTMF	`application/dtmf-relay`
Signal	Dígito DTMF (0-9, *, #, A-D)	`Signal=5`
Duration	Duração do tom em milissegundos	`Duration=160`

Quando eventos DTMF são detectados do lado do rádio (via o gateway de mídia), o OmniMSC gera uma mensagem SIP INFO em direção ao par SIP com o sinal e a duração correspondentes. Na direção reversa, eventos DTMF SIP INFO recebidos são encaminhados para o gateway de mídia para reprodução em direção à estação móvel.

Negociação de Codec SDP

O OmniMSC gera ofertas SDP com base na interseção da lista de codecs configurados do par e nas capacidades de codec de fala relatadas pelo BSC. Os codecs são oferecidos em ordem de preferência.

Codecs Suportados

Codec	Tipo de Payload RTP	Taxa de Relógio	Parâmetros fmtp
PCMU	0	8000	--
PCMA	8	8000	--
AMR (narrowband)	dinâmico (96)	8000	`octet-align=1`
AMR-WB (wideband)	dinâmico (97)	16000	`octet-align=1`

A lista de codecs padrão é `[:pcmu, :pcma]` (payload PCMU 0 e payload PCMA 8). O AMR é oferecido com `octet-align=1` (RFC 4867) para interoperabilidade com redes de acesso 3GPP. A versão de fala GSM full-rate mapeia para PCMA (payload 8) no lado SIP. O AMR e o AMR-WB são oferecidos quando o BSC indica suporte para esses codecs na lista de versão de fala durante a atribuição.

Seleção de Codec

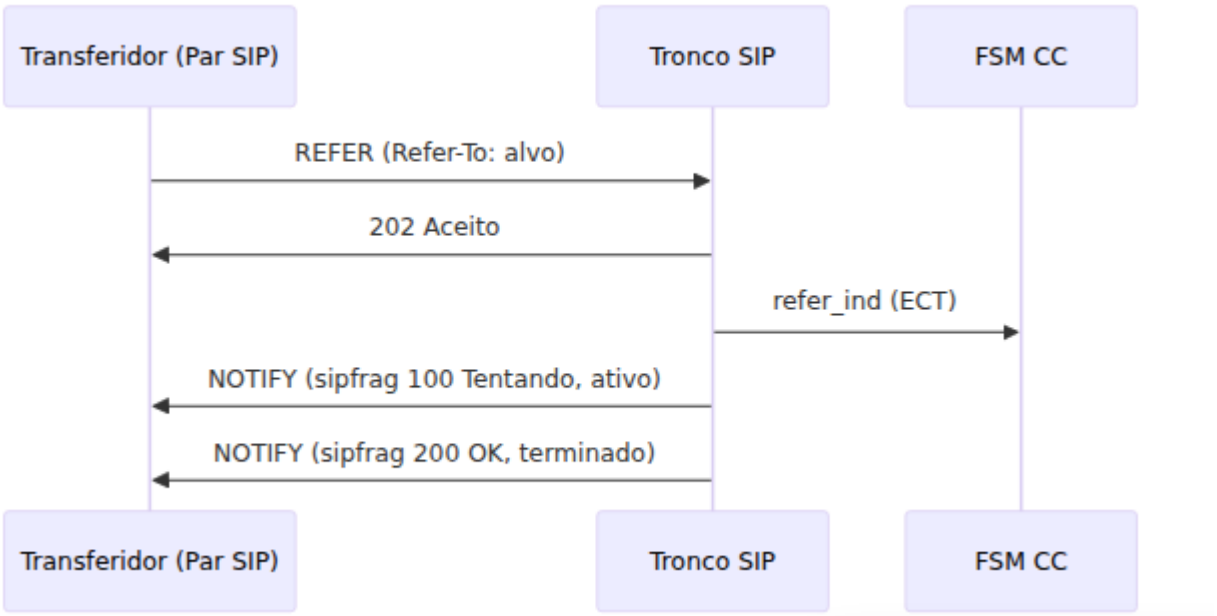
A seleção de codec segue o modelo de Oferta/Resposta SDP (RFC 3264):

1. O OmniMSC constrói a oferta SDP a partir da lista de codecs do par, filtrada pelas capacidades de fala do BSC.
2. O par remoto responde com uma resposta SDP contendo um ou mais codecs aceitos.
3. O OmniMSC seleciona o primeiro codec comum da ordem original da oferta.
4. O gateway de mídia é instruído (via MDCX) com o codec selecionado e os parâmetros RTP.

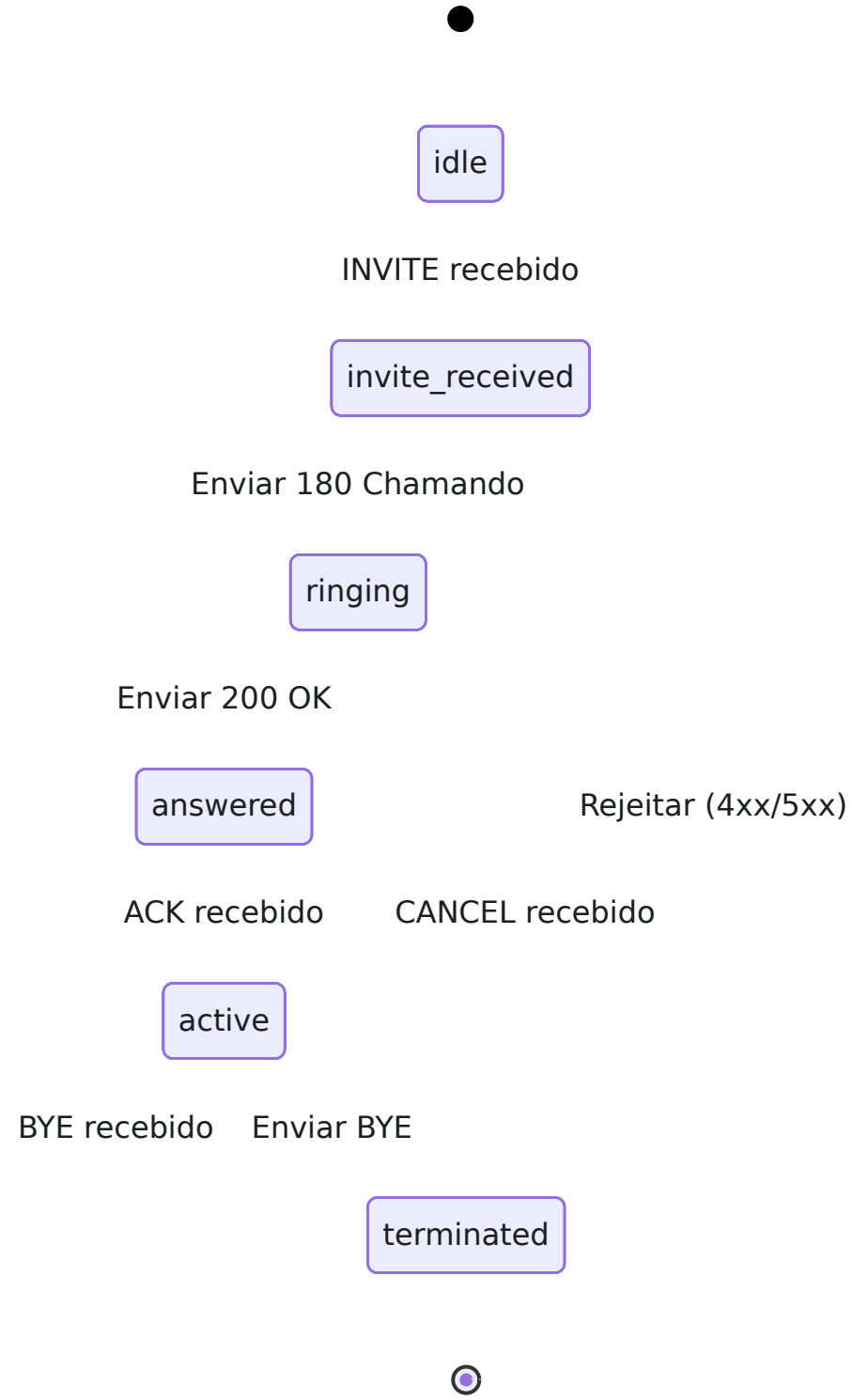
Se nenhum codec comum existir, o OmniMSC responde com ou recebe 488 Not Acceptable Here.

Estados de Chamada do Trunk SIP

Estados de Chamada de Saída



Estados de Chamada de Entrada



Referências

Referência	Título	Relevância
RFC 3261	SIP: Protocolo de Iniciação de Sessão	Sinalização SIP central
RFC 4028	Temporizadores de Sessão em SIP	Session-Expires, Min-SE, mecanismo de refresh
RFC 3311	O Método SIP UPDATE	Refresh de sessão baseado em UPDATE
RFC 3515	O Método SIP Refer	Transferência de chamada REFER, progresso NOTIFY sipfrag
RFC 2833	Payload RTP para Dígitos DTMF	Tipo de payload RTP telephone-event
RFC 3264	Modelo Oferta/Resposta com SDP	Negociação de codec SDP, marcadores de manter/retomar
RFC 4867	Formato de Payload RTP para AMR e AMR-WB	Parâmetro octet-align do AMR
RFC 3326	Campo de Cabeçalho de Razão	Código de causa em BYE/CANCEL
TS 29.163	Interoperabilidade entre redes IMS e CS	Anexo B: interoperabilidade de manter/retomar

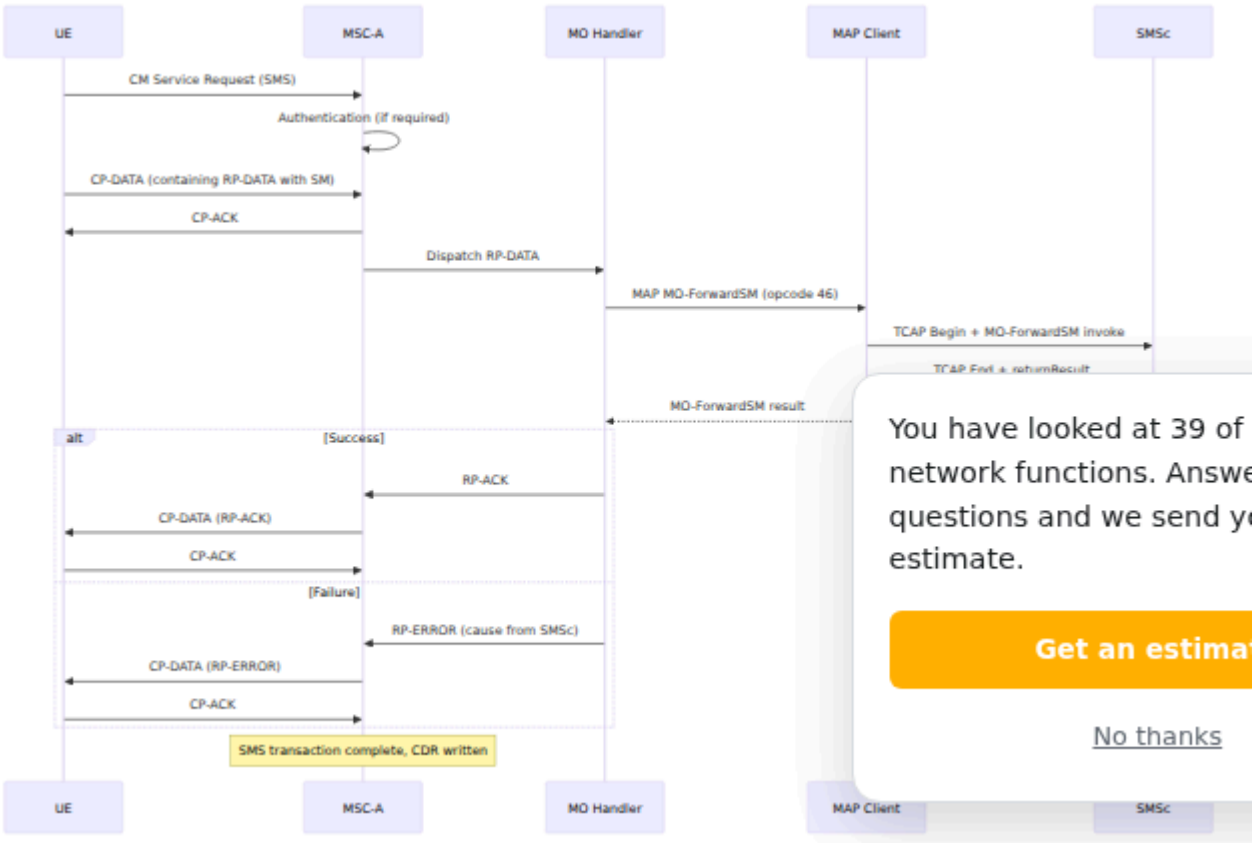
SMS

Este documento descreve a implementação do Serviço de Mensagens Curtas no OmniMSC, cobrindo fluxos de SMS de origem móvel e de término móvel, alocação de identificadores de transação DTAP, manuseio de SAPI na interface A, roteamento de respostas MAP e as camadas de codec SMS.

Para diagramas de fluxo de chamadas que incluem SMS juntamente com voz, veja Diagramas de Fluxo de Chamadas. Para detalhes da interface MAP cobrindo operações MO-ForwardSM e MT-ForwardSM, veja Operações MAP. Para configuração de endereço SMSc e código de ponto, veja Referência de Configuração. Para problemas comuns de entrega de SMS, veja Solução de Problemas — Problemas de SMS.

MO-SMS (SMS de Origem Móvel)

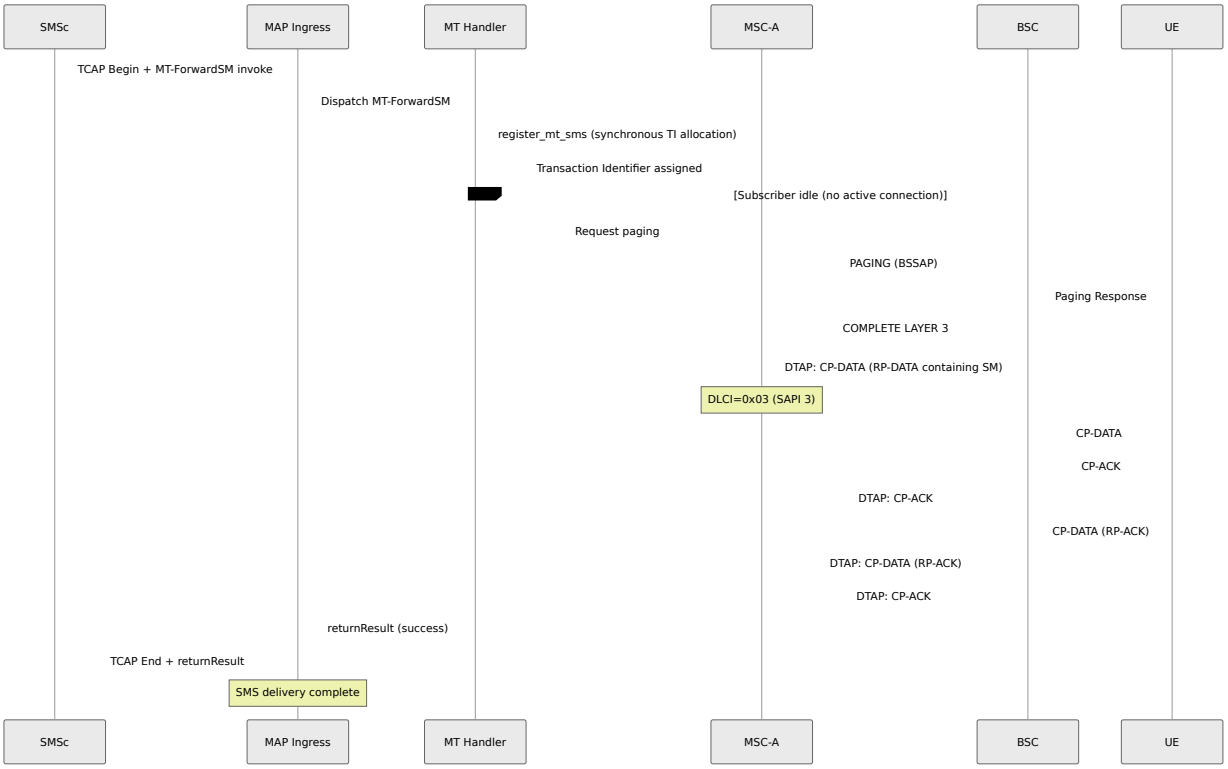
Um assinante envia uma mensagem curta via o MSC para o Centro de Mensagens Curtas (SMSc). O MSC atua como um relé, recebendo o SM da interface aérea e encaminhando-o para o SMSc usando o MAP MO-ForwardSM.



O MO Handler extrai o SM-RP-DA (endereço de destino, tipicamente o endereço do SMSc) e SM-RP-OA (endereço de origem, o MSISDN do assinante) do RP-DATA, então constrói a solicitação MAP MO-ForwardSM. A resposta MAP determina se o MSC envia RP-ACK ou RP-ERROR de volta para o UE.

MT-SMS (SMS de Término Móvel)

O SMSc entrega uma mensagem curta a um assinante via o MSC. O SMSc envia um MAP MT-ForwardSM (opcode 44) para o MSC, que localiza o assinante se necessário e entrega o SM pela interface aérea.



Alocação Síncrona de TI

O MT Handler chama `register_mt_sms` no processo MSC-A como uma operação síncrona. Isso aloca um Identificador de Transação DTAP para a entrega de MT-SMS e previne uma condição de corrida onde duas entregas de MT-SMS simultâneas para o mesmo assinante poderiam ser atribuídas ao mesmo TI. A chamada síncrona garante que os valores de TI sejam únicos em todas as transações SMS ativas para um determinado assinante.

Identificador de Transação DTAP

Para MT-SMS, a rede aloca o Identificador de Transação (TI). De acordo com 3GPP TS 24.007, a flag TI distingue o originador:

Direção	Flag TI	Significado
Rede → UE (CP-DATA)	0	Rede originou esta transação
UE → Rede (CP-ACK, RP-ACK)	1	UE respondendo a transação originada pela rede

O MSC define a flag TI=0 no CP-DATA enviado para o UE. O UE espelha o valor de TI, mas define a flag=1 em todas as respostas (CP-ACK, CP-DATA contendo RP-ACK). Esta convenção permite que ambos os lados distingam entre múltiplas transações SMS simultâneas.

SAPI 3

As PDUs NAS de SMS (CP-DATA, CP-ACK, CP-ERROR) são transportadas na SAPI 3 da interface A de acordo com 3GPP TS 48.006. O byte DLCI (Identificador de Conexão de Link de Dados) no cabeçalho DTAP BSSAP é definido como 0x03, indicando SAPI=3.

A SAPI 3 fornece um canal lógico separado do canal de sinalização principal (SAPI 0), que transporta mensagens CC e MM. Esta separação permite que a entrega de SMS ocorra simultaneamente com uma chamada de voz ativa sem interferir na sinalização de controle de chamadas.

Roteamento de Resposta MAP

Quando um MT-ForwardSM chega do SMSc, o MSC deve roteá-lo de volta para o código de ponto de origem correto. O módulo de entrada captura o OPC (Código de Ponto de Origem) da mensagem de transferência M3UA recebida e o armazena como `routing_info[:opc]`.

Ao construir a resposta TCAP End, o MSC usa este OPC armazenado como o DPC (Código de Ponto de Destino) para a mensagem M3UA de saída. Isso

garante que a resposta chegue ao SMSc correto, o que é importante em redes onde várias instâncias de SMSc usam diferentes códigos de ponto, ou onde um STP roteia com base no código de ponto em vez do título global SCCP.

A troca OPC/DPC segue a convenção padrão M3UA: o OPC da resposta é o próprio código de ponto do MSC (o DPC de entrada), e o DPC da resposta é o código de ponto do SMSc (o OPC de entrada).

Codec SMS

O codec SMS lida com duas camadas de protocolo de acordo com 3GPP TS 24.011:

Camada CP (Subcamada de Gerenciamento de Conexão)

Mensagem	Direção	Descrição
CP-DATA	Ambos	Transporta uma mensagem RP como carga útil
CP-ACK	Ambos	Reconhece o recebimento de CP-DATA
CP-ERROR	Ambos	Relata um erro na camada CP (valor da causa incluído)

CP-DATA contém uma única PDU da camada RP. Cada CP-DATA deve ser reconhecida com um CP-ACK antes que o próximo CP-DATA possa ser enviado na mesma transação.

Camada RP (Protocolo de Relé)

Mensagem	Direção	Descrição
RP-DATA	Ambos	Transporta o SM-TP-DU (a mensagem curta real) junto com os endereços RP-DA e RP-OA
RP-ACK	Ambos	Confirma a entrega bem-sucedida do RP-DATA
RP-ERROR	Ambos	Relata um erro na camada RP (valor da causa da tabela 8.4 do TS 24.011)

Para MO-SMS, o RP-DATA do UE contém o SM-RP-DA (endereço do SMSc) e SM-RP-OA (endereço do assinante). Para MT-SMS, o MSC constrói RP-DATA com SM-RP-DA (IMSI do assinante) e SM-RP-OA (endereço do SMSc).

Referências

Especificação	Título	Relevância
TS 24.011	Suporte ao Serviço de Mensagem Curta Ponto-a-Ponto na interface de rádio móvel	Camadas de protocolo CP e RP, formatos de mensagem, códigos de causa
TS 29.002 Seção 12	Especificação MAP - Procedimentos de Serviço de Mensagem Curta	MAP MO-ForwardSM (opcode 46), MT-ForwardSM (opcode 44), informações de roteamento para SM
TS 23.040	Realização técnica de SMS	Codificação da camada SM-TP, período de validade, relatórios de status
TS 48.006	Especificação do mecanismo de transporte de sinalização para a interface BSC-MSC	Atribuição de DLCI/SAPI para DTAP da interface A
TS 24.007	Camada de sinalização da interface de rádio móvel 3 - Aspectos gerais	Alocação do Identificador de Transação e convenções da flag TI

Serviços Suplementares

Este documento descreve os serviços suplementares implementados no OmniMSC, cobrindo o mecanismo de despacho de SS, encaminhamento de chamadas, bloqueio de chamadas, espera de chamadas, identificação de linha, retenção de chamadas, conferência multiparte e interação com HLR. Para sequências de fluxo de chamadas, veja Diagramas de Fluxo de Chamadas. Para parâmetros de configuração, veja Referência de Configuração. Para recursos avançados de chamadas, como ECT e CCBS, veja Recursos Avançados de Chamadas. Para as operações MAP usadas para relatar mudanças de SS ao HLR (RegisterSS, ActivateSS), veja Operações MAP. Para detalhes da ponte de conferência MPTY na camada de mídia, veja Controle de Mídia.

Visão Geral do Despacho de SS

Uma estação móvel interage com serviços suplementares enviando mensagens DTAP do grupo de mensagens SS: SS REGISTER, SS FACILITY e SS RELEASE COMPLETE, conforme definido na 3GPP TS 24.010. Cada mensagem carrega um elemento de informação de instalação contendo componente(s) codificado(s) em ASN.1 com um código de operação e código de SS que identificam o serviço alvo. Os serviços suplementares provisionados para cada assinante, juntamente com seus ícones de status, são visíveis na página de Assinantes do painel de controle — veja Guia do Painel de Controle.

Quando o OmniMSC recebe uma dessas mensagens, o despachante CC/SS extrai o código de SS do IE de instalação e roteia a solicitação para o manipulador de serviço apropriado. O código de SS é um valor de um byte definido na 3GPP TS 29.002 que identifica exclusivamente o serviço suplementar sendo invocado.

Operações de SS

Cada serviço suplementar suporta um subconjunto das cinco operações padrão:

Operação	Descrição
Registrar	Provisionar o serviço com parâmetros (por exemplo, número para o qual é encaminhado, temporizador de não resposta)
Apagar	Remover um serviço previamente registrado
Ativar	Habilitar um serviço registrado para que tenha efeito
Desativar	Desabilitar um serviço ativo sem remover o registro
Interrogar	Consultar o status atual e parâmetros de um serviço

O MS codifica essas operações usando componentes de invocação dentro do IE de instalação. O OmniMSC processa a solicitação, determina se a participação do HLR é necessária e retorna um componente de resultado de retorno ou erro de retorno na resposta.

Encaminhamento de Chamadas

O OmniMSC implementa as quatro variantes de encaminhamento de chamadas da 3GPP definidas na TS 24.082. Cada variante pode ser provisionada por assinante via MAP INSERT SUBSCRIBER DATA do HLR, ou gerenciada pelo assinante usando operações de SS Register, Activate, Deactivate, Erase e Interrogate.

Variante	Código SS	Gatilho	Referência 3GPP
Encaminhamento de Chamadas Incondicional (CFU)	0x21	Todas as chamadas recebidas	TS 24.082 Sec 4.1
Encaminhamento de Chamadas em Ocupado (CFB)	0x29	Assinante chamado ocupado	TS 24.082 Sec 4.2
Encaminhamento de Chamadas em Não Resposta (CFNRy)	0x2A	Sem resposta dentro do temporizador	TS 24.082 Sec 4.3
Encaminhamento de Chamadas em Não Acessível (CFNRc)	0x2B	Assinante não acessível	TS 24.082 Sec 4.4

CFU (Encaminhamento de Chamadas Incondicional)

Todas as chamadas para o assinante são encaminhadas incondicionalmente para o número configurado para o qual é encaminhado. Quando o CFU está ativo, o MSC não faz a chamada ao assinante. O CFU tem prioridade sobre todas as outras variantes de encaminhamento.

CFB (Encaminhamento de Chamadas em Ocupado)

As chamadas são encaminhadas quando o assinante está ocupado (todos os canais de tráfego ocupados ou usuário determinado como ocupado). O MSC detecta a condição de ocupado a partir da interface de rádio (UDUB) ou do estado da FSM de CC.

CFNRy (Encaminhamento de Chamadas em Não Resposta)

As chamadas são encaminhadas quando o assinante não responde dentro de um temporizador configurável (padrão de 20 segundos, intervalo de 5-30 segundos conforme a 3GPP TS 24.082). O temporizador de não resposta começa quando a resposta de chamada ou indicação de alerta é recebida.

CFNRc (Encaminhamento de Chamadas em Não Acessível)

As chamadas são encaminhadas quando o assinante não pode ser alcançado: IMSI desconectado, sem resposta de chamada ou falha de link de rádio. O MSC determina a acessibilidade a partir do estado do assinante no VLR e do resultado da chamada.

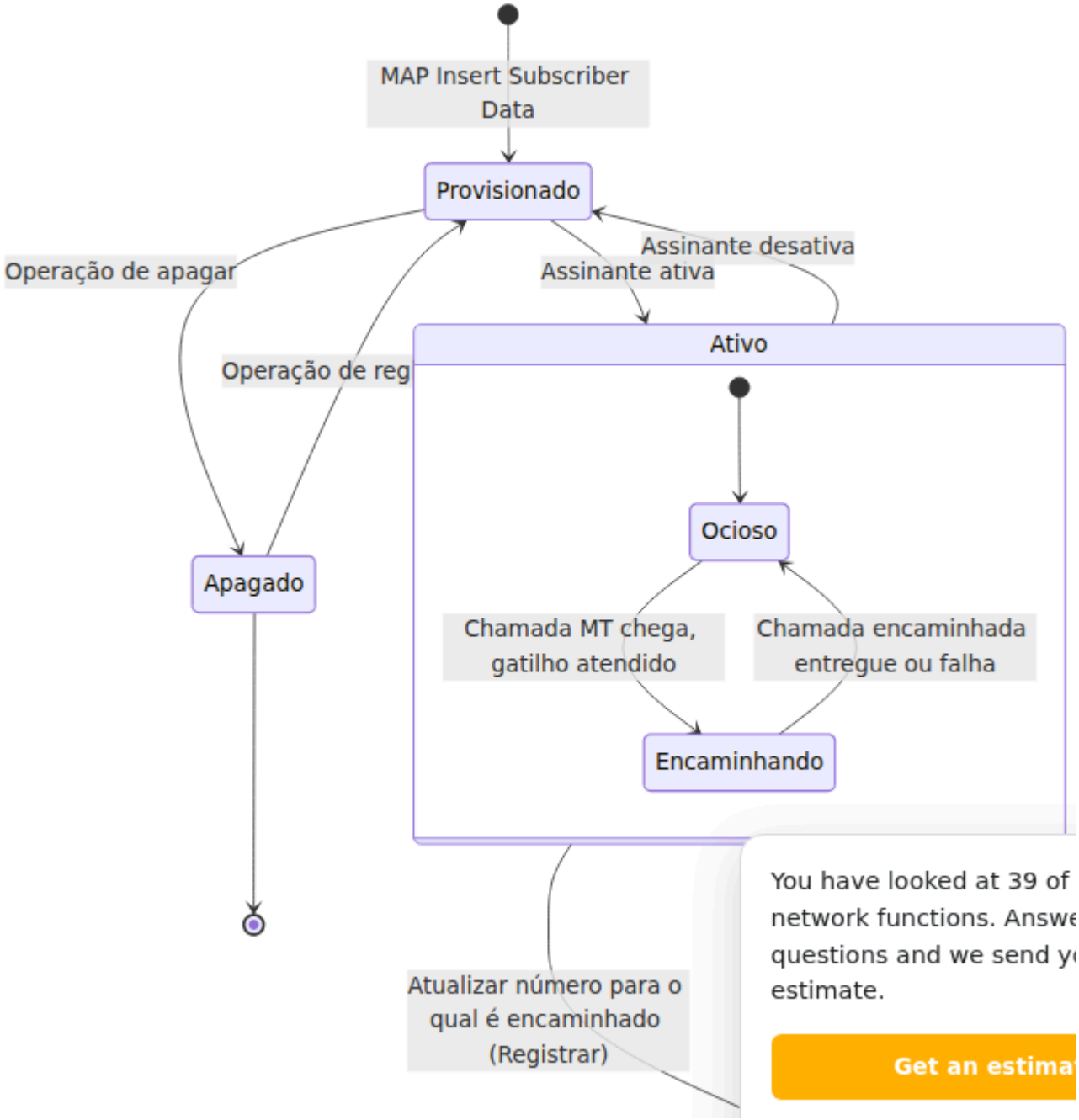
Operações de Encaminhamento de Chamadas

Um assinante gerencia o encaminhamento de chamadas através das operações padrão de SS:

Operação	Efeito
Registrar	Armazenar o número para o qual é encaminhado e o temporizador opcional de não resposta; ativa implicitamente o serviço
Apagar	Remover o número para o qual é encaminhado e desativar o serviço
Ativar	Habilitar uma variante de encaminhamento previamente registrada
Desativar	Desabilitar o encaminhamento sem remover o número registrado
Interrogar	Retornar o status atual (ativo/inativo) e o número para o qual é encaminhado

As operações de registro e apagamento são retransmitidas ao HLR via MAP, uma vez que os dados de encaminhamento fazem parte do perfil do assinante. A ativação, desativação e interrogação podem ser tratadas localmente a partir dos dados do VLR quando a informação já está disponível, ou retransmitidas ao HLR caso contrário.

Diagrama de Estado do Encaminhamento de Chamadas



Bloqueio de Chamadas

O OmniMSC implementa serviços de bloqueio de chamadas conforme a 3GPP TS 24.088. As categorias de bloqueio são provisionadas pelo HLR via MAP INSERT SUBSCRIBER DATA e são aplicadas pelo MSC durante a configuração da

chamada. O assinante não pode substituir o bloqueio provisionado pelo operador.

O bloqueio de chamadas utiliza o espaço de código SS canônico do MAP definido na 3GPP TS 29.002. As categorias de bloqueio individuais e seus códigos de grupo são:

Categoria	Código SS	Direção	Efeito
Bloqueio de Todas as Chamadas de Saída (BAOC)	0x92	MO	Bloquear todas as chamadas de saída
Bloqueio de Chamadas Internacionais de Saída (BOIC)	0x93	MO	Bloquear chamadas internacionais de saída
Bloqueio de Chamadas Internacionais de Saída exceto para o País de Origem (BOIC-exHC)	0x94	MO	Bloquear chamadas internacionais de saída exceto para o país PLMN de origem
Bloqueio de Todas as Chamadas de Entrada (BAIC)	0x9A	MT	Bloquear todas as chamadas de entrada
Bloqueio de Chamadas de Entrada ao Roaming (BicRoam)	0x9B	MT	Bloquear chamadas de entrada quando o assinante está em roaming fora do HPLMN

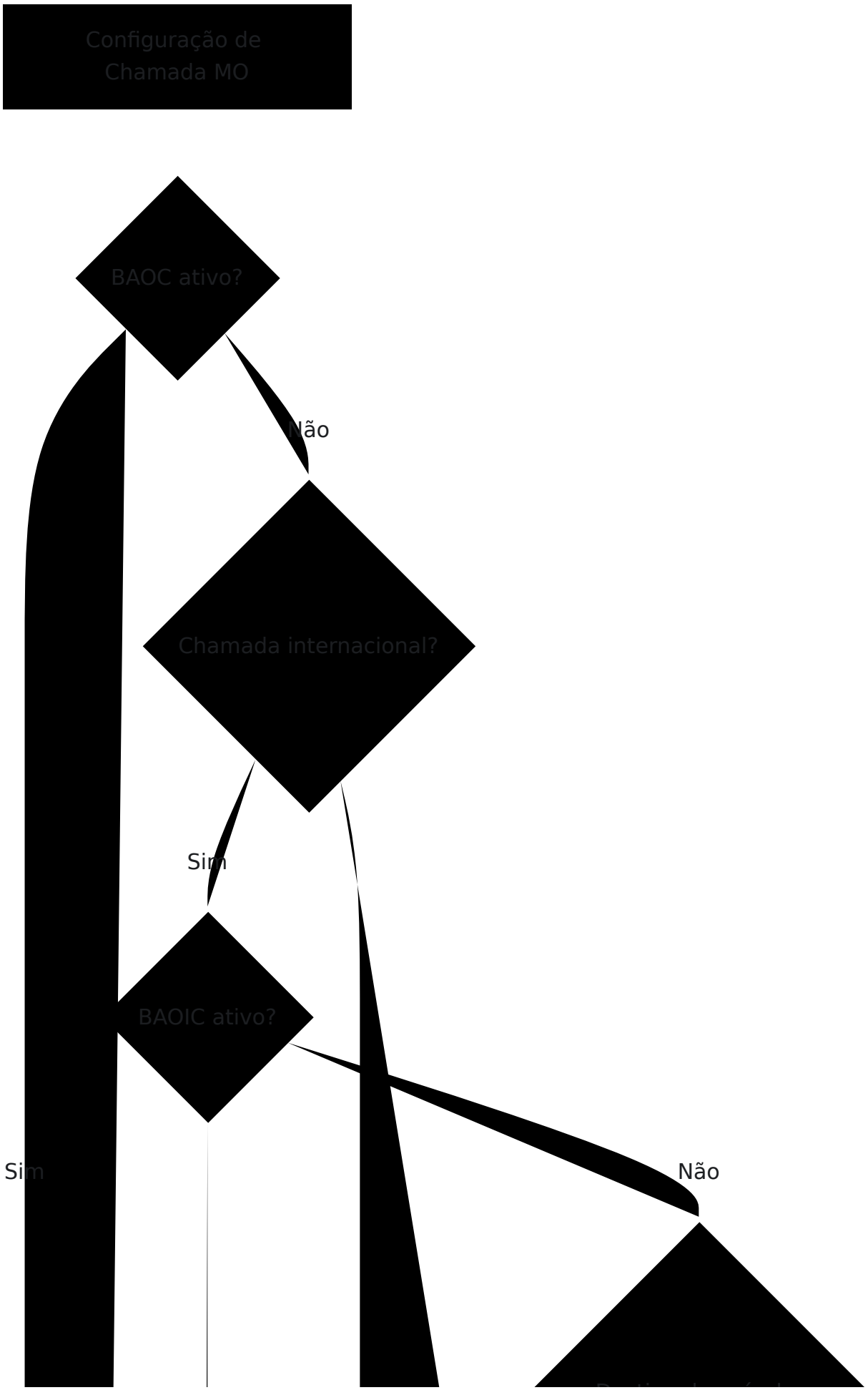
Os códigos SS de grupo abordam várias categorias ao mesmo tempo:

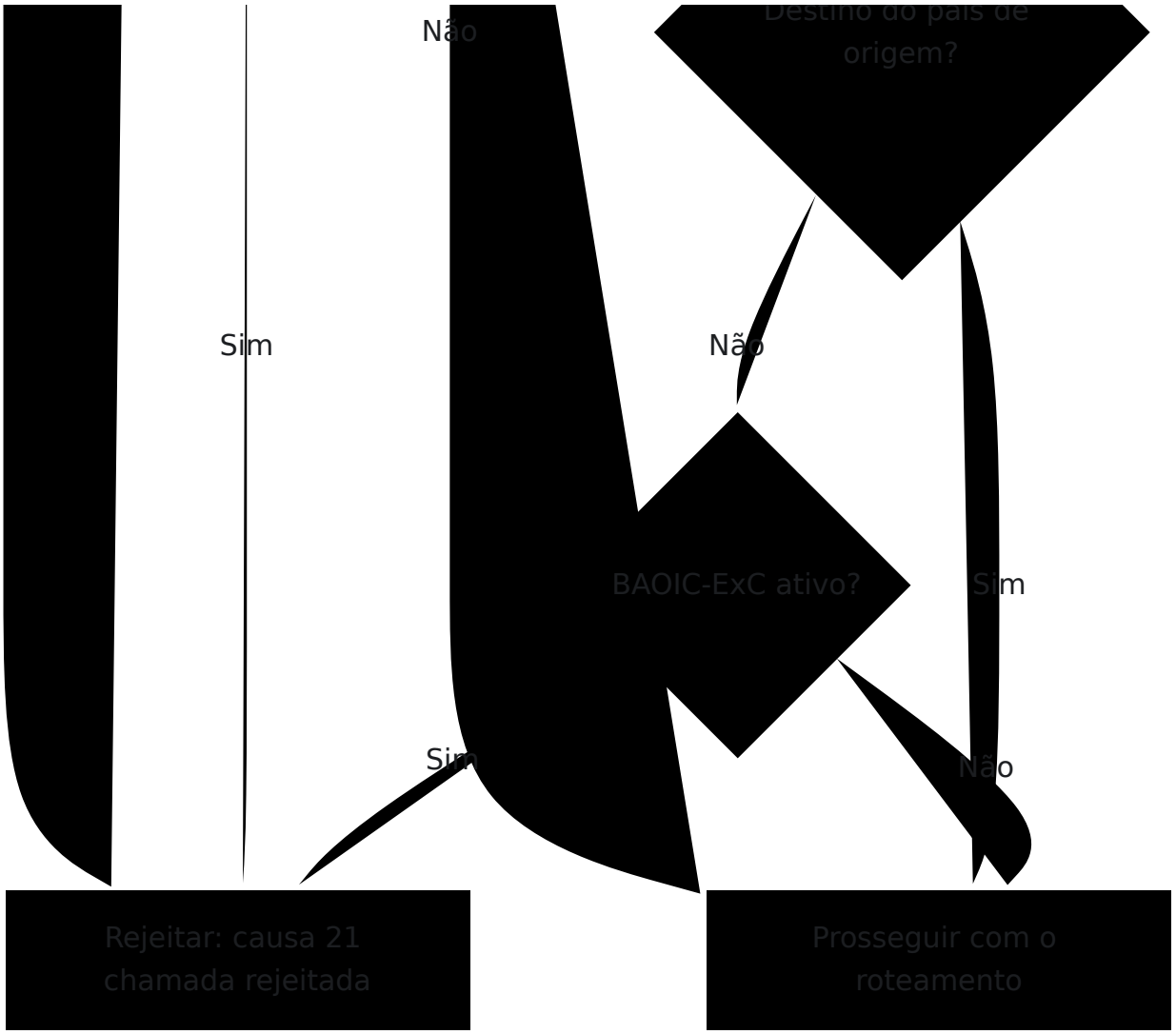
Grupo	Código SS	Abrange
Todos os Serviços de Bloqueio	0x90	Todos os bloqueios de saída e entrada
Bloqueio de Chamadas de Saída	0x91	BAOC, BOIC, BOIC-exHC
Bloqueio de Chamadas de Entrada	0x99	BAIC, BicRoam

Provisionamento de Bloqueio

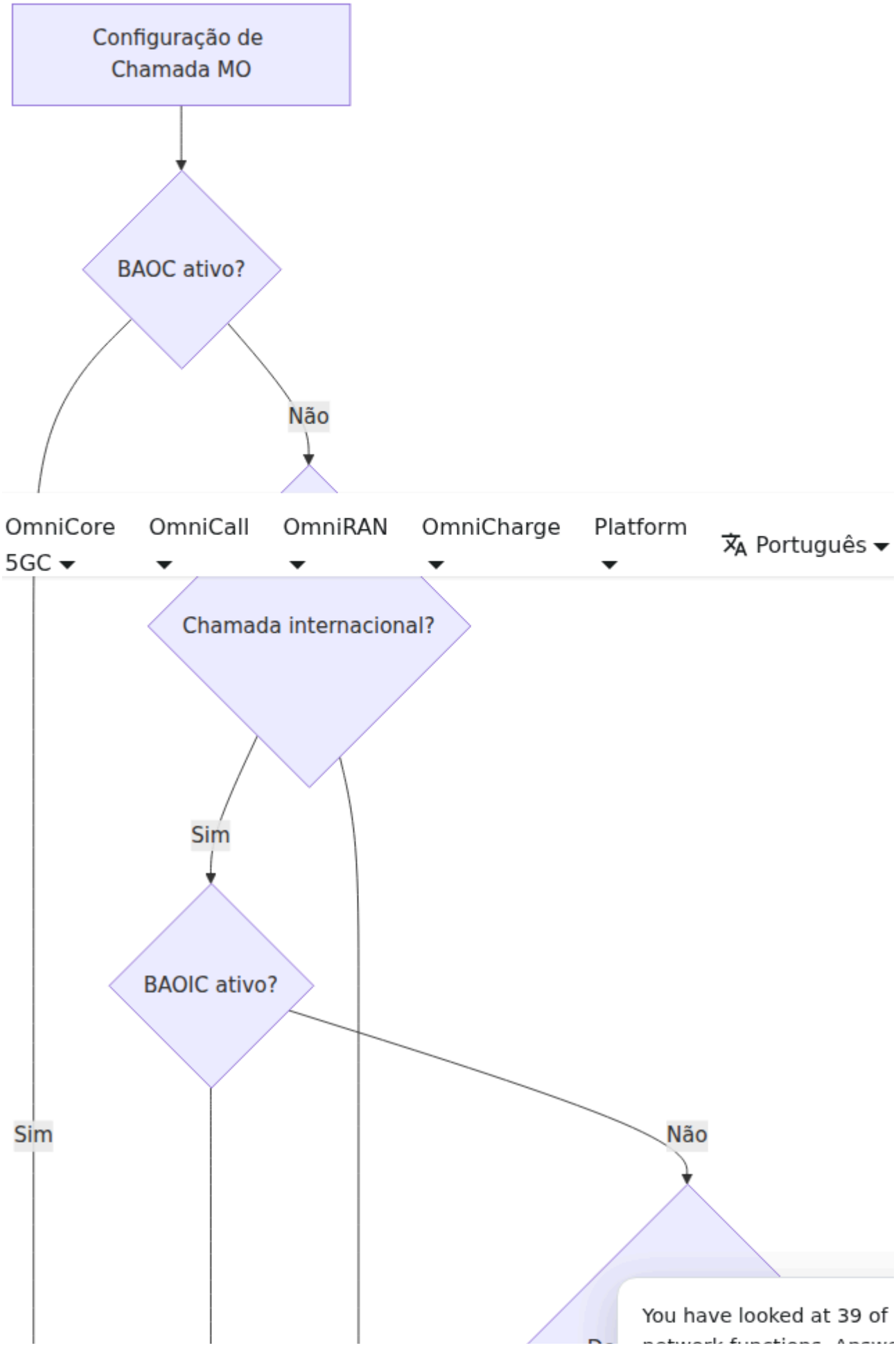
Os dados de bloqueio de chamadas chegam do HLR como parte do perfil do assinante na operação MAP INSERT SUBSCRIBER DATA durante a Atualização de Localização. O VLR armazena as categorias de bloqueio ativas e o MSC as avalia no momento da configuração da chamada. Como o bloqueio é controlado pelo operador, a ativação e desativação pelo assinante requerem autorização do HLR via uma senha de bloqueio.

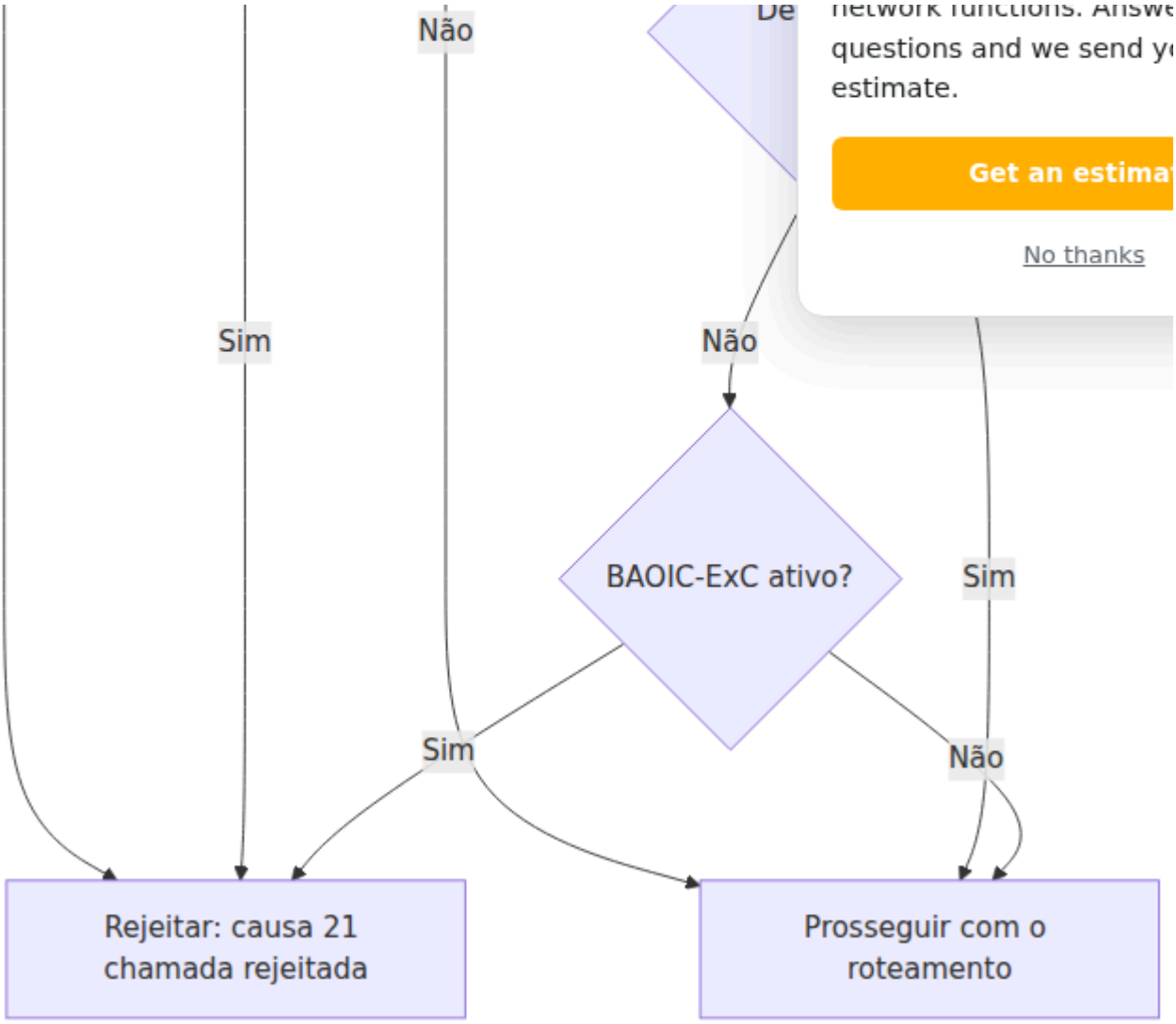
Avaliação de Bloqueio -- Chamadas de Saída


Configuração de Chamada MO
BAOC ativo?
Não
Chamada internacional?
Sim
BAOIC ativo?
Sim
Não



Avaliação de Bloqueio -- Chamadas de Entrada


Configuração de Chamada MO
BAOC ativo?
Não
OmniCore 5GC
OmniCall
OmniRAN
OmniCharge
Platform
Português
Chamada internacional?
Sim
BAOIC ativo?
Sim
Não
You have looked at 39 of



Os serviços suplementares de bloqueio de chamadas do assinante (BAOC/BOIC/BAIC) liberam a chamada com a causa GSM 21 (chamada rejeitada). Isso é distinto do bloqueio determinado pelo operador (ODB, TS 23.015), que é avaliado primeiro e liberado com a causa GSM 8 (bloqueio determinado pelo operador).

Bloqueio Determinado pelo Operador e Grupo de Usuários Fechado na Configuração MO

Além dos serviços de bloqueio de chamadas controlados pelo assinante acima, o OmniMSC aplica duas restrições controladas pelo operador durante o procedimento de chamada originada pelo móvel no VLR (TS 23.018 Sec 7.1.2):

Bloqueio Determinado pelo Operador (ODB, TS 23.015) e Grupo de Usuários Fechado (CUG, TS 24.085). Ambos são provisionados pelo HLR via MAP INSERT SUBSCRIBER DATA, armazenados no assinante do VLR e verificados pelo MSC na CONFIGURAÇÃO DO MS antes que a chamada seja oferecida à rede. Uma chamada bloqueada é liberada para o MS com RELEASE COMPLETE carregando a causa GSM 04.08 apropriada e nenhum registro de cobrança é gerado para uma chamada conectada.

As três verificações de saída são aplicadas em uma ordem fixa e a primeira que bloqueia libera a chamada:

1. Bloqueio Determinado pelo Operador (ODB)
2. Grupo de Usuários Fechado (CUG)
3. Serviços suplementares de bloqueio de chamadas do assinante (BAOC/BOIC/BOIC-exHC)

Categorias de Bloqueio Determinado pelo Operador

As categorias de ODB são armazenadas no assinante como `odb_categories`. As seguintes categorias originadas por móvel são aplicadas a partir da análise do número, todas liberando com a causa GSM 8 (bloqueio determinado pelo operador):

Categoria	Efeito	Causa Libera
`barring_all_outgoing`	Bloquear toda chamada MO	8 (bloqu determi pelo operado
`barring_outgoing_international`	Bloquear chamadas MO para números internacionais	8 (bloqu determi pelo operado
`barring_outgoing_international_except_home`	Bloquear chamadas MO internacionais exceto para o país HPLMN	8 (bloqu determi pelo operado
`barring_premium_rate_information`	Bloquear chamadas MO para um prefixo de informação de taxa premium configurado	8 (bloqu determi pelo operado
`barring_premium_rate_entertainment`	Bloquear chamadas MO para um prefixo de entretenimento de taxa premium configurado	8 (bloqu determi pelo operado

Os prefixos de taxa premium são específicos da rede e não têm padrão. Configure-os sob a chave `:odb`:

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

A categoria `barring_outgoing_international_except_home` compara o código do país E.164 discado com o código do país HPLMN fornecido à camada CC como `home_country_code`. Sem um código de país de origem configurado, a verificação de exceção para o país falha (não bloqueia).

Grupo de Usuários Fechado

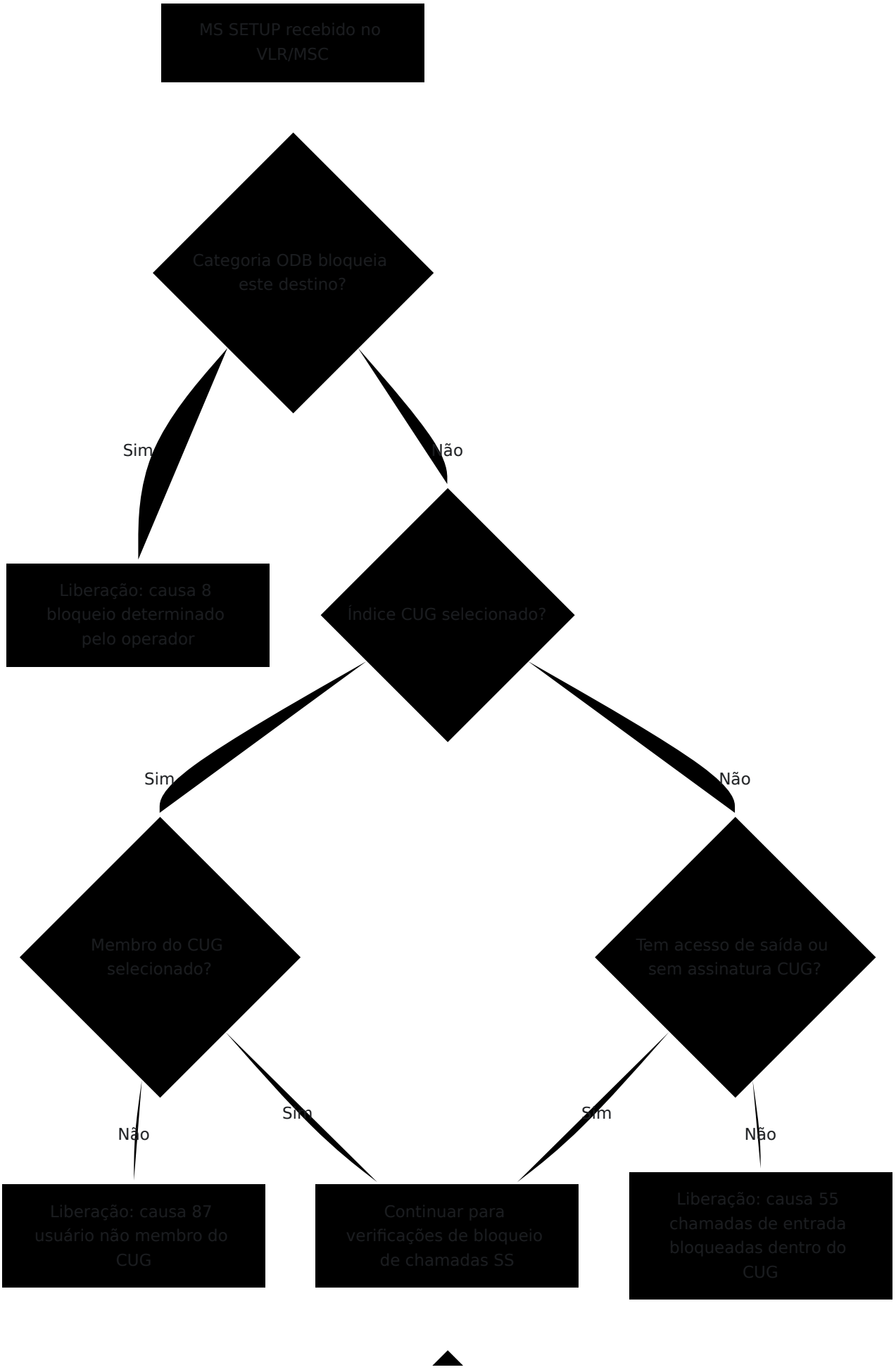
O CUG restringe quais destinos um membro pode chamar. A assinatura CUG do assinante é armazenada como `cug_info`:

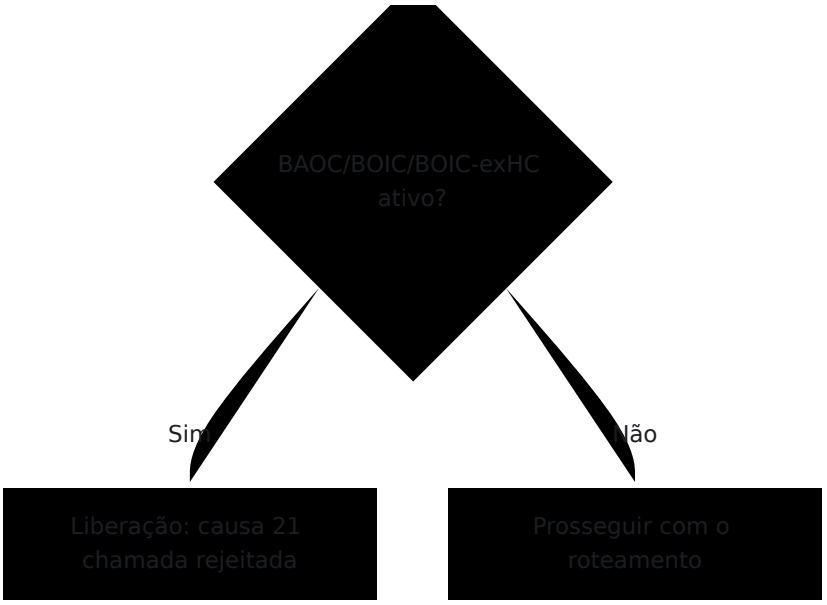
Campo	Descrição
`groups`	Lista de índices CUG (códigos de intertravamento) dos quais o assinante é membro
`outgoing_access`	Se o assinante pode originar chamadas fora de qualquer CUG (padrão `false`)
`preferential_cug`	Índice CUG usado quando o MS sinaliza nenhum índice explícito (opcional)

Em uma CONFIGURAÇÃO DO MS, o MS pode incluir um índice CUG na instalação CUG (`cug_index`). O VLR avalia a associação e os direitos de acesso:

Condição	Resultado	Causa de Liberação
Sem assinatura CUG, chamada simples (sem índice)	Permitido	--
Sem assinatura CUG, MS seleciona um índice	Bloqueado	87 (usuário não membro do CUG)
MS seleciona um índice do qual o assinante é membro	Permitido	--
MS seleciona um índice do qual o assinante não é membro	Bloqueado	87 (usuário não membro do CUG)
Chamada simples, assinante tem acesso de saída	Permitido	--
Chamada simples, assinante não tem acesso de saída	Bloqueado	55 (chamadas de entrada bloqueadas dentro do CUG)

Fluxo de Verificação de Configuração MO


MS SETUP recebido no VLR/MSC
Categoria ODB bloqueia este destino?
Sim
Não
Liberação: causa 8 bloqueio determinado pelo operador
Índice CUG selecionado?
Sim
Não
Membro do CUG selecionado?
Tem acesso de saída ou sem assinatura CUG?
Não
Sim
Sim
Não
Liberação: causa 87 usuário não membro do CUG
Continuar para verificações de bloqueio de chamadas SS
Liberação: causa 55 chamadas de entrada bloqueadas dentro do CUG

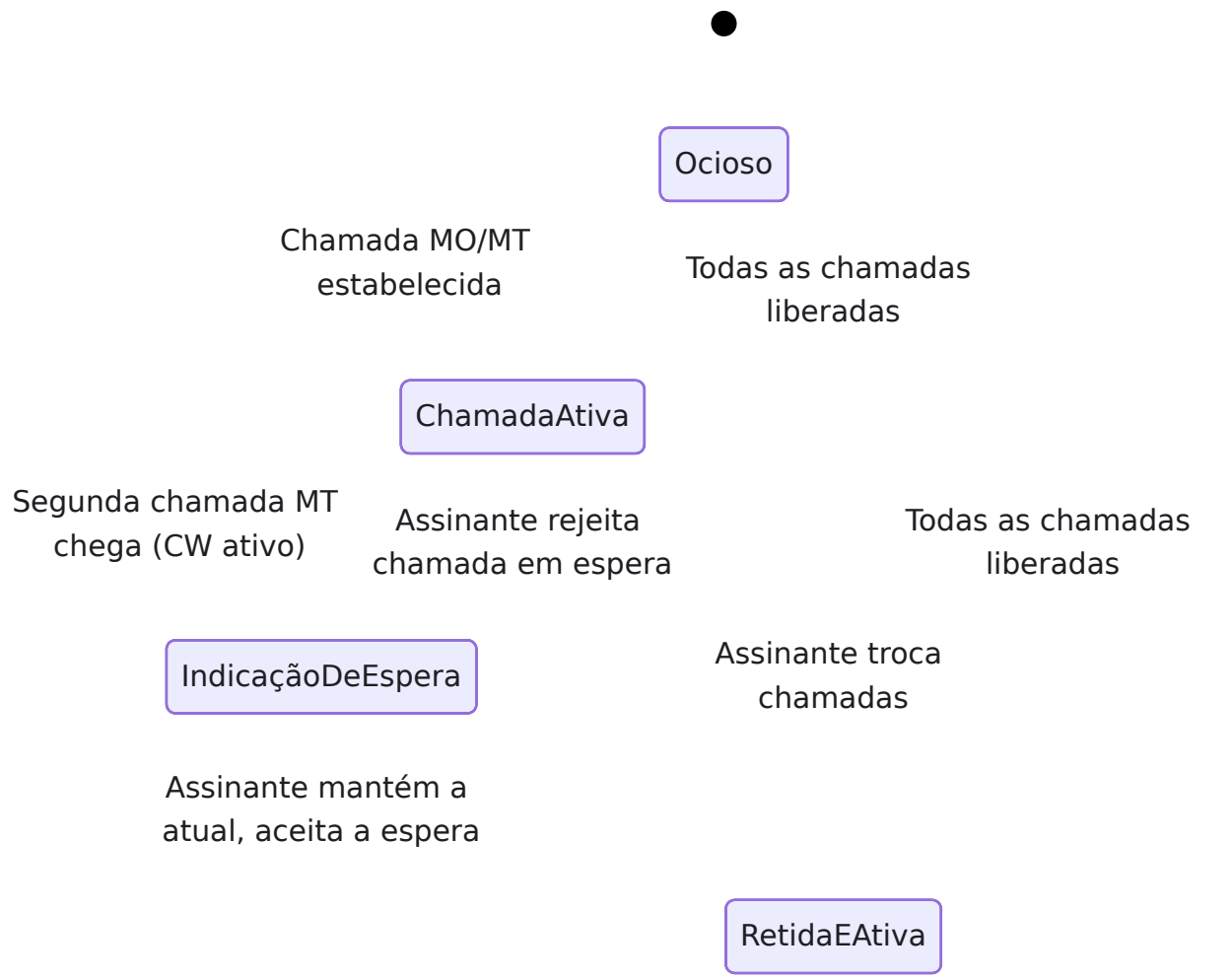


Espera de Chamadas

O OmniMSC implementa a Espera de Chamadas (CW) conforme a 3GPP TS 24.083. A Espera de Chamadas tem o código SS 0x41. O assinante pode ativar ou desativar a Espera de Chamadas usando as operações padrão de SS Ativar e Desativar.

Quando um assinante com CW ativo está envolvido em uma chamada e recebe uma segunda chamada recebida, o MSC inclui um elemento de informação de Sinal na mensagem SETUP enviada para a estação móvel. O IE de Sinal instrui o MS a tocar um tom de espera de chamada, alertando o assinante sobre a chamada recebida. Sem CW ativo, o MSC retorna uma indicação de ocupado para a segunda parte chamadora, o que pode acionar CFB se configurado.

O assinante pode então aceitar a chamada em espera colocando a chamada atual em espera (mensagem HOLD) e atendendo a nova chamada, ou rejeitar a chamada em espera, que prossegue para o tratamento normal de ocupado.



Identificação de Linha

O OmniMSC implementa a Apresentação de Identificação da Linha Chamadora (CLIP) e a Restrição de Identificação da Linha Chamadora (CLIR) conforme a 3GPP TS 24.081 e TS 24.083.

CLIP (Apresentação de Identificação da Linha Chamadora) -- Código SS 0x11

CLIP fornece à parte chamada o número da parte chamadora. O MSC inclui o número chamador na mensagem SETUP enviada para a estação móvel no trecho MT, e no IAM ou SIP INVITE no tronco de saída para chamadas MO. CLIP é um serviço provisionado pela rede: quando CLIP é provisionado para o

assinante chamado, a rede apresenta o número chamador sujeito às restrições de CLIR da parte chamadora.

CLIR (Restrição de Identificação da Linha Chamadora) -- Código SS 0x12

CLIR permite que a parte chamadora restrinja a apresentação de seu número para a parte chamada. O HLR provisiona o modo padrão de CLIR, e o assinante pode invocar substituições por chamada onde permitido.

Modo	Comportamento
Permanente	Número sempre restrito; substituição por chamada não disponível
Temporário (restrito por padrão)	Número restrito, a menos que o assinante invoque a apresentação por chamada
Temporário (permitido por padrão)	Número apresentado, a menos que o assinante invoque a restrição por chamada

O MSC avalia a configuração de CLIR do assinante chamador ao preencher o Número da Parte Chamadora na sinalização de saída. Uma substituição do operador de rede pode forçar a apresentação independentemente da configuração de CLIR, para cenários como interceptação legal e retorno de chamada de emergência.

Retenção de Chamadas

O OmniMSC lida com a Retenção de Chamadas conforme a 3GPP TS 24.083. A estação móvel coloca uma chamada ativa em espera enviando uma mensagem HOLD e a recupera enviando uma mensagem RETRIEVE. Ambas são mensagens de CC tratadas diretamente pela FSM de CC dentro do MSC.

Quando o MSC recebe uma mensagem HOLD, a FSM de CC transita o trecho da chamada para o estado de retido, instrui o gateway de mídia a definir o trecho retido para modo somente-receber e envia um HOLD ACKNOWLEDGE de volta para o MS. Na RETRIEVE, a FSM de CC reverte o processo: o trecho do gateway de mídia retorna ao modo de enviar-receber, e o MSC responde com RETRIEVE ACKNOWLEDGE.

A Retenção de Chamadas é um pré-requisito para vários outros serviços suplementares, incluindo Espera de Chamadas (aceitando uma segunda chamada), conferência multiparte (conectando chamadas retidas e ativas) e Transferência de Chamada Explícita (conectando partes remotas retidas e ativas).

Conferência Multiparte (MPTY)

O OmniMSC implementa chamadas Multiparte conforme a 3GPP TS 24.084. MPTY permite que um assinante conecte várias chamadas em uma conferência. A ponte de conferência é hospedada no gateway de mídia, com o MSC controlando a participação através de trocas de invocação e resultado de retorno de CC FACILITY.

Operações MPTY

Operação	Código SS	Descrição
BuildMPTY	0x51	Criar ou estender a conferência fundindo as chamadas retidas e ativas
HoldMPTY	0x52	Colocar toda a conferência em espera
RetrieveMPTY	0x53	Recuperar uma conferência retida
SplitMPTY	0x54	Extrair uma parte da conferência para uma chamada privada

Fluxo BuildMPTY

O assinante primeiro estabelece duas chamadas (uma ativa, uma retida) usando a configuração normal de chamada e o procedimento HOLD, em seguida, envia uma invocação BuildMPTY em uma mensagem CC FACILITY. O OmniMSC cria um contexto de conferência no gateway de mídia, redireciona todos os trechos de chamada para a ponte de conferência e retorna um resultado de retorno BuildMPTY para o MS. Chamadas subsequentes podem ser adicionadas à conferência repetindo o padrão de manter e discar seguido por outra invocação BuildMPTY.

HoldMPTY e RetrieveMPTY

HoldMPTY coloca todos os trechos da conferência em modo somente-receber no gateway de mídia, permitindo que o assinante faça uma chamada privada fora da conferência. RetrieveMPTY reverte isso, restaurando todos os trechos ao modo de enviar-receber e reconectando o assinante à conferência.

SplitMPTY

SplitMPTY extrai uma única parte da conferência para uma chamada privada de duas partes com o assinante. Os participantes restantes da conferência são colocados em espera. O MS identifica a parte a ser separada pelo referência da chamada na invocação SplitMPTY.

Ponte de Conferência no MGW

O gateway de mídia mantém o contexto da conferência com uma terminação por participante. O OmniMSC usa CRCX para criar terminações e MDCX para adicioná-las ou removê-las do contexto da conferência. O gateway realiza a mistura de áudio para todos os participantes no contexto.

Relay HLR

Várias operações de SS requerem interação com o HLR, uma vez que o perfil do assinante é a fonte autoritativa para o estado do serviço suplementar. Quando o MSC recebe uma operação de SS que modifica o estado persistente (Register, Erase, Activate, Deactivate para encaminhamento, verificação de senha de bloqueio), a solicitação é retransmitida ao HLR através da operação MAP apropriada. O HLR processa a solicitação, atualiza o perfil do assinante e retorna o resultado, que o MSC encaminha para a estação móvel.

As operações retransmitidas via MAP incluem:

- RegisterSS / EraseSS para números de encaminhamento de chamadas
- ActivateSS / DeactivateSS para mudanças de estado de serviço que devem persistir além do registro atual do VLR
- RegisterPassword para gerenciamento de senha de bloqueio de chamadas
- InterrogateSS quando o VLR não possui os dados solicitados

Interrogação Local

Quando o VLR já possui dados atuais de serviços suplementares (recebidos durante a Atualização de Localização via INSERT SUBSCRIBER DATA), as solicitações de interrogação podem ser respondidas localmente sem contatar o HLR. Isso reduz a carga de sinalização e o tempo de resposta. O MSC consulta o registro do assinante do VLR para o código SS solicitado e retorna o status atual diretamente para a estação móvel.

A interrogação local é usada para consultas de status onde os dados do VLR são conhecidos por serem recentes, como imediatamente após uma Atualização de Localização ou após uma operação bem-sucedida de Register/Activate/Deactivate que atualizou a cópia local do VLR.

Referências de Especificação 3GPP

Especificação	Título	Relevância
TS 24.010	Camada 3 da Interface de Rádio Móvel -- Serviços Suplementares	Estrutura da mensagem SS, IE de instalação, tipos de componentes
TS 24.080	Especificação SS da Camada 3 da Interface de Rádio Móvel -- Formatos e Codificação	Codificação ASN.1 de operações e componentes SS
TS 24.081	Serviços Suplementares de Identificação de Linha	CLIP, CLIR
TS 24.082	Serviços Suplementares de Encaminhamento de Chamadas	CFU, CFB, CFNRy, CFNRc
TS 24.083	Serviços Suplementares de Espera de Chamadas e Retenção de Chamadas	CW, HOLD, RETRIEVE
TS 24.084	Serviços Suplementares de Conferência Multiparte	BuildMPTY, HoldMPTY, RetrieveMPTY, SplitMPTY
TS 24.085	Serviços Suplementares de Grupo de Usuários Fechado	Membros do CUG e direitos de acesso na configuração MO
TS 24.088	Serviços Suplementares de Bloqueio de Chamadas	BAOC, BAOIC, BAOIC-ExC, BAIC, BAIC-Roam

Especificação	Título	Relevância
TS 23.015	Realização Técnica do Bloqueio Determinado pelo Operador	Categorias de ODB aplicadas na configuração da chamada
TS 23.018	Tratamento Básico de Chamadas	Procedimento de chamada MO do VLR (Sec 7.1.2), ponto de aplicação de ODB/CUG
TS 29.002	Especificação MAP	Atribuições de código SS, operações MAP para provisionamento de SS

Guia de Solução de Problemas

Este documento cobre problemas operacionais comuns encontrados em implantações do OmniMSC e seus passos de resolução. Para referência de configuração, consulte Referência de Configuração. Para métricas do sistema e alertas, veja Referência de Métricas. Para status em tempo real e inspeção de assinantes, consulte Guia do Painel de Controle.

Conectividade SS7

Link STP Indisponível

Sintomas: Nenhuma nova chamada é estabelecida, atualizações de localização não são concluídas, o alarme `sctp_link_down` é acionado e `omnimsc_peer_status` mostra 0 para o par STP afetado.

Investigação: Verifique se a associação SCTP ao STP está estabelecida. Verifique se o endereço IP remoto e a porta correspondem à configuração do STP. Confirme que o protocolo SCTP 132 é permitido através de quaisquer firewalls entre o MSC e o STP. Verifique se o contexto de roteamento do STP corresponde ao valor configurado no OmniMSC. Verifique se a máquina de estado ASP do M3UA progrediu através de ASPUP e ASPAC para o estado ATIVO. Se a associação se estabelecer, mas o M3UA não alcançar ATIVO, verifique os logs do M3UA para chunks ERR indicando uma incompatibilidade de contexto de roteamento ou modo de tráfego.

Resolução: Corrija a configuração do ponto de extremidade SCTP (IP, porta), regras de firewall ou contexto de roteamento M3UA conforme indicado pela investigação. Uma vez que a associação SCTP seja restabelecida e o M3UA alcance ATIVO, o alarme é limpo automaticamente e o sinalização é retomada.

Timeout de Diálogo MAP

Sintomas: Atualizações de localização ficam pendentes sem completar, a entrega de SMS falha, o alarme `hlr_unreachable` pode ser acionado. As operações MAP expiram sem receber um TC-CONTINUE ou TC-END do HLR.

Investigação: Confirme que o HLR é acessível no nível da rede. Verifique se os códigos de ponto estão configurados corretamente em ambas as extremidades. Verifique se a tradução de Título Global está configurada corretamente se o roteamento SCCP baseado em GT estiver em uso. Verifique se o M3UA tem uma rota ativa para o código de ponto do HLR. Inspecione os logs para mensagens TC-BEGIN sendo enviadas sem respostas correspondentes TC-CONTINUE.

Resolução: Corrija a configuração do código de ponto ou do Título Global conforme necessário. Se o HLR for acessível, mas não responder, o problema está do lado do HLR. Verifique se o HLR tem uma rota de retorno para o código de ponto do MSC.

DPC Incorreto para Respostas MAP

Sintomas: O SMSc nunca recebe a confirmação MT-SMS. As respostas MAP ForwardSM são enviadas, mas não chegam ao SMSc de origem. A entrega de MT-SMS parece completar do ponto de vista do MSC, mas o SMSc retransmite a solicitação.

Investigação: Verifique o Código de Ponto de Destino (DPC) na mensagem M3UA DATA que transporta a resposta MAP. O DPC da resposta deve corresponder ao Código de Ponto de Origem (OPC) da solicitação MAP recebida, que é o código de ponto do SMSc. Se a resposta estiver sendo enviada para o código de ponto do STP ou HLR em vez do SMSc, o OPC de routing_info não está sendo usado para o DPC da resposta.

Resolução: Assegure-se de que a resposta MAP use o OPC da routing_info recebida como o DPC para a mensagem de retorno. Isso garante que a resposta chegue ao código de ponto correto do SMSc em vez de uma rota padrão.

Problemas de Chamada

Áudio em Uma Direção

Sintomas: A chamada é estabelecida (ambas as partes ouvem o toque e atendem), mas o áudio flui em apenas uma direção, ou não flui de forma alguma.

Investigação: Verifique se as mensagens MGCP CRCX (Criar Conexão) e MDCX (Modificar Conexão) estão sendo enviadas para o gateway de mídia e que o gateway responde com 200 OK. Verifique se o MGW é acessível e está saudável. Inspecione o endereço de conexão SDP (linha c=) no SIP 200 OK para confirmar que contém um endereço IP roteável, não um endereço privado ou de loopback. Verifique se a chave de configuração SIP `signaling_address` está definida para o endereço que os pares SIP remotos devem usar para sinalização e contato SDP — o ouvinte SIP anuncia esse valor como o endereço de sinalização em mensagens de saída. Confirme que a faixa de portas RTP está aberta em ambas as direções através de quaisquer firewalls.

Resolução: Corrija a conectividade do MGW, a configuração do endereço SDP ou as regras de firewall conforme identificado. Para implantações onde o MSC deve anunciar um endereço específico acessível, defina a chave `signaling_address` na configuração SIP para esse endereço.

SIP BYE Não Enviado na Liberação da Chamada

Sintomas: Quando a conexão da interface A é liberada (por exemplo, falha de link de rádio, liberação do BSC), o par SIP não é notificado. O ponto final SIP remoto mantém a sessão aberta até que seu próprio temporizador expire.

Investigação: Verifique se o evento connection_lost está sendo enviado para as FSMs CC quando o MSC-A libera a conexão. Cada transação de chamada ativa deve receber a indicação de liberação para que a FSM CC possa acionar o SIP BYE na perna de saída.

Resolução: Assegure-se de que o manipulador de liberação do MSC-A itere todas as transações ativas e entregue o evento connection_lost. A FSM CC deve transitar para o estado de liberação e enviar SIP BYE ao receber este evento.

Atribuição Completa para a FSM CC Errada

Sintomas: Uma nova chamada em uma conexão existente (por exemplo, uma segunda chamada MO enquanto a primeira está em espera) recebe a Atribuição Completa para a transação errada, causando corrupção do estado da chamada.

Investigação: Verifique se a referência active_trans é atualizada quando uma nova chamada começa enquanto a conexão já está no estado de comunicação. A Atribuição Completa é entregue para qualquer transação marcada como active_trans no momento do recebimento.

Resolução: Assegure-se de que o processo MSC-A atualize active_trans para a nova transação ao processar a segunda Solicitação de Serviço CM ou configuração de chamada no estado de comunicação.

DTMF Não Funcionando

Sintomas: Tons DTMF durante a chamada não são reconhecidos pela parte remota ou sistema IVR. O assinante pressiona dígitos, mas nenhuma ação ocorre.

Investigação: Verifique se as mensagens SIP INFO estão sendo enviadas com o tipo de conteúdo application/dtmf-relay quando eventos DTMF são recebidos do lado do rádio. Confirme que o par SIP suporta o método INFO para retransmissão DTMF. Verifique a configuração do par SIP para preferências de manuseio de DTMF.

Resolução: Assegure-se de que a retransmissão DTMF baseada em SIP INFO esteja habilitada e que o par esteja configurado para aceitá-la. Se o par exigir pacotes RTP de evento telefônico RFC 2833 em vez de SIP INFO, ajuste o método de retransmissão DTMF conforme necessário.

Problemas de SMS

Timeout de Entrega de MT-SMS (TC1)

Sintomas: A entrega de MT-SMS iniciada pelo SMSc expira. A operação MAP ForwardSM não é concluída dentro do temporizador TC1. O SMSc retransmite a tentativa de entrega.

Investigação: Verifique se a operação register_mt_sms usa uma chamada síncrona para garantir que o DTAP CP-DATA seja enviado antes da resposta MAP. Verifique se o Identificador de Transação DTAP (TI) está corretamente alocado para a direção MT. Confirme que os PDUs de SMS estão sendo enviados na SAPI 3 (o canal de sinalização dedicado para SMS) em vez de SAPI 0.

Resolução: Assegure-se de que o registro MT-SMS seja síncrono, a alocação de TI correta com a flag TI definida para transações originadas na rede, e o uso de SAPI 3 para mensagens DTAP de SMS.

Loop de Re-Entrega de MT-SMS

Sintomas: O processo de manipulador de MT-SMS falha e reinicia repetidamente, causando a re-entrega do mesmo SMS em um loop. O assinante pode receber mensagens duplicadas.

Investigação: Verifique o child_spec do processo de manipulador de MT-SMS na árvore de supervisão. Se a estratégia de reinício estiver definida como permanente, o supervisor reiniciará o manipulador incondicionalmente após cada término, incluindo a conclusão normal. Isso causa re-entrega porque o manipulador reiniciado reinicia a entrega.

Resolução: Defina o child_spec do manipulador de MT-SMS para restart: :temporary para que a terminação normal não acione um reinício. Apenas falhas anormais devem causar um reinício, e o SMSc lidará com a re-entrega através de seu próprio mecanismo de tentativa.

Resposta MAP Não Chegando ao SMSc

Sintomas: A entrega de MT-SMS é concluída do lado do rádio (o assinante recebe a mensagem), mas o SMSc não recebe a resposta MAP ForwardSM. O SMSc trata a entrega como falha e pode re-entregar.

Investigação: Verifique o DPC na mensagem M3UA DATA que transporta a resposta MAP ForwardSM. O DPC deve corresponder ao código de ponto do SMSc, que é o OPC da solicitação MAP recebida (routing_info[:opc]). Se a resposta for roteada para o código de ponto errado, o SMSc nunca a verá.

Resolução: Assegure-se de que o DPC da resposta MAP seja derivado de routing_info[:opc] da solicitação recebida, não de um código de ponto padrão ou associado ao HLR.

Autenticação

Falha de Autenticação -- Incompatibilidade de MAC

Sintomas: A autenticação do assinante falha com a razão mac_failure. O UE envia Falha de Autenticação com causa "falha de MAC", indicando que a verificação de autenticação da rede falhou no USIM.

Investigação: Isso indica uma incompatibilidade entre a chave do assinante (Ki/K) armazenada no USIM e a chave armazenada no HLR/AuC. O vetor de autenticação gerado pelo AuC não corresponde ao que o USIM calcula. Isso pode ocorrer após substituição do SIM, migração do HLR ou erros de provisionamento.

Resolução: Verifique se a chave do assinante no HLR/AuC corresponde à chave programada no USIM. Re-provisionar o perfil do assinante no HLR, se necessário. Isso não é um problema do lado do MSC — o MSC retransmite fielmente os vetores do HLR.

Loop de Re-Sincronização de Autenticação

Sintomas: O assinante entra em um ciclo de re-sincronização de autenticação que se repete sem resolução. O UE envia Falha de Autenticação com causa "falha de SQN" e um parâmetro AUTS. O MSC retransmite a re-sincronização para o HLR, mas as tentativas de autenticação subsequentes também falham com falha de SQN.

Investigação: O OmniMSC permite um máximo de 2 tentativas de re-sincronização por ciclo de autenticação. Verifique se a contagem de re-sincronizações foi excedida. Verifique se o HLR processa corretamente o parâmetro AUTS e avança o SQN. Se o SQN do HLR estiver significativamente fora do intervalo do SQN do USIM, uma única re-sincronização pode não ser suficiente.

Resolução: Se o loop de re-sincronização persistir após 2 tentativas, o assinante deve ser re-provisionado no HLR. O SQN do HLR deve ser redefinido para alinhar-se com o SQN do USIM. Entre em contato com as operações do HLR para resolver a discrepância do SQN.

Problemas de Assinante

TMSI Desconhecido na Resposta de Paging

Sintomas: Um assinante responde ao paging usando um TMSI que não é reconhecido pelo MSC. Isso pode ocorrer após a reinicialização do MSC ou corrupção da tabela TMSI.

Investigação: Quando o MSC recebe uma Resposta de Paging com um TMSI desconhecido, ele não rejeita o assinante. Em vez disso, o MSC envia uma Solicitação de Identidade para obter o IMSI diretamente da estação móvel. Isso é um comportamento de recuperação normal conforme o 3GPP TS 24.008.

Resolução: Nenhuma ação necessária. O MSC resolve automaticamente o TMSI desconhecido solicitando o IMSI do assinante. Se isso ocorrer com

frequência, investigue se a realocação de TMSI está funcionando corretamente durante as atualizações de localização.

Solicitação de Serviço CM para IMSI Desconhecido

Sintomas: Um assinante envia uma Solicitação de Serviço CM, mas não está registrado no VLR. O MSC não possui dados do assinante para este IMSI.

Investigação: O OmniMSC aciona uma atualização de localização implícita quando recebe uma Solicitação de Serviço CM de um assinante não registrado. O MSC inicia o procedimento completo de atualização de localização (autenticação, cifragem, MAP UPDATE LOCATION para o HLR) antes de prosseguir com o serviço solicitado.

Resolução: Nenhuma ação necessária. A atualização de localização implícita é automática. Se a atualização de localização falhar (HLR inacessível, falha de autenticação), a Solicitação de Serviço CM é rejeitada e o assinante deve tentar novamente.

Assinante Preso no VLR

Sintomas: Um registro de assinante permanece no VLR apesar de o assinante estar inacessível ou ter se mudado para outro MSC. As tentativas de paging para este assinante falham consistentemente.

Investigação: Verifique se o assinante completou uma atualização de localização em outro MSC (o HLR teria enviado um MAP CANCEL LOCATION, que remove o registro do VLR). Se o cancelamento foi perdido ou o registro do VLR está de outra forma obsoleto, a remoção manual pode ser necessária.

Resolução: Use o DELETE /api/subscribers/{id} endpoint para purgar o registro do assinante do VLR. O assinante se re-registrará via atualização de localização quando acessar a rede novamente.

Desempenho

Rejeição por Sobrecarga

Sintomas: Novas chamadas e atualizações de localização são rejeitadas com a causa GSM 42 (congestão do equipamento de comutação). O alarme `overload` está ativo.

Investigação: Verifique os limites de sobrecarga atuais e as métricas do sistema que estão excedendo-os. As quatro métricas monitoradas são: chamadas ativas (máximo padrão de 10.000), assinantes registrados (máximo padrão de 50.000), contagem de processos BEAM (máximo padrão de 500.000) e taxa de paging (máximo padrão de 1.000/segundo). Determine qual métrica está acionando a condição de sobrecarga.

Resolução: Se os limites forem apropriados para o hardware, investigue a fonte da sobrecarga: volume anormal de chamadas, tempestades de paging ou vazamentos de processos. Se os limites forem muito conservadores para a implantação, aumente-os na configuração de sobrecarga. Veja Referência de Configuração.

Alto Uso de Memória

Sintomas: O consumo de memória do BEAM cresce ao longo do tempo ou tem picos inesperados. O sistema pode se tornar não responsivo se a memória for esgotada.

Investigação: Verifique os tamanhos das tabelas ETS para os principais armazenamentos em memória: tabela de assinantes VLR, contextos de conferência MPTY e tabela de transações TCAP. Um grande número de entradas obsoletas em qualquer uma dessas tabelas pode causar crescimento de memória. Também verifique se há vazamentos de processos — uma contagem de processos BEAM crescente sem crescimento correspondente de assinantes ou chamadas indica processos que não estão terminando corretamente.

Resolução: Identifique e resolva a fonte do crescimento. Entradas obsoletas do VLR podem ser purgadas via a API de assinantes. Os timeouts de transação TCAP devem limpar diálogos abandonados automaticamente. Se vazamentos

de processos forem identificados, investigue a árvore de supervisão para processos com estratégias de reinício incorretas ou tratamento de timeout ausente.

Problemas SIP

Para configuração de pares SIP e detalhes de keepalive OPTIONS, consulte SIP Trunking.

Par SIP Mostrando Status DESCONHECIDO

Sintomas: Um par SIP aparece com status DESCONHECIDO no painel de controle ou métricas, em vez de ATIVO ou INATIVO.

Investigação: O OmniMSC determina o status do par SIP através de mensagens periódicas de keepalive OPTIONS. Se o keepalive OPTIONS não estiver configurado para o par, ou se o par nunca respondeu a uma solicitação OPTIONS, o status permanece DESCONHECIDO. Verifique se a configuração do par inclui configurações de keepalive. Verifique se o par é acessível e responde ao SIP OPTIONS com 200 OK.

Resolução: Habilite o keepalive OPTIONS para o par na configuração SIP. Se o keepalive estiver habilitado, mas o par não responder, investigue a conectividade da rede e confirme se o par suporta o método OPTIONS.

Retransmissões de re-INVITE do Par

Sintomas: Um par SIP envia solicitações de re-INVITE durante uma chamada estabelecida (para renegociação de codec, atualização de sessão ou manter/desmanter) e as retransmite porque o MSC não responde. O par pode eventualmente encerrar a chamada devido ao re-INVITE não respondido.

Investigação: Verifique se a pilha SIP do MSC lida com mensagens re-INVITE em diálogo quando a chamada está no estado ativo. Se o re-INVITE chegar durante uma transição de estado ou não for correspondente ao diálogo correto, pode ser silenciosamente descartado.

Resolução: Assegure-se de que a camada de transação SIP corresponda corretamente o re-INVITE em diálogo à perna de chamada existente e que a FSM CC processe o re-INVITE no estado ativo. O MSC deve responder com 200 OK contendo uma resposta SDP atualizada.

Expiração do Temporizador de Sessão

Sintomas: Chamadas estabelecidas são desconectadas inesperadamente após um intervalo fixo (tipicamente 1800 segundos). O par SIP envia BYE com a razão "Temporizador de Sessão Expirado."

Investigação: Temporizadores de sessão SIP (RFC 4028) requerem re-INVITE ou UPDATE periódicos para manter a sessão ativa. Verifique a negociação do cabeçalho Session-Expires durante a configuração da chamada. Verifique se o MSC respeita o valor Min-SE (Mínimo de Sessão Expira) proposto pelo par. Se o MSC for o refresher, confirme que ele envia re-INVITE ou UPDATE antes que o temporizador da sessão expire.

Resolução: Assegure-se de que o MSC participe da negociação do temporizador de sessão e realize a atualização da sessão conforme necessário pelo papel negociado (refresher ou refreshee). Se temporizadores de sessão não forem necessários na implantação, o par pode precisar ser configurado para não requerê-los.

Referências de Especificação 3GPP

Especificação	Título	Relevância
TS 24.008	Camada 3 da Interface de Rádio Móvel	Autenticação, identidade, procedimentos DTAP
TS 29.002	Especificação MAP	Operações HLR, roteamento de código de ponto
TS 48.008	Interface MSC-BSS (BSSMAP)	Atribuição, modo de cifragem, paging
TS 23.018	Procedimentos de Transferência	Transferência Inter-MSC
TS 22.101	Princípios de Serviço	Chamada de emergência, sobrecarga

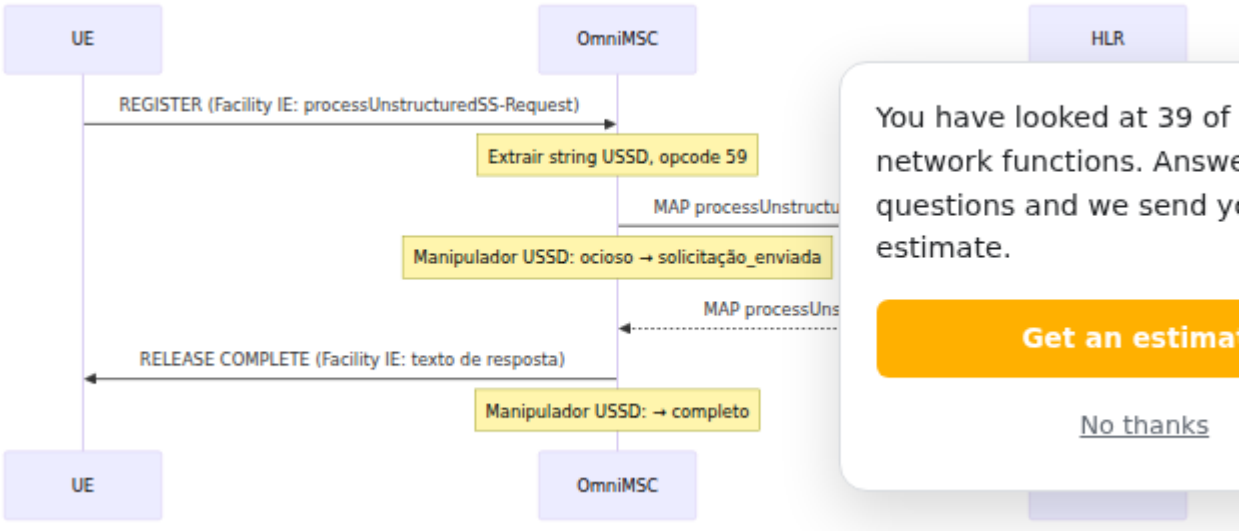
USSD

Este documento descreve a implementação de Dados de Serviço Suplementar Não Estruturados (USSD) no OmniMSC, cobrindo o relé HLR, o manuseio local, o menu de diagnóstico easter egg, o codec USSD e o fluxo de mensagens SS.

Para códigos de serviço suplementar tratados via USSD (códigos MMI de desvio de chamadas, bloqueio de chamadas, espera de chamadas), veja Serviços Suplementares. Para a operação MAP ProcessUnstructuredSS-Request e gerenciamento de diálogo, veja Operações MAP. Para métricas relacionadas ao USSD no Prometheus, veja Métricas e Monitoramento. Para configuração do gateway USSD, veja Referência de Configuração. Para solucionar problemas relacionados ao USSD, veja Solução de Problemas.

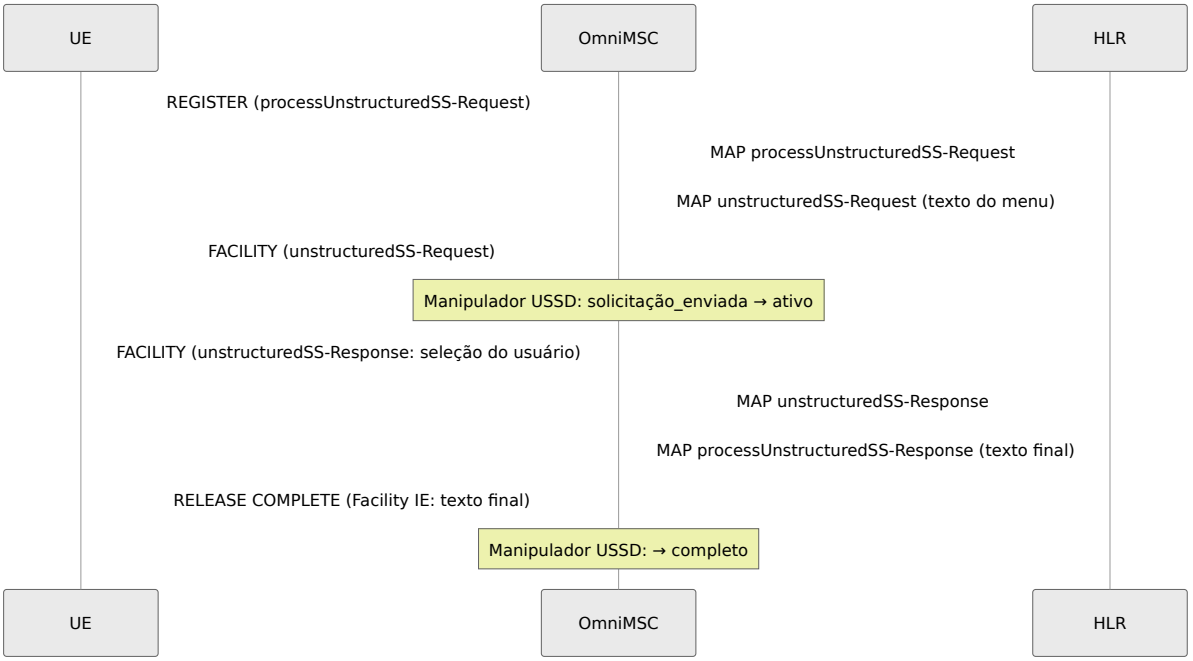
Relé USSD para HLR

Quando um assinante envia uma string USSD que não é tratada localmente pelo MSC, a solicitação é retransmitida para o HLR via MAP. O MS envia uma mensagem REGISTER contendo um Facility IE com um processUnstructuredSS-Request (opcode 59). O MSC extrai a string USSD e encaminha a solicitação para o HLR usando a mesma operação MAP.



Para sessões interativas de múltiplos passos, o HLR responde com um unstructuredSS-Request (opcode 60) em vez de uma resposta final. O MSC

retransmite isso para o UE como uma mensagem FACILITY, e a resposta do UE é encaminhada de volta para o HLR. Este diálogo continua até que o HLR envie um processUnstructuredSS-Response final.



Manuseio Local de USSD

O MSC pode tratar certos códigos USSD localmente sem encaminhar para o HLR ou um gateway externo. O manuseio local é utilizado para:

- Códigos de ativação/desativação de serviços suplementares (CFU, CFB, CFNR, CFNRC, CLIP, CLIR, Bloqueio de Chamadas, Espera de Chamadas) usando o formato MMI padrão definido na 3GPP TS 22.030
- Códigos de diagnóstico definidos pelo operador tratados internamente pelo MSC

Quando uma string USSD corresponde a um código de serviço tratado localmente, o Manipulador USSD a roteia para o Manipulador SS ou o módulo interno apropriado. A resposta é enviada diretamente para o UE sem sinalização MAP.

Para códigos não tratados localmente, o módulo Gateway USSD roteia a solicitação para um gateway USSD externo. O roteamento é puramente

baseado em prefixo: cada gateway configurado declara uma lista de prefixos de `codes`, e o primeiro gateway cuja lista de prefixos corresponde ao código de serviço trata a solicitação. Um gateway configurado com `codes: :all` atua como um padrão/catch-all, recebendo qualquer código que não seja correspondido por um gateway mais específico. Se nenhum gateway corresponder e nenhum padrão `:all` estiver configurado, a solicitação é rejeitada.

Easter Egg: Menu de Diagnóstico do Sistema

O OmniMSC inclui um menu de diagnóstico oculto acessível discando `*#6664#` (que soletra `*#OMNI#` em um teclado de telefone). O MSC reconhece várias variantes de teclado desse código e responde com um menu USSD interativo.

O menu principal fornece as seguintes opções:

Tecla	Item do Menu	Informações Exibidas
1	Status do Sistema	Tempo de atividade, assinantes registrados, conexões ativas, chamadas ativas, uso de memória, contagem de agendadores
2	VLR	Contagem de assinantes registrados, FSMs de LU ativas, FSMs de Autenticação ativas
3	Chamadas Ativas	Contagem e resumo de chamadas ativas (direção, números chamadores/chamados)
4	Pilha SS7	Contagem de conexões SCCP, contagem de transações TCAP, solicitações de paginação pendentes
5	BEAM VM	Contagem/límite de processos, profundidade da fila de execução, contagem de reduções, detalhamento de memória (total, ETS, binário)
6	Sobre	Informações da versão do OmniMSC, lançamento OTP, marca Omnitouch Network Services
9	Consulta de Vendas	Informações de contato
0	Sair	Encerra a sessão

Cada submenu exibe uma opção "0. Voltar" que retorna ao menu principal. Os dados de diagnóstico são coletados a partir de métricas do sistema ao vivo no momento da solicitação.

O easter egg é tratado inteiramente dentro do MSC sem qualquer sinalização MAP. O Manipulador USSD detecta o código mágico, o roteia para o módulo EasterEgg e gerencia o diálogo do menu de múltiplos passos usando mensagens unstructuredSS-Request iniciadas pela rede para o UE.

Codec USSD

O codec USSD lida com a codificação e decodificação de elementos de protocolo USSD conforme 3GPP TS 24.080 e TS 24.090.

Estrutura do Facility IE

O Facility IE (tag 0x1C) envolve um componente codificado em ASN.1 BER:

Tipo de Componente	Tag ASN.1	Uso
Invoke	0xA1	Transporta uma solicitação (processUnstructuredSS-Request, unstructuredSS-Request, unstructuredSS-Notify)
ReturnResultLast	0xA2	Transporta uma resposta (processUnstructuredSS-Response, unstructuredSS-Response)

Cada componente contém um ID de invocação, um código de operação e um parâmetro opcional SEQUENCE com o esquema de codificação de dados USSD e a string USSD.

Códigos de Operação MAP

Opcode	Operação	Direção
59	processUnstructuredSS-Request	MO: UE → MSC → HLR
60	unstructuredSS-Request	MT: HLR → MSC → UE (passo do menu interativo)
61	unstructuredSS-Notify	MT: HLR → MSC → UE (notificação, sem resposta esperada)

Codificação GSM de 7 bits

Strings USSD são codificadas usando o alfabeto padrão de 7 bits GSM definido na 3GPP TS 23.038. Cada caractere é representado como um septeto de 7 bits, e septetos são agrupados em octetos (8 septetos cabem em 7 bytes). O byte do esquema de codificação de dados (DCS=0x0F) indica a codificação GSM de 7 bits.

Para strings que requerem caracteres fora do alfabeto GSM de 7 bits, a codificação UCS-2 (DCS=0x48) é usada, onde cada caractere ocupa dois bytes em UTF-16 big-endian.

O comprimento máximo da string USSD é de 182 caracteres para codificação GSM de 7 bits (160 bytes agrupados) ou 80 caracteres para UCS-2 (160 bytes).

Fluxo de Mensagens SS REGISTER e RELEASE COMPLETE

As sessões USSD usam os tipos de mensagens de Serviço Suplementar (SS) definidos na 3GPP TS 24.010:

Mensagem	Direção	Propósito
REGISTER	UE → MSC	Inicia uma nova transação SS. Contém um Facility IE com a solicitação USSD.
FACILITY	Ambos	Transporta dados de meio de sessão (passos do menu interativo). Usado para diálogos USSD de múltiplos passos.
RELEASE COMPLETE	Ambos	Encerra a transação SS. Pode conter um Facility IE com a resposta final.

Uma simples solicitação-resposta USSD usa REGISTER (do UE) seguido de RELEASE COMPLETE (do MSC). Uma sessão interativa de múltiplos passos usa REGISTER, depois uma ou mais trocas FACILITY, e então RELEASE COMPLETE.

A sessão tem um tempo limite de guarda configurável (padrão de 30 segundos). Se nem o UE nem o gateway responderem dentro dessa janela, o MSC termina a sessão com RELEASE COMPLETE.

Referências

Especificação	Título	Relevância
TS 24.090	Dados de Serviço Suplementar Não Estruturados (USSD)	Procedimentos USSD, gerenciamento de sessão
TS 29.002 Seção 14	Especificação MAP - Operações de serviço suplementar	MAP processUnstructuredSS-Request (opcode 59), unstructuredSS-Request (opcode 60), unstructuredSS-Notify (opcode 61)
TS 24.080	Especificação da camada 3 da interface de rádio móvel SS - Formatos e codificação	Estrutura do Facility IE, codificação de componentes
TS 23.038	Alfabetos e informações específicas de idioma	Alfabeto padrão de 7 bits GSM, empacotamento de septetos
TS 22.030	Interface Homem-Máquina (MMI)	Formato do código de serviço, sintaxe da string USSD
TS 24.010	Especificação da camada 3 da interface de rádio móvel SS - Aspectos gerais	Tipos de mensagens REGISTER, FACILITY, RELEASE COMPLETE

Serviço de Chamada em Grupo de Voz e Serviço de Transmissão de Voz

Este documento descreve o Serviço de Chamada em Grupo de Voz (VGCS) e o Serviço de Transmissão de Voz (VBS) de controle de chamadas em grupo e transmissão implementado no OmniMSC pela Omnitouch. O VGCS segue o 3GPP TS 43.068 e o VBS segue o 3GPP TS 43.069. As operações de chamada em grupo do MAP trocadas com o Registro de Chamada em Grupo (GCR) e os MSCs de retransmissão seguem a cláusula 17.6.7 do 3GPP TS 29.002.

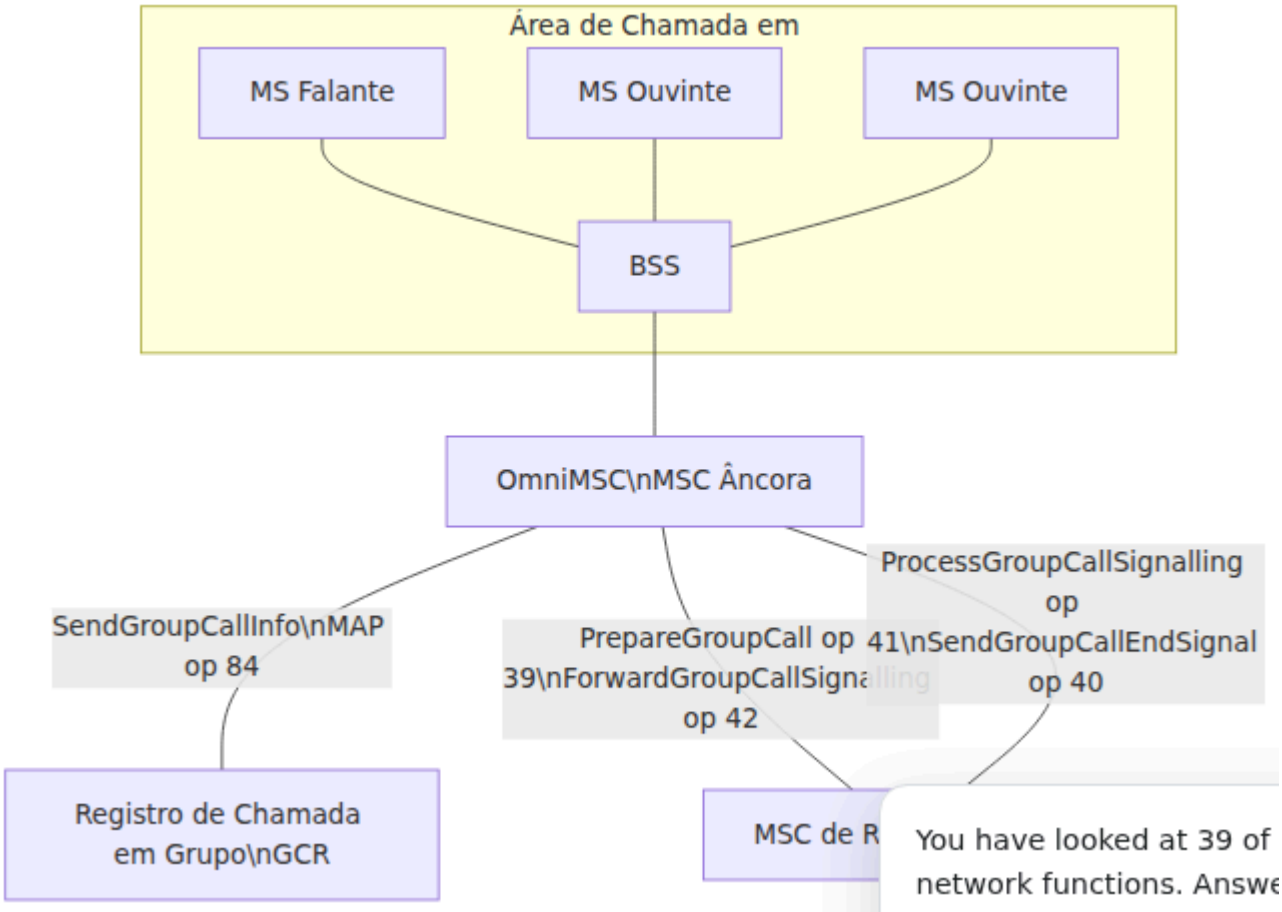
Para controle de chamadas ponto a ponto, veja Fluxos de Chamada. Para os procedimentos subjacentes do MAP e TCAP, veja Operações MAP. Para Precedência e Pré-emissão Multi-Nível aprimoradas usadas para priorizar falantes, veja Serviços Suplementares. Para parâmetros de configuração, veja Referência de Configuração.

Visão Geral

VGCS e VBS são serviços ASCI (Advanced Speech Call Items) usados principalmente em redes ferroviárias (GSM-R) e de segurança pública. Eles permitem que um único falante seja ouvido por muitos ouvintes em uma ou mais áreas de chamada em grupo.

- VGCS (TS 43.068) é uma chamada em grupo bidirecional. Qualquer assinante do serviço na área de chamada em grupo pode se tornar o falante ao ocupar o uplink. Apenas um falante mantém o uplink por vez.
- VBS (TS 43.069) é uma transmissão unidirecional. Apenas o originador da transmissão (um despachante ou um assinante designado) transmite no downlink. Não há contenção de uplink.

Uma chamada em grupo ou transmissão é ancorada em um MSC de serviço, o MSC âncora. O MSC âncora interroga o Registro de Chamada em Grupo (GCR) para resolver os atributos do grupo e a referência de chamada ASCI, e então prepara canais de chamada em grupo nas células relevantes através dos MSCs de retransmissão. O grupo é identificado por um Id de Grupo (VGCS) ou um Id de Grupo de transmissão (VBS).



Operações de Chamada em Grupo MAP

O OmniMSC implementa as cinco operações de chamada em grupo MAP da cláusula 17.6.7 do TS 29.002. As operações são realizadas em TCAP sobre SCCP usando o codec ASN.1 compilado (módulo `MAP-Group-Call-Operations` e tipos de dados `MAP-GR-DataTypes`).

Operação	Opcode	Direção	Confirmado	P
SendGroupCallInfo	84	MSC âncora para GCR	Sim	Int Reg Cha Gru enc MS ref cha ASC
PrepareGroupCall	39	MSC âncora para MSC de retransmissão	Sim	Pec MS ret par rec car cha gru ret núr cha gru
SendGroupCallEndSignal	40	MSC de retransmissão para MSC âncora	Sim	Lib seg cha gru
ForwardGroupCallSignalling	42	MSC âncora para MSC de retransmissão	Não	Tra cor cor upl (co reje

Operação	Opcode	Direção	Confirmado	P
				ocu libe
ProcessGroupCallSignalling	41	MSC de retransmissão para MSC âncora	Não	Tra ind cor upl (so de libe upl libe cha

O código de teleserviço distingue o serviço. O VGCS usa voiceGroupCall (0x91) e o VBS usa voiceBroadcastCall (0x92), conforme o TS 22.003 e o módulo MAP-TS-Code.

Prioridade do falante

As operações de controle de uplink transportam uma prioridade de falante (TS 43.068 e o tipo MAP TalkerPriority):

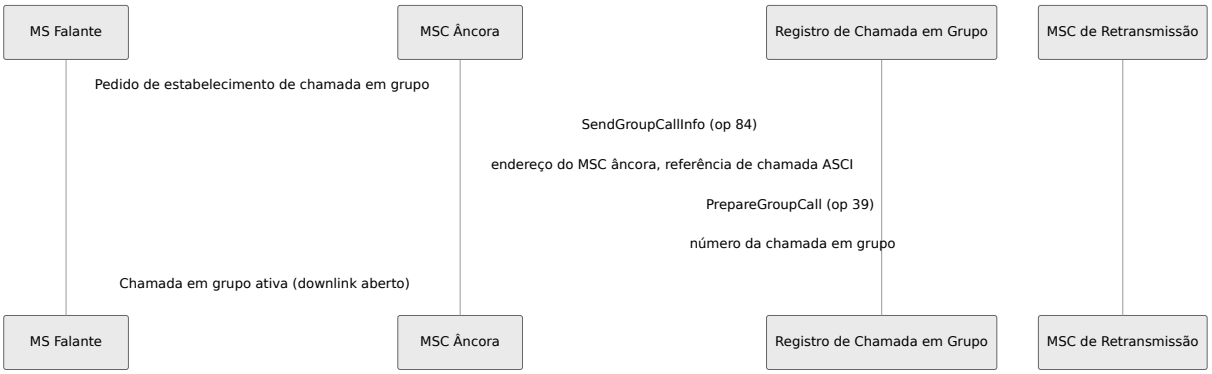
Prioridade	Valor	Significado
normal	0	Assinante de serviço padrão
privilegiada	1	Assinante privilegiado, pode pré-emitir falantes normais
emergência	2	Falante de emergência, maior precedência

Máquina de Estados de Controle de Chamada em Grupo

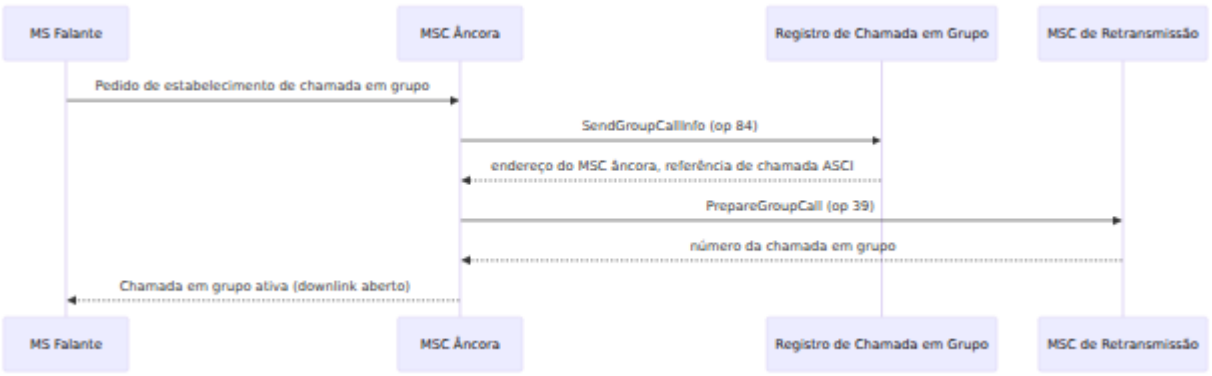
O controle de chamada em grupo do MSC âncora é uma máquina de estados (`Omnimsc.VGCS.FSM`) que espelha a FSM de controle de chamada ponto a ponto. Ela gerencia uma única chamada em grupo ou transmissão através do estabelecimento, da fase ativa, da contenção de uplink do VGCS e da liberação.

Estado	Significado
null	Nenhuma chamada em grupo em andamento
estabelecimento	Um pedido de estabelecimento foi aceito; o GCR está sendo interrogado (SendGroupCallInfo)
group_channel_setup	O MSC âncora está preparando canais de chamada em grupo nos MSCs de retransmissão (PrepareGroupCall)
ativo	A chamada em grupo ou transmissão está estabelecida; o downlink está aberto. Para VGCS, o uplink está inicialmente livre
uplink_busy	Apenas VGCS. Um falante ocupou o uplink. Novos pedidos de uplink são rejeitados até que o uplink seja liberado
liberação	A chamada está sendo encerrada (SendGroupCallEndSignal) antes de retornar a null

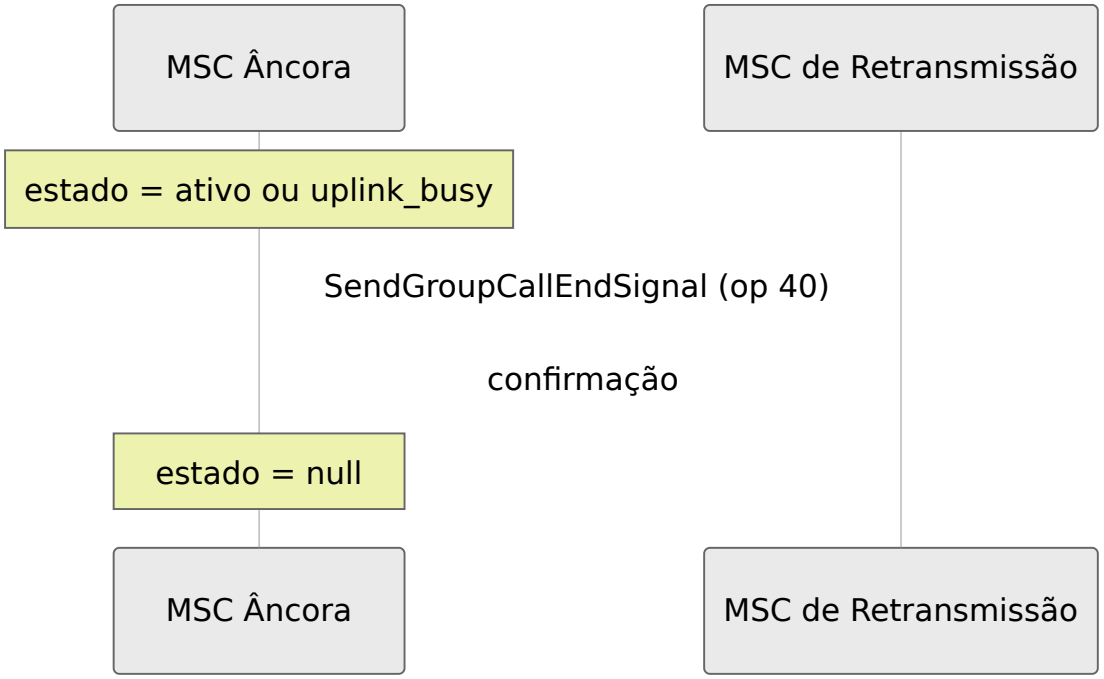
Fluxo de Estabelecimento



Fluxo de Controle de Uplink do VGCS



Fluxo de Liberação



Configuração

A camada de controle de chamada em grupo opera sob o `Omnimsc.VGCS.Supervisor` e não requer configuração obrigatória para aceitar operações de chamada em grupo recebidas. Os seguintes parâmetros opcionais ajustam o comportamento do MSC de retransmissão.

Parâmetro	Localização	Padrão	Descrição
group_call_number	`config :omnimsc, Omnimsc.VGCS.Handler`	título global do MSC	Número E.164 retornado na resposta do PrepareGroupCall ao atuar como MSC de retransmissão
global_title	`config :omnimsc, :msc`	nenhum	Endereço do MSC âncora anunciado na resposta do SendGroupCallInfo

Exemplo:

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

Implementado e Adiado

Os seguintes itens estão implementados nesta versão.

- Máquina de estados de controle de chamada em grupo para VGCS e VBS, cobrindo estabelecimento, fase ativa, ocupação, rejeição e liberação de

uplink do VGCS, e liberação de chamada, com uma rede de segurança de temporizador de guarda.
- Codificadores para todas as cinco operações de pedido de chamada em grupo MAP (SendGroupCallInfo, PrepareGroupCall, SendGroupCallEndSignal, ForwardGroupCallSignalling, ProcessGroupCallSignalling), cada um produzindo uma mensagem TCAP completa via o codec ASN.1 compilado.
- Decodificadores que normalizam os argumentos da operação de chamada em grupo em representações do OmniMSC.
- Roteamento de entrada de operações de chamada em grupo recebidas (opcodes 39, 40, 41, 42, 84) para o manipulador de chamada em grupo, que os correlaciona à máquina de estados de chamada em grupo em execução por Id de Grupo e responde às operações confirmadas com um reconhecimento TCAP.

Os seguintes itens estão adiados.

- Codificação dos corpos de resultado de operação confirmada (o número da chamada em grupo na resposta do PrepareGroupCall e o endereço do MSC âncora e a referência de chamada ASCI na resposta do SendGroupCallInfo). O codec TCAP compilado na dependência SS7 conecta os argumentos da operação de chamada em grupo em seu conjunto de objetos Invokable ROS, mas não conecta os resultados no conjunto de objetos Returnable. Como resultado, essas respostas são atualmente enviadas como um TCAP returnResult vazio (apenas invokeId), que é um reconhecimento válido conforme a definição de ReturnResult do ROS (a sequência de resultados é opcional), mas não carrega a carga útil do resultado. As operações de direção de pedido, decodificação de argumentos e os decodificadores de resultados do lado do par não são afetados. Isso está sendo rastreado contra a dependência SS7 expondo os resultados da chamada em grupo em Returnable.
- O estabelecimento do canal de chamada em grupo do lado do rádio no BSS (o canal VGCS/VBS e os procedimentos de notificação do TS 44.068 e TS 44.069) estão fora do escopo da camada de controle da rede central descrita aqui.

Documentação Relacionada

- Fluxos de Chamada para sequências de chamadas de voz ponto a ponto
- Operações MAP para o transporte MAP e TCAP
- Serviços Suplementares para precedência e pré-emissão eMLPP
- Referência de Configuração para todos os parâmetros de configuração