

Recursos Avançados de Controle de Chamadas

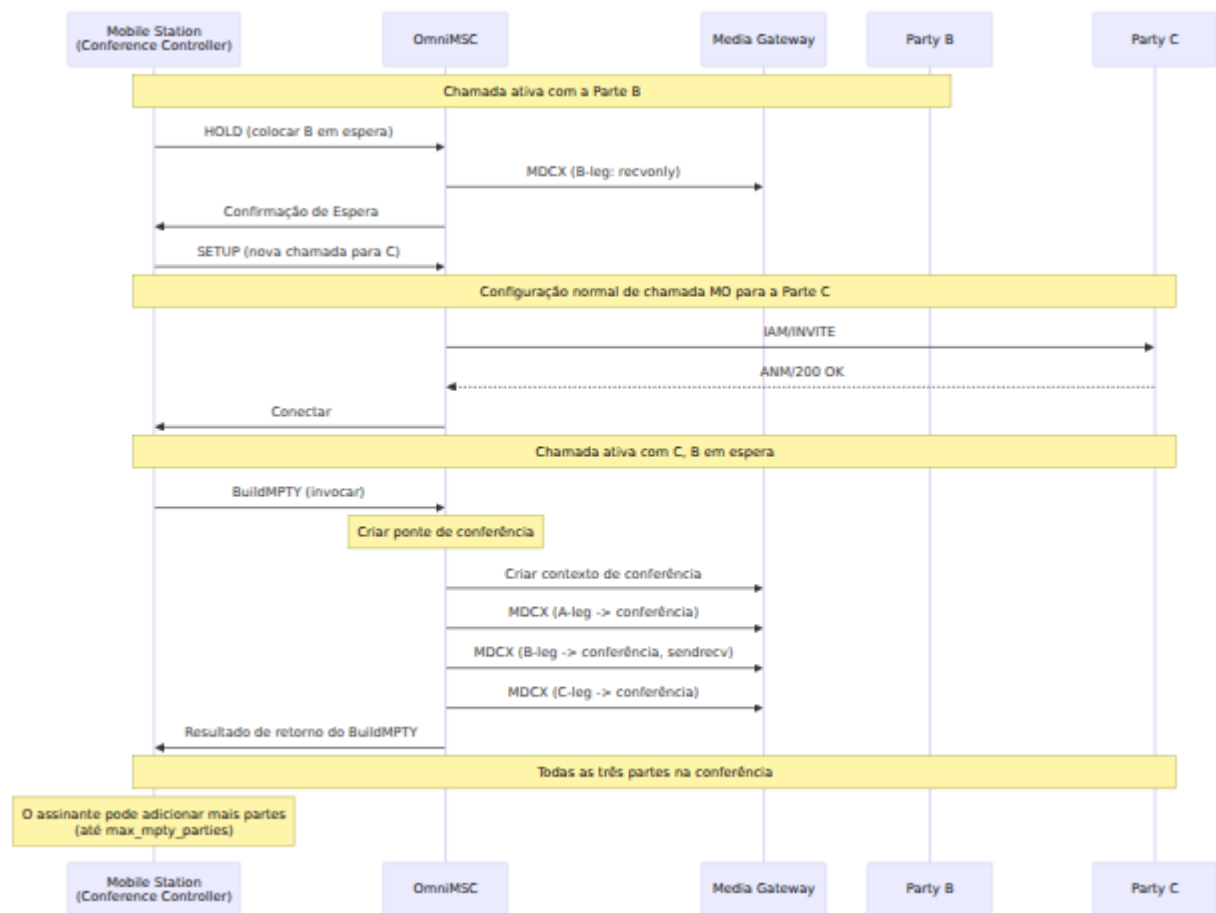
Este documento descreve os recursos avançados de controle de chamadas comutadas por circuito implementados no OmniMSC, incluindo chamadas multiparte, transferência de chamadas, conclusão de chamadas, desvio de chamadas, multicall, serviços prioritários e cobrança.

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



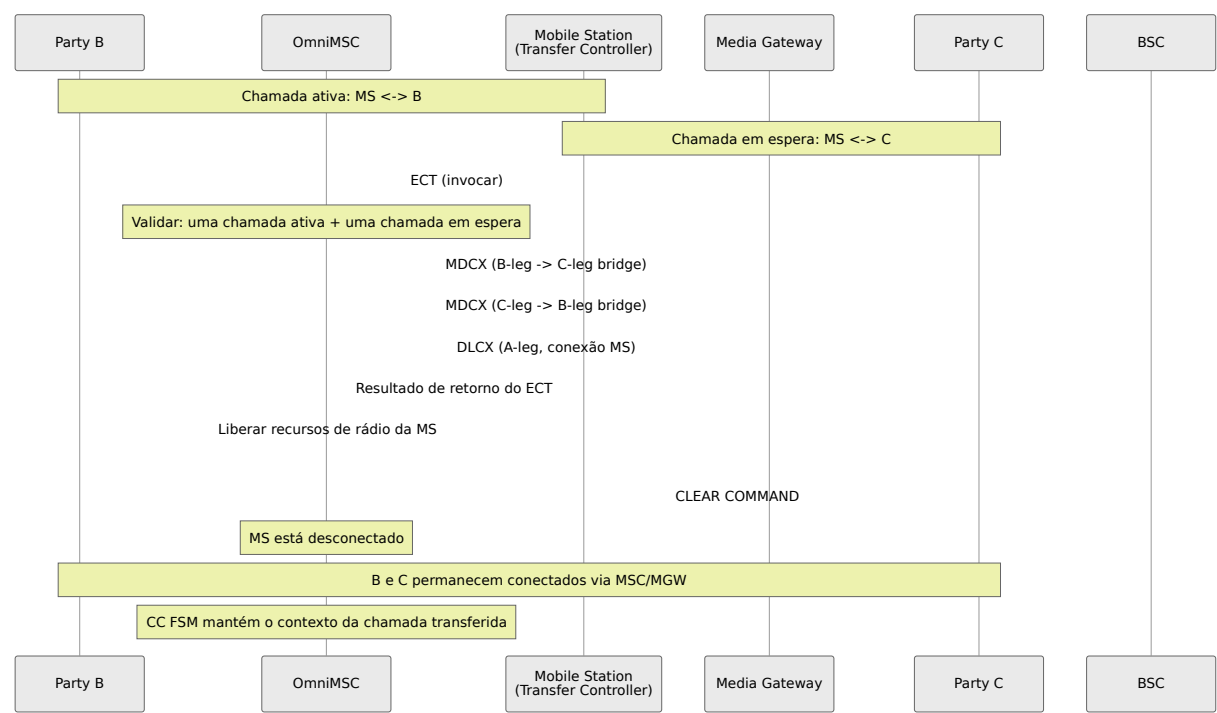
Configuração MPTY

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
<code>max_mpty_parties</code>	<code>integer</code>	<code>6</code>	Número máximo de partes em uma única conferência (incluindo o controlador). De acordo com a 3GPP TS 24.084, o mínimo exigido é 3.
<code>mpty_tone_on_join</code>	<code>boolean</code>	<code>true</code>	Tocar um tom de notificação quando uma parte se junta à conferência.
<code>mpty_tone_on_leave</code>	<code>boolean</code>	<code>true</code>	Tocar um tom de notificação quando uma parte sai da conferência.

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 estão conectadas diretamente através do MSC.

Sequência ECT



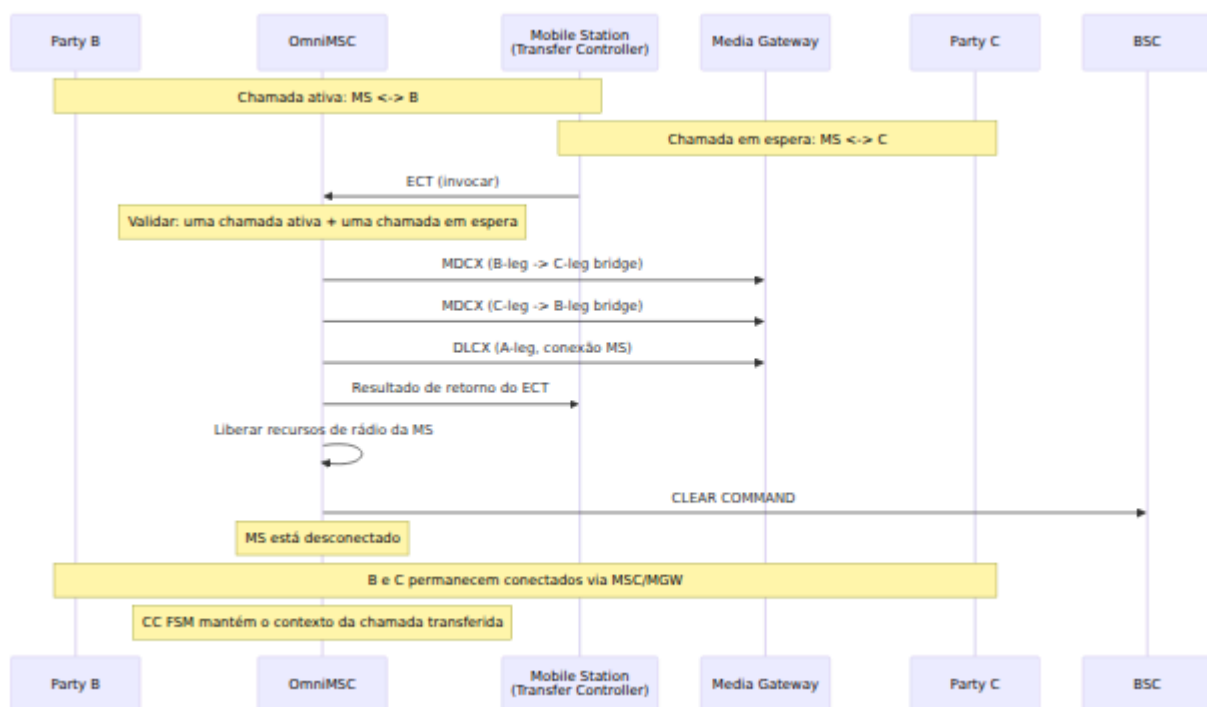
Configuração ECT

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
ect_alerting_allowed	boolean	true	Se o ECT é permitido quando a segunda chamada está em estado de alerta (ainda não respondida). Quando false, ambas as chamadas devem ser respondidas antes do ECT.

CCBS (Conclusão de Chamada para Assinante Ocupado)

CCBS permite que um chamador solicite um retorno automático quando um assinante chamado ocupado se torna livre, 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



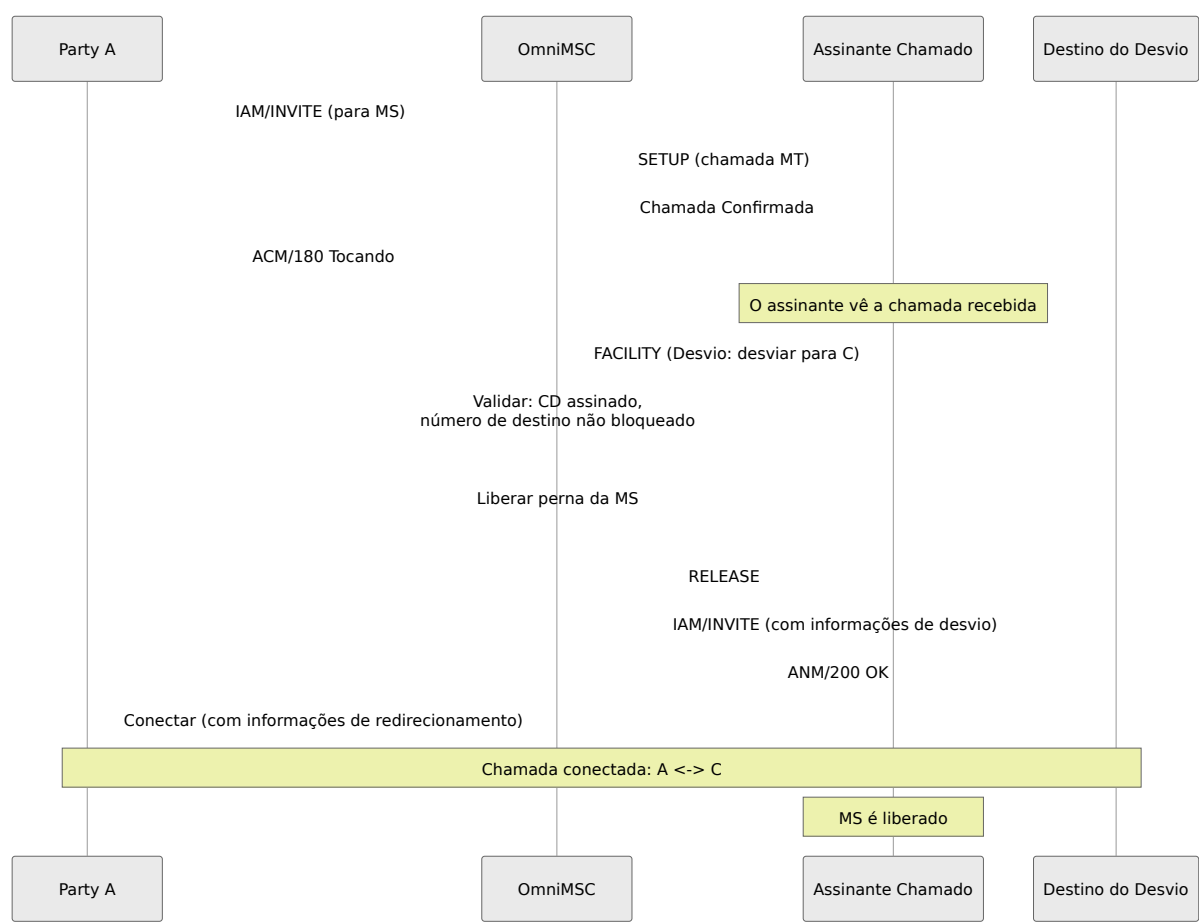
Configuração CCBS

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
<code>ccbs_queue_size</code>	<code>integer</code>	5	Número máximo de solicitações de CCBS pendentes por assinante. Solicitações adicionais são rejeitadas. De acordo com a 3GPP TS 23.135 Sec 4.2.
<code>ccbs_supervision_timer</code>	<code>integer</code>	180	Temporizador de supervisão em segundos. Se o assinante chamado não se tornar livre dentro deste período, a solicitação de CCBS expira.
<code>ccbs_recall_timer</code>	<code>integer</code>	20	Tempo em segundos para esperar que o assinante de origem atenda ao retorno do CCBS.
<code>ccbs_retain_timer</code>	<code>integer</code>	30	Tempo em segundos para reter a solicitação de CCBS após o assinante chamado se tornar livre, caso o assinante se torne ocupado novamente antes que o retorno seja concluído.

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

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
cd_max_redirections	integer	5	Número máximo de desvios de chamadas sequenciais para evitar loops.

Configuração de Multicall

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.

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
max_calls_per_subscriber	integer	2	Número máximo de chamadas CS simultâneas por assinante. Uma chamada está ativa, as restantes estão em espera.
max_bearers_per_subscriber	integer	2	Número máximo de portadoras de rádio simultâneas. Normalmente corresponde a max_calls_per_subscriber.

eMLPP (Precedência e Pré-emissão Multi-Nível Aprimorada)

eMLPP fornece tratamento de chamadas prioritárias de acordo com a 3GPP TS 24.067. Chamadas são atribuídas a um nível de prioridade, e chamadas de maior prioridade podem pré-emir chamadas de menor prioridade quando os recursos são escassos.

Níveis de Prioridade

Nível de Prioridade	Nome	Descrição
0	A	Maior prioridade (Flash Override). Reservado para autoridades de emergência nacional.
1	B	Flash. Reservado para altos funcionários governamentais/militares.
2	0	Imediato. Alta prioridade governamental/militar.
3	1	Prioridade. Tráfego de prioridade geral.
4	2	Rotina. Chamadas padrão de assinantes (padrão).

Configuração eMLPP

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
<code>emlpp_enabled</code>	<code>boolean</code>	<code>false</code>	Habilitar tratamento de chamadas prioritárias eMLPP.
<code>emlpp_default_priority</code>	<code>integer</code>	4	Nível de prioridade padrão para chamadas sem prioridade explícita (Rotina).
<code>emlpp_preemption_enabled</code>	<code>boolean</code>	<code>true</code>	Se chamadas de maior prioridade podem pré-empir chamadas ativas de menor prioridade quando os recursos estão esgotados.
<code>emlpp_preemption_tone</code>	<code>boolean</code>	<code>true</code>	Tocar um tom de aviso de pré-emissão antes de desconectar a chamada pré-emida.

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 acumulada para a estação móvel.

Configuração AoCC

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
<code>aocc_enabled</code>	<code>boolean</code>	<code>false</code>	Habilitar Aviso de Cobrança - Cobrança.
<code>aocc_currency</code>	<code>string</code>	<code>"EUR"</code>	Código da moeda (ISO 4217) para exibição de cobrança.
<code>aocc_rate_source</code>	<code>atom</code>	<code>:camel</code>	Fonte das taxas de cobrança: <code>:camel</code> (do SCP via CAP), <code>:local</code> (da tabela de taxas local), <code>:cdr</code> (dos parâmetros CDR).
<code>aocc_update_interval</code>	<code>integer</code>	<code>10</code>	Intervalo em segundos entre as notificações de atualização de cobrança para o assinante.

Referências de Especificações 3GPP

Especificação	Título	Recurso
TS 24.084	Serviço Suplementar de Múltiplas Partes (MPTY)	MPTY / Chamada 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 Pré-emissão Multi-Nível Aprimorada (eMLPP)	Níveis de prioridade eMLPP
TS 24.086	Serviço Suplementar de Aviso de Cobrança (AoC)	Cobrança AoCC
TS 24.083	Espera de Chamada e Retenção de Chamada	Manter/Recuperar para multicall

REST API

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 do Swagger UI está disponível em `http://<host>:8444/schema` e fornece uma interface navegável e testável para todos os endpoints.

Endpoints

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

Assinantes

Método	Caminho	Descrição
GET	/api/subscribers	Lista assinantes VLR. Suporta parâmetros de consulta opcionais para filtragem por IMSI ou MSISDN (correspondência parcial).
GET	/api/subscribers/{id}	Recupera detalhes completos de um único assinante, incluindo identidade, localização, estado de autenticação, perfil de serviço e serviços suplementares.
DELETE	/api/subscribers/{id}	Purga um registro de assinante do VLR. Aciona o MAP PurgeMS em direção ao HLR.
POST	/api/subscribers/{id}/actions	Executa uma ação em um assinante, como iniciar uma desconexão, forçar reautenticação ou acionar uma atualização de localização.
POST	/api/subscribers/{id}/ss	Gerencia 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	Lista todas as transações de chamadas ativas do CC FSM, incluindo referência de chamada, direção, partes, estado e duração.
GET	/api/calls/{id}	Recupera detalhes completos de uma única chamada, incluindo tempo, codec, BSC/RNC servindo e histórico de estado do CC FSM.
DELETE	/api/calls/{id}	Libera uma chamada ativa. Inicia a desconexão do lado da rede e o BSSMAP CLEAR COMMAND.

SMS

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

Rotas

Método	Caminho	Descrição
GET	/api/routes	Lista todas as entradas na tabela de rotas, incluindo prefixo, tipo de destino, prioridade e parâmetros específicos do destino.
POST	/api/routes	Adiciona uma nova rota à tabela de rotas. A rota entra em vigor imediatamente sem reinício.
DELETE	/api/routes	Exclui uma rota da tabela de rotas por prefixo e tipo de destino.
GET	/api/routes/lookup	Procura 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	Lista todos os pares SIP configurados com endereço, transporte, status, chamadas ativas e capacidade.
GET	/api/sip/peers/{name}	Recupera detalhes completos de um único par SIP, incluindo lista de codecs, estado de keepalive OPTIONS e estatísticas de chamadas.
PUT	/api/sip/peers/{name}	Atualiza a configuração de um par SIP (endereço, porta, transporte, codecs, canais máximos, intervalo OPTIONS).

Gateways de Mídia

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

Paging

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

Aviso de Cobrança

Método	Caminho	Descrição
POST	/api/aoc	Envia 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 e SMS Silenciosos

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

Células de Transferência

Método	Caminho	Descrição
GET	/api/handover/cells	Lista células configuradas como alvos de transferência, incluindo identidade da célula, LAC, BSC e prioridade de transferência.
POST	/api/handover/cells	Adiciona 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. Veja Métricas e Monitoramento .

Formato de Resposta

Todos os endpoints retornam respostas JSON. Solicitações 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 e, quando aplicável, um campo `code` com um identificador de erro legível por máquina.

Endpoints de lista suportam paginação via parâmetros de consulta `page` e `page_size`. A resposta inclui um objeto `meta` com campos `total`, `page` e `page_size`.

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](#).

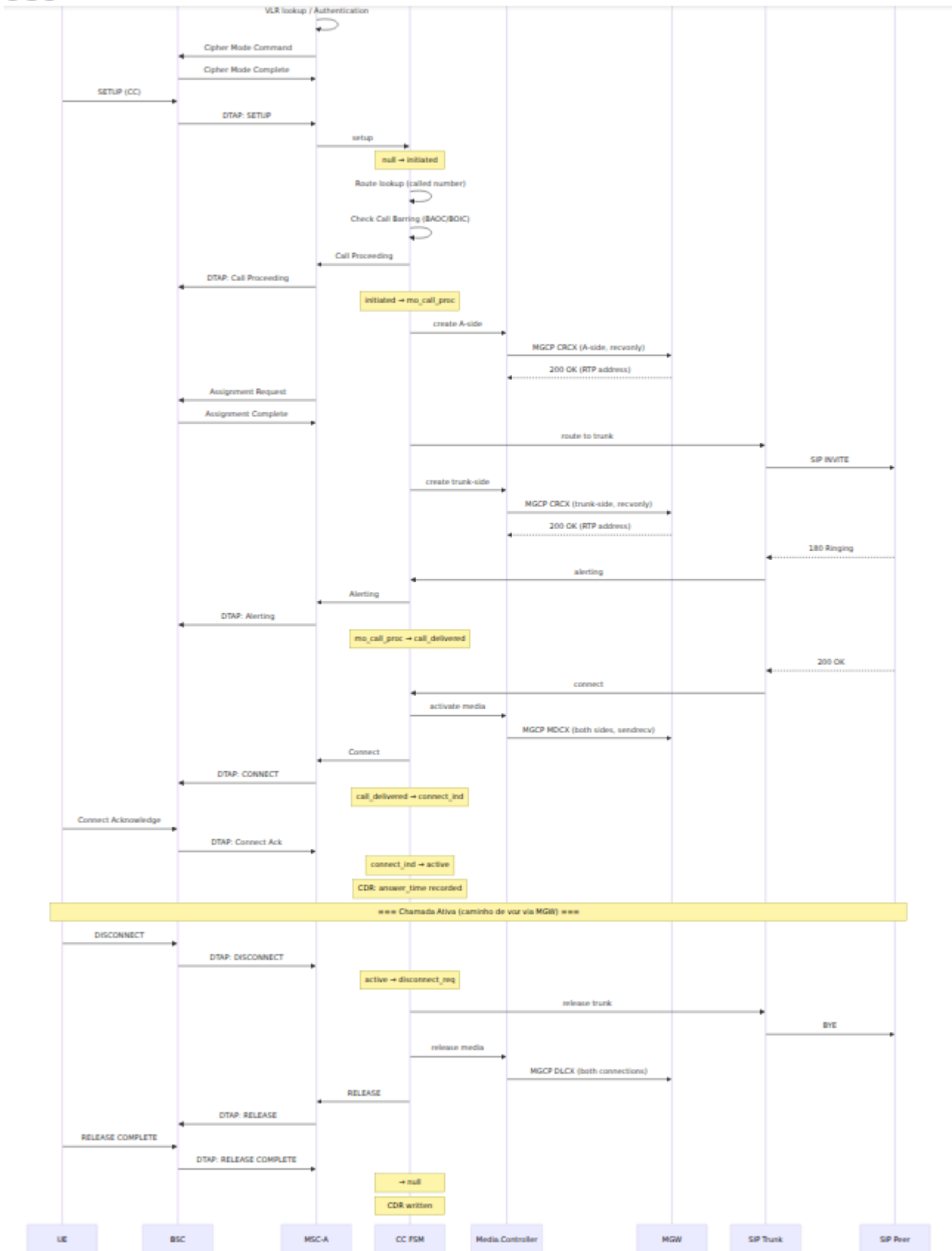
Diagramas de Fluxo de Chamadas

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 CC, veja o [Guia do Painel de Controle](#). 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](#).

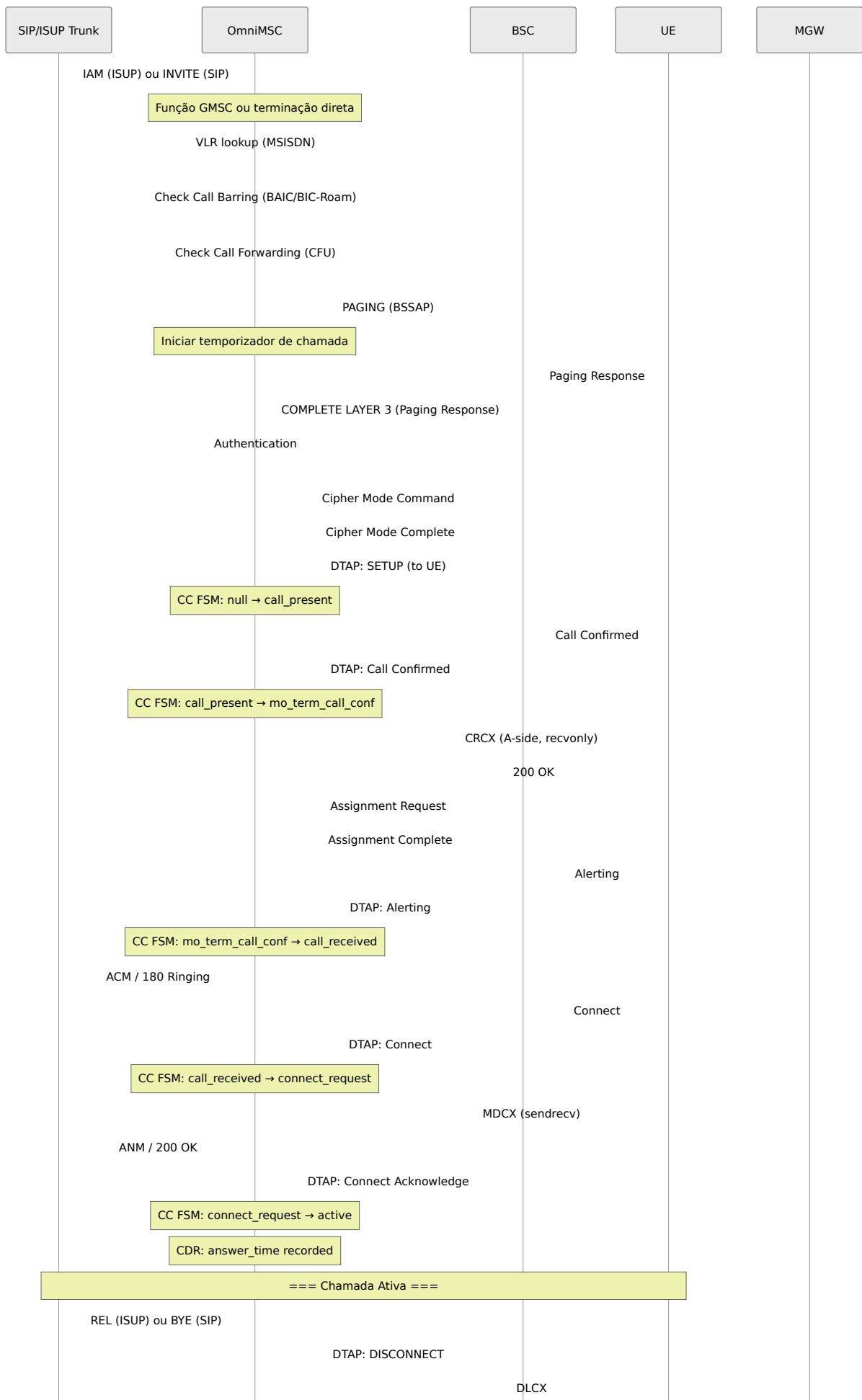
Chamada de Origem Móvel (MO)

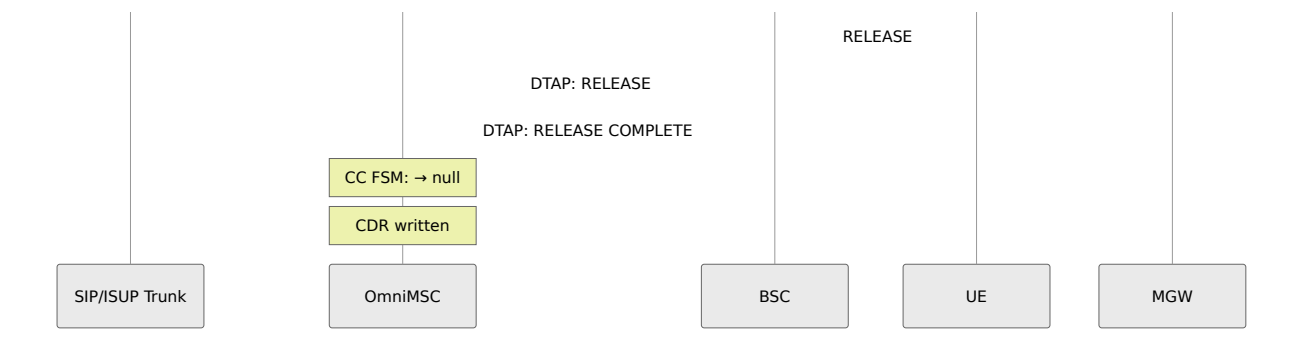
Um assinante inicia uma chamada de saída. O MSC trata a configuração da chamada, autenticação (se necessário), modo de cifra, atribuição e alocação de tronco.



Chamada de Término Móvel (MT)

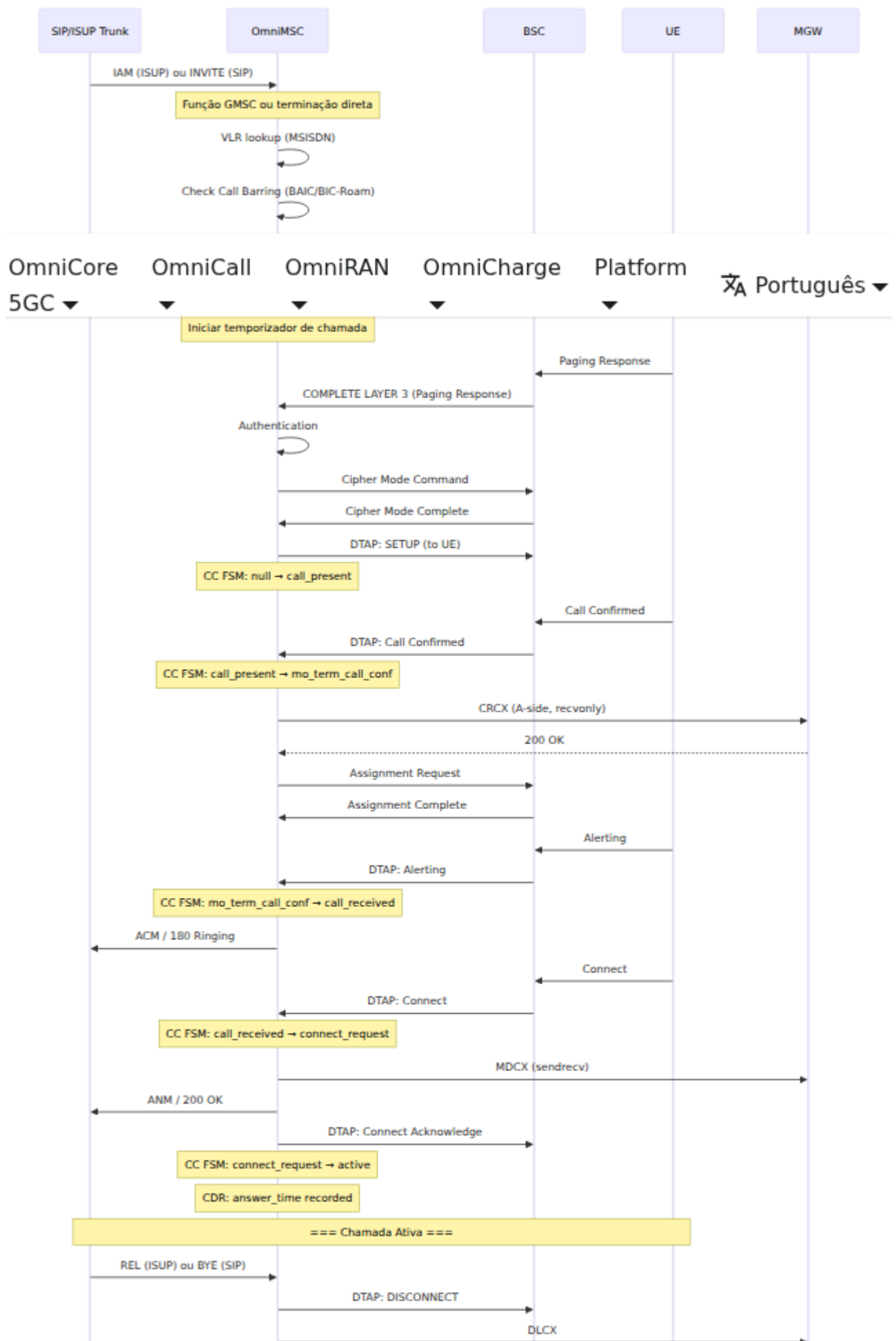
Uma chamada de entrada chega da PSTN ou de um par SIP. O MSC chama o assinante, configura o caminho de rádio e conecta a chamada. A sinalização do lado do tronco pode ser SIP ou ISUP, dependendo da rota.

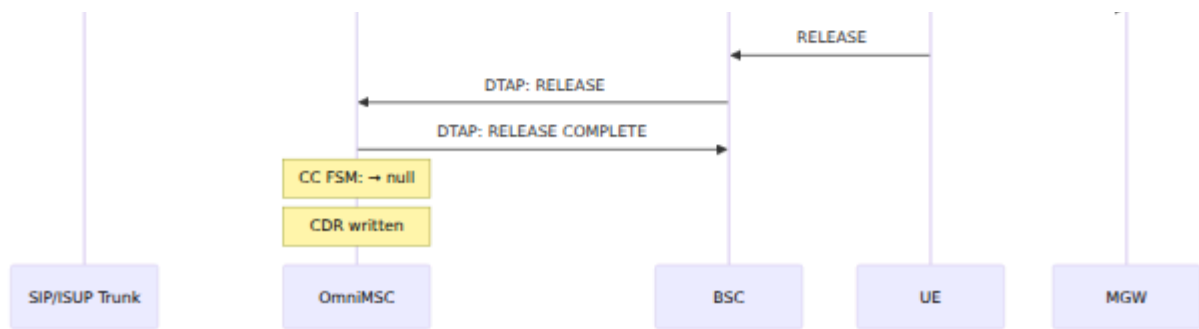




Manter e Recuperar Chamada

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





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 Chamadas provisionada). A RETRIEVE segue o mesmo padrão com RETRIEVE ACK ou RETRIEVE REJECT.

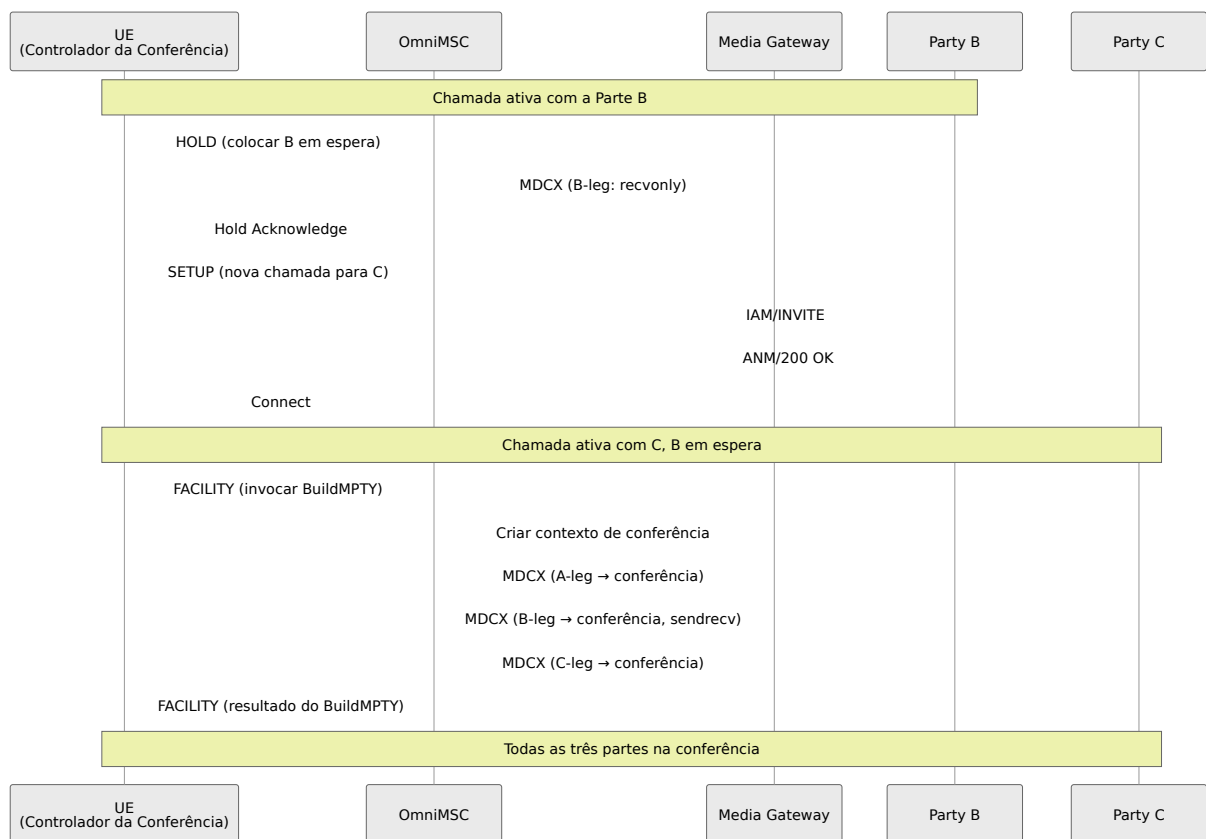
Conferência Multi-Partes (MPTY)

MPTY permite que um assinante conecte várias chamadas em uma conferência de acordo com a 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 através de uma mensagem CC FACILITY para mesclá-las em uma conferência.



HoldMPTY, RetrieveMPTY, SplitMPTY

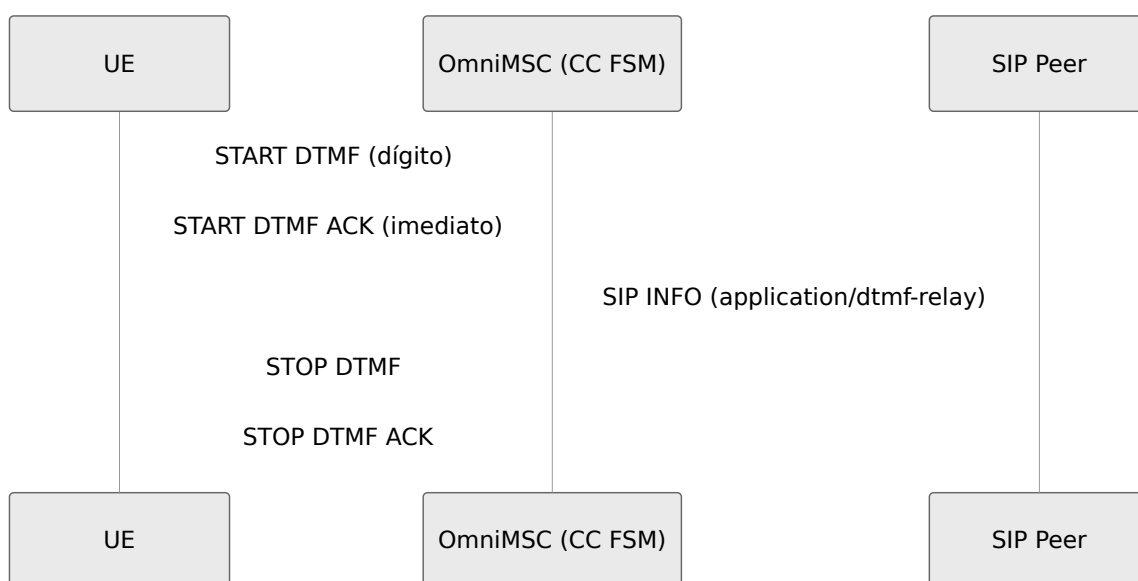
Uma vez que uma conferência é estabelecida, o controlador tem três operações adicionais disponíveis:

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 através de 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 FSM CC reconhece imediatamente o UE e encaminha o dígito para o par 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 par 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 mesmo assim — 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 do CC, a mensagem de Configuração de Emergência não transporta um IE de Número BCD da Parte Chamadora — o aparelho envia apenas uma Capacidade de Suporte opcional e uma 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.

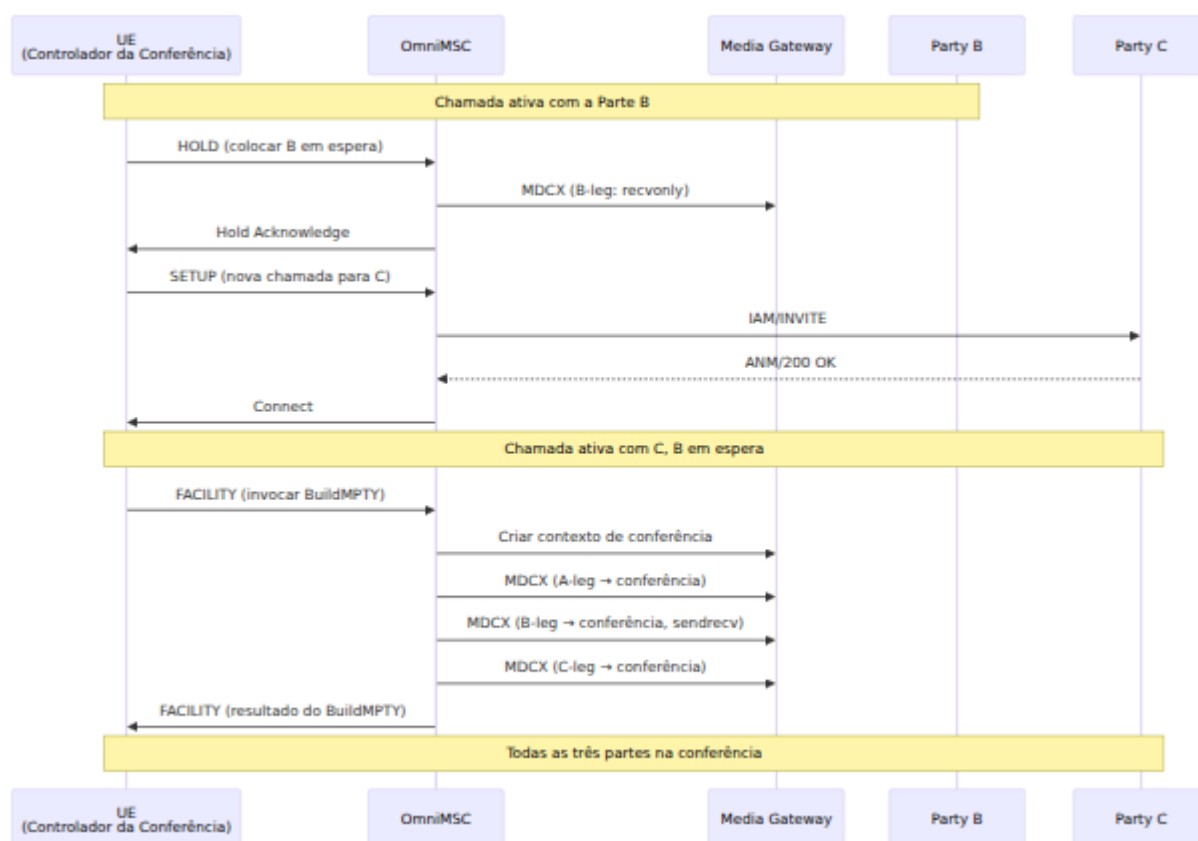


Diagrama de Estado do FSM CC

O FSM CC (Máquina de Estados Finitos de Controle de Chamadas) gerencia o ciclo de vida de uma única chamada comutada por circuito de acordo com a

3GPP TS 24.008. Os caminhos MO e MT compartilham estados comuns, mas entram através de diferentes transições. O estado da chamada ao vivo, duração, codec e BSC/RNC em serviço são visíveis na página de Chamadas Ativas do painel de controle — veja [Guia do Painel de Controle](#).

Estados da 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

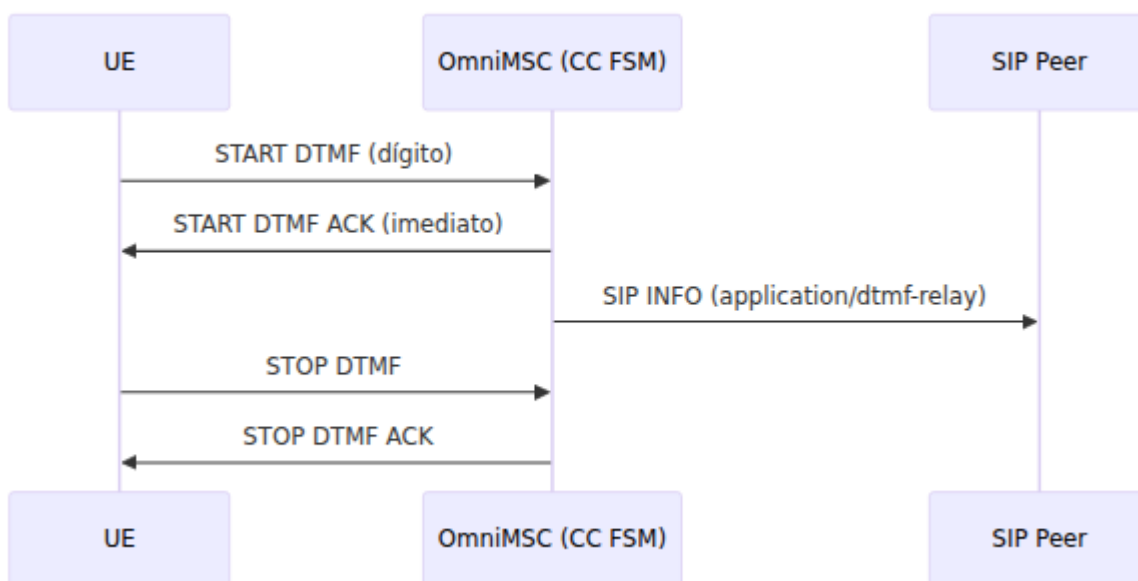
disconnect_ind

RELEASE sent

RELEASE sent

release_req

Estados da Chamada MT



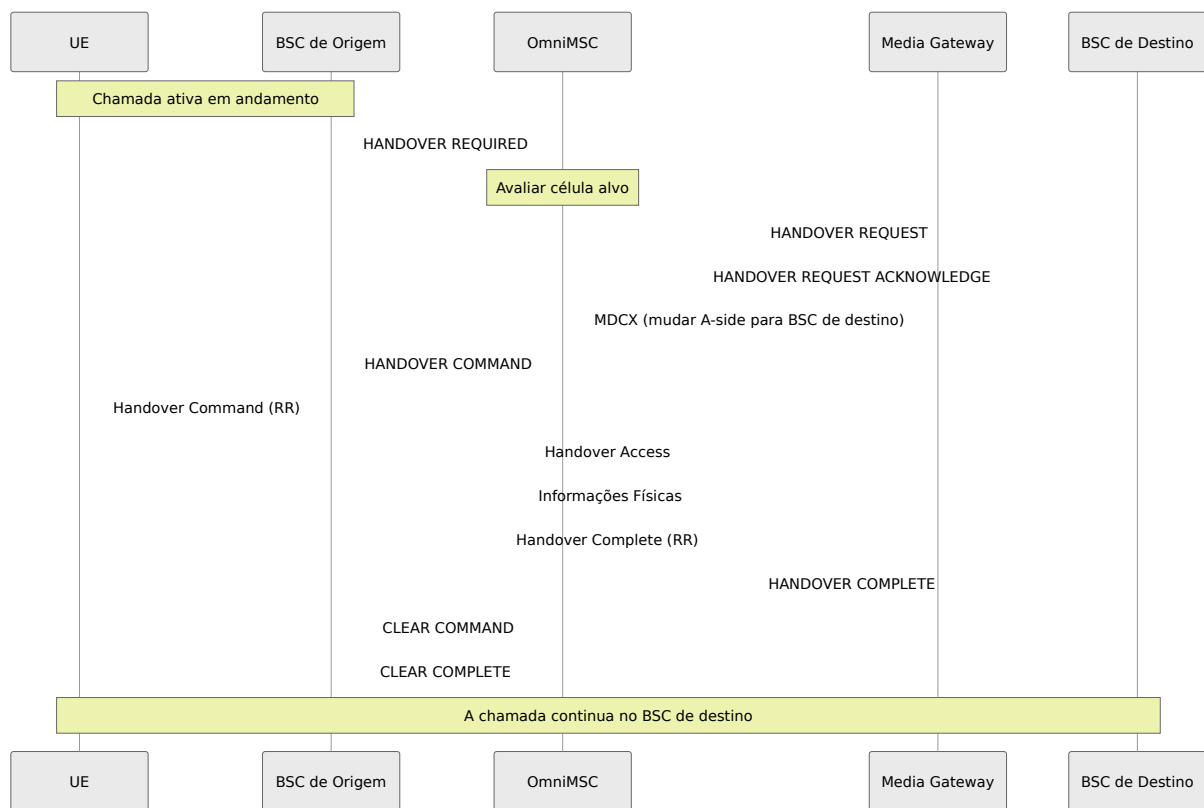
Liberação de Conexão

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 CC associados a esse assinante. Cada FSM 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 CC trata `connection_lost` em qualquer estado, exceto nulo.

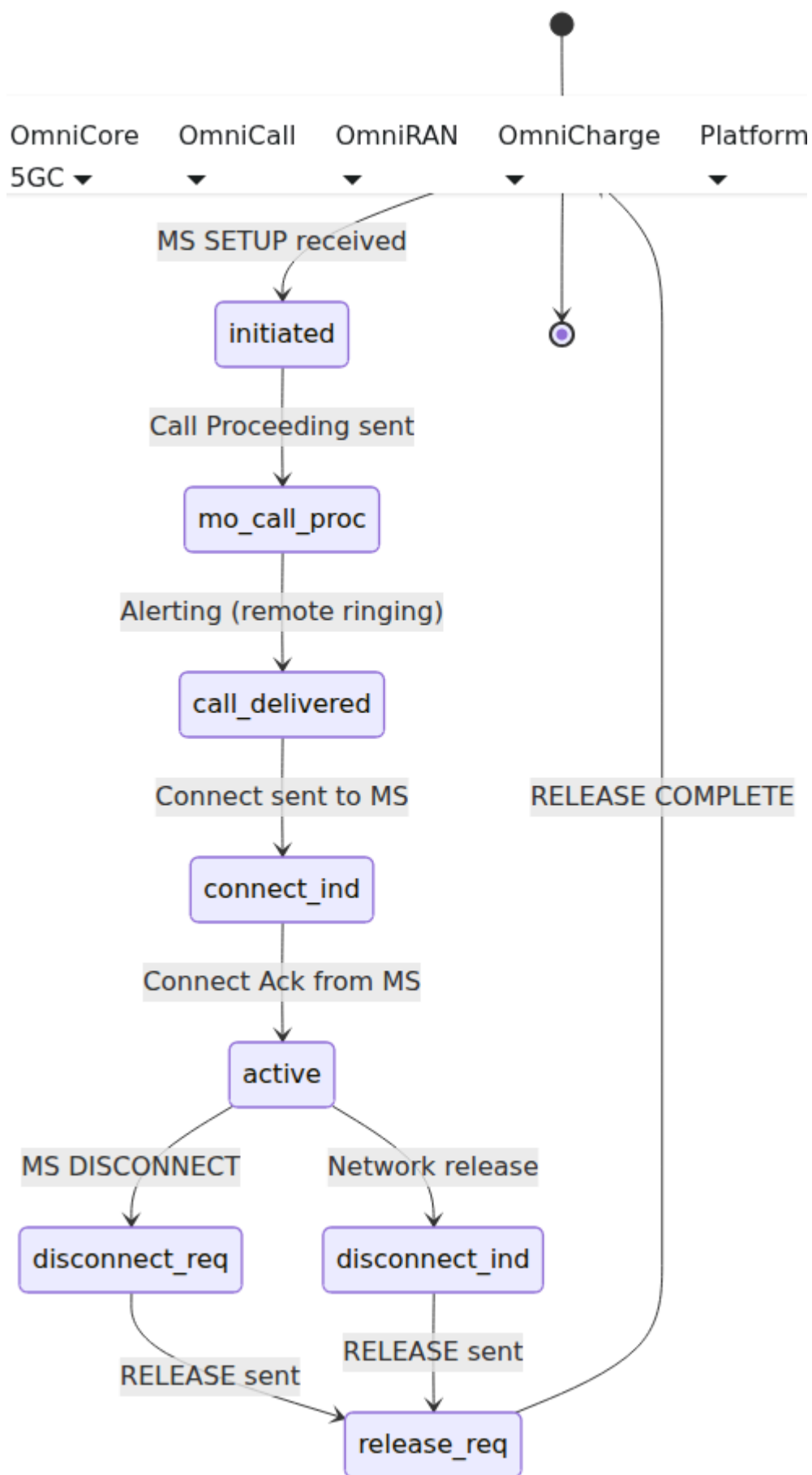
Atualização de Localização

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



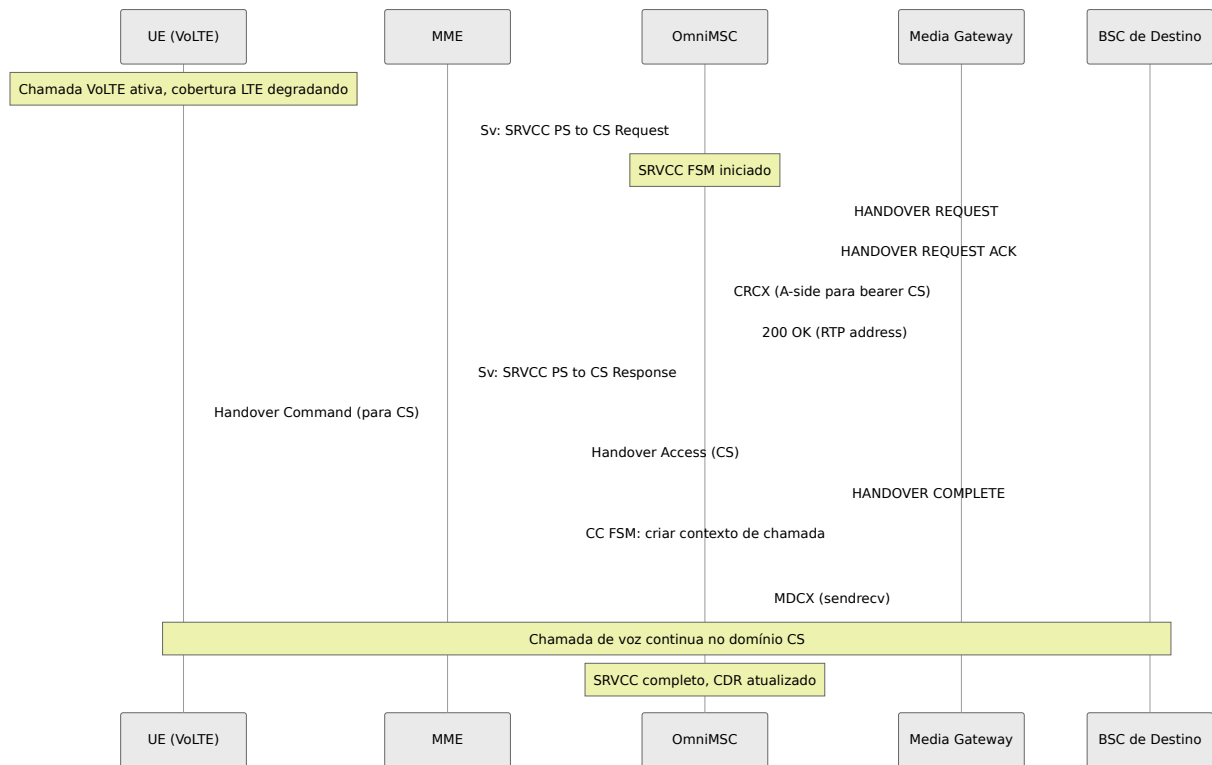
Transferência Inter-MSC

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



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 a 3GPP TS 23.216.



Chamada Acionada por CAMEL (Interação SCP)

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

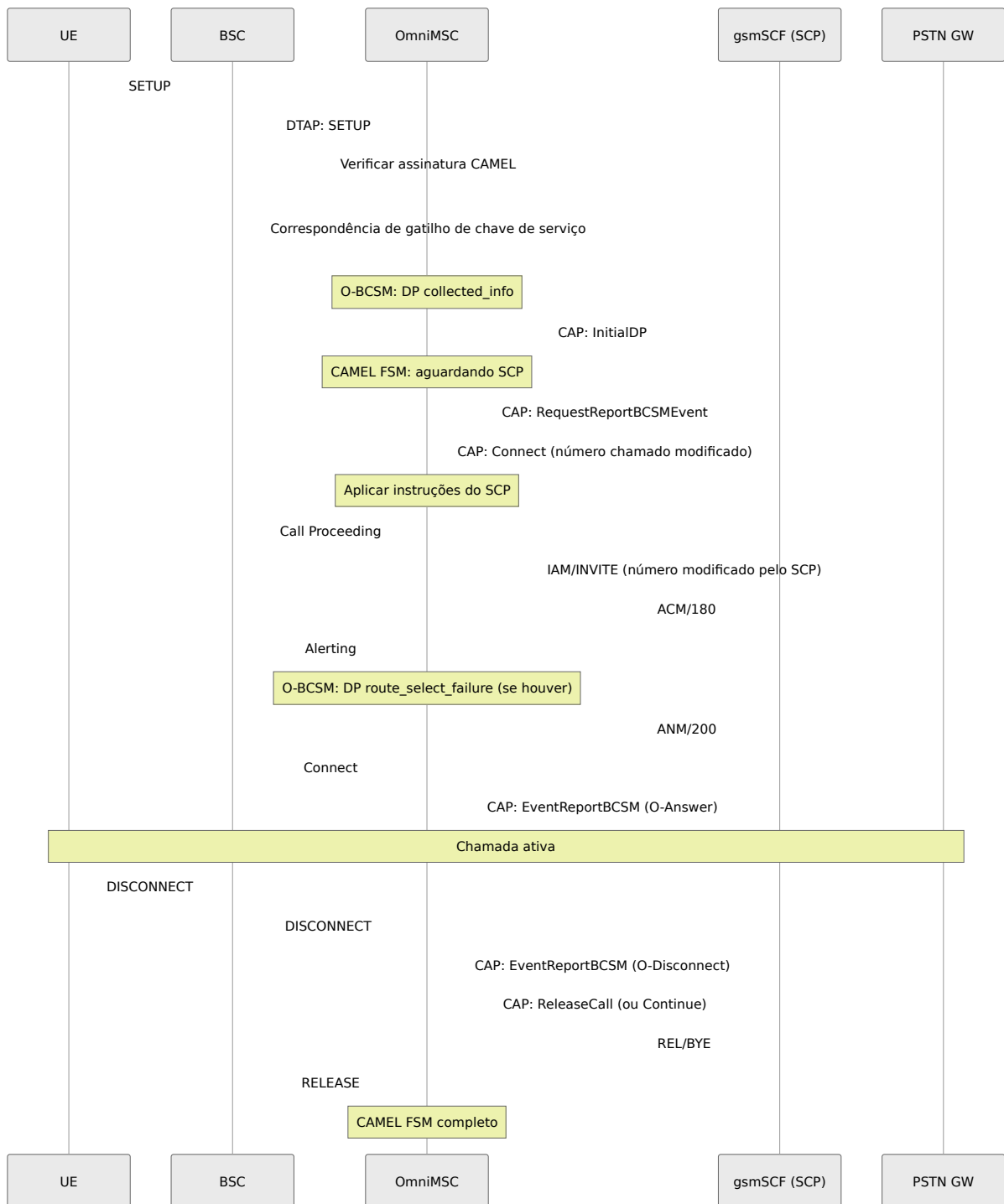


Diagrama de Sequência MPTY (BuildMPTY)

Configuração de chamada de conferência multi-partes. O assinante estabelece duas chamadas, então as conecta em uma conferência de acordo com a 3GPP

TS 24.084. Para configuração, veja [Recursos Avançados de Chamada](#).

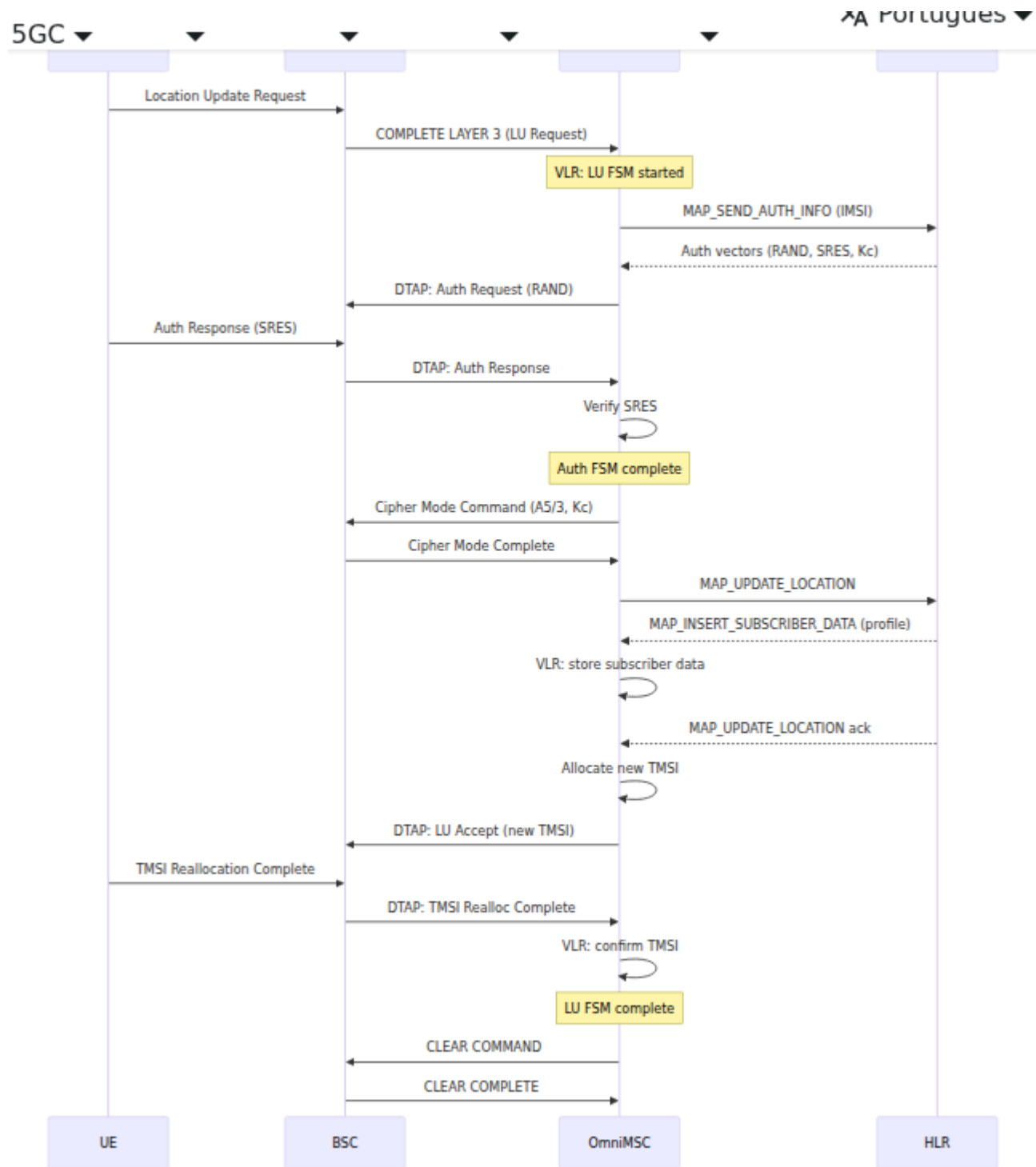


Diagrama de Sequência ECT (Transferência de Chamada Explícita)

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

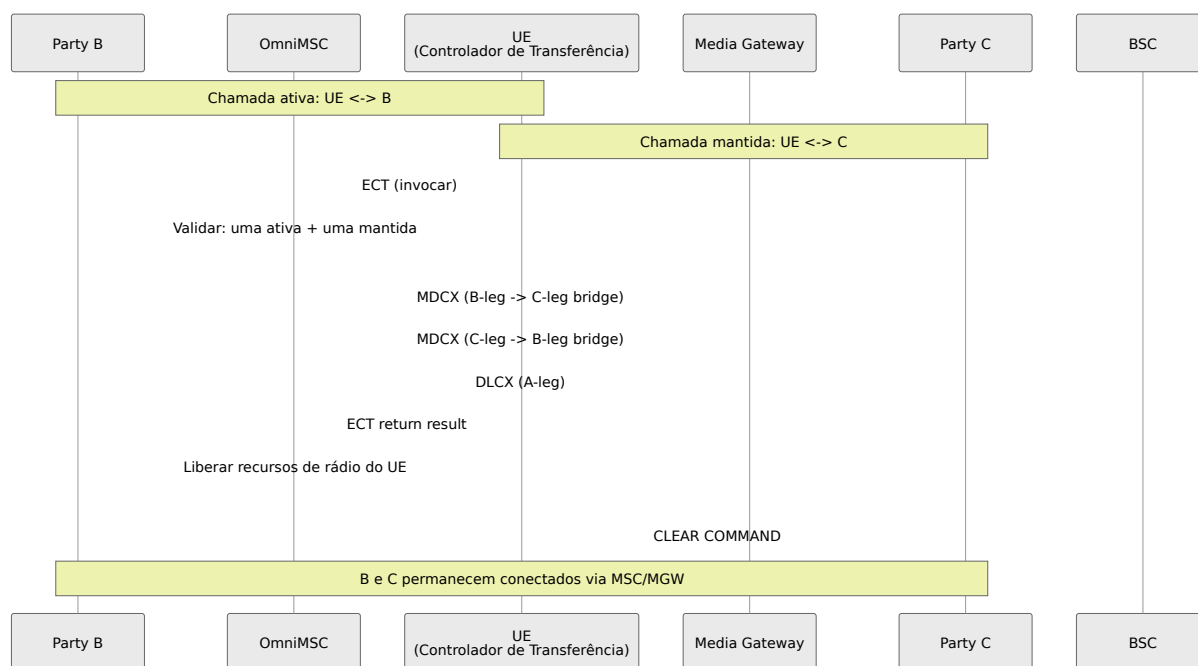


Diagrama de Sequência de Chamada MT via CSFB

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

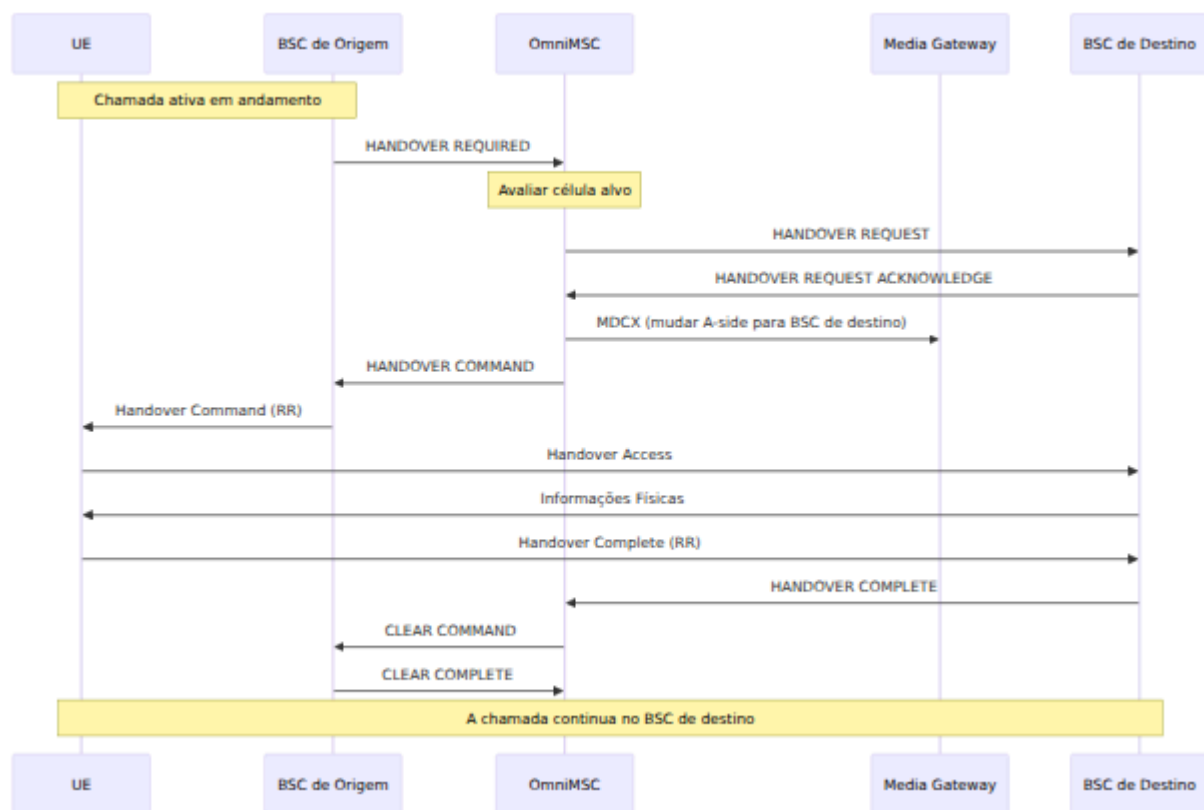
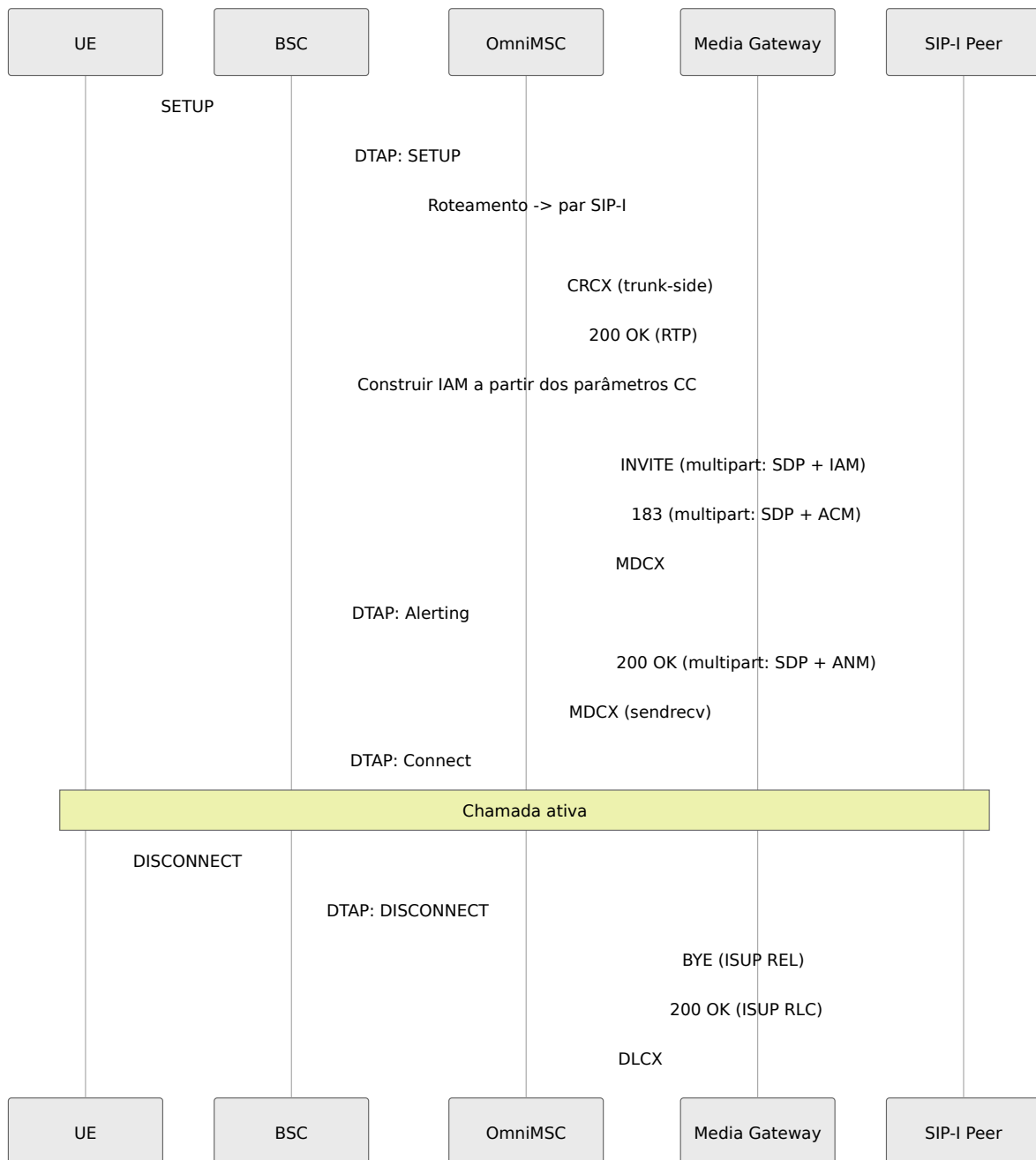


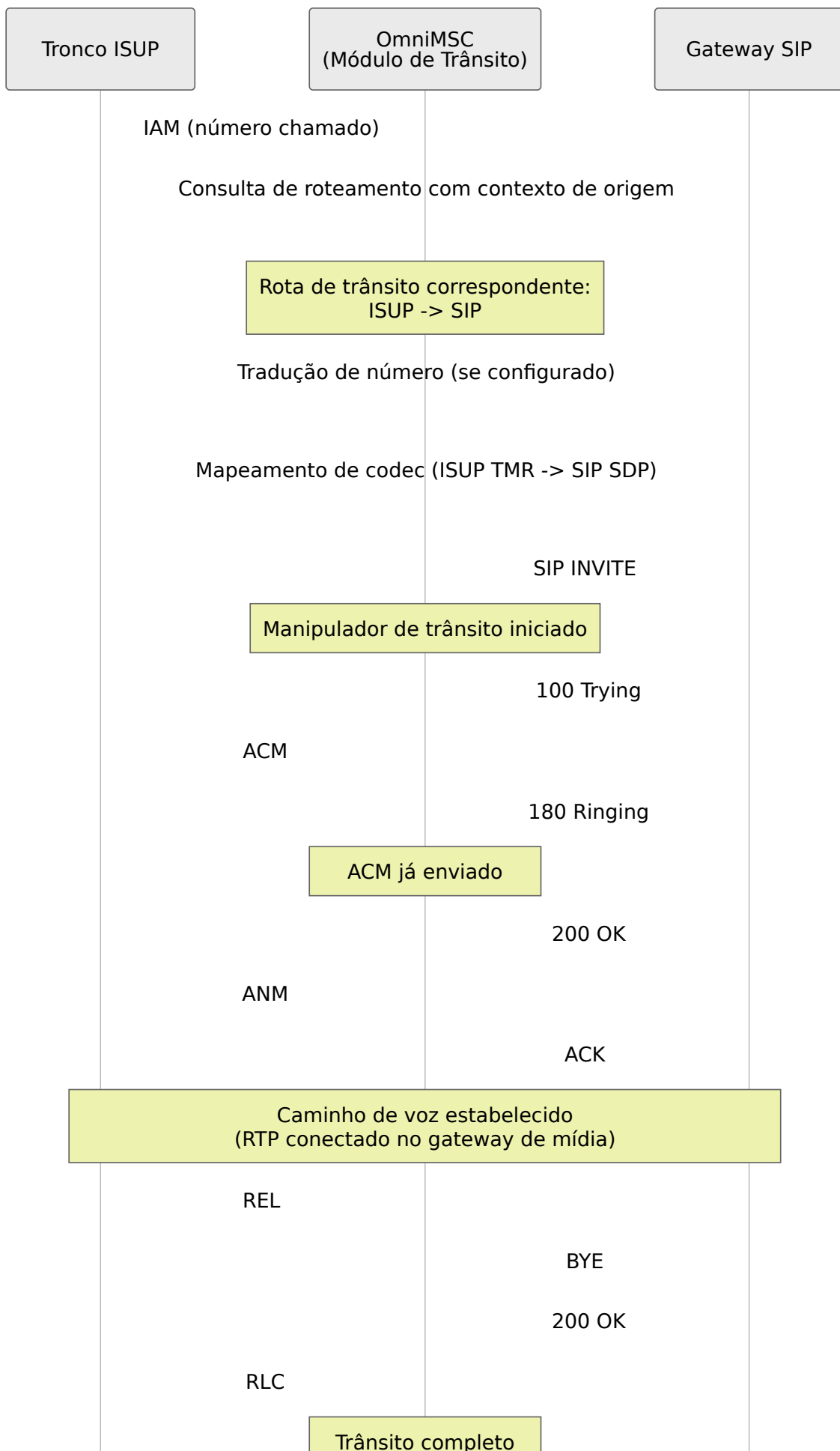
Diagrama de Sequência de Chamada SIP-I

Chamada de saída via tronco SIP-I com ISUP encapsulado de acordo com ITU-T Q.1912.5. O INVITE transporta 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 par SIP, contornando o FSM CC.





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 chamadas acionadas pelo CAMEL (InitialDP, Connect, EventReportBCSM), veja [Diagramas de Fluxo de Chamadas](#). Para como os gatilhos CAMEL se encaixam no pipeline de roteamento (fluxo de análise de número), veja [Configuração de Roteamento](#). Para campos de CDR relacionados ao CAMEL (FurnishChargingInformation, cause_for_term), veja [Registros Detalhados de Chamadas](#). Para configuração de chaves de serviço CAMEL, veja [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 conhecida como SCP) para fornecer serviços de controle de chamadas em tempo real, como cobrança pré-paga, tradução de números, 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 chamadas 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.

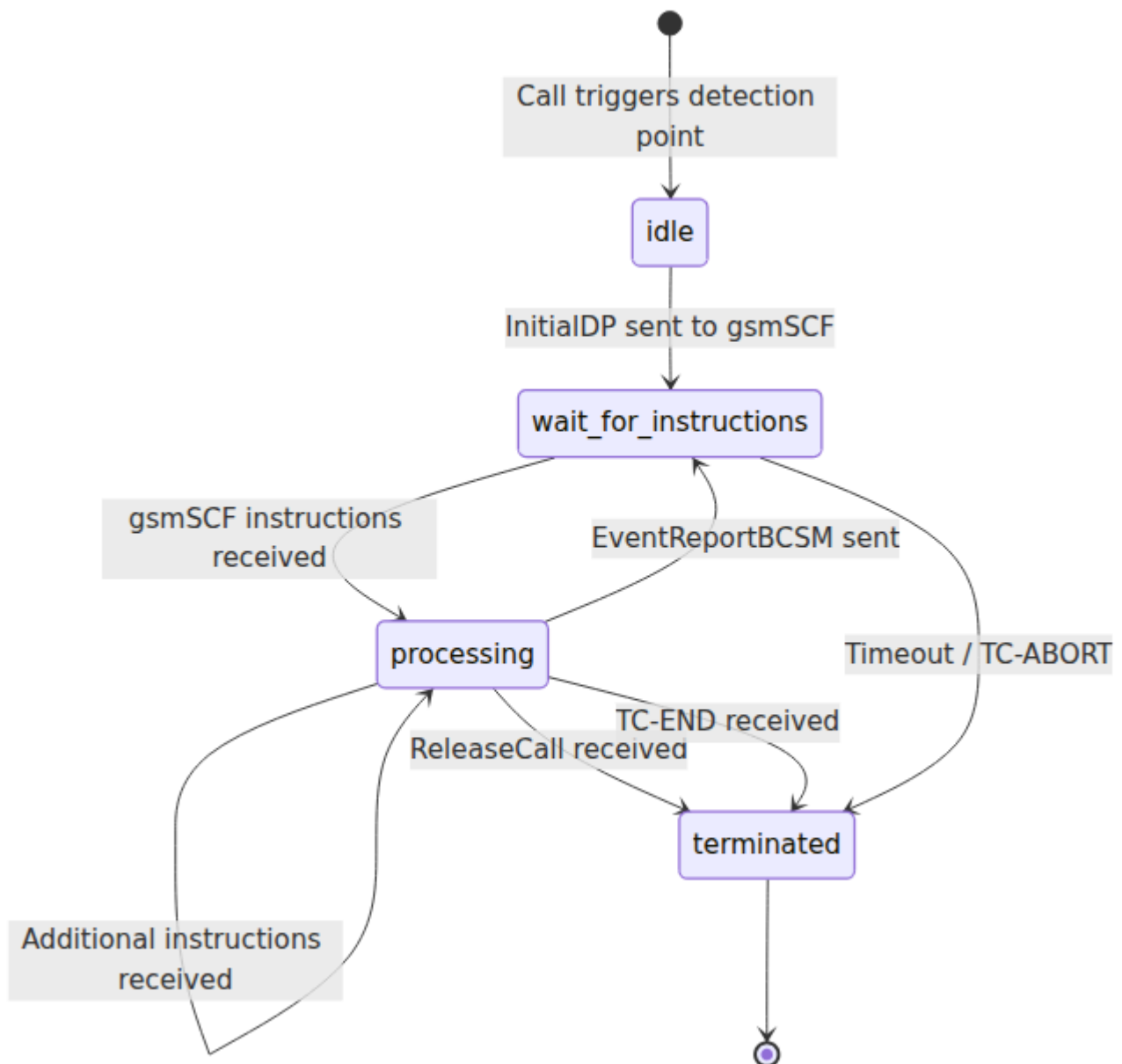
Quando uma chamada aciona um ponto de detecção CAMEL (como collected_info para chamadas MO ou terminating_attempt_authorized para chamadas MT), o OmniMSC verifica os dados de assinatura CAMEL do assinante. Se uma chave de serviço correspondente for encontrada, o OmniMSC abre um diálogo CAP com o gsmSCF e envia uma operação InitialDP.

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
Manuseio de chamada padrão	Ação se o SCP estiver inacessível: :continue_call ou :release_call
Lista 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 manuseio de chamada padrão dos dados de assinatura CAMEL do assinante.

Estados do Diálogo CAP

Cada interação CAMEL é executada 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)

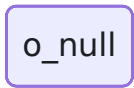
Operação	Descrição
InitialDP	Relata um ponto de detecção acionado com parâmetros de chamada (chave de serviço, número chamado/chamador, tipo de evento, informações de localização)
EventReportBCSM	Relata um evento de chamada em um ponto de detecção armado (resposta, desconexão, abandono, falha na seleção de rota)
ApplyChargingReport	Relata o resultado de uma operação de cobrança (duração da chamada, unidades de cobrança consumidas)
CallInformationReport	Relata informações de 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, aconselhamento 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 tempo limite durante o longo processamento do SCP
SendChargingInformation	Envia informações de aviso de cobrança para a estação móvel
CallInformationRequest	Solicita informações de chamada a serem relatadas na liberação da chamada

Pontos de Detecção O-BCSM

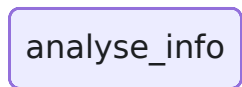
O Modelo Básico de Estado de Chamada de Origem define os pontos de detecção disponíveis para chamadas MO conforme 3GPP TS 23.078.



MO call initiated



Digits collected



Number analysis
complete



Remote party alerting



Remote party answers

Route select failure



Called party busy / no
answer

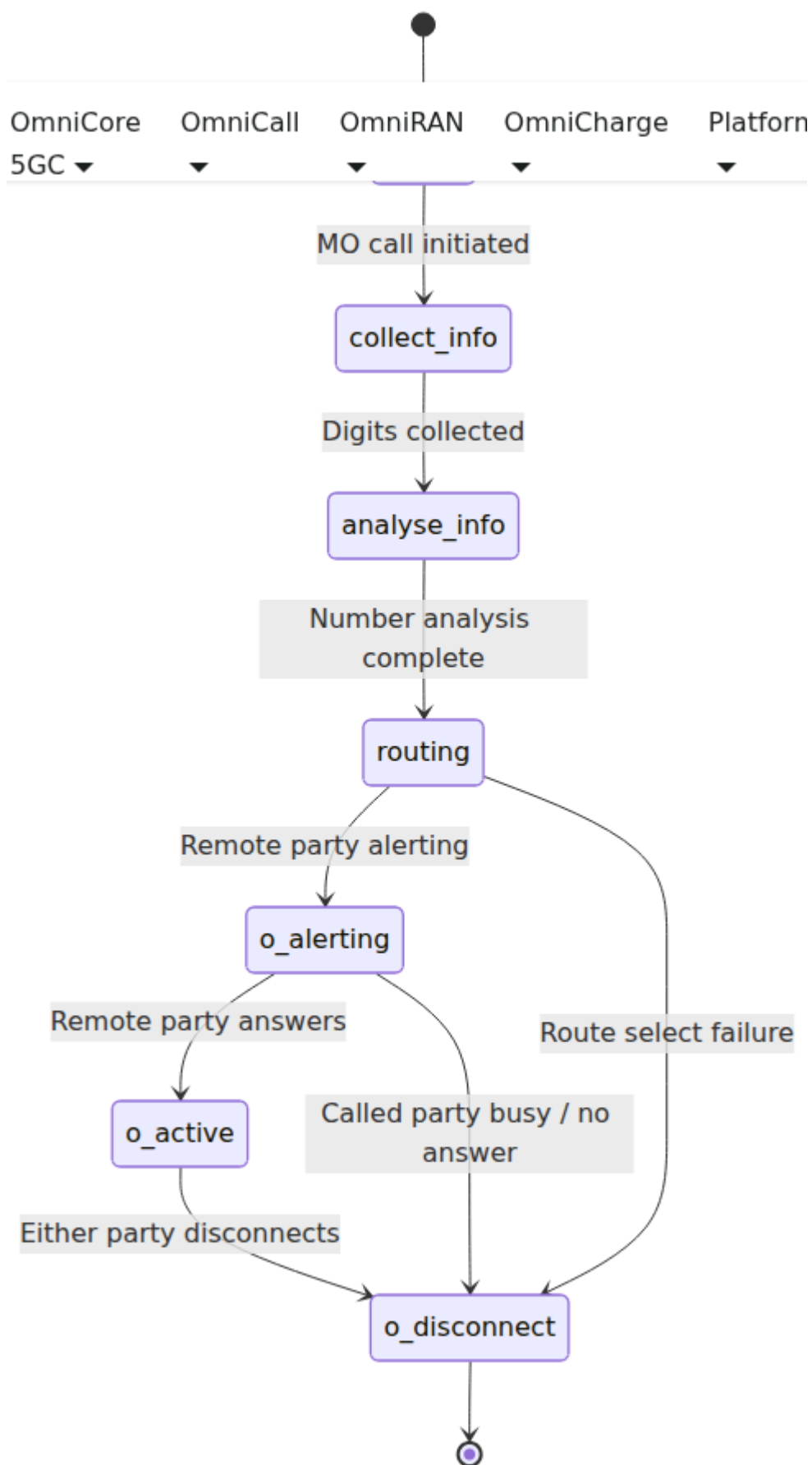
Either party disconnects



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 responde dentro do temporizador
o_answer (DP 7)	o_active	Parte chamada responde
o_disconnect (DP 9)	o_disconnect	Qualquer parte inicia a desconexão

Pontos de Detecção T-BCSM

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



Ponto de Detecção	Estado BCSM	Gatilho
terminating_attempt_authorized (DP 12)	terminating_attempt_authorized	Chamada recebida antes da paginação
t_busy (DP 13)	t_alerting	Assinatura chamada ocupada
t_no_answer (DP 14)	t_alerting	Assinatura chamada não responde dentro do tempo
t_answer (DP 15)	t_active	Assinatura chamada responde
t_disconnect (DP 17)	t_disconnect	Qualquer parte in

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 (local, SSF)	146
SSN (remoto, SCF)	148
Tipo de diálogo TCAP	Estruturado (TC-BEGIN, TC-CONTINUE, TC-END)
Codificação	ASN.1 BER (Regras Básicas de Codificação)
Contexto de aplicação	CAP v2: 0.4.0.0.1.0.50.0, CAP v3: 0.4.0.0.1.0.50.1

O endereço do gsmSCF é um Título Global, roteado via Tradução de Título Global SCCP para o nó SCP. O OmniMSC mantém uma transação TCAP durante toda a vida útil de cada diálogo CAP, utilizando TC-CONTINUE para trocar operações dentro do diálogo e TC-END para fechá-lo.

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 diálogo e transação 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 o 3GPP TS 32.298 e fornecem o rastreamento de cobrança e auditoria para todos os serviços comutados por circuito tratados pelo MSC.

Para parâmetros de configuração relacionados a CDR, consulte [Referência de Configuração](#). Para a página de Estatísticas de CDR na interface web, consulte [Guia do Painel de Controle](#). Para métricas e eventos de alarme relacionados a CDR no Prometheus, consulte [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, timestamps, 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 no 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 de 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 no móvel. Gerado quando um assinante origina uma chamada de voz.
1	MTCallRecord	Chamada de voz terminada no móvel. Gerado quando um assinante recebe uma chamada de voz.
5	MOSMSRecord	SMS originado no móvel. Gerado quando um assinante envia uma mensagem curta.
6	MTSMSRecord	SMS terminado no móvel. Gerado quando um assinante recebe uma mensagem curta.
13	LocUpdateHLRRecord	Atualização de Localização (HLR). Gerado para procedimentos de atualização de localização no nível HLR, rastreando mudanças no MSC/VLR.
14	LocUpdateVLRRecord	Atualização de Localização (VLR). Gerado para procedimentos de atualização de localização no nível VLR, rastreando mudanças na área de localização, resultados de autenticação e alocação de TMSI.
17	RoamingRecord	Evento de roaming. Gerado para eventos de roaming inter-MSC.

Campos do 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 chama (número A)
called_number	Número da parte chamada (número B), presente nos registros MO
connected_number	Número da parte 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	Timestamp UTC quando a chamada foi iniciada (mensagem de configuração recebida)

Campo	Descrição
answer_time	Timestamp UTC quando a chamada foi respondida (pode ser nulo para chamadas não atendidas)
release_time	Timestamp 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 gravador
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	Timestamp da origem do SMS (MO) ou entrega (MT)
sms_result	Resultado da entrega do SMS: sucesso, falha de 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 gravadora
update_time	Timestamp 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 por que 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 apreensão e tipo de serviço.
2. Alerta da chamada -- registrado para diagnóstico, mas não gera um campo CDR.
3. Resposta da chamada -- registra o timestamp 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 Descarregamento

Os registros de CDR são acumulados em um buffer na memória. O buffer é descarregado para o Gravador sob duas condições:

- Um temporizador de descarregamento periódico dispara (intervalo padrão: 5000 ms).
- O buffer atinge seu tamanho máximo (padrão: 1000 registros), acionando um descarregamento imediato.

Geração de CDR Parcial

Para chamadas de longa duração, o Coletor gera registros de 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 incrementam monotonamente e se reiniciam em 10000. Sistemas de cobrança a jusante usam números de sequência para detectar lacunas que indicam registros de CDR perdidos.

Nomeação de Arquivos CDR

Os arquivos CDR seguem uma convenção de nomenclatura que inclui a identidade do MSC, timestamp e número de sequência:

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

Onde:

- NodeID é o nome do MSC (da configuração recording_entity).
- Date está no formato YYYYMMDD.
- 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 de CDR conforme definido no 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 gravador, 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 descarregamentos periódicos do buffer para o Gravador
buffer_size	1000	Número máximo de registros de CDR mantidos no buffer antes de um descarregamento forçado
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 de 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 monitoradas e números de sequência por tipo.

Campo	Descrição
Registros no Arquivo	Número de registros de CDR gravados no arquivo de saída atual
Pendentes no Buffer	Número de registros de CDR armazenados em memória aguardando o próximo descarregamento
Chamadas Ativas Monitoradas	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 se atualiza 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 campo
TS 32.205	Descrição de Dados de Cobrança para o Domínio CS	Princípios de cobrança do domínio CS e requisitos de conteúdo de 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 o OmniMSC. A configuração é especificada em arquivos de configuração Elixir (`config.exs`, `dev.exs`, `runtime.exs`) e pode ser sobrescrita 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: 313,  
  mnc: 380,  
  lac: 0x1092,  
  allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]
```

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
point_code	integer ou [integer, integer, integer]	Sim	0	Código de ponto SS7. Pode ser especificado como um inteiro positivo ou no formato de 14 bits [a, b, c] (codificado como $a*2048 + b*8 + c$).
global_title	string	Sim	"000000000000"	Título Global (número E.164) para roteamento MAP para HLR, SMS e nós de rede.
name	string	Sim	"OMNIMSC01"	Nome lógico do MSC. Usado no campo recording_name do CDR, descrições de alarmes e mensagens de log.
msc_number	string	Sim	--	Endereço E.164 do MSC, enviado ao HLR na atualização de localização e usado para roteamento de chamadas.

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
vlr_number	string	Sim	--	Endereço E. VLR co-local enviado ao I para atualização localização I. Normalmente o mesmo que msc_number
mcc	integer	Sim	--	Código do P. Móvel (3 dígitos). Combinado com mnc e lac para formar a Identidade de Área de Localização transmitida em Informações do Sistema.
mnc	integer	Sim	--	Código da R. Móvel (2 ou 3 dígitos).
lac	integer	Sim	--	Código da Área de Localização (bits). Identifica a área de localização atendida por MSC/VLR.
allowed_a5	list(atom)	Não	[:a5_1, :a5_3]	Algoritmos de cifra A5

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
				permitidos p criptografia interface aé Valores válid :a5_0, :a5_ :a5_2, :a5_ negociação algoritmos p 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, Purge MS).

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

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
<code>address</code>	<code>string</code>	Sim	--	Título Global HLR (número E.164) para roteamento MAP.
<code>point_code</code>	<code>integer</code> ou <code>[integer, integer, integer]</code>	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 <code>[a, b, c]</code> .

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.Live	Módulo para interfacear o sistema com o HLR. O padrão é o módulo Omnimsc.VLR.HLR.Live.
auth_required	boolean	Não	true	Se a autenticação é necessária para a conexão. O padrão é true.
tmsi_realloc	boolean	Não	true	Se a realocação de TMSI é necessária para a conexão. O padrão é true.
num_auth_vectors	integer	Não	1	Número de vetores de autenticação. O padrão é 1.

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	
				Val rec MA me
lab_mode	boolean	Não	false	Qu qu aut SR a t cor Ki HL
guest_mode	boolean	Não	false	Qu qu des HL um ale pai dei

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,  
  point_code: 500,  
  network_indicator: :international,  
  receive_watchdog: false
```

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
<code>enabled</code>	<code>boolean</code>	Não	<code>false</code>	Se deve habilitar o cliente M3UA para o SBC ASP. Quando <code>false</code> , não é estabelecida a conexão.
<code>local_ip</code>	<code>tuple</code>	Não	<code>{0, 0, 0, 0}</code>	Endereço IP de ligação SBC para o SBC como um endereço Erlang.
<code>local_port</code>	<code>integer</code>	Não	<code>0</code>	Porta local de ligação SBC para o SBC. Use <code>0</code> para deixar o sistema atribuir uma porta efetiva.
<code>remote_ip</code>	<code>tuple</code>	Sim	--	Endereço IP SBC para o SBC SBC STI. Deve ser uma tupla de 4 bytes Erlang.
<code>remote_port</code>	<code>integer</code>	Não	<code>2905</code>	Porta SBC para o SBC. A porta 2905 é a porta M3UA designada pela IANA.
<code>routing_context</code>	<code>integer</code>	Não	--	Valor do contexto de roteamento M3UA. Deve corresponder ao valor de configuração do SBC.

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Desc
				configura do STP p ASP.
<code>point_code</code>	<code>integer</code>	Não	--	Código d SS7 loca anuncia STP dura Ativo. De correspo <code>point_c</code> <code>:msc</code> .
<code>network_indicator</code>	<code>atom</code>	Não	<code>:international</code>	Indicado rede MTI <code>:intern</code> <code>:nation</code> <code>:reserv</code> <code>:spare</code> .
<code>receive_watchdog</code>	<code>boolean</code>	Não	<code>true</code>	Se deve o watch heartbea Quando ASP mor falta de l Ack e ac recupera link.

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).

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

Parâmetros do Par SIP

Cada par na lista `peers` aceita o seguinte:

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
<code>name</code>	<code>string</code>	Sim	--	Nome lógico do parâmetro. Referenciado nas entradas da tabela de roteamento com <code>:sip</code> .
<code>address</code>	<code>string</code>	Sim	--	Endereço IP ou endereço do host do parâmetro.
<code>port</code>	<code>integer</code>	Não	<code>5060</code>	Porta SIP do parâmetro.
<code>transport</code>	<code>atom</code>	Não	<code>:udp</code>	Transporte para o parâmetro: <code>:udp</code> , <code>:tcp</code> , <code>:tls</code> .
<code>codecs</code>	<code>list(atom)</code>	Não	<code>[:pcmu, :pcma]</code>	Codecs de áudio suportados. Valores válidos: <code>:pcmu</code> , <code>:pcma</code> , <code>:amr</code> , <code>:amr_wb</code> .
<code>max_channels</code>	<code>integer</code>	Não	<code>100</code>	Número máximo de chamadas simultâneas para este parâmetro. Chamadas adicionais são rejeitadas com o código <code>max_channels_exceeded</code> quando o limite é atingido.
<code>options_interval</code>	<code>integer</code> ou <code>nil</code>	Não	<code>nil</code>	Intervalo em segundos entre sondas de manutenção de estado SIP. O status de uma chamada transita para <code>:terminated</code> se as respostas de

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

Parâmetros do Gateway

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
<code>name</code>	<code>string</code>	Sim	--	Identificador lógico do gateway usado para buscas e exibição no painel de controle.
<code>address</code>	<code>string</code>	Sim	--	Endereço IP do gateway de mídia.
<code>port</code>	<code>integer</code>	Não	<code>2427</code>	Porta MGCP no gateway.
<code>domain</code>	<code>string</code>	Não	--	Nome do domínio do gateway usado na nomeação de endpoints (por exemplo, <code>aaln/1@mgw</code>).

Modo de Mídia

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
<code>gateway</code>	<code>string</code>	Não	--	Nome do gateway padrão (deve corresponder a um <code>name</code> de gateway da configuração MGCP ou Megaco).
<code>mode</code>	<code>atom</code>	Não	<code>:mgcp</code>	Protocolo de controle de mídia: <code>:mgcp</code> para RFC 3435 ou <code>:megaco</code> para ITU-T H.248.

SMSc

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

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

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

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

CDR

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

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	
<code>output_dir</code>	<code>string</code>	Sim	<code>"/tmp/omnimsc/cdr"</code>	Dire arqu CDR grav proc Cria autc se n
<code>max_file_size</code>	<code>integer</code>	Não	<code>10,000,000</code>	Tam do a byte (apr 10 M arqu qual tam exce
<code>max_records</code>	<code>integer</code>	Não	<code>100,000</code>	Nún regi arqu
<code>rotation_interval</code>	<code>integer</code>	Não	<code>3600</code>	Inte de a base em nov cria perí inde do t cont regi

Rotas

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

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

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

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

Informações MM

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

Controla a mensagem de INFORMAÇÃO MM enviada à 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 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
<code>enabled</code>	<code>boolean</code>	Não	<code>false</code>	Se deve habilitar a operação do pool de recursos MSC. Quando <code>false</code> , o MSC opera em modo autônomo.
<code>pool_id</code>	<code>string</code>	Condicional	<code>nil</code>	Identificador da área do pool. Necessário quando <code>enabled</code> é <code>true</code> .
<code>nri_bitlength</code>	<code>integer</code>	Não	<code>10</code>	Número de bits para o campo de Identificador de Recurso de Recurso extraído do TMSI. Deve ser idêntico entre todos os membros do pool.
<code>nri_values</code>	<code>list(integer)</code>	Condicional	<code>[]</code>	Valores NRI pertencentes a esta instância de MSC. Não deve sobrepor-se a outros membros do pool. Necessário quando <code>enabled</code> é <code>true</code> .
<code>null_nri</code>	<code>integer</code>	Não	<code>0</code>	Valor NRI indica um TMSI não atribuído. Ações reencaminham

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
				baseado em NRI para o membro correto do pool
<code>members</code>	<code>list(map)</code>	Não	<code>[]</code>	Outras instâncias de MSC no pool. Cada membro tem <code>name</code> , <code>nri_value</code> , <code>address</code> e <code>port</code> .

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, novos pedidos de serviço (chamadas, paginação, Atualizações de Localização) são rejeitados 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	Número máximo de chamadas ativas simultâneas antes de entrar em estado de sobrecarga.
max_subscribers	integer	Não	50,000	Número máximo de assinantes registrados no VLR antes da sobrecarga.
max_process_count	integer	Não	500,000	Número máximo de processos VM BEAM antes da sobrecarga. Monitora a pressão total do processo VM.
max_paging_rate	integer	Não	1,000	Número máximo de pedidos de paginação por segundo antes da sobrecarga.

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
<code>check_interval</code>	<code>integer</code>	Não	<code>5,000</code>	Intervalo em milissegundos 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	Descrição
<code>listen_port</code>	<code>integer</code>	Não	<code>29118</code>	Porta de escuta SCTP para conexões SGs-AP de MMEs. A porta 29118 é o padrão designado pela 3GPP. Defina como <code>0</code> para desabilitar SGs.
<code>vlr_name</code>	<code>string</code>	Não	<code>"vlr.omnimsc.local"</code>	Nome do VLR (FQDN) enviado aos MMEs na Aceitação da Atualização de Localização SGs-AP. O MME usa isso para identificar e roteirizar para esta

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
				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 Estruturados. Cada gateway lida com códigos de serviço USSD específicos (por exemplo, `*100#` para saldo). Um gateway com `codes: :all` atua como o fallback 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 SSN 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 URI de solicitação SIP INVITE 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	Descrição
<code>numbers</code>	<code>list(string)</code>	Não	<code>["112", "911", "999", "000", "110", "119"]</code>	Números de emergência reconhecidos. Chamadas para esses números ignoram autenticação, criptografia e bloqueio de chamadas.
<code>psap_address</code>	<code>string</code>	Não	<code>"112"</code>	Número chamado usado para roteamento de chamadas de emergência. Como as mensagens de Configuração de Emergência não transportam número chamado, este valor é usado como a parte chamada para busca na tabela de

Parâmetro	Tipo	Necessário	Padrão	Descrição
				rotas e o tronco de saída (URI de solicitação SIP INVITE e Número da Parte Chamadora ISUP IAM). Defina isso como um número que correspond a um prefix de rota de emergência na tabela de rotas.
<code>allow_without_sim</code>	<code>boolean</code>	Não	<code>true</code>	Se deve permitir chamadas de emergência de estações móveis sem SIM inserido (IMSI ausente). Conforme 3GPP TS 22.101, as redes deve permitir iss

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	
<code>http.ip</code>	<code>tuple</code>	Não	<code>{0, 0, 0, 0}</code>	Endereço IP da interface de rede para o servidor. Se não for especificado, o servidor usará o endereço IP da interface de rede padrão.
<code>http.port</code>	<code>integer</code>	Não	<code>4000</code>	Porta de escuta para o servidor HTTP. Se não for especificado, o servidor usará a porta 4000.
<code>url.host</code>	<code>string</code>	Não	<code>"localhost"</code>	Nome de host para o servidor. Se não for especificado, o servidor usará o nome "localhost".
<code>secret_key_base</code>	<code>string</code>	Sim	--	Chave secreta para o servidor. Se não for especificado, o servidor usará a chave secreta padrão.
<code>server</code>	<code>boolean</code>	Não	<code>true</code>	Se o servidor deve ser iniciado automaticamente ao iniciar o sistema. Se não for especificado, o servidor será iniciado automaticamente.

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

Sobrescrita 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 do assinante (paginação, desanexar).
GET /calls	GET, DELETE	Listar ou liberar chamadas ativas.
GET /sms	GET	Listar transações de 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 (interface A) ativas.
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 um pedido 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: 313,
  mnc: 380,
  lac: 0x1092,
  allowed_a5: [:a5_1, :a5_3]

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

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

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

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

```

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

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

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

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

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

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

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

config :omnimsc, Omnimsc.Overload,

```

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

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

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

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

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

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 atualizam automaticamente a cada 5 segundos via WebSocket. 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), consulte a [Referência de Configuração](#). Para a API REST, consulte a [Referência da API](#).

Painel

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

Cartões 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 do 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, DOWN)
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 estado M3UA ASP e 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 acessibilidade.

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, SMS, 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 Temporária do Assinante Móvel alocada pelo VLR
LAC	Código da Área de Localização da célula atual do assinante
Estado	Estado de registro do 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 Temporária do Assinante Móvel
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 está servindo atualmente este assinante
Tipo de 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 tripletos 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	Bloqueio de Todas as Chamadas de Saída
BOIC	Bloqueio de Chamadas Internacionais de Saída
BOIC-exHC	Bloqueio de Chamadas Internacionais de Saída exceto para o País de Origem
BAIC	Bloqueio de Todas as Chamadas de Entrada
BIC-Roam	Bloqueio de Chamadas de Entrada quando em Roaming
CFU	Encaminhamento de Chamadas Incondicional
CFB	Encaminhamento de Chamadas em Ocupado
CFNRy	Encaminhamento de Chamadas sem Resposta
CFNRc	Encaminhamento de Chamadas em Não Acessível
CW	Espera de Chamadas
HOLD	Colocar Chamadas em Espera
MPTY	Multi-Partes
CLIP	Apresentação da Identificação da Linha Chamadora
CLIR	Restrição da 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 STP remotos
ID de Associação	Identificador de associação SCTP
Status	Insígnia de estado M3UA ASP (ATIVO, INATIVO, DOWN)

Todo o transporte de sinalização usa 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 de RESET BSSMAP 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	Número 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 de chamada único
Direção	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 servindo

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 de chamada única
Direção	MO ou MT
Estado do CC FSM	Estado atual da máquina de estados finitos de 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 Chamada	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 respondida)
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 servindo 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 catch-all)
Tipo de Destino	Insígnia indicando o tipo de rota: EMRG, SIP, LOCAL, ISUP, TRANSIT, GMSC
Detalhes	Informações específicas do destino, como nome do par ou grupo de troncos
Prioridade	Valor numérico de prioridade (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 de rota entram em vigor imediatamente, sem necessidade de reinício.

Para conceitos e configuração de roteamento detalhados, consulte [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 todas as FSMs de transação SMS ativas, 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 Resumo

Contador	Descrição
Registros no Arquivo	Número de registros CDR escritos no arquivo de saída atual
Pendentes no Buffer	Número de registros CDR armazenados na 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 crescente monotonamente 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 do pool e roteamento baseado em NRI, consulte [Pool do MSC e NRI](#).

Sistema

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

BEAM VM

Campo	Descrição
Versão 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
Escalonadores	Número de escalonadores online
Tempo de Atividade	Tempo de atividade do BEAM VM desde a inicialização

Memória

Campo	Descrição
Total	Memória total alocada pelo BEAM VM
Processos	Memória consumida por processos Erlang/Elixir
ETS	Memória consumida por tabelas ETS
Binário	Memória consumida por dados de 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 cifragem 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 STP remotos
Status	Insígnia de estado de associação SCTP

Saúde da Árvore de Supervisão

Lista todos os filhos do supervisor de nível superior do OmniMSC (44 filhos), 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 visualização é útil para verificar se todos os subsistemas estão operacionais após a inicialização ou após um evento de recuperação de falhas.

ISUP Trunking

Este documento descreve a interface de tronco ISUP (ISDN User Part) 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 um CIC livre da faixa configurada usando um algoritmo de busca sequencial. O CIC alocado é incluído no IAM de saída e reservado até que a chamada seja liberada.

Parâmetro	Tipo	Descrição
trunk_group	string	Identificador único do grupo de tronco, referenciado nas entradas da tabela de rotas
point_code	list	Código de ponto de destino como [a, b, c], codificado como $a*2048 + b*8 + c$
cic_range	{start, end}	Faixa inclusiva de CICs disponíveis para este grupo de tronco

Gerenciamento de Estado do Circuito

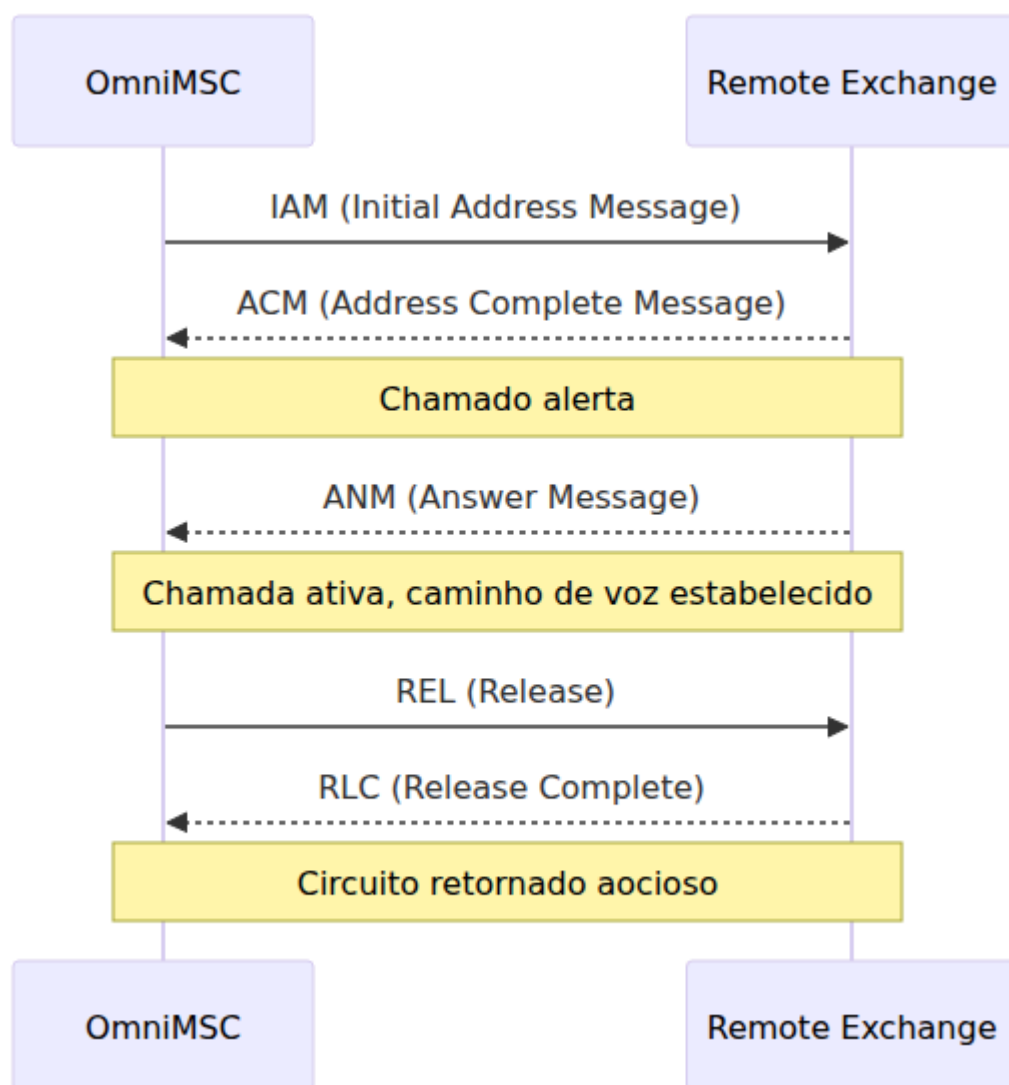
Cada circuito dentro de um grupo de tronco rastreia um estado independente. O gerenciador de circuitos lida com operações de bloqueio, desbloqueio e redefinição do grupo.

Estado do Circuito	Descrição
Ocioso	Disponível para captura
Capturado	Alocado para uma chamada de saída (IAM enviado)
Entrante	Reservado para uma chamada de entrada (IAM recebido)
Ativo	Chamada em andamento (ANM trocado)
Bloqueado (local)	Bloqueado localmente via BLO, indisponível para captura
Bloqueado (remoto)	Bloqueado remotamente via BLO do lado distante
Não equipado	CIC existe na faixa, mas não está provisionado

O bloqueio de circuito (BLO) e o desbloqueio (UBL) podem ser realizados por circuito ou em grupos (CGB/CGU). A redefinição do grupo (GRS/GRA) redefine todos os circuitos em uma faixa para ocioso e limpa qualquer estado de bloqueio.

Fluxo de Mensagens ISUP

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

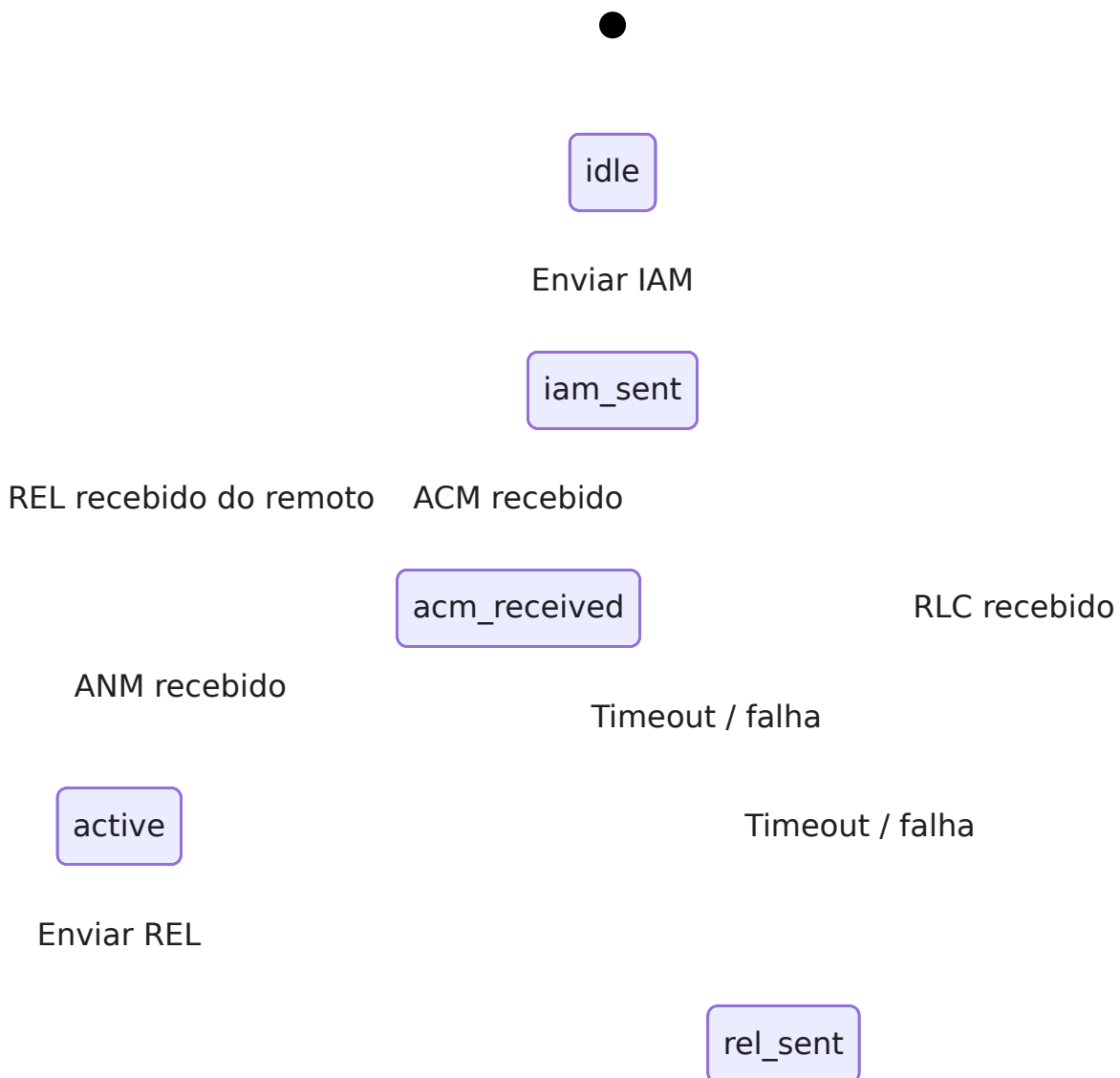


Para chamadas entrantes, as direções são invertidas: IAM chega da troca remota, e o OmniMSC envia ACM e ANM à medida que a chamada avança através do alerta e resposta.

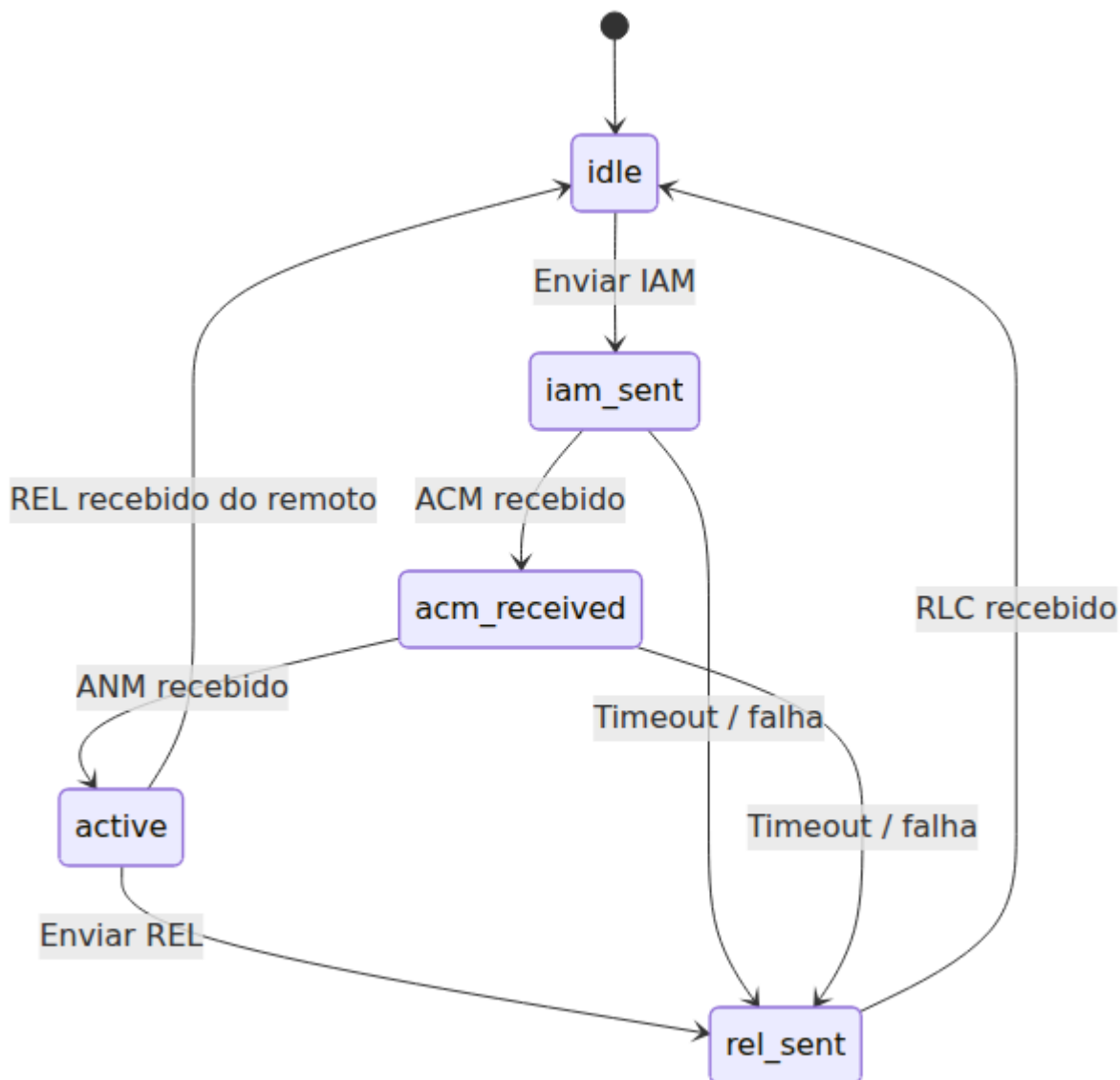
Estados do Manipulador ISUP

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 ISUP padrão 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 ao Expirar
T1	20s	REL enviado	RLC não recebido	Retransmitir REL
T5	300s	Primeiro vencimento 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 102 (recuperação na expiração do temporizador) e retorna o circuito ocioso. Quando T9 expira sem um ANM, o OmniMSC envia um REL com causa 19 (nenhuma resposta do usuário).

Codificação de Mensagens ISUP

O OmniMSC implementa um codec para codificação e decodificação dos 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 de parâmetros fixos obrigatórios, variáveis obrigatórias e opcionais.

Mensagem	Código do Tipo	Direção	Parâmetros Chave
IAM	0x01	Originando	Nature of Connection, Forward Call Indicators, Calling Party Category, Transmission Medium Requirement, Called Party Number, Calling Party Number
ACM	0x06	Terminando	Backward Call Indicators, Optional Backward Call Indicators, Cause Indicators
ANM	0x09	Terminando	Backward Call Indicators
REL	0x0C	Ambos	Cause Indicators
RLC	0x10	Ambos	(nenhum -- apenas reconhecimento)

Mensagens adicionais suportadas para manutenção de circuitos:

Mensagem	Código do Tipo	Propósito
BLO	0x13	Bloquear um circuito (manutenção local)
UBL	0x14	Desbloquear um circuito
GRS	0x17	Redefinição de grupo de uma faixa de circuitos
GRA	0x29	Reconhecimento de redefinição de grupo
COT	0x05	Resultado da verificação de continuidade

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 para Frente 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 entrantes, 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 o 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
<code>type</code>	<code>:isup</code>
<code>trunk_group</code>	Nome do grupo de tronco que corresponde a um grupo de tronco configurado
<code>point_code</code>	Código de ponto de destino como <code>[a, b, c]</code>
<code>cic_range</code>	Faixa de CIC como <code>{start, end}</code>

Quando o roteamento seleciona um destino ISUP, o roteador de tronco solicita um circuito livre do gerenciador de circuitos. Se não houver circuitos disponíveis no grupo de tronco primário, o sistema tenta grupos de tronco de transbordo para o mesmo código de ponto de destino.

Para exemplos de configuração de rota, veja [Routing Configuration](#).

Suporte SIP-I

SIP-I (SIP com ISUP encapsulado) fornece um transporte baseado em IP para mensagens ISUP. Rotas com o tipo `:sip_i` transportam a mensagem ISUP completa (IAM, ACM, ANM, REL) como um corpo MIME `application/ISUP` dentro da sinalização SIP de acordo com 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 o 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 tronco automaticamente tenta novamente via o grupo de tronco ISUP configurado.

Gatilho de Failover	Descrição
Status do par <code>:down</code>	Par SIP está inacessível (falha no keepalive OPTIONS)
Resposta SIP 5xx	Erro do servidor do par SIP
Timeout SIP	Sem resposta dentro do temporizador de transação SIP
<code>max_channels</code> excedido	Par SIP não tem capacidade disponível

No failover, o roteador de tronco 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 de 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 no 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 a [Referência de Configuração](#). Para a visão da camada SMS do 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 o [Guia do Painel de Controle](#).

Cliente MAP

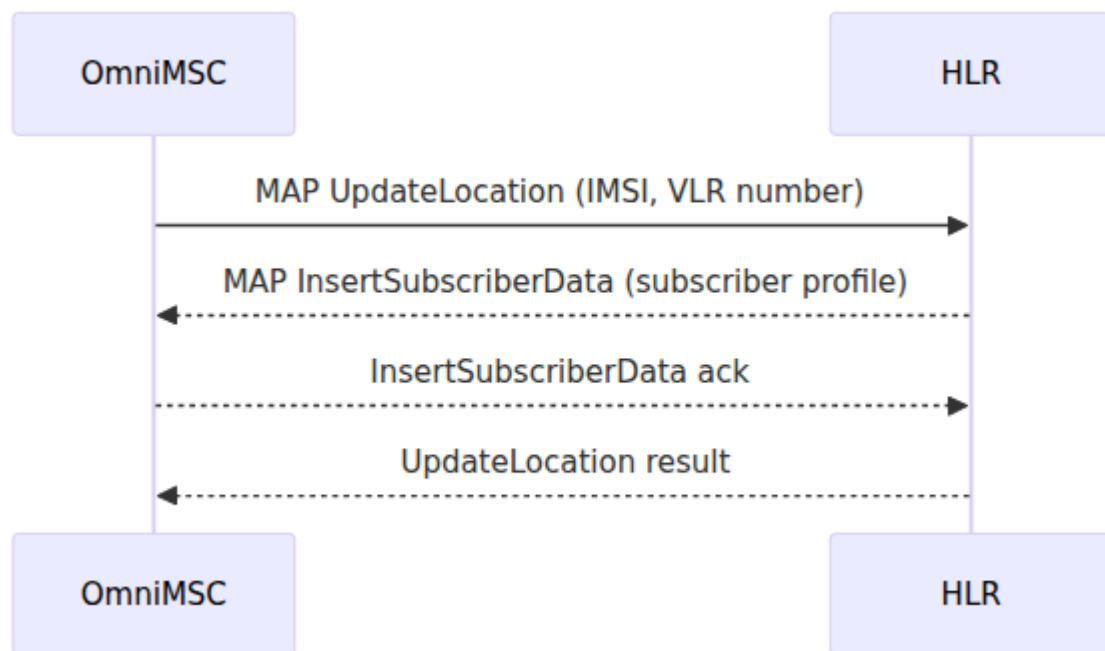
O OmniMSC opera um cliente MAP que gerencia diálogos com pares MAP remotos (HLR, SMSc, gateway USSD). O cliente MAP lida com o ciclo de vida do diálogo, correlação de transações TCAP e supervisão de tempo limite do diálogo.

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 de tempo limite configurável. 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 carrega 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 carrega o perfil do assinante, incluindo:

- MSISDN (o número de diretório do assinante)
- Serviços de portadora CS e teleserviços

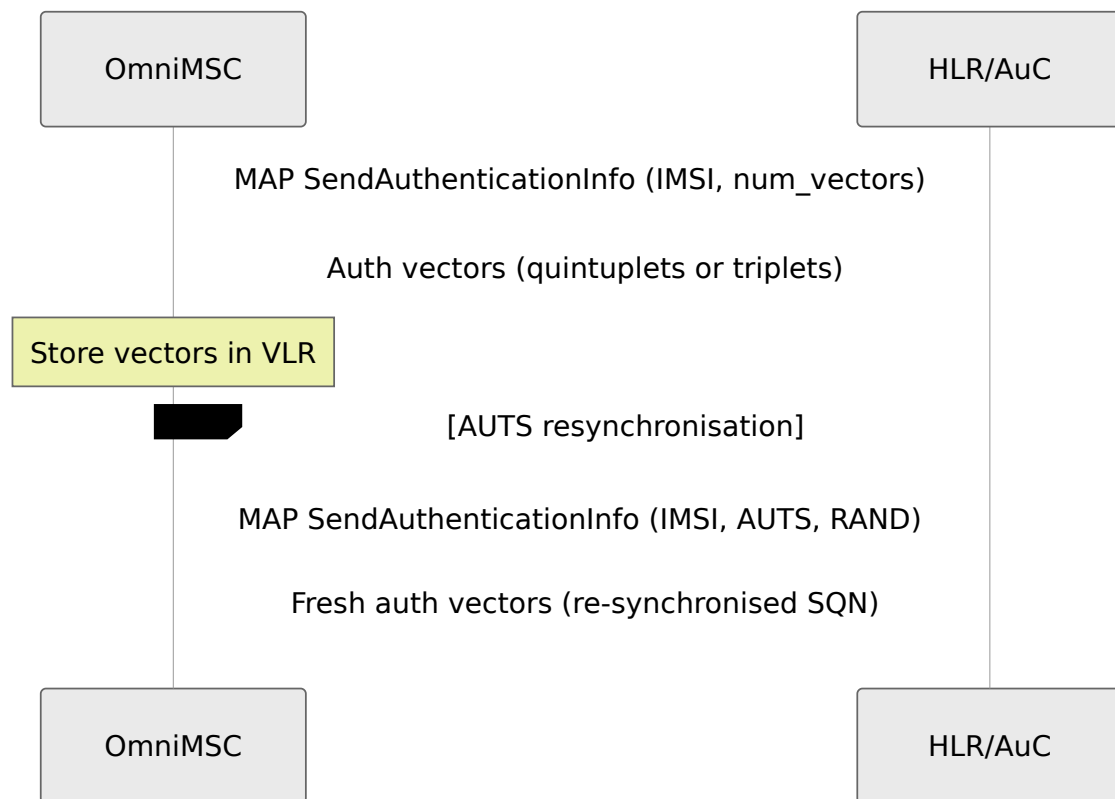
- Categorias de Proibição Determinada pelo Operador (ODB)
- Dados de serviço suplementar (números de encaminhamento de chamadas, status de proibição, modo CLIR, status de CW)
- Informações de assinatura CAMEL (chaves de serviço, endereços gsmSCF)

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 voltas ao HLR.

SendAuthenticationInfo

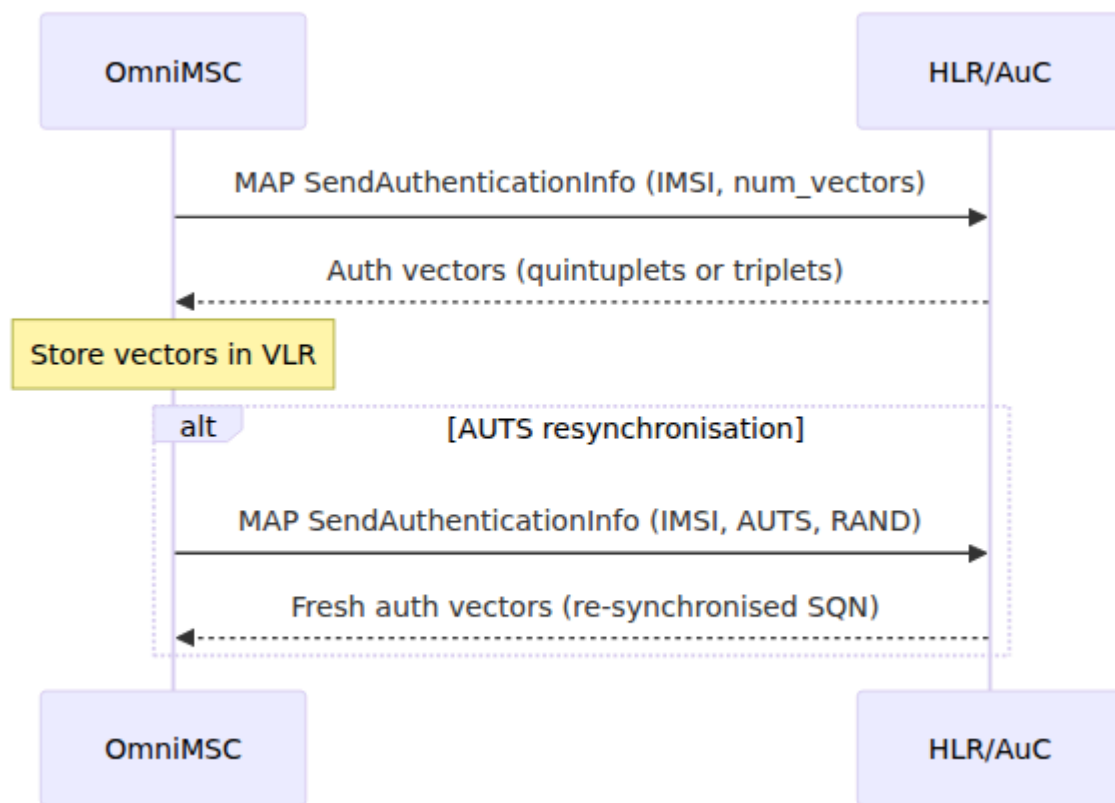
O MSC envia MAP SendAuthenticationInfo para o HLR para buscar vetores de autenticação para um assinante. A solicitação carrega o IMSI, o número de vetores solicitados e, opcionalmente, dados de re-sincronização (AUTS) se o UE relatou uma falha de número de sequência.

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 seja esgotado.



PurgeMS

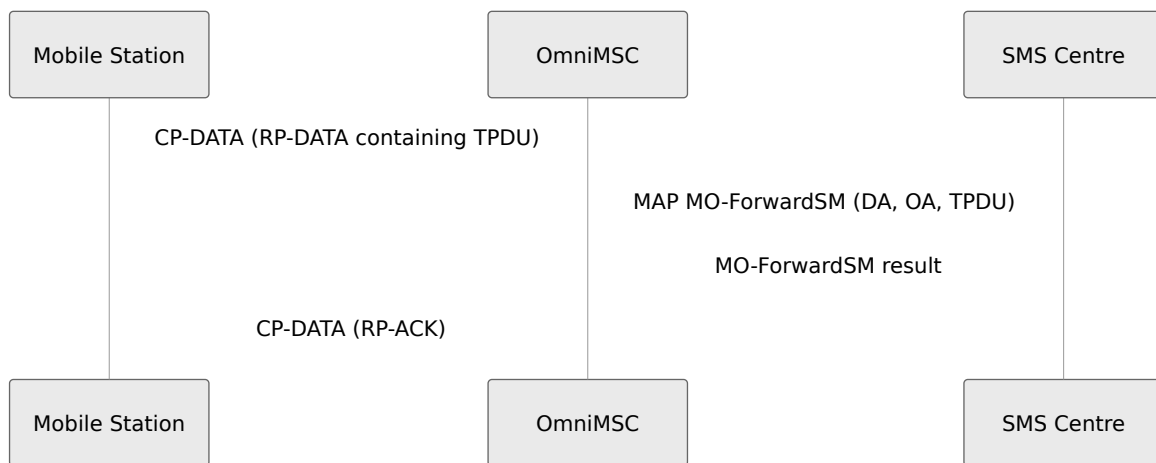
O MSC envia MAP PurgeMS para o HLR quando um assinante realiza um desanexamento de IMSI. A mensagem carrega o IMSI e o número do VLR. Ao receber o PurgeMS, o HLR limpa o endereço do VLR do registro do assinante. Isso garante o roteamento correto do T-ADS (Terminating Access Domain Selection): sem um 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 por dispositivos móveis. A mensagem carrega 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).

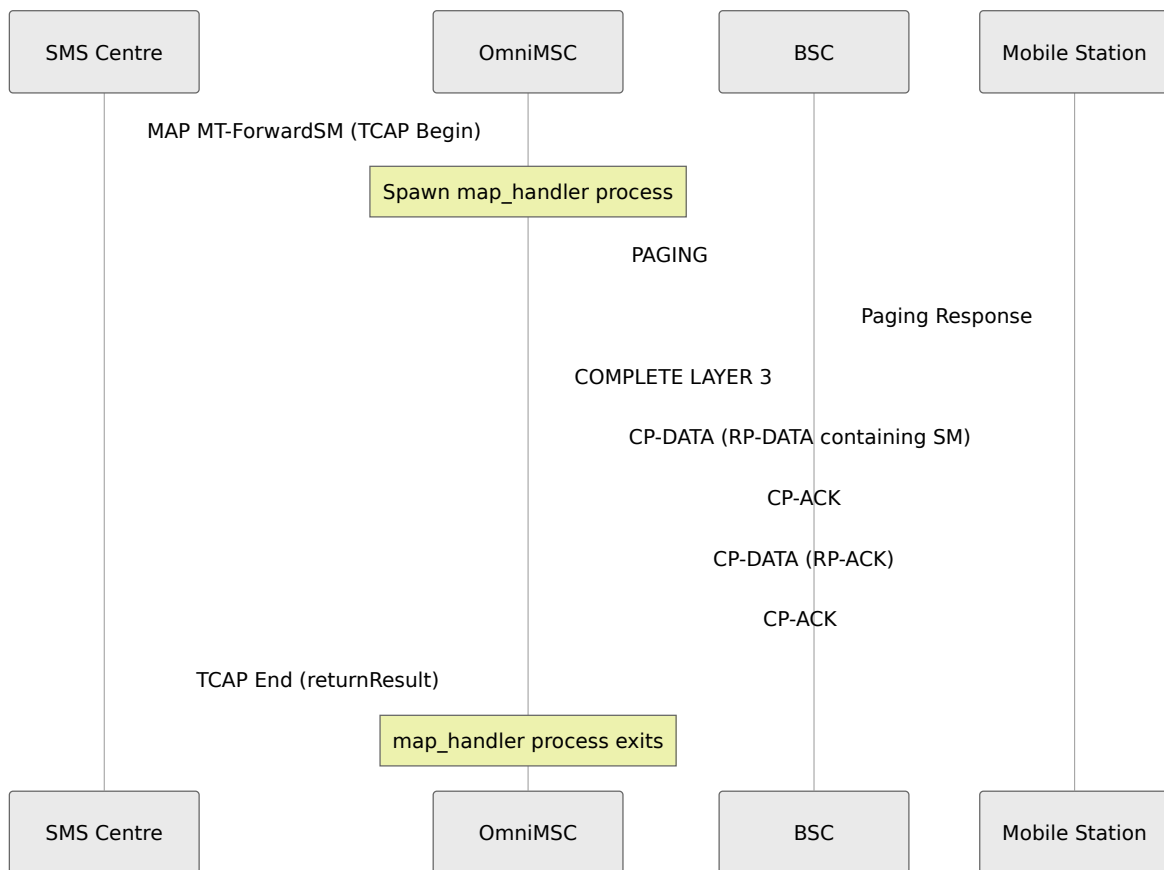
O SMSc reconhece com um resultado de retorno na aceitação bem-sucedida ou um erro de retorno se a mensagem não puder ser processada (por exemplo, congestionamento do SMSc, destino inválido).



MT-ForwardSM

O Centro de SMS envia MAP MT-ForwardSM para o MSC para entrega de mensagens curtas terminadas em dispositivos móveis. 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 paginamento 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 de paginação)
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 (esquema de codificação de dados) 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; carrega o ID de transação de origem (otid)
TC-CONTINUE	Ativo	Ambas as partes trocam componentes; a resposta carrega o ID de transação de destino (dtid) que corresponde ao otid do par
TC-END	Fechamento	Mensagem final; carrega 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 otid/dtid. Quando um TCAP CONTINUE ou END chega, o cliente combina o dtid com 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 configurável. 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 (retornar 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 da falha do 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 Faltando	SendAuthenticationInfo	A autenticação não pode prosseguir; rejeitar serviço
Valor de Dado Inesperado	InsertSubscriberData	Registrar e rejeitar o parâmetro ofensivo

Falhas em Nível de Diálogo

Quando um TCAP ABORT é recebido ou um diálogo atinge o tempo limite, 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 SMSs, 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 ao nó de origem correto, mesmo quando múltiplos HLRs ou SMSs com diferentes códigos de ponto são acessíveis via o mesmo STP. As informações de roteamento da associação M3UA de entrada são armazenadas por diálogo e usadas para todas as mensagens subsequentes dentro desse diálogo.

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 a ponte de conferência MPTY sob a perspectiva 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

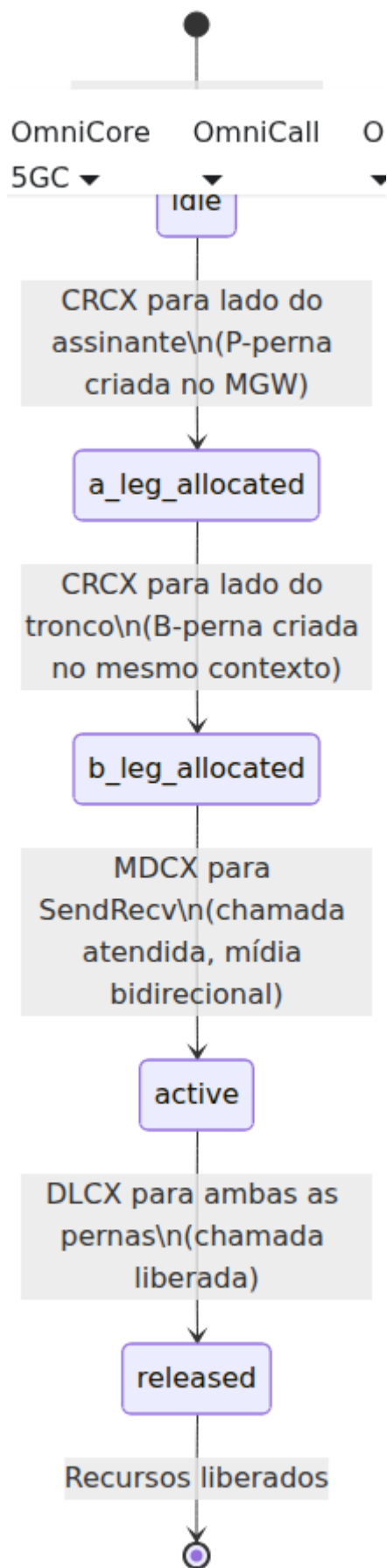
Comando	Propósito	Descrição
CRCX	Criar Conexão	Aloca um novo ponto de extremidade RTP no gateway de mídia e retorna o endereço IP local, porta e SDP para esse ponto de extremidade.
MDCX	Modificar Conexão	Atualiza os parâmetros de uma conexão existente, como mudar o modo de mídia de apenas receber para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

Nomeação de Ponto de Extremidade

Os pontos de extremidade do gateway de mídia seguem a convenção de nomenclatura `rtpbridge/N@mgw`, onde `N` é um número de ponto de extremidade atribuído sequencialmente e `mgw` é o nome de domínio do gateway. 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.



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 o 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 do MGW que a A-perna. Ao colocar ambas as pernas no mesmo contexto, o gateway de mídia conecta internamente os dois fluxos RTP, permitindo a continuidade do caminho de voz sem fazer hairpinning da mídia através do 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

Codec	Payload RTP	Descrição
AMR-FR	dinâmico	Adaptive Multi-Rate Full Rate, modo alinhado a octetos (octet-align=1)
GSM-EFR	dinâmico	GSM Enhanced Full Rate (6.60 kbit/s)
GSM-FR	3	GSM Full Rate (13.0 kbit/s)
AMR-HR	dinâmico	Adaptive Multi-Rate Half Rate
GSM-HR	dinâmico	GSM Half Rate (5.60 kbit/s)

A lista de oferta de codecs é construída a partir da interseção das capacidades de versão de voz relatadas pelo BSC e das preferências de codec configuradas no MSC. O SDP resultante é incluído no SIP INVITE de saída para o par de 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 membresia da conferência apenas através de sinalização e não processa a 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=)	<code>OmniMSC</code> como o nome de usuário do 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 <code>fmtp</code> para o modo alinhado a octetos AMR

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

Suporte a 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 configurável por gateway de mídia através da configuração do modo de mídia.

Megaco usa um modelo de comando baseado em transações 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 de 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, veja [Referência de Configuração](#). Para resolução de condições de alerta, veja [Guia de Solução de Problemas](#). Para a visualização em tempo real do painel de chamadas ativas e contagem de assinantes, veja [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 BEAM VM, incluindo contagem de processos, memória e carga do escalonador — veja [Guia do Painel de Controle](#).

As definições de métricas são declaradas em `Omnimsc.Telemetry.Metrics.Prometheus.metrics/0`. 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	
<code>omnimsc_active_calls_count</code>	Gauge	--	Chamadas ativas
<code>omnimsc_vlr_subscribers_count</code>	Gauge	--	Assinantes registrados
<code>omnimsc_sccp_connections_count</code>	Gauge	--	Conexões (int)
<code>omnimsc_sms_sent_count</code>	Counter	--	Total enviado
<code>omnimsc_location_update_complete_count</code>	Counter	<code>type</code>	Atualizações de localização (impermeável)
<code>omnimsc_auth_failure_count</code>	Counter	<code>reason</code>	Falhas (motivos de sistema)
<code>omnimsc_auth_skipped_count</code>	Counter	--	Autenticação ignorada (conexão existente)
<code>omnimsc_handover_attempt_count</code>	Counter	<code>type</code>	Tentativas de transferência (int)

Métrica	Tipo	Rótulos	
<code>omnimsc_paging_attempt_count</code>	Counter	<code>result</code>	Ter (de tir
<code>omnimsc_peer_status</code>	Gauge	<code>peer</code>	Sta (1=
<code>omnimsc_ss_operation_count</code>	Counter	<code>operation</code> , <code>ss_service</code>	Op sup
<code>omnimsc_ss_error_count</code>	Counter	<code>reason</code>	Err
<code>omnimsc_ussd_request_count</code>	Counter	<code>routing</code>	Sol (loc
<code>omnimsc_map_dialogue_duration</code>	Histogram	<code>operation</code>	Ter diá
<code>omnimsc_call_release_count</code>	Counter	<code>type</code>	Lib (m

Valores de Rótulo

omnimsc_location_update_complete_count -- o rótulo `type` distingue os tipos de atualização de localização conforme 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 timer T3212)

omnimsc_auth_failure_count -- o rótulo `reason` identifica a causa da falha:

Valor	Descrição
mac_failure	Desvio SRES/RES -- resposta do MS não corresponde ao valor esperado
sync_failure	SQN fora do intervalo, resincronização necessária
timeout	Timer de autenticação (T3260) expirado sem resposta

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 par 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
<code>local_ss</code>	Solicitação tratada localmente pelo MSC
<code>hlr_relay</code>	Solicitação retransmitida para o HLR via MAP

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

Valor	Descrição
<code>mo</code>	Chamada originada por celular liberada
<code>mt</code>	Chamada terminada em celular liberada

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 motivo:

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

Disponibilidade de pares -- identificar quaisquer pares que estejam 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 atenção 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 para 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, fonte e texto descritivo.
[:omnimsc, :alarm, :cleared]	Emitido quando uma condição de alarme é resolvida. Os metadados incluem alarm_id, severidade e fonte.

Os alarmes permanecem ativos até que a condição subjacente seja resolvida, momento em que o evento de limpeza é emitido. Várias 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 do balanceador 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 dos links de pares, resumo de alarmes, contagem de processos BEAM e tempo de atividade. Este endpoint fornece uma visão abrangente para painéis operacionais e propósitos 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 que o sistema exceda 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 simultâneas
Assinantes registrados	50.000	Máximo de assinantes no VLR
Contagem de processos BEAM	500.000	Máximo de processos Erlang
Taxa de paginação	1.000/sec	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 equipamentos de comutação). Chamadas já em andamento 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 de SMS. Chamadas de emergência ignoram a proteção contra sobrecarga independentemente da carga do sistema, conforme 3GPP TS 22.101.

Para configuração de limites, veja [Referência de Configuração](#).

Pool MSC e NRI

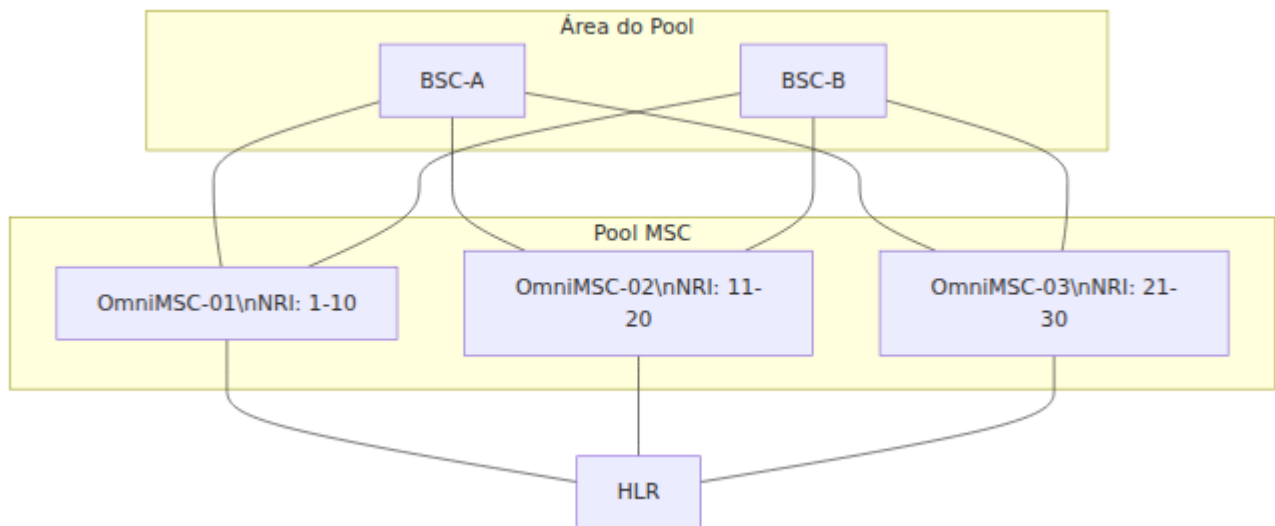
Este documento descreve a arquitetura MSC-in-Pool implementada pela OmniMSC da Omnitouch de acordo com a 3GPP TS 23.236. O pooling permite que múltiplos servidores MSC compartilhem uma área de pool comum, proporcionando distribuição de carga entre os MSCs e resiliência contra falhas individuais de MSC.

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

Conceito MSC-in-Pool

Em uma arquitetura tradicional, cada BSC se conecta a um único MSC. Se esse MSC falhar, todos os assinantes atendidos por suas BSCs perdem o serviço. O pooling de MSC aborda essa limitação permitindo que BSCs se conectem a múltiplos MSCs simultaneamente via a 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 um BSC, o BSC extrai o NRI e roteia o sinal para o MSC correto. Se esse MSC não estiver disponível, o 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 que retornam, o BSC usa o NRI no TMSI para selecionar o MSC que originalmente registrou o assinante. Para novos assinantes (sem TMSI ou NRI nulo), o 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. De acordo com a 3GPP TS 23.236, o campo NRI é colocado imediatamente após os dois bits reservados mais significativos do TMSI. O comprimento do campo NRI é configurável e deve ser idêntico entre todos os membros do pool.

Layout de Bits do TMSI

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

O comprimento padrão do bit NRI é 10, suportando até 1024 valores NRI distintos. Implantações menores podem usar menos bits.

Comprimento do Bit NRI	Valores NRI Máximos	Bits Restantes do TMSI
5	32	25
8	256	22
10	1024	20

O valor NRI 0 é reservado como "NRI nulo" e 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 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, em seguida, 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 o 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 associação ao pool é configurada sob a chave pool na configuração do MSC (veja [Referência de Configuração](#)). Os parâmetros essenciais são:

Parâmetro	Padrão	Descrição
pool_id	nil (pooling desativado)	Identificador do pool. Todos os MSCs no mesmo pool devem compartilhar o mesmo pool_id. Defina como nil para operar em modo autônomo (não agrupado).
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 15 conforme a Seção 5 da TS 23.236.
nri_values	(lista vazia)	Lista de valores NRI pertencentes a esta instância de MSC. TMSIs alocados por este MSC conterão um desses valores. As faixas 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, código de ponto SS7 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
point_code	Código de ponto SS7 do MSC remoto, usado para sinalização MAP/E-interface
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 do BSC (NNSF) roteia para o MSC errado, ou quando o MSC proprietário não está disponível.

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

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 status de saúde do MSC proprietário:

Status do MSC Proprietário	Comportamento
Acessível	Enviar MAP SendIdentification para o MSC proprietário para recuperar o IMSI e os vetores de autenticação, em seguida, continuar a atualização de localização com a identidade recebida
Inacessível	Solicitar o IMSI diretamente do UE via uma Solicitação de Identidade, em seguida, 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
Ativo	Membro está respondendo a sondas de saúde	Assinantes NRI estrangeiros são identificados via MAP SendIdentification para o MSC proprietário
Inativo	Membro não respondeu dentro do período de timeout	Assinantes NRI estrangeiros são identificados solicitando o IMSI do UE
Desconhecido	Estado inicial antes que as sondas de saúde sejam concluídas	Tratado da mesma forma que Inativo
Drenando	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 do pool permite atualizações sem tempo de inatividade drenando e atualizando um MSC de cada vez.

1. Defina o MSC alvo para o estado de drenagem via o Painel de Controle ou API. Os 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 os BSCs e se anuncia via MAP Reset.
7. O MSC começa a aceitar novos assinantes. Os BSCs o incluem em seu algoritmo de seleção.
8. Verifique a saúde na página do Pool: estado do membro é Ativo, 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, código de ponto, faixa de NRI, estado de saúde (Ativo, Inativo ou Drenando), timestamp da última sonda e contagem de assinantes por membro.
- Gráfico de distribuição de NRI: distribuição visual de assinantes entre faixas 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 do Pool MSC, formato NRI, seleção de 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 do 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 os números chamados, seleciona rotas e entrega chamadas a seus destinos. Ele abrange o pipeline de análise de números, a tabela de rotas, os tipos de destino suportados, a função GMSC e as interfaces de gerenciamento de rotas.

Para diagramas de fluxo de chamada mostrando como o roteamento se integra à configuração da chamada, veja [Diagramas de Fluxo de Chamada](#). 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 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 (por exemplo, 112, 911, 000)	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 ao 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 corresponda ao acima	O código do país e o código de área são precedidos

Prioridade	Tipo de Número	Regra de Detecção	Normalização
			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 se há um prefixo correspondente em cada etapa. O primeiro (mais longo) correspondente encontrado é utilizado. Se nenhuma correspondência específica de prefixo for encontrada, a tabela recua para a rota padrão (o prefixo é a string vazia). Se nenhuma rota padrão existir, a chamada falha com um erro de no-route-to-destination.

Ordem de Prioridade

Cada entrada de rota possui um valor de prioridade numérico. Valores mais altos têm precedência. A prioridade é utilizada 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 <code>psap_address</code>
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
		I"		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 vence 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 destino 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 aparelho 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 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, porta, transporte e configuração de codec do par 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-la.

:isup

Roteia a chamada via um grupo de troncos ISUP SS7. A entrada de rota especifica o nome do grupo de troncos, o código de ponto de destino e o intervalo 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 central 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 tenta automaticamente 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 uma FSM de Controle de Chamada completa. 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 chamadas de entrada de troncos específicos.

Gerenciamento da Tabela de Rotas

Interface Web

A página de Rotas e Troncos no Painel de Controle do OmniMSC fornece uma interface com abas para gerenciar rotas, grupos de troncos ISUP e pares SIP. A partir da 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 a 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/:prefix	Remove uma rota pelo seu prefixo

Teste de Consulta de Rotas

O endpoint de consulta de rotas permite que operadores e sistemas de integração testem decisões de roteamento sem fazer 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 no-route 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 fez a consulta. O MSRN é liberado de volta para o pool assim que a chamada de entrada chega ou a alocação expira.

Roteamento Consciente de 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 relatar 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 desse 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 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 central SS7 remota. Os grupos de troncos são identificados por nome e configurados com um código de ponto de destino e intervalo de CIC. Quando o roteamento seleciona um grupo de troncos ISUP, o Roteador de Troncos aloca o circuito ocioso disponível mais baixo e envia um IAM.

Os 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

Os pares SIP representam gateways VoIP remotos, nós IMS ou provedores de trunking SIP. 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-la.

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	Manipulação de gatilho CAMEL no fluxo de roteamento

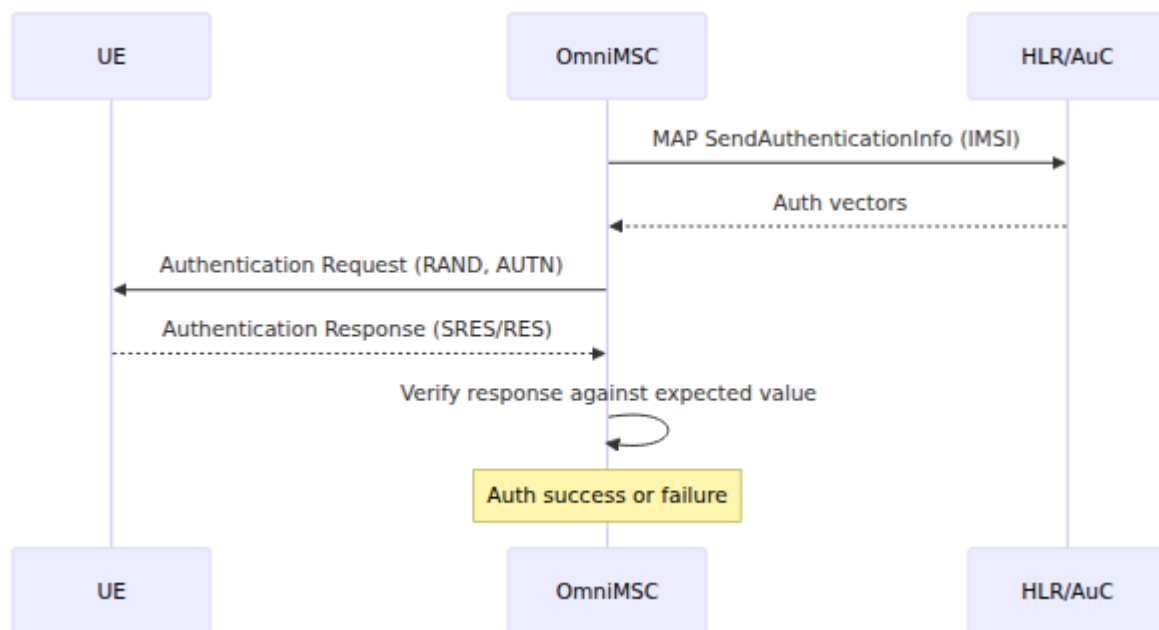
Segurança

Este documento descreve os mecanismos de autenticação, criptografia e gerenciamento de identidade implementados pelo OmniMSC, incluindo autenticação GSM e UMTS, criptografia de 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 na 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 de interface aérea
IK	128 bits	Chave de integridade para proteção de integridade de 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 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 do banco de dados), ele retorna uma Falha de Autenticação com a causa "falha de SQN" e inclui um AUTS (token de ressincronização) de 112 bits. O MSC encaminha AUTS para o HLR em uma nova solicitação MAP SendAuthenticationInfo, permitindo que o AuC ressincronize seu contador SQN e retorne vetores frescos.

GSM AKA

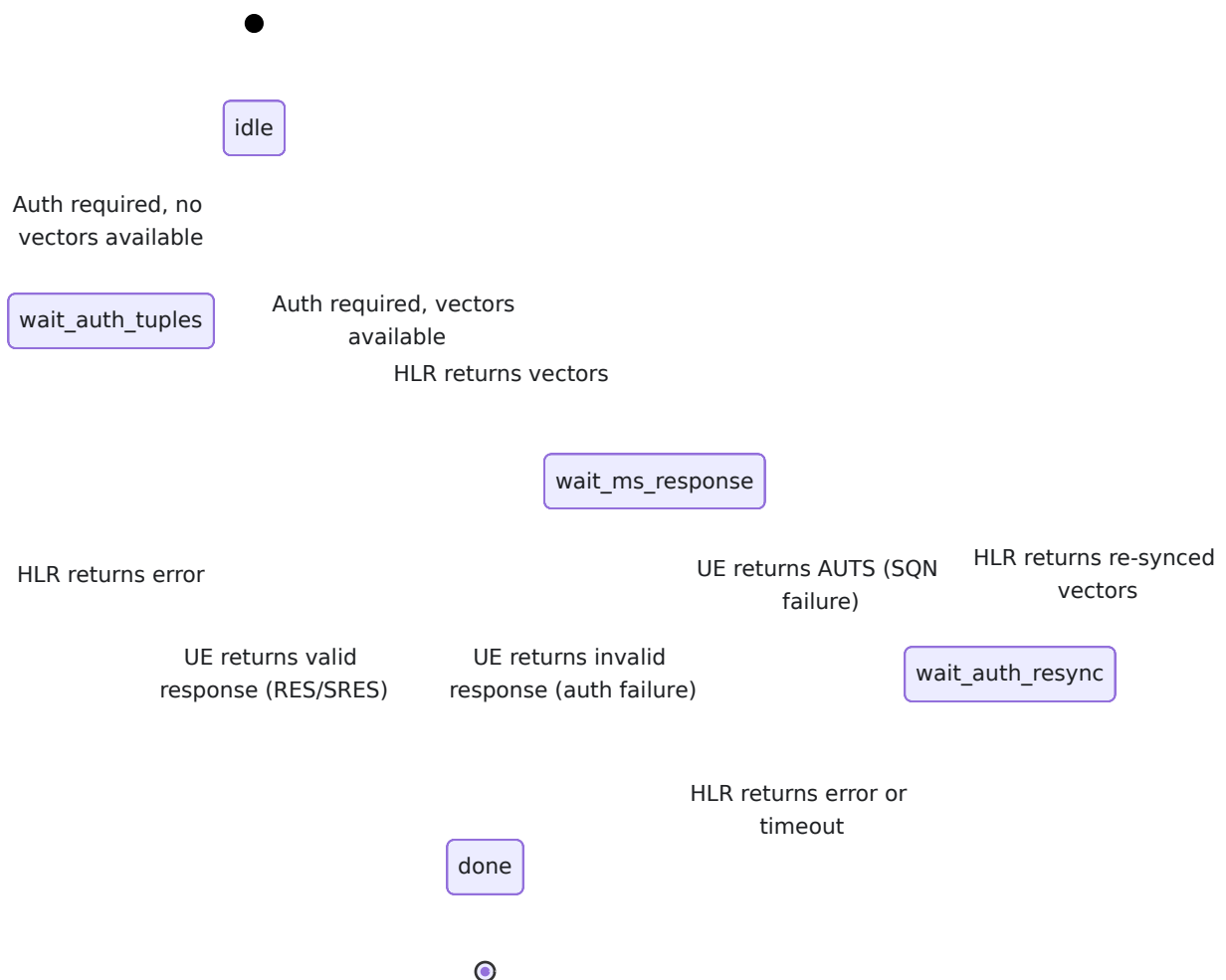
A autenticação GSM utiliza triplas para assinantes apenas 2G (SIM sem aplicação USIM). Cada tripla contém:

Campo	Tamanho	Descrição
RAND	128 bits	Desafio aleatório
SRES	32 bits	Resposta assinada, calculada pelo SIM usando $A_3(K_i, RAND)$
Kc	64 bits	Chave de criptografia, calculada pelo SIM usando $A_8(K_i, RAND)$

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 contra o 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 estado `wait_ms_response`, o MSC enviou a Solicitação de Autenticação para o UE e está aguardando a resposta. O estado `wait_auth_resync` lida com o procedimento de resincronização AUTS quando o UE relata uma discrepância no número de sequência.

Criptografia

Após a autenticação bem-sucedida, o MSC inicia a criptografia de 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 essa 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 concluir a autenticação, criptografia e a troca de HLR UpdateLocation, 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 não correspondentes, quebrando a paginação subsequente.

TMSI em Pool MSC

Quando operando 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 retornando 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 transbordamento 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 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 A3/A8, A5
TS 48.008	Interface MSC-BSS (BSSMAP)	Comando/Completo do Modo de Criptografia
TS 25.413	Interface UTRAN Iu (RANAP)	Comando/Completo do Modo de Segurança
TS 23.236	Conexão Intra- Domínio de Nós RAN para Múltiplos Nós CN	Alocação 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 de acordo com o 3GPP TS 29.118. A interface SGs conecta o MSC/VLR ao MME, permitindo o anexo combinado EPS/IMSI, o paginamento CS via a rede LTE e a entrega de SMS sem fallback CS.

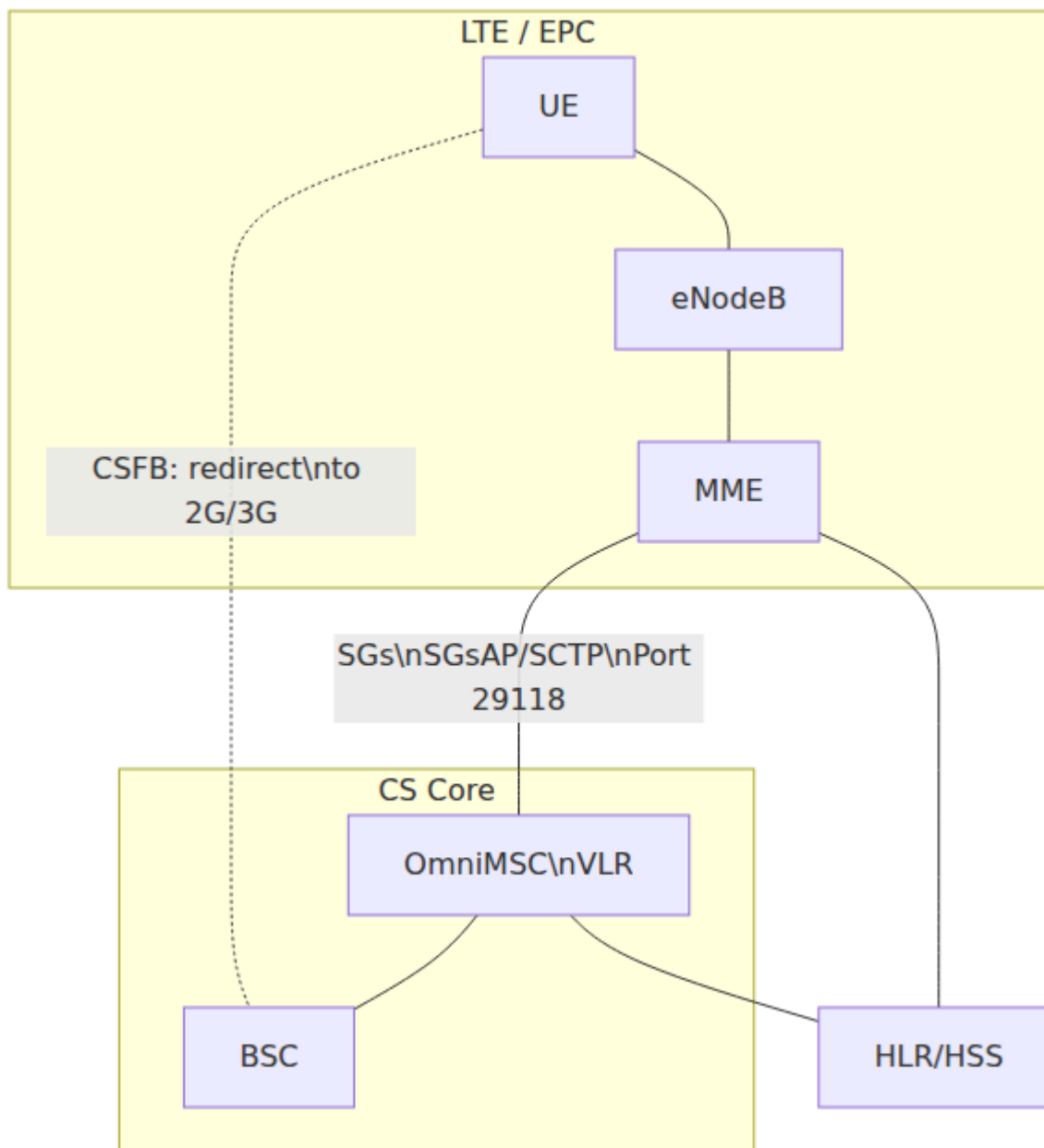
Para o diagrama de sequência de chamadas CSFB MT, veja [Diagramas de Fluxo de Chamadas](#). Para parâmetros de configuração, veja [Referência de Configuração](#). Para autenticação durante o anexo combinado, veja [Autenticação & Segurança](#). Para SMS sobre SGs, veja [SMS](#). Para considerações sobre o Pool MSC com CSFB, veja [Pool MSC](#).

Visão Geral

Nas redes LTE, o MME gerencia a mobilidade para serviços comutados por pacotes. No entanto, o LTE não suporta nativamente voz comutada por circuito antes da implantação do VoLTE. O CSFB permite que assinantes conectados ao LTE recebam e façam chamadas de voz CS e SMS voltando 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 anexo combinado EPS/IMSI, registrando um assinante simultaneamente nos domínios EPC e CS.
- Paginando assinantes conectados ao LTE para chamadas CS recebidas, acionando um fallback para GERAN ou UTRAN.
- Entregar SMS a assinantes conectados ao 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 de acordo com o 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	Paginando assinante para chamada MT ou SMS MT
SGsAP-SERVICE-REQUEST	MME para MSC	Assinante respondendo ao paginamento CS (CSFB em andamento)
SGsAP-SERVICE-ABORT-REQUEST	MSC para MME	Abortando um pedido de serviço de fallback CS

Túnel 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 da 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

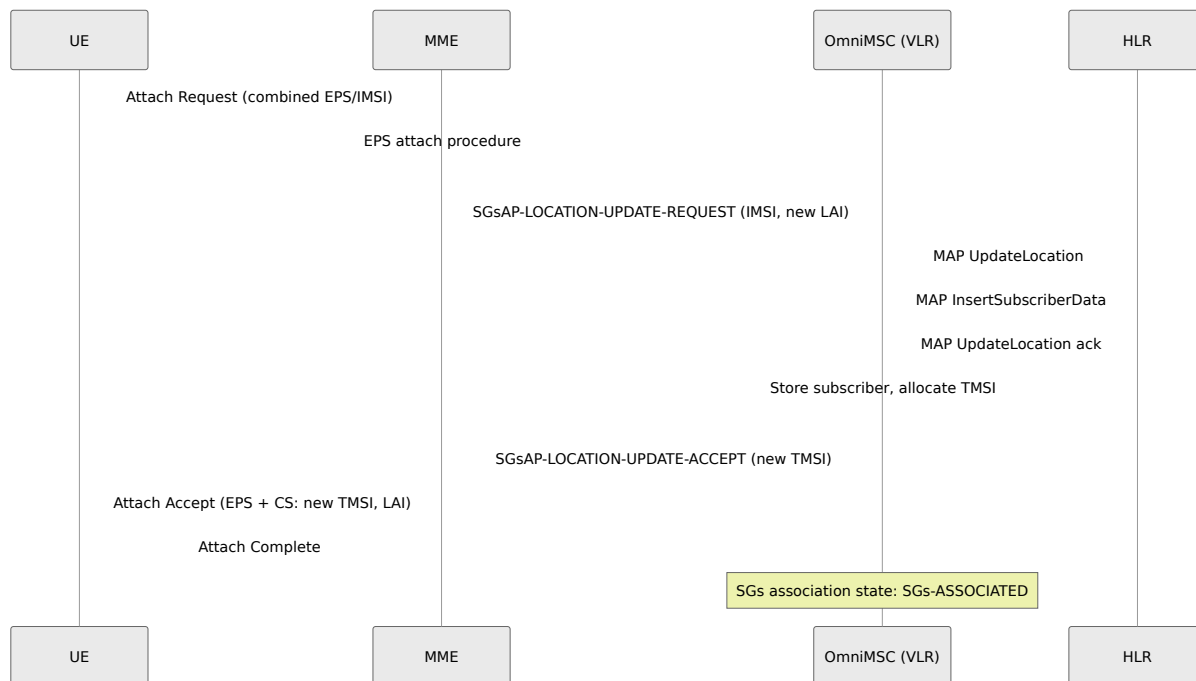
Reinício e Status

Mensagem	Direção	Propósito
SGsAP-RESET-INDICATION	Qualquer direção	O par reiniciou; o receptor deve re-registrar assinantes afetados
SGsAP-RESET-ACK	Qualquer direção	Reconhecimento da indicação de reinício
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	Pedido de alerta após falha de paginação
SGsAP-ALERT-ACK	MME para MSC	Reconhecimento do alerta
SGsAP-UE-ACTIVITY-INDICATION	MME para MSC	UE se tornou ativa
SGsAP-RELEASE-REQUEST	MSC para MME	Liberar a conexão SGs para este assinante

Anexo Combinado EPS/IMSI

Quando um UE realiza um anexo combinado EPS/IMSI no 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

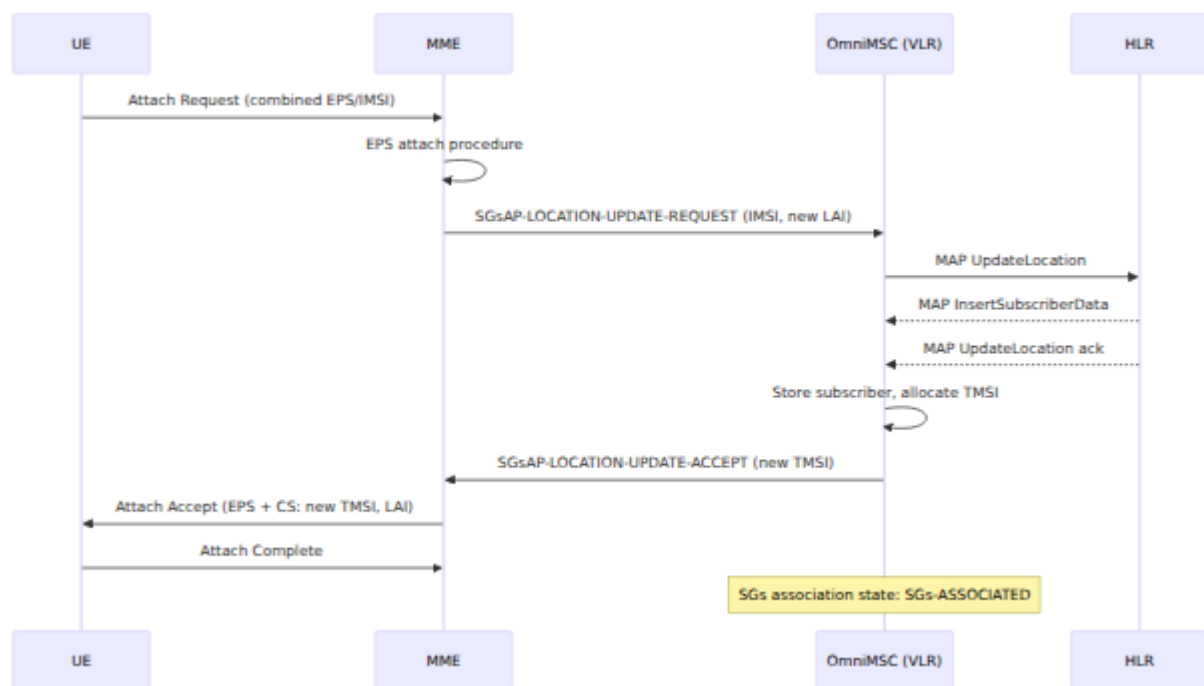
aceitação ou rejeição. Após a aceitação, o assinante é registrado simultaneamente nos domínios EPC (via MME) e CS (via MSC/VLR).



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

Paginação de Chamada MT via CSFB

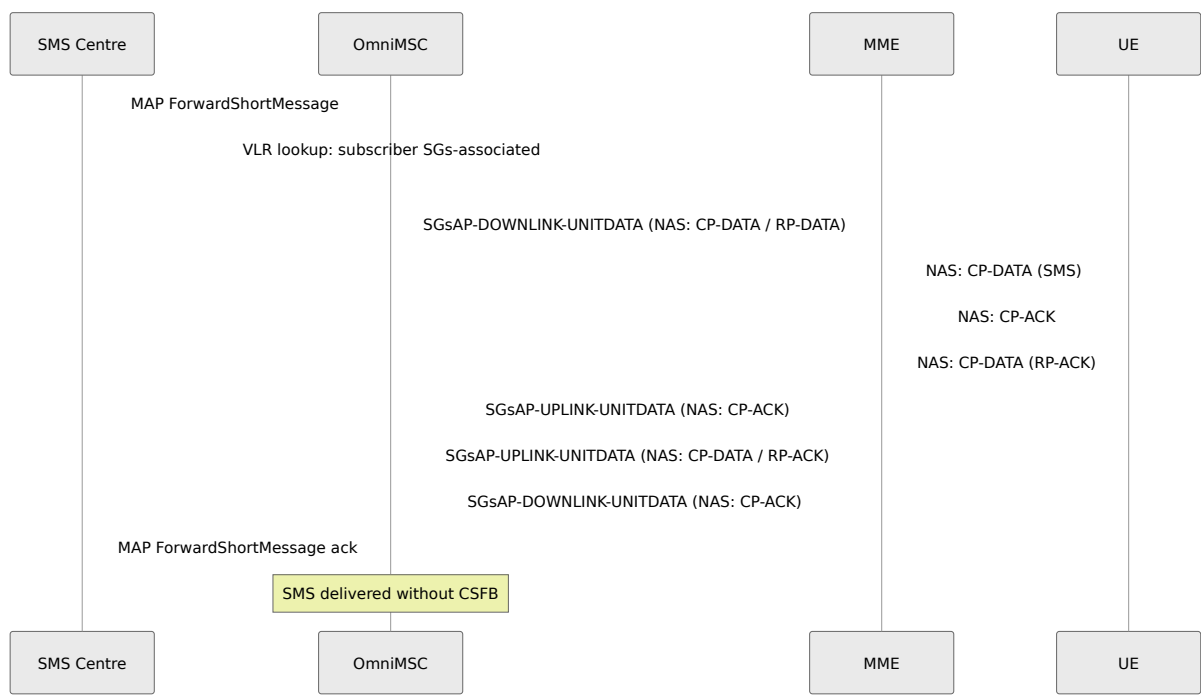
Quando uma chamada MT chega para um assinante que está conectado via LTE (associado ao SGs), o MSC pagina o assinante através do MME em vez de através dos BSCs. O MME instrui o UE a voltar para 2G ou 3G, onde a chamada prossegue pela interface A ou interface lu-CS.



Uma vez que o UE tenha retornado ao 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 ao LTE sem exigir CSFB. O MSC encapsula o PDU NAS de SMS através da interface SGs para o MME, que o entrega ao UE sobre a interface aérea LTE. Isso evita a latência e o custo de recursos de rádio de um fallback CS para uma mensagem curta.

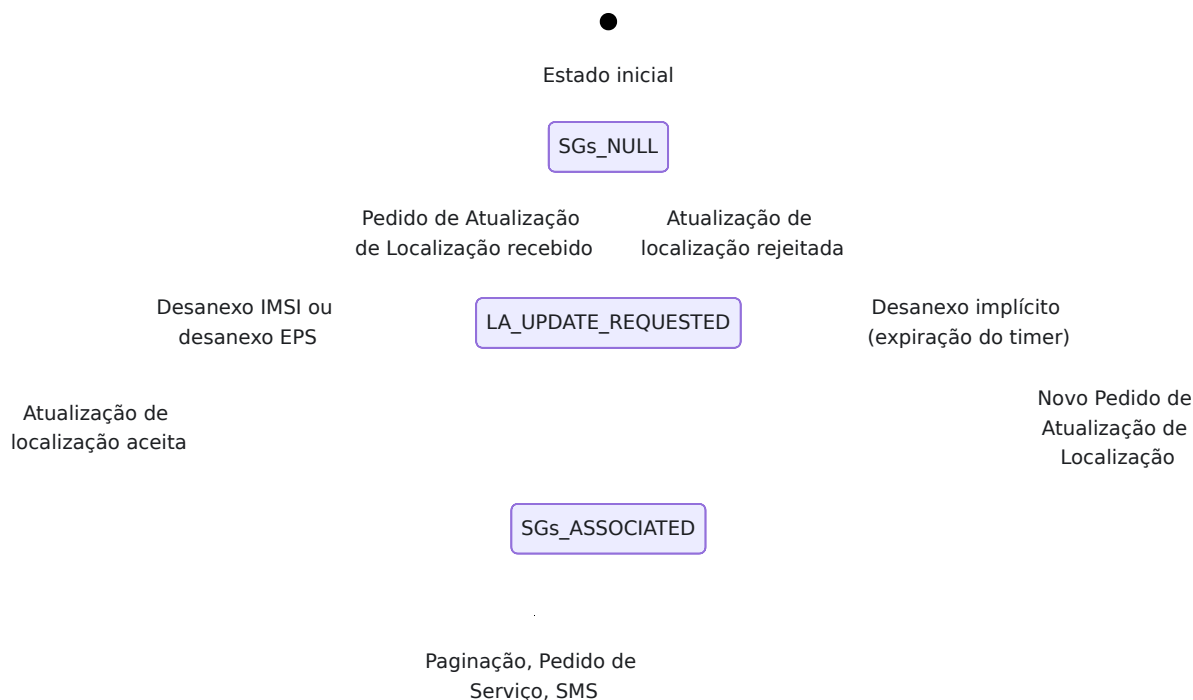


SMS MO segue o caminho reverso: o UE envia o PDU NAS de SMS via o MME como SGsAP-UPLINK-UNITDATA, e o MSC o encaminha para o Centro de SMS.

Estados de Associação SGs

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

Estado	Descrição
SGs-NULL	Nenhuma associação SGs existe. O paging CS via SGs não é possível. Este é o estado inicial.
LA-UPDATE-REQUESTED	Uma atualização de localização está em andamento. O MSC recebeu um pedido do MME, mas ainda não completou a atualização do HLR.
SGs-ASSOCIATED	O assinante tem uma associação SGs válida. O MSC pode paged via SGs e entregar SMS sem CSFB.



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 reinício direcionado: quando um MME falha, apenas os assinantes associados a esse MME específico são afetados.

Tratamento de Reinício MME

Os procedimentos de reinício 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-detached (estado SGs-NULL) e limpa a lista de assinantes para aquele MME
Falha do link SGs	Detectado por qualquer lado	Ambos os lados tratam a falha como um reinício implícito

Quando o MSC recebe uma Indicação de Reinício 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

O OmniMSC inclui um módulo de codec que lida com a codificação e decodificação de mensagens SGsAP de acordo com os formatos definidos no 3GPP TS 29.118. O codec processa 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 pelo 3GPP para SGs de acordo com o TS 29.118.
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 os BSCs.
- A entrega de SMS utiliza SGsAP Downlink/Uplink Unitdata em vez de DTAP sobre a interface A.
- Uma vez que o assinante retorne 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 mensagens, 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 do VLR usados em SGs
TS 24.008	Camada 3 da Interface de Rádio Móvel	Mensagens NAS encapsuladas via SGs Unitdata

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 da sinalização SIP, preservando todas as informações ISUP através de segmentos de trunk baseados em IP.

Para trunking SIP puro, veja [SIP Trunking](#). Para configuração de roteamento, veja [Routing Configuration](#). Para parâmetros de configuração, veja [Configuration Reference](#). Para operações gerais, veja [Operations Guide](#).

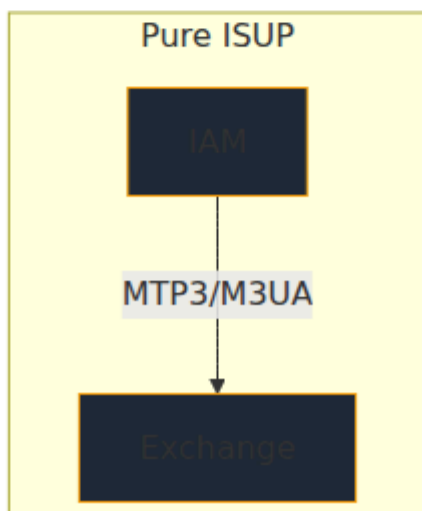
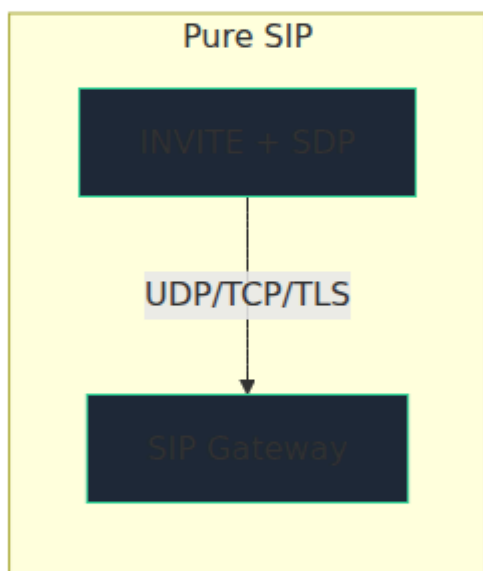
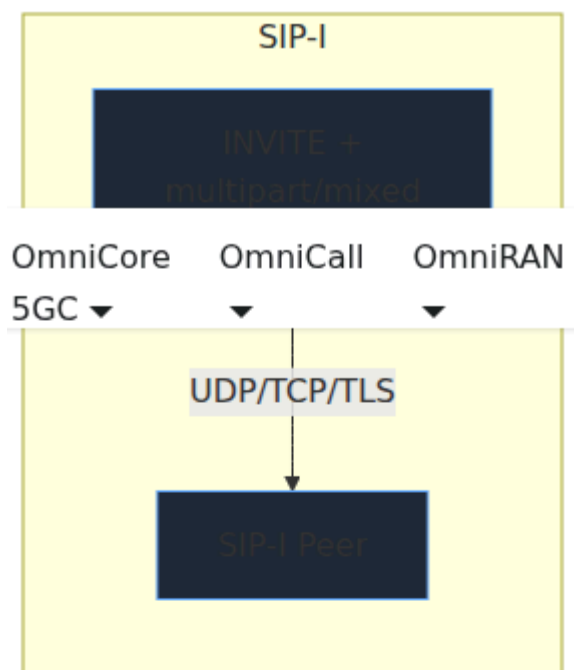
O Que É SIP-I?

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 utilizado 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





Aspecto	Pure ISUP	Pure SIP	SIP-I
Transporte	MTP3/M3UA/SCTP	UDP/TCP/TLS	UDP/TCP/TLS
Informações 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 Parâmetros SIP-I

Os pares SIP-I são configurados sob a chave `:sip_i`, separadamente dos pares SIP puros.

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

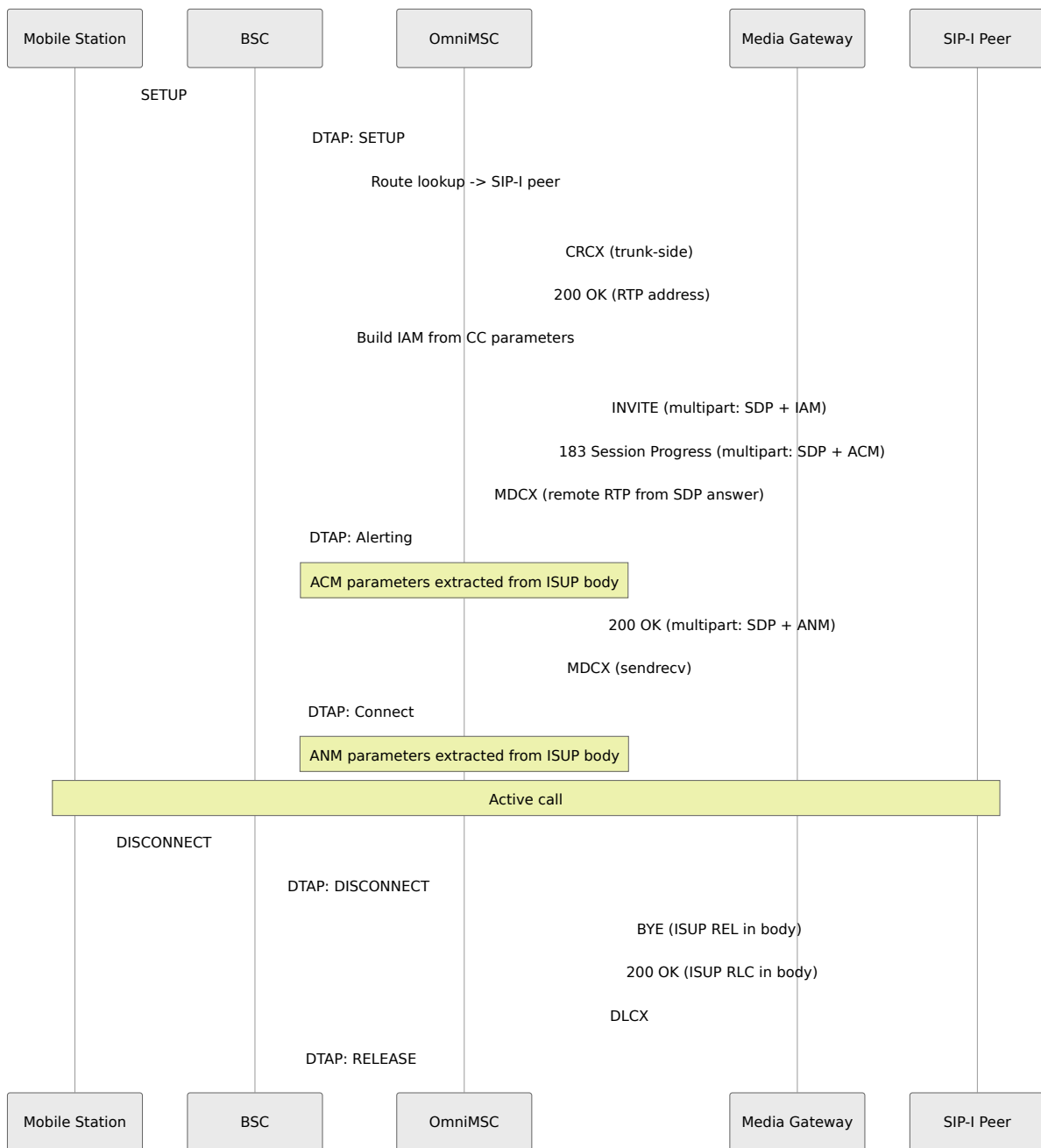
Parâmetros do Par SIP-I

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
<code>name</code>	<code>string</code>	-- (obrigatório)	Nome lógico do par. Referenciado nas entradas da tabela de roteamento com tipo <code>:sip_i</code> .
<code>address</code>	<code>string</code>	-- (obrigatório)	Endereço IP ou nome do host do par.
<code>port</code>	<code>integer</code>	<code>5060</code>	Porta SIP do par.
<code>transport</code>	<code>atom</code>	<code>:tcp</code>	Protocolo de transporte: <code>:udp</code> , <code>:tcp</code> ou <code>:tls</code> . O TCP é recomendado para SIP-I devido ao maior tamanho das mensagens.
<code>isup_variant</code>	<code>atom</code>	<code>:itu_t92</code>	Variante de codificação ISUP: <code>:itu_t92</code> (ITU-T Q.767), <code>:ansi</code> (ANSI T1.113), <code>:etsi</code> (ETSI EN 300 356).
<code>codecs</code>	<code>list(atom)</code>	<code>[:pcmu, :pcma]</code>	Codecs de áudio suportados para a parte SDP.
<code>max_channels</code>	<code>integer</code>	<code>500</code>	Chamadas concorrentes máximas para este par.

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
options_interval	integer ou nil	nil	Intervalo em segundos para sondas de keepalive SIP OPTIONS.

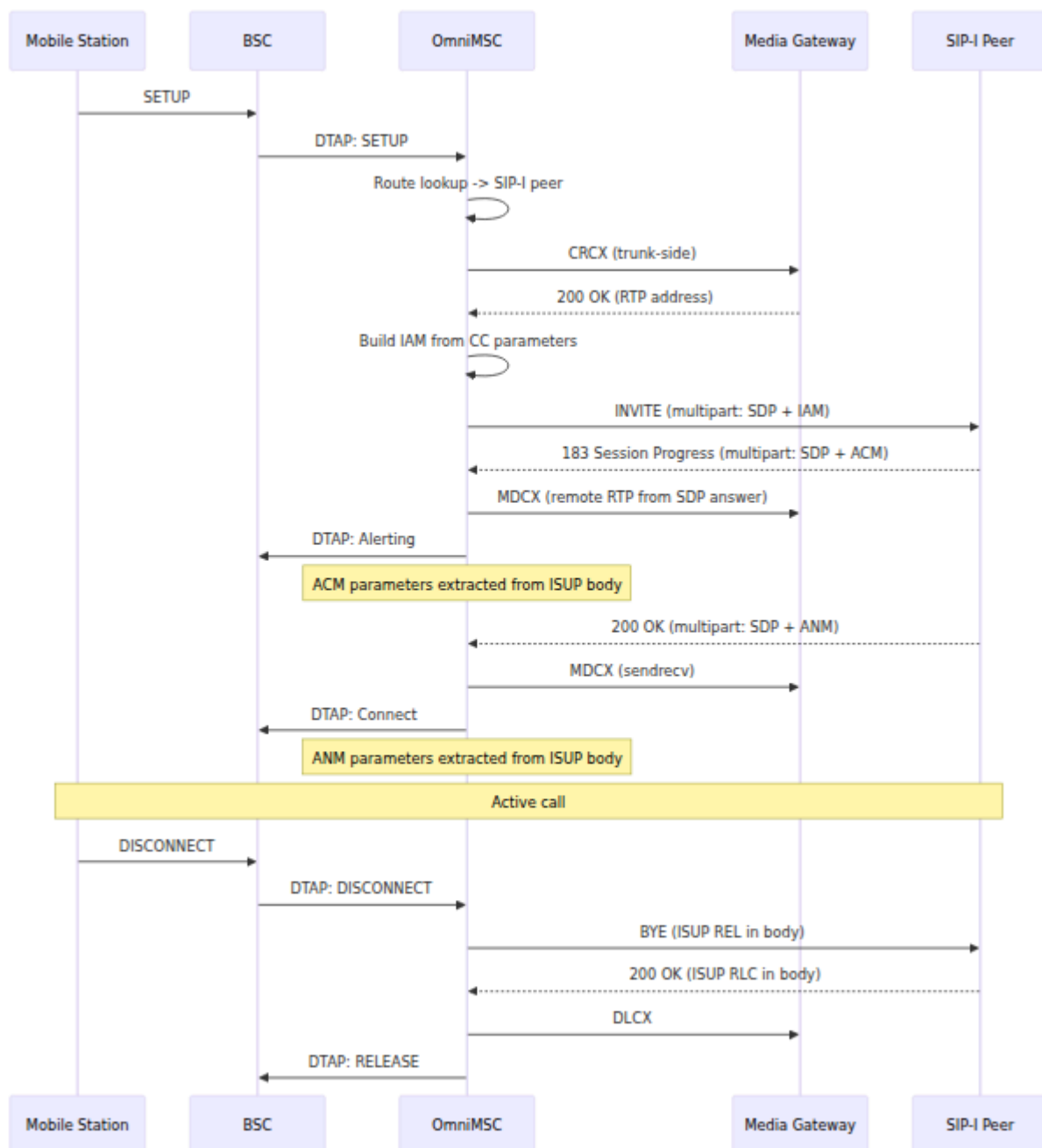
Chamada de Saída (SIP-I)

Quando o OmniMSC roteia uma chamada para um par 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 par SIP-I com um corpo multipart, o OmniMSC extrai a mensagem ISUP e a usa 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 autoritativo; os cabeçalhos SIP são preenchidos para o benefício de intermediários apenas SIP.

Parâmetro ISUP (IAM)	Cabeçalho SIP	Notas
Número da Parte Chamadora	Request-URI, To	Formato E.164 no URI <code>tel:</code>
Número da Parte Chamadora	From, P-Asserted-Identity	O indicador de apresentação controla o cabeçalho <code>Privacy</code>
Indicadores de Conexão	Via	Indicador de salto de satélite
Indicadores de Chamada Direcionada	--	Codificado apenas no corpo ISUP
Categoria da Parte Chamadora	P-Asserted-Identity	Categoria de operador/prioridade
Requisito de Meio de Transmissão	Linha <code>m=</code> do SDP	Fala, áudio de 3.1kHz, 64k não restrito
Informação de Serviço do Usuário	Linhas de codec SDP	Mapeamento de codec e taxa
Indicadores Opcionais de Chamada Direcionada	Suportado	Indicador de acesso ISDN

Parâmetro ISUP (ACM/ANM)	Resposta SIP	Notas
Indicadores de Chamada Direcionada	183/200	Indicador de cobrança, sinalizador de interconexão
Indicadores de Causa (REL)	Cabeçalho Reason	Causa Q.850 conforme RFC 3326
Indicadores Opcionais de Chamada Direcionada	--	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 <code>application/ISUP</code>
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, temporizadores de sessão, retransmissão de DTMF e estados de chamada de tronco SIP no OmniMSC.

Para roteamento relacionado ao SIP, veja [Configuração de Roteamento](#). Para SIP com ISUP encapsulado, veja [Trunking SIP-I](#). Para solução de problemas de tronco 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 tronco SIP. Os pares são definidos no bloco de configuração `:sip` e referenciados pelo nome na [tabela de roteamento](#).

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

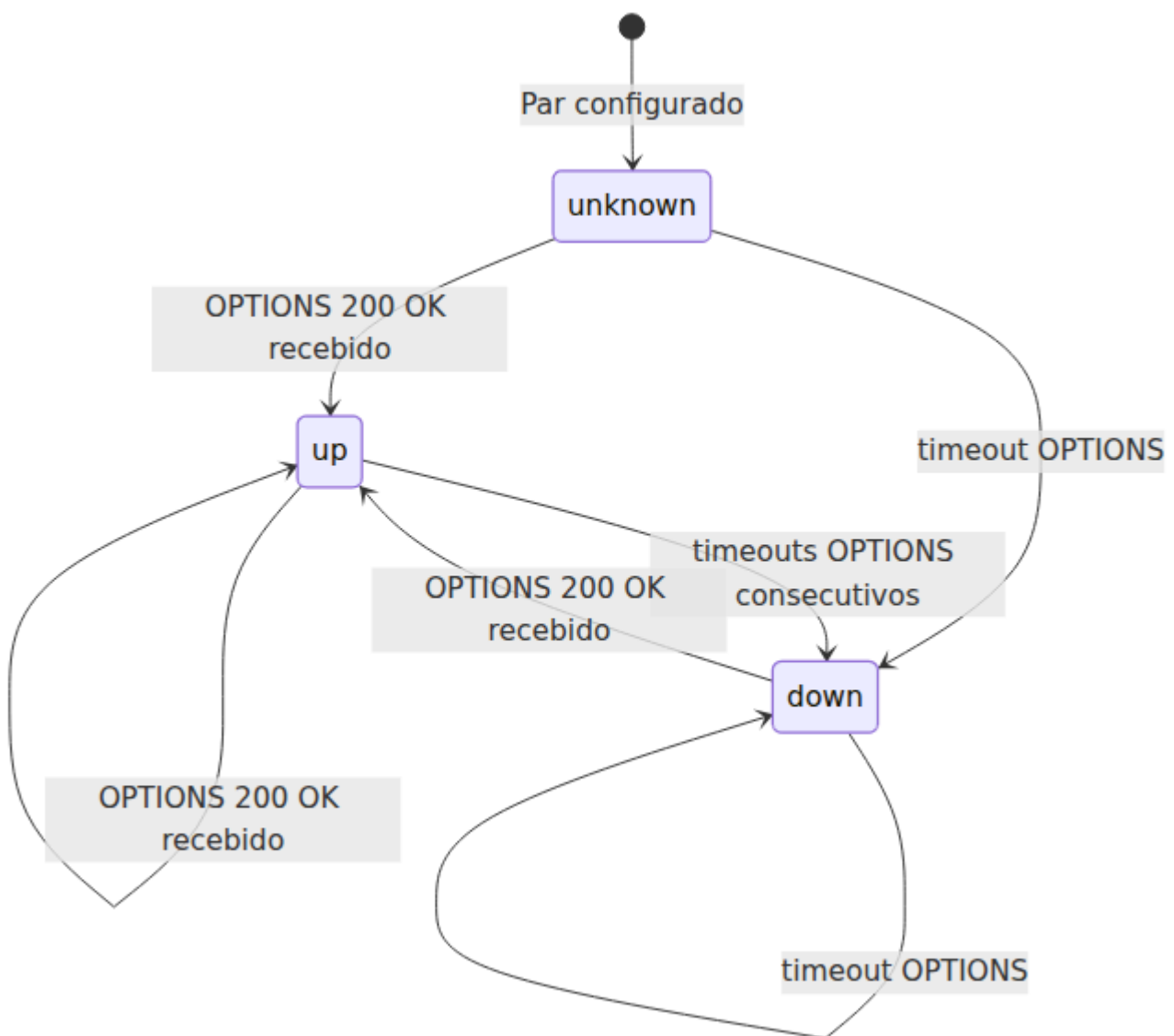
O OmniMSC se identifica com o cabeçalho User-Agent `OmniMSC/0.1` em todas as solicitações e respostas SIP de saída.

Keepalive SIP OPTIONS

Quando `options_interval` é configurado para um par, o Gerenciador de Pares SIP envia solicitações SIP OPTIONS periódicas 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`.

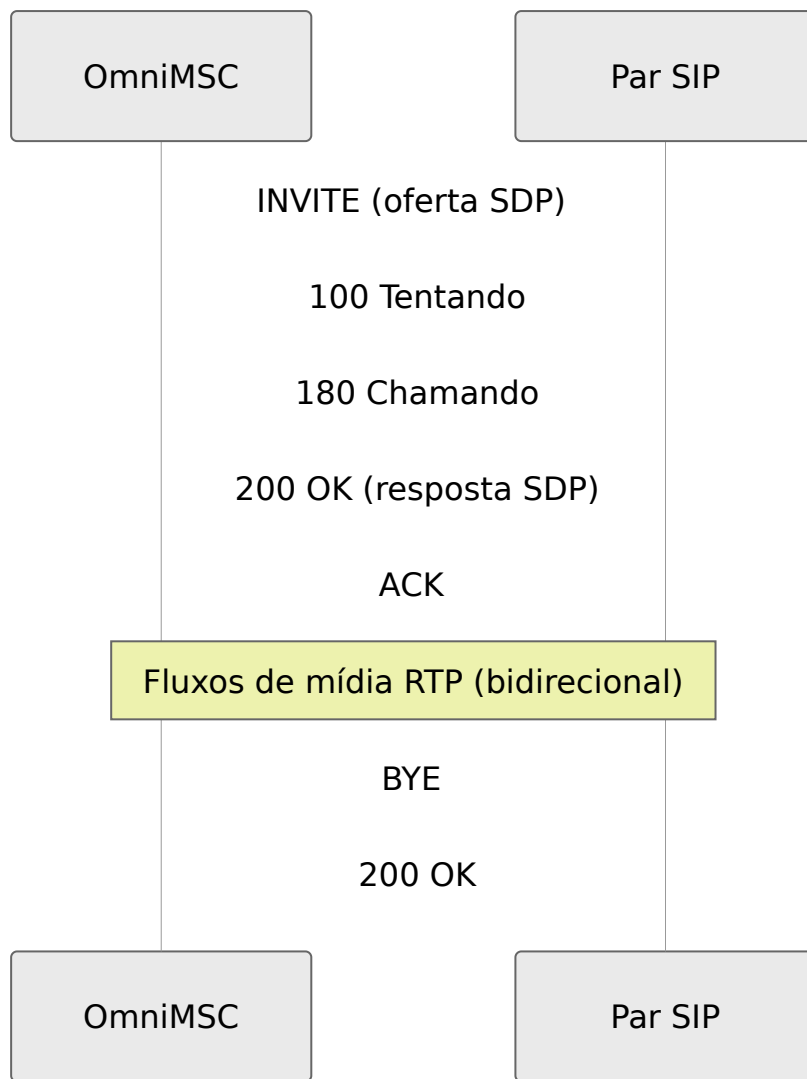


Evento	Transição	Efeito
OPTIONS 200 OK recebido	Qualquer -> up	Par elegível para roteamento
Timeouts OPTIONS consecutivos	up/unknown -> down	Par excluído do roteamento, alarme acionado
OPTIONS 200 OK após down	down -> up	Par re-elegível, alarme desativado
<code>max_channels</code> alcançado	up -> up (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: colocação de chamada em espera, mudança de codec ou atualização de sessão. O OmniMSC processa re-INVITES e responde com 200 OK usando o SDP da sessão atual.

Propósito do Re-INVITE	Indicador SDP	Comportamento do OmniMSC
Colocação de chamada em espera	a=sendonly	Reconhecer a espera, atualizar o modo MGW para recvonly
Retomada de chamada	a=sendrecv	Retomar mídia, atualizar o modo MGW para sendrecv
Mudança de codec	Linha m= modificada	Renegociar codec se suportado, rejeitar com 488 se não
Atualização de sessão	Sem mudança SDP	Responder com 200 OK, redefinir temporizador de sessão

Quando o OmniMSC recebe um re-INVITE que não pode aceitar (codec não suportado, SDP ausente), ele responde com 488 Não Aceitável Aqui. O diálogo existente e a sessão de mídia permanecem inalterados.

Temporizador de Sessão (RFC 4028)

O OmniMSC suporta temporizadores de sessão SIP conforme a RFC 4028 para detectar e limpar sessões SIP órfãs. Os temporizadores de sessão garantem que ambos os pontos finais atualizem periodicamente a sessão, evitando estado de chamada obsoleto 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

Negociação do Temporizador de Sessão

O OmniMSC inclui os cabeçalhos `Session-Expires` e `Min-SE` nas solicitações INVITE de saída e nas respostas 200 OK. Quando um par propõe um valor Session-Expires abaixo do Min-SE configurado, o OmniMSC responde com 422 Intervalo de Sessão Muito Pequeno e inclui o cabeçalho Min-SE indicando o valor mínimo aceitável.

A atualização da sessão é realizada via re-INVITE. Se nenhuma atualização chegar antes da expiração da sessão, o OmniMSC envia BYE para encerrar a chamada e libera todos os recursos associados.

Retransmissão de 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 de evento telefônico RFC 2833 ou quando DTMF fora de banda é preferido.

Campo	Descrição	Exemplo
Content-Type	Tipo MIME para retransmissão de 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 correspondente e a duração. 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	Largura de Banda	Parâmetros fmp
AMR	dinâmico (96)	4.75-12.2 kbps	octet-align=1
GSM-EFR	dinâmico (97)	12.2 kbps	--
GSM-FR	3	13 kbps	--

O AMR é oferecido com `octet-align=1` (RFC 4867) para interoperabilidade com redes de acesso 3GPP. GSM-EFR e GSM-FR são oferecidos quando o BSC indica suporte para esses codecs na lista de versão de fala durante a atribuição.

Seleção de Codec

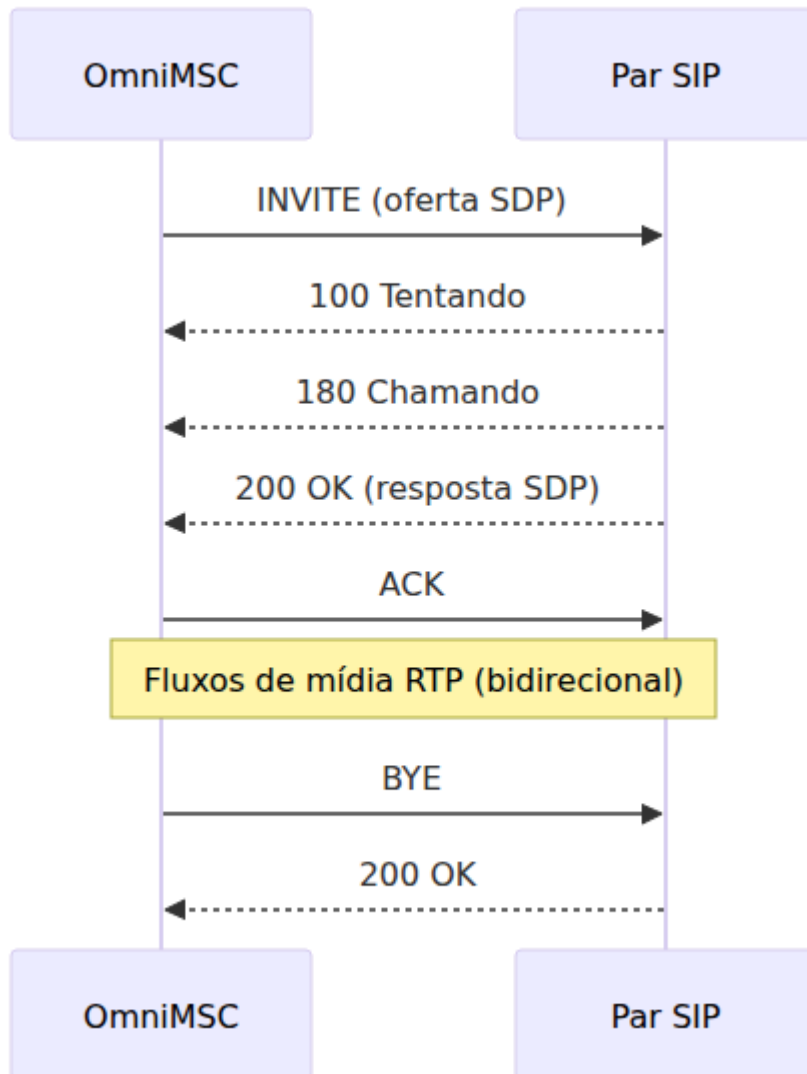
A seleção de codec segue o modelo de Oferta/Resposta SDP (RFC 3264):

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.

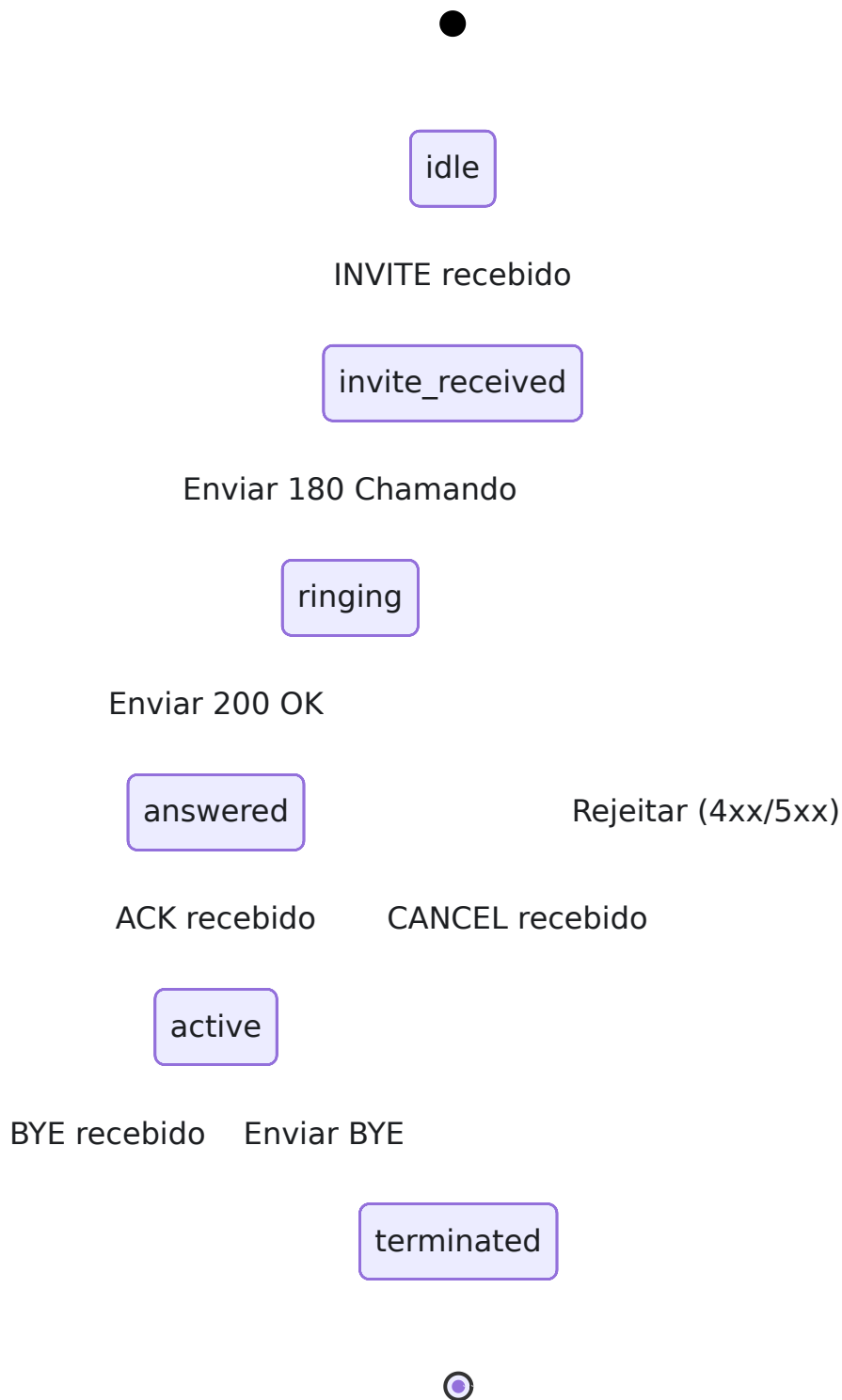
Se nenhum codec comum existir, o OmniMSC responde com ou recebe 488 Não Aceitável Aqui.

Estados de Chamada do Tronco 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 atualização
RFC 2833	Payload RTP para Dígitos DTMF	Tipo de payload RTP de evento telefônico
RFC 3264	Modelo de Oferta/Resposta com SDP	Negociação de codec SDP
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

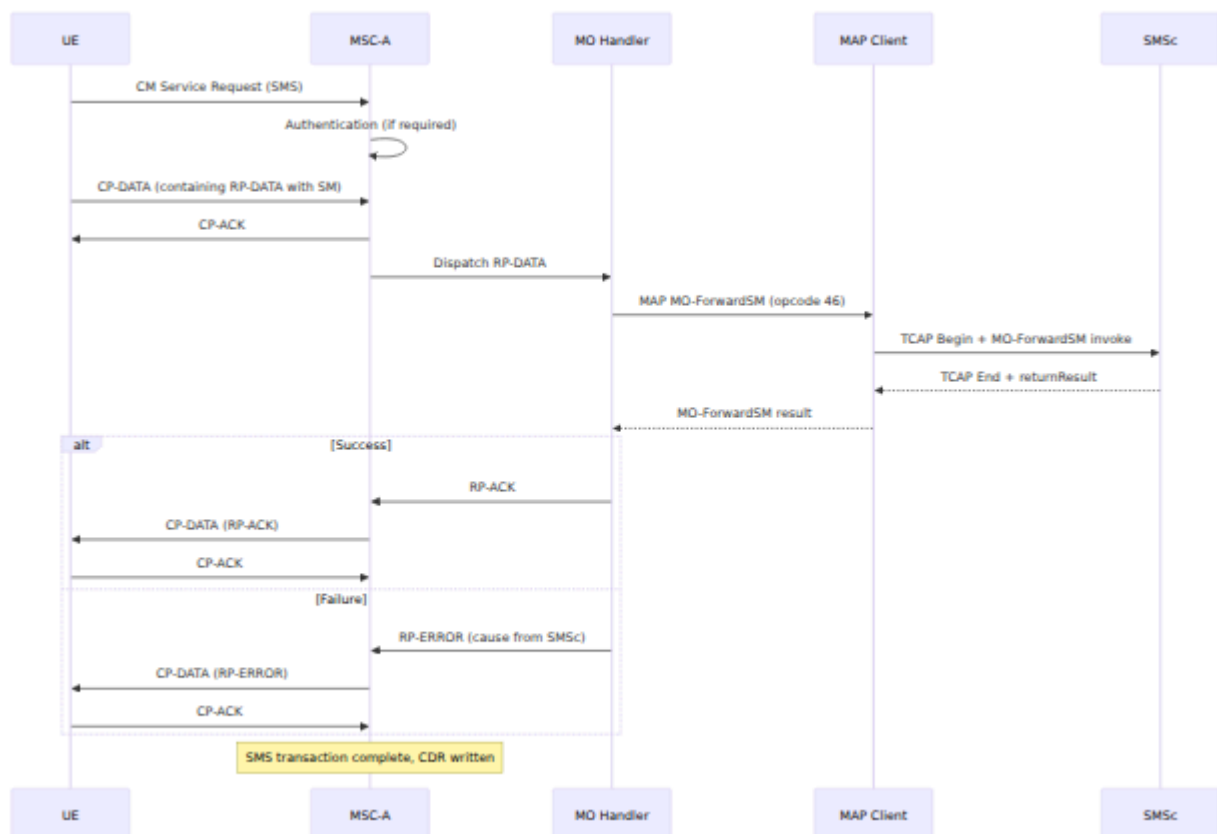
SMS

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 SMS Sc 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 (SMS Sc). O MSC atua como um relé, recebendo o SM da interface aérea e encaminhando-o para o SMS Sc 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.

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 multipartidária e interação com o 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 chamada, como ECT e CCBS, veja [Recursos Avançados de Chamada](#). Para operações MAP usadas para relatar alterações 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 transporta um elemento de informação de instalação contendo componente(s) codificados 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 emblemas 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 de forma exclusiva o serviço suplementar que está 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 os 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 encaminhamento. Quando o CFU está ativo, o MSC não envia um sinal para o 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 paginação ou a indicação de alerta é recebida.

CFNRc (Encaminhamento de Chamadas em Não Acessível)

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

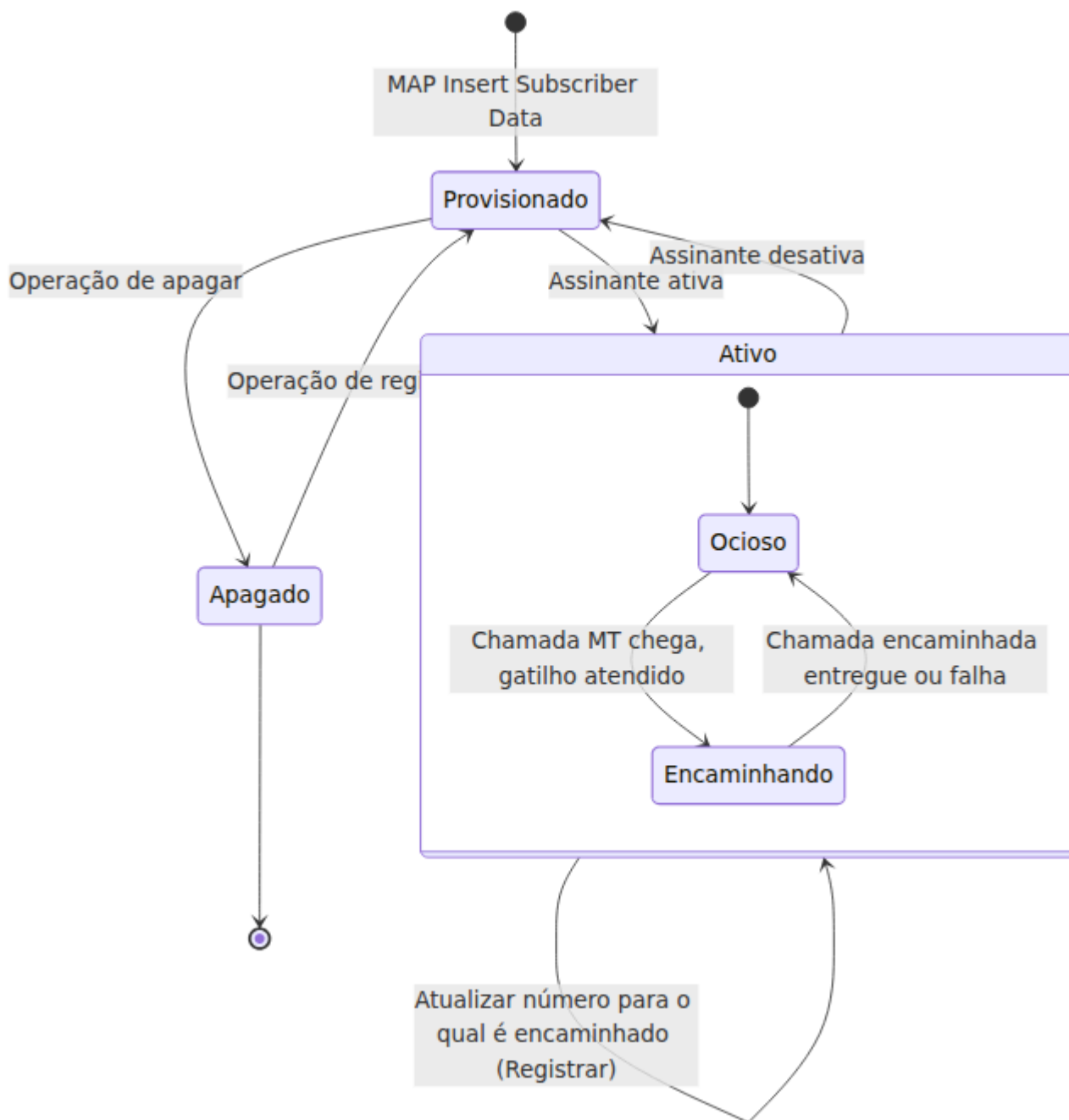
Operações de Encaminhamento de Chamadas

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

Operação	Efeito
Registrar	Armazenar número para o qual é encaminhado e temporizador de não resposta opcional; ativa implicitamente o serviço
Apagar	Remover 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 status atual (ativo/inativo) e 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 ignorar o bloqueio provisionado pelo operador.

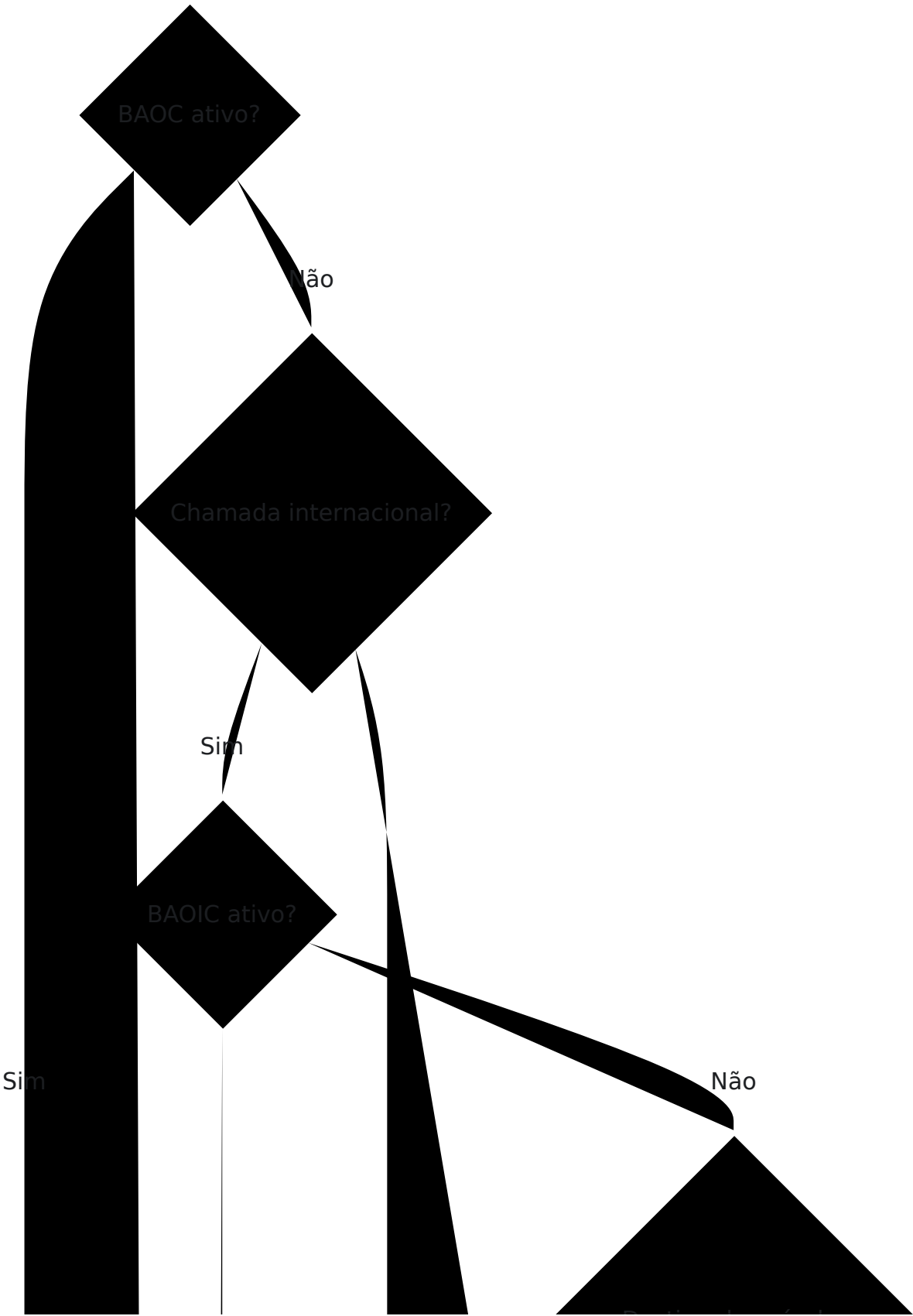
Categoria	Código SS (dentro do grupo de bloqueio)	Direção	Efeito
Bloqueio de Todas as Chamadas de Saída (BAOC)	0x21	MO	Bloquear todas as chamadas de saída
Bloqueio de Chamadas Internacionais de Saída (BAOIC)	0x22	MO	Bloquear chamadas internacionais de saída
Bloqueio de Chamadas Internacionais de Saída exceto para o País de Origem (BAOIC-ExC)	0x23	MO	Bloquear chamadas internacionais de saída exceto para o país PLMN de origem
Bloqueio de Todas as Chamadas de Entrada (BAIC)	0x24	MT	Bloquear todas as chamadas de entrada
Bloqueio de Chamadas de Entrada ao Roaming (BAIC-Roam)	0x25	MT	Bloquear chamadas de entrada quando o assinante está em roaming fora do HPLMN

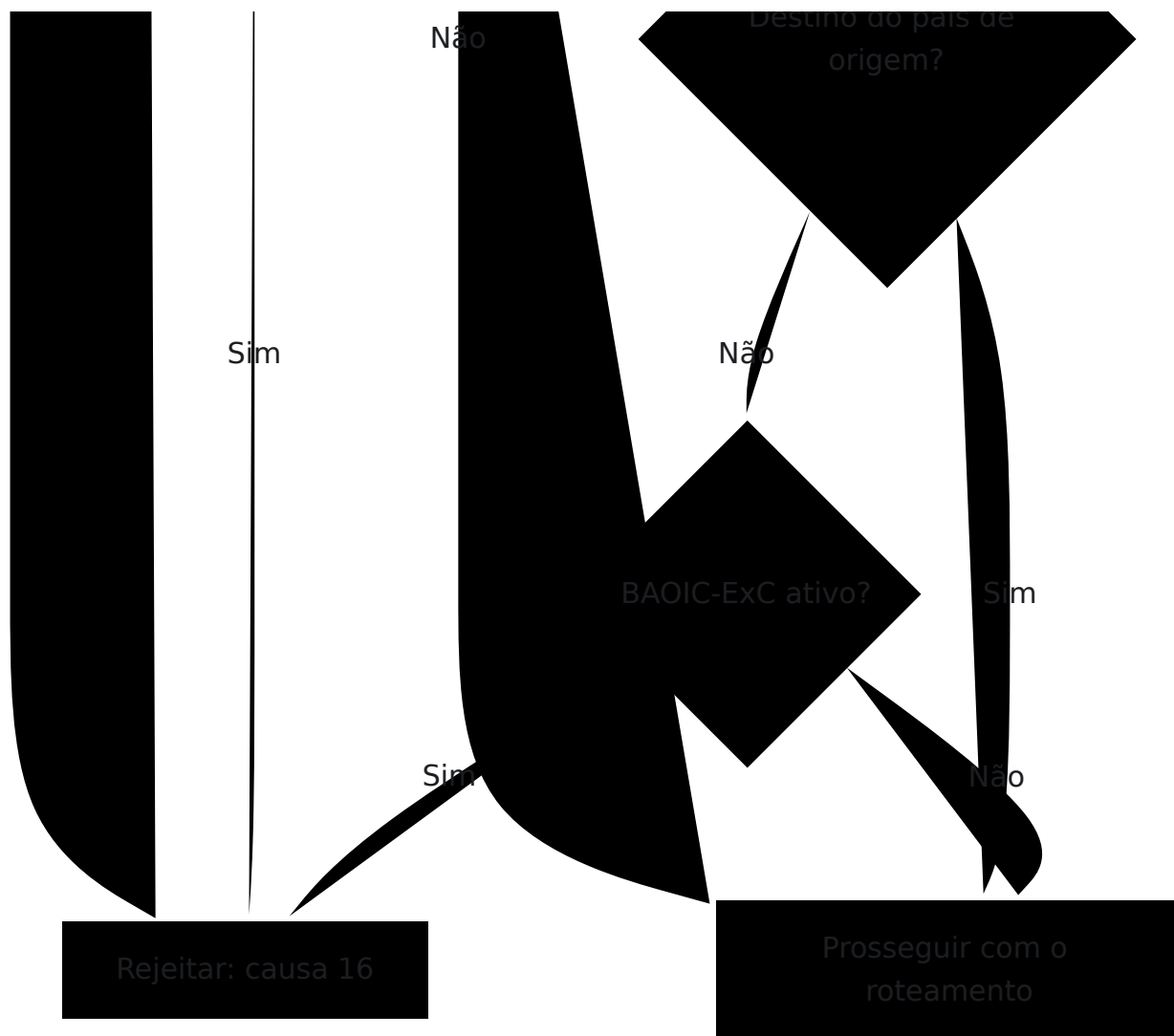
Provisionamento de Bloqueio

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





Avaliação de Bloqueio -- Chamadas de Entrada

Configuração de Chamada MO

BAOC ativo?

Não

Chamada internacional?

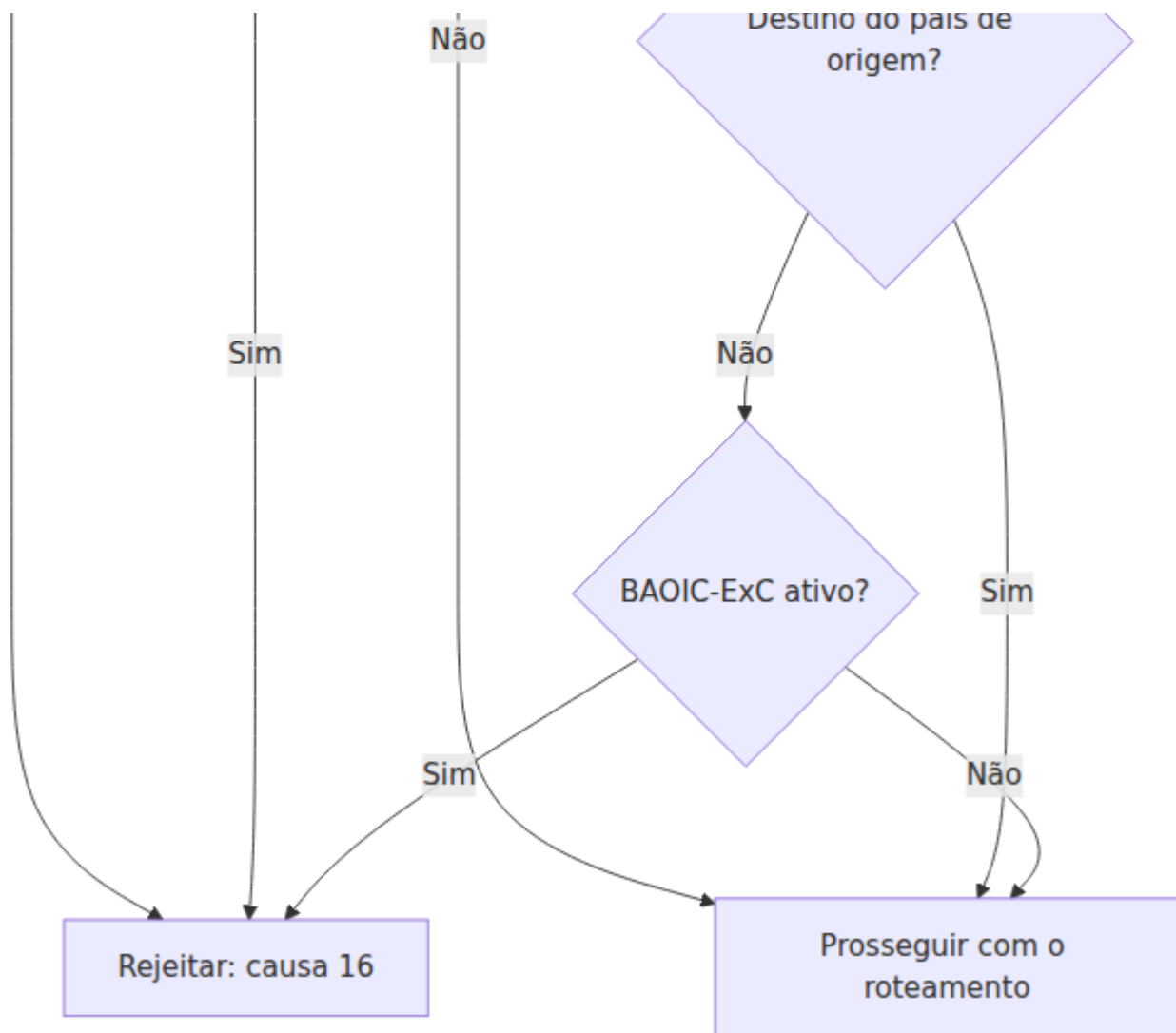
Sim

BAOIC ativo?

Sim

Não

Destino não encontrado

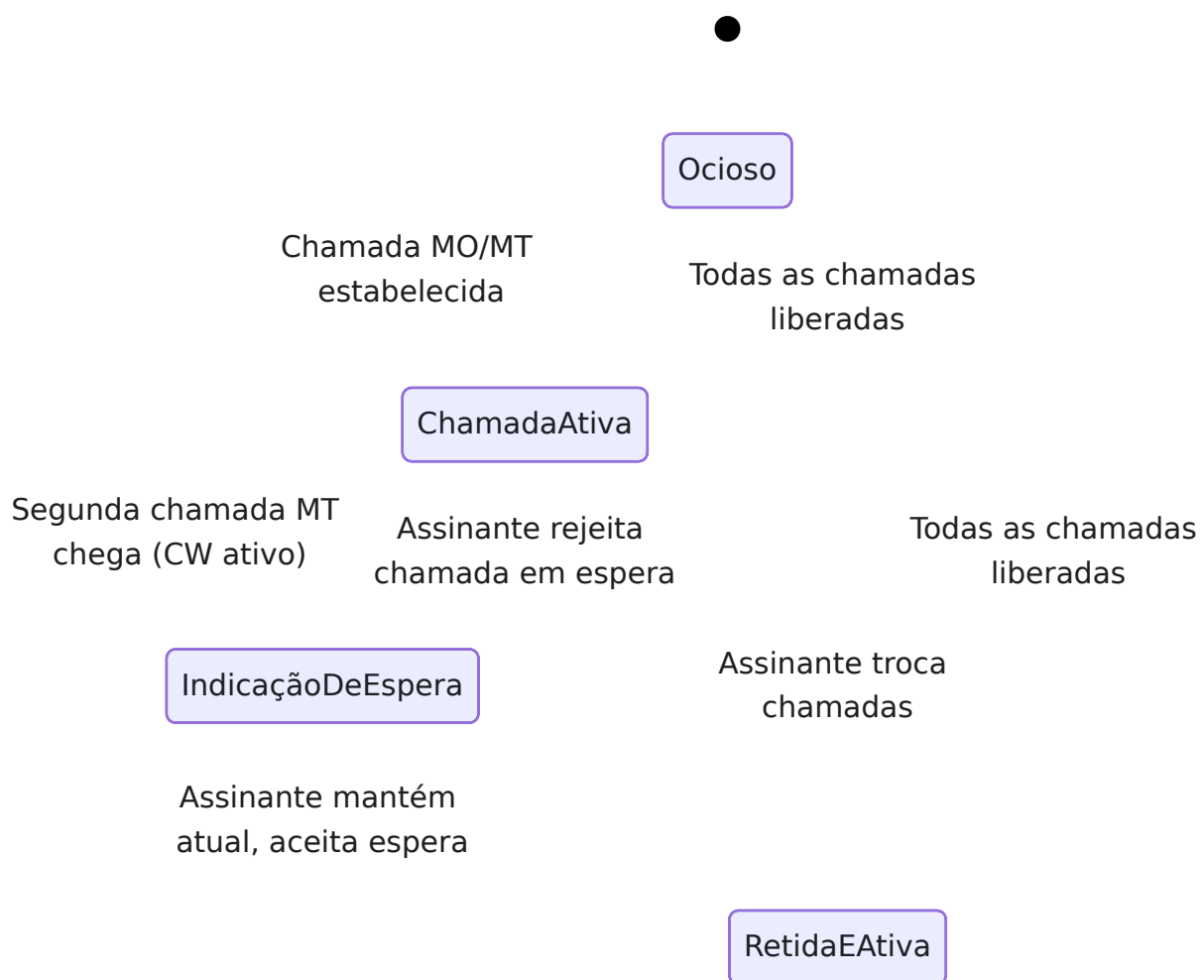


Espera de Chamadas

O OmniMSC implementa a Espera de Chamadas (CW) conforme a 3GPP TS 24.083. A Espera de Chamadas tem 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 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 que chama, 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 de Linha Chamadora (CLIP) e a Restrição de Identificação de Linha Chamadora (CLIR) conforme a 3GPP TS 24.081 e TS 24.083.

CLIP (Apresentação de Identificação de 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 na perna MT, e no IAM ou SIP INVITE na 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 de 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 da 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 a perna da chamada para o estado de espera, instrui o gateway de mídia a definir a perna em espera para receber apenas, e envia um HOLD ACKNOWLEDGE de volta para o MS. Na RETRIEVE, a FSM de CC reverte o processo: a perna do gateway de mídia retorna ao modo de envio-recebimento, 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 Multipartidária (conectando chamadas retidas e ativas) e Transferência Explícita de Chamadas (conectando partes remotas retidas e ativas).

Conferência Multipartidária (MPTY)

O OmniMSC implementa chamadas Multipartidárias 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 de 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 todas as pernas 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 disar seguido por outra invocação BuildMPTY.

HoldMPTY e RetrieveMPTY

HoldMPTY coloca todas as pernas da conferência em modo de recebimento apenas no gateway de mídia, permitindo que o assinante faça uma chamada privada fora da conferência. RetrieveMPTY reverte isso, restaurando todas as pernas ao modo de envio-recebimento 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 referênci 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 do 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 via a 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), 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 no 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 de Interface de Rádio Móvel 3 -- Serviços Suplementares	Estrutura da mensagem SS, IE de instalação, tipos de componentes
TS 24.080	Especificação SS da Camada de Interface de Rádio Móvel 3 -- Formatos e Codificação	Codificação ASN.1 de operações e componentes de 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 Multipartidários	BuildMPTY, HoldMPTY, RetrieveMPTY, SplitMPTY
TS 24.088	Serviços Suplementares de Bloqueio de Chamadas	BAOC, BAOIC, BAOIC-ExC, BAIC, BAIC-Roam
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 com implantações do OmniMSC e seus passos de resolução. Para referência de configuração, veja [Referência de Configuração](#). Para métricas do sistema e alertas, veja [Referência de Métricas](#). Para status em tempo real e inspeção de assinantes, veja [Guia do Painel de Controle](#).

Conectividade SS7

Link STP Inativo

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 STP peer 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 estados ASP do M3UA progrediu através de ASPUP e ASPAC até o estado ATIVO. Se a associação for estabelecida, 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 endpoint SCTP (IP, porta), regras de firewall ou contexto de roteamento M3UA conforme indicado pela investigação. Assim que a associação SCTP for restabelecida e o M3UA alcançar ATIVO, o alarme será limpo automaticamente e a sinalização será 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. 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 de MT-SMS. 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 de entrada, 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 do routing_info de entrada 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. Se estiver atrás de NAT, verifique se o parâmetro `external_ip` está configurado. 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 NAT, configure o parâmetro `external_ip` na configuração SIP.

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 peer SIP não é notificado. O endpoint 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 que esteja marcada como `active_trans` no momento da recepção.

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 pelo 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 peer SIP suporta o método INFO para retransmissão DTMF. Verifique a configuração do peer SIP para preferências de manuseio de DTMF.

Resolução: Assegure-se de que a retransmissão DTMF baseada em SIP INFO esteja habilitada e que o peer esteja configurado para aceitá-la. Se o peer 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 no 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 esteja 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 Atingindo 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 de entrada (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 de entrada, 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 o motivo 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 subsequentes de autenticação 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-sincronização 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 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 de acordo com 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 tem 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. 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 de equipamentos 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 (máx. padrão 10.000), assinantes registrados (máx. padrão 50.000), contagem de processos BEAM (máx. padrão 500.000) e taxa de paging (máx. padrão 1.000/seg). 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 crescente de processos BEAM 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 API de assinantes. Timeouts de transações 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 manuseio de timeout ausente.

Problemas de SIP

Para configuração de peer SIP e detalhes de keepalive OPTIONS, veja [SIP Trunking](#).

Peer SIP Mostrando Status DESCONHECIDO

Sintomas: Um peer SIP aparece com status DESCONHECIDO no painel de controle ou métricas, em vez de ATIVO ou INATIVO.

Investigação: O OmniMSC determina o status do peer SIP através de mensagens periódicas de keepalive OPTIONS. Se o keepalive OPTIONS não estiver configurado para o peer, ou se o peer nunca respondeu a uma solicitação OPTIONS, o status permanece DESCONHECIDO. Verifique se a configuração do peer inclui configurações de keepalive. Verifique se o peer é acessível e responde ao SIP OPTIONS com 200 OK.

Resolução: Habilite o keepalive OPTIONS para o peer na configuração SIP. Se o keepalive estiver habilitado, mas o peer não responder, investigue a conectividade da rede e confirme se o peer suporta o método OPTIONS.

Retransmissões de re-INVITE do Peer

Sintomas: Um peer 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 peer pode eventualmente encerrar a chamada devido à re-INVITE não respondida.

Investigação: Verifique se a pilha SIP do MSC lida com mensagens de re-INVITE em diálogo quando a chamada está no estado ativo. Se o re-INVITE chegar durante uma transição de estado ou não for correspondido ao diálogo correto, pode ser descartado silenciosamente.

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 peer 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 peer. Se o MSC for o refresher, confirme que ele envia re-INVITE ou UPDATE antes que o temporizador de sessão expire.

Resolução: Assegure-se de que o MSC participe da negociação do temporizador de sessão e realize a atualização da sessão conforme exigido pelo papel negociado (refresher ou refreshee). Se temporizadores de sessão não forem necessários na implantação, o peer pode precisar ser configurado para não exigí-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

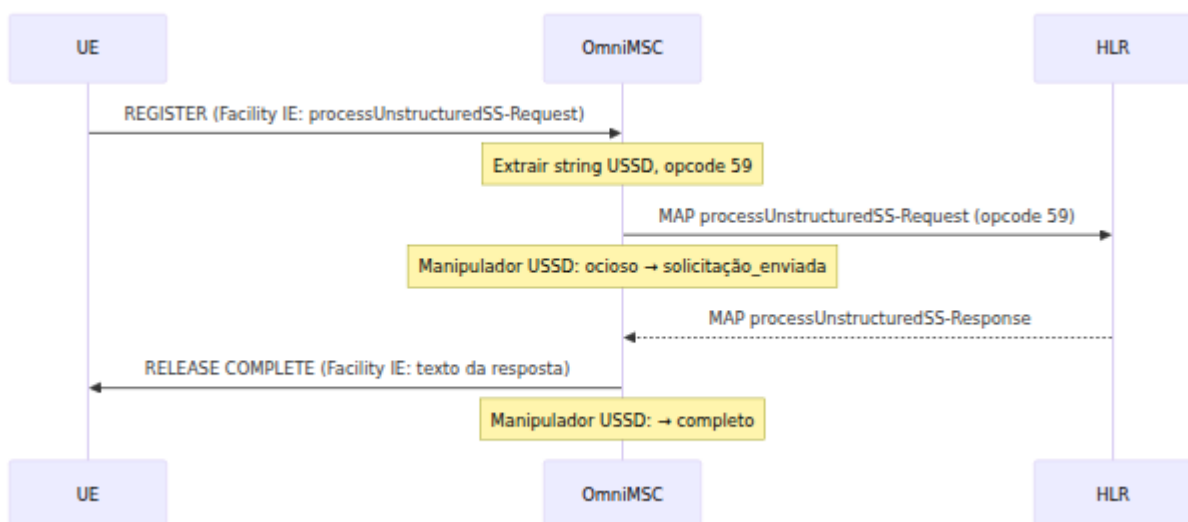
USSD

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 easter egg de diagnóstico, o codec USSD e o fluxo de mensagens SS.

Para códigos de serviço suplementar tratados via USSD (códigos MMI de encaminhamento 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](#).

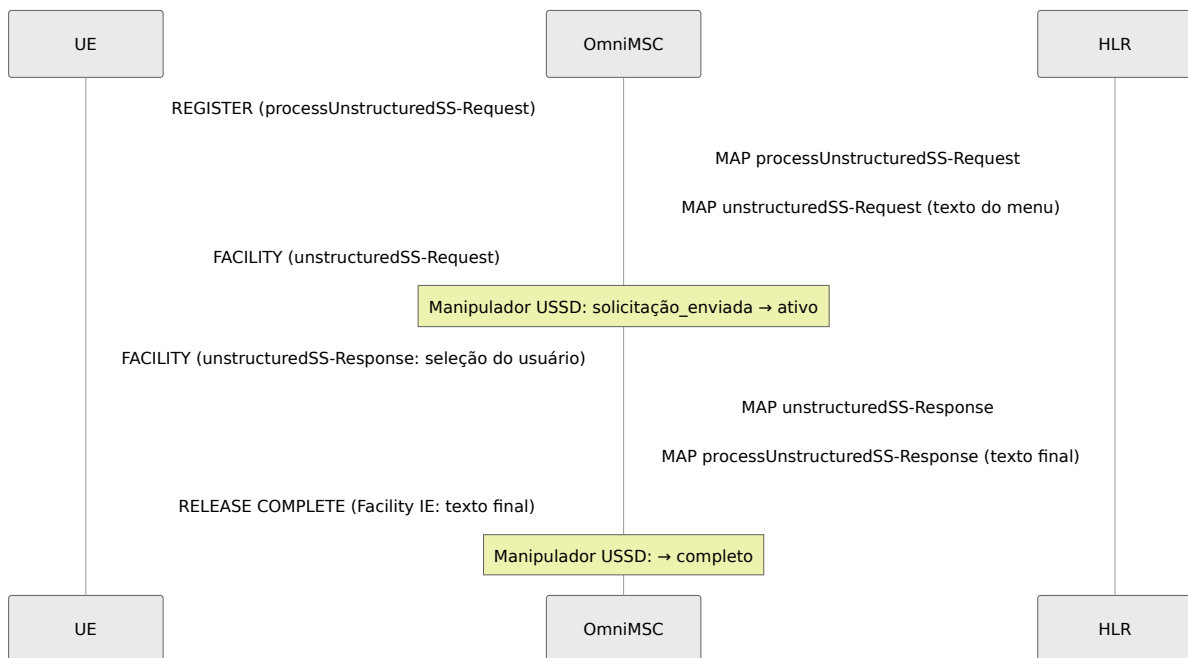
Relé USSD para HLR

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. 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 uma 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 no 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 na faixa definida pelo operador (100-199), o módulo Gateway USSD roteia a solicitação para um gateway USSD externo se um estiver

configurado, ou rejeita a solicitação se nenhum gateway estiver disponível.

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 Auth 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, branding dos Serviços de Rede Omnitouch
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, nenhuma resposta esperada)

Codificação GSM de 7 bits

Strings USSD são codificadas usando o alfabeto padrão de 7 bits GSM definido no 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

Sessões USSD usam os tipos de mensagens de Serviço Suplementar (SS) definidos no 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, então uma ou mais trocas FACILITY, e depois 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 GSM de 7 bits, 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

