



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ESTÁGIO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO NA EMPRESA
TIM CELULAR S/A
Relatório Final

MARCOS ROMERO

Orientador: Prof. Dr. João Henrique Kleinschmidt

Santo André – SP

2018

MARCOS ROMERO

**ESTÁGIO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO NA EMPRESA
TIM CELULAR S/A**

Relatório final relativo a mais de 300 horas de estágio apresentado à coordenação de estágios do Bacharelado em Ciência da Computação alocado no Centro de Matemática, Computação e Cognição da Universidade Federal do ABC como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. João Henrique Kleinschmidt

Relatório Final

Santo André – SP

2018

MARCOS ROMERO
ESTÁGIO SUPERVISIONADO
ESTÁGIO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO NA EMPRESA
TIM CELULAR S/A
Relatório Final

Esse relatório foi analisado e aprovado para obtenção de conceito referente à disciplina Estágio Supervisionado III do curso de Bacharelado em Ciência da Computação.

Santo André – SP, 24 de janeiro de 2018

Professor Doutor João Henrique Kleinschmidt
Orientador – CMCC - UFABC

Sérgio Augusto Caseiro
Gestor Imediato – TIM Celular S/A

Coordenação de Estágio
CMCC – UFABC

RESUMO

Este relatório de estágio consiste em um acompanhamento de mais de 300 horas do emprego efetivo na empresa TIM Celular S/A, empregado desde dezembro de 2010. As atividades realizadas estão relacionadas à rede de Telecomunicações Móvel da empresa, mais especificamente os serviços de Operação e Manutenção da rede de comutação de circuitos e pacotes (voz), e gerenciamento de assinantes das tecnologias de segunda, terceira e quarta geração (2G, 3G e 4G). O trabalho é dividido em correção de falhas, configurações e desenvolvimento de software. Para resolução de falhas há um estudo das possíveis causas e atuação direta no sistema quando possível. Para configurações são realizados estudos de viabilidade e elaboração das linhas de comando necessárias para a nova funcionalidade. Atividades de desenvolvimento foram realizadas para suportar a operação e manutenção de forma inteligente.

ABSTRACT

This internship report consists in a description of more than 300 hours of the full-time job in TIM Celular S/A, where the student works since December, 2010. The activities are related to the Mobile Network, the Operation and Maintenance from Circuit Switch/Packet Switch nodes (voice services) and User Management of second, third and fourth generation (2G, 3G and 4G). The job is divided in failure repairs, network configurations and software development. In failures repairs an elaborated troubleshooting is needed and intervention when possible. To network configuration a viability study and scripts to the new feature are needed. Software development has been done to support Operation and Maintenance in a clever way.

LISTA DE SIGLAS

3GPP – 3rd Generation Partnership Project
AAA – Authentication, Authorization and Accounting
BSC – Base Station Controller
CS – Circuit Switching
CTO – Chief Technology Officer
DNS – Domain Name Server
DRA – Diameter Routing Agent
EPS – Evolved Packet System
GSM – Global System for Mobile Communications
HLR – Home Location Register
HSS – Home Subscriber Server
I-CSCF – Interrogator-Call Session Control Function
IETF – Internacional Engineer Task Force
IMS – IP Multimedia Core Network System
IMSI – International Mobile Subscriber Identify
IN – Intelligent Network
IT – Information Technology
KPI – Key Performance Indicators
LTE – Long Term Evolution
MGW – Media Gateway
MME – Mobility Management Entity
MSC – Mobile Switching Center
MSISDN – Mobile Station International Subscriber Directory Number
NGN – Next Generation Network
PCRF – Policy and Charging Rules Function
P-CSCF – Proxy-Call Session Control Function
PGW – Packet Data Network Gateway
RFC – Request For Comments
RNC – Radio Network Controller

RTP – Real-time Transport Protocol
S-CSCF – Server-Call Session Control Function
SCTP – Stream Control Transmission Protocol
SDP – Session Description Protocol
SGSN – Serving GPRS Support Node
SGW – Serving Gateway
SIP – Session Initiate Protocol
SS7 – Signaling System #7
UDC – User Data Convergence
VoLTE – Voice Over LTE
XML – Extension Markup Language

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTÁGIO	8
1.2 CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA	8
1.3 ORGANOGRAMA	9
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 PROTOCOLOS SIP, SDP, RTP	13
2.1.1 SIP	13
2.1.2 SDP e RTP	20
2.2 PROTOCOLO DIAMETER	24
2.3 REDE CORE IMS	27
2.3.1 CENÁRIOS IMS	28
2.3.1.1 Registro	29
2.3.1.2 Fluxo de uma chamada VoLTE x VoLTE	32
2.4 USER DATA CONVERGENCE	38
3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	40
3.1 STARTUP VoLTE BRASIL	42
3.2 STARTUP UDC	43
3.3 DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES	44
3.3.1 ESTATÍSTICAS DO PROVISIONADOR	45
3.3.2 CORREÇÃO DE ERRO 13003 – MSISDN JOINT TO OTHER IMSI	51
3.3.3 E-MAIL VoLTE E EXTRAÇÃO DA BASE	53
3.3.4 CLEANUP DA BASE 4G	55
4. CONCLUSÃO	57
4.1 CONTRIBUIÇÃO PARA A EMPRESA	57
4.2 CONTRIBUIÇÃO PARA A FORMAÇÃO DE CIENTISTA DA COMPUTAÇÃO	57
4.3 ATIVIDADES FUTURAS	58
5. REFERÊNCIAS	59
ANEXO I	61
ANEXO II	63
ANEXO III	104
ANEXO IV	108

ANEXO V	112
ANEXO VI	114
ANEXO VII	120

1. INTRODUÇÃO

Este documento tem como objetivo descrever as atividades realizadas no estágio em Ciência da Computação na empresa TIM Celular e demonstrar os principais resultados obtidos, bem como a fundamentação teórica obtida no curso de Bacharel em Ciência da Computação aplicado nas atividades do estágio.

Este capítulo descreve as características do estágio, da empresa e uma visão de onde o funcionário está inserido no organograma da empresa.

1.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTÁGIO

O estágio é composto das atividades realizadas no emprego efetivo na TIM Celular na área de Core CS DB SIG Control no cargo de Técnico Sênior. O local de trabalho é a sede da TIM em Santo André, onde possui uma central de equipamentos de Transmissão, Comutação e TI, sito à Avenida Alexandre de Gusmão, 29 – Vila Homero Thon. A jornada de trabalho é de segunda-feira à sexta-feira das 09h às 18h, sendo que esporadicamente são executadas atividades durante o período da madrugada ou durante os fins de semana.

1.2 CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA

A TIM Celular S/A é uma empresa controlada pela TIM Participações que responde diretamente ao conselho da Telecom Italia SpA. Pioneira na rede GSM no Brasil, presente no país desde 1998, é a 2ª maior operadora móvel e a 22ª segunda maior empresa privada brasileira. [1]

Atualmente a empresa oferece os serviços de voz e dados para celulares 2G, 3G e 4G, além de oferecer serviços para a rede fixa de voz e dados por meio da TIM Live. A TIM também é habilitada a operar chamadas de longa distância nacional e internacional utilizando o código de serviço 41. Possui mais de 60 milhões de clientes, atendendo 95% da população urbana.

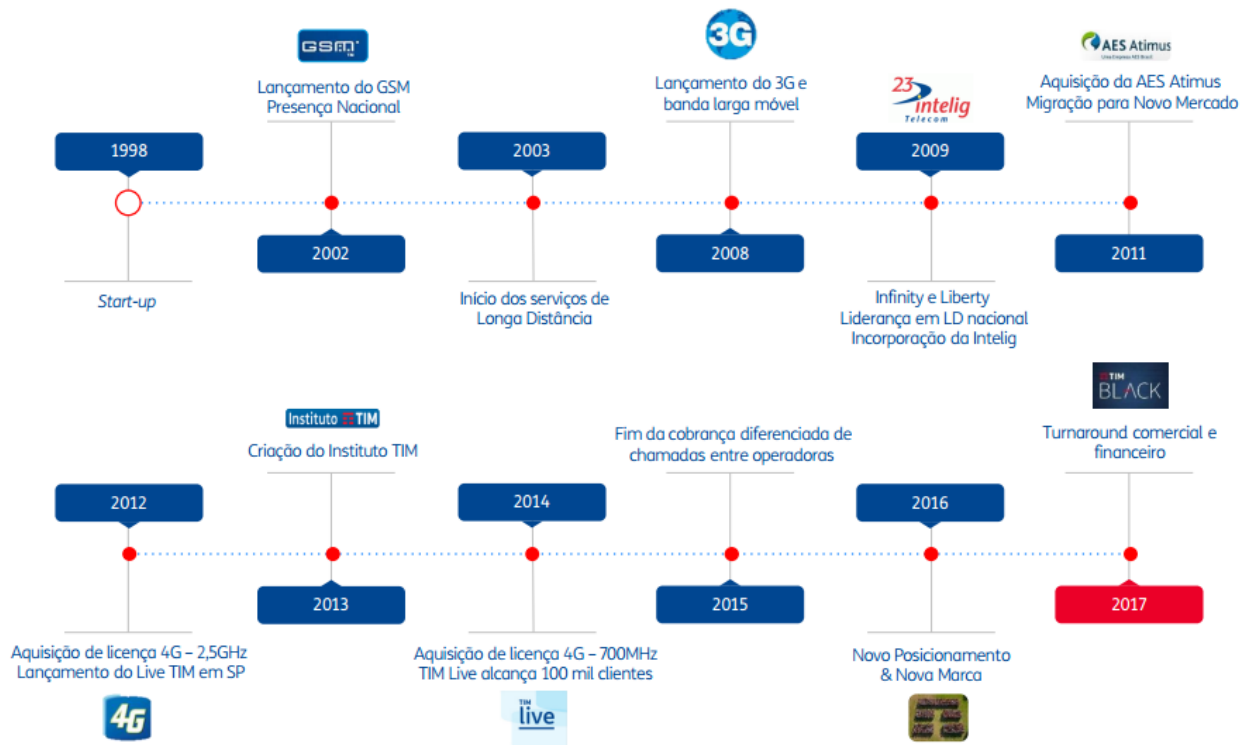


Figura 1.1 Histórico da TIM Brasil. [18]

1.3 ORGANOGRAMA

Por ser uma multinacional de grande porte, a estrutura do organograma é bem complexa e passa constantemente por reestruturações. Seguindo o padrão de organograma das grandes empresas multinacionais, a TIM possui um Presidente que responde ao conselho de acionistas da TIM Participações. O Presidente ou CEO designa lideranças como CTO, CFO, CSO, entre outros.

Em seguida está apresentado um esboço de onde está localizado o funcionário no organograma. Abaixo do CTO estão separadas as áreas de *Network* e IT. No âmbito de *Network* estão divididas as áreas relacionadas à Inovação, Engenharia, Qualidade e Operação. A área de Operação está dividida entre Acesso, Transporte, Monitoração, Performance e *Core*, sendo a área de *Core* dividida entre *Messaging*, *Packet Switching* e *Core Switching*, áreas divididas em *Core Sul* e *Norte*, serviços IN e NGN, e a área do funcionário, ***Core CS Database, Signaling and Control***.

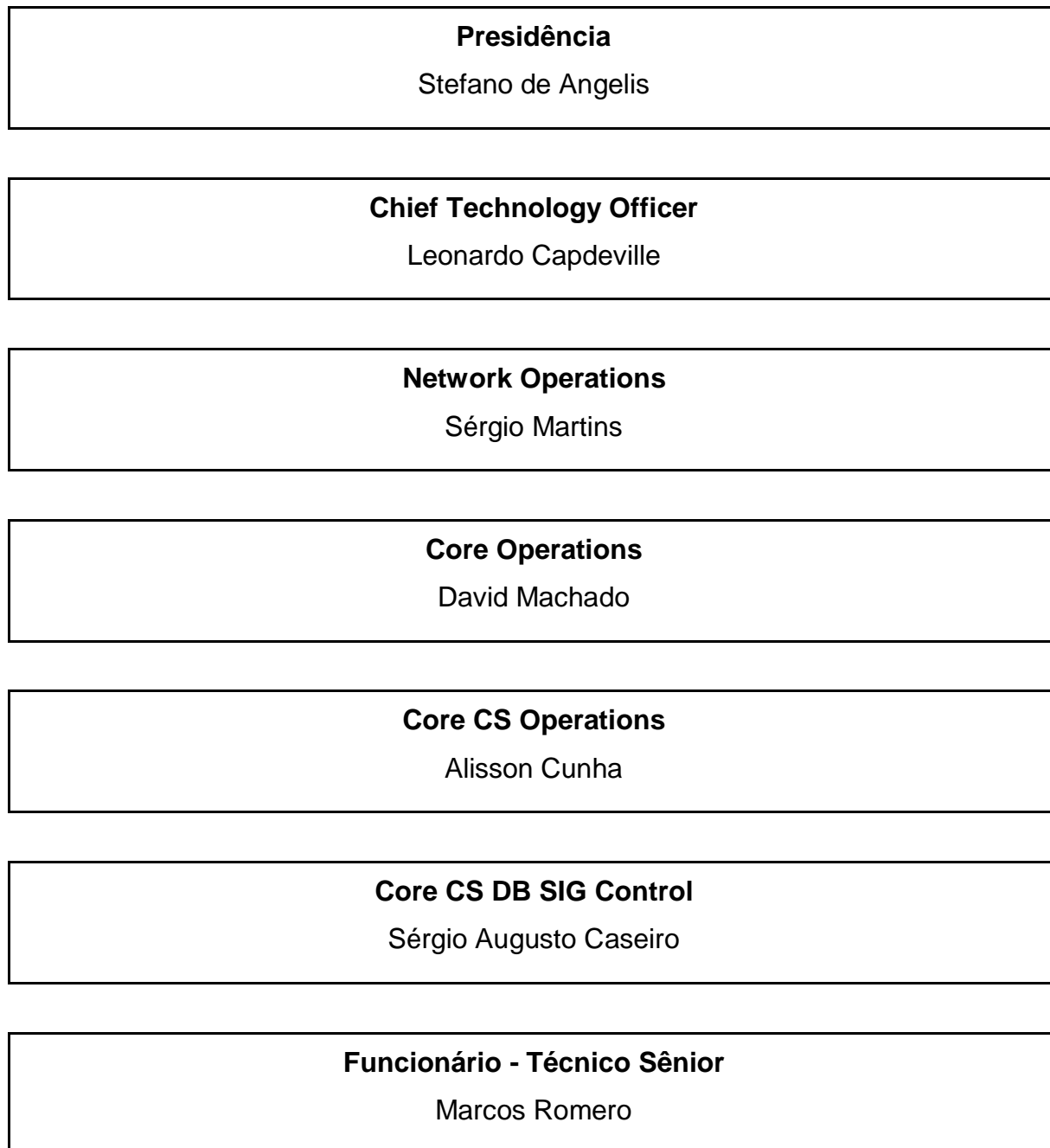


Figura 1.2 – Organograma do funcionário ao presidente da empresa.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

As próximas seções estão organizadas como segue:

O capítulo 2 apresenta uma fundamentação teórica dividida em 4 partes explicando protocolos e topologias de rede: Protocolos SIP, SDP, RTP; Protocolo DIAMETER; Rede *Core IMS*; *User Data Convergence*.

O capítulo 3 apresenta as atividades realizadas durante o período relatado dividido em 3 partes: a aceitação e testes da Rede Core IMS, a aceitação e testes do projeto UDC, e os Softwares desenvolvidos.

O capítulo 4 traz as considerações finais, relatando as contribuições para a empresa, a contribuição para a formação acadêmica e as possíveis atividades futuras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As redes de telecomunicações se baseiam fortemente na arquitetura de camadas de protocolos especificadas pelo modelo OSI/ISO e a pilha de protocolos da Internet. Com a arquitetura em camadas, cada funcionalidade da rede pode ser implementada por diferentes fabricantes e protocolos graças ao conceito de modularidade. [12] Os protocolos envolvidos nas redes de telecomunicações são geralmente definidos por institutos independentes como IETF (*International Engineering Task Force*) ou ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) que geram normas técnicas, principal fonte bibliográfica deste relatório.

Para compreender as atividades realizadas, principalmente o funcionamento da rede IMS e o projeto UDC se faz necessário explicar os protocolos de sinalização na camada de aplicação e transporte utilizados nos processos de autenticação do móvel, controle de chamadas e sinalização entre os elementos da rede IMS e UDC com a rede legada (equipamentos da rede 2G e 3G).

A rede IMS é uma rede convergente utilizada para adicionar serviços VoIP para rede de telecomunicações da operadora conforme instrução do órgão regulamentador 3GPP. VoIP (*Voice Over IP*) é a tecnologia utilizada para transmitir em tempo real voz sobre redes baseadas em protocolo internet (IP). A ideia por trás do VoIP é transmitir em tempo real sinal de conversação sobre rede de dados e, então, reduzir os custos mais altos da rede de comutação por circuito. [10]

Já o projeto do UDC traz o conceito de todas as bases de dados relacionadas a informações de assinantes unificadas em uma única base, formando um grande banco de dados convergente que trata as sinalizações por meios de *front-ends* específicos para lidar com os protocolos de rede e aplicação de cada tipo de transação.

Os principais protocolos utilizados estão localizados na camada de aplicação do modelo de camadas da Internet, DIAMETER e SIP. A fundamentação teórica destes protocolos é estabelecida por meio de RFCs (Requisição de Comentários) da instituição de Engenheiros IETF e normas da instituição 3GPP, e será abordada nos próximos tópicos deste relatório.

2.1 PROTOCOLOS SIP, SDP, RTP

O serviço de chamada dentro da rede IMS é um tipo especializado de VoIP com alguns parâmetros adicionais para controle de mobilidade. Para o controle de sessão de chamadas VoIP o protocolo de aplicação/sessão mais utilizado é o SIP (*Session Initiation Protocol*) definido pela RFC 3261 [3], por ser mais flexível e ser o mais viável economicamente. Para o transporte da voz no meio IP se utiliza o protocolo RTP (*Real-time Transport Protocol*), definido pela RFC 3550 [4], que se estabelece com a negociação de mídia a partir do protocolo SDP (*Session Description Protocol*), definido pela RFC 2327 [5], suportado pelo protocolo SIP. Durante a troca de mensagens de mídia via RTP, também existe um protocolo definido para medir a qualidade de comunicação entre os agentes chamado RTCP (*Real Time Control Protocol*) definido na mesma RFC do protocolo RTP.

2.1.1 SIP

O protocolo SIP baseia-se em requisições e respostas, de modo similar ao HTTP, possuindo campos de cabeçalho e corpo. Está localizado na camada de sessão do modelo OSI e na camada de aplicação no modelo TCP/IP. Sua função é estabelecer, modificar e terminar sessões multimídia entre os agentes de uma rede. Uma sessão é considerada uma troca de dados entre uma associação de participantes da comunicação. A dificuldade de se comunicar diferentes tipos de usuários finais IP em diferentes locais é resolvida com o SIP, realizando um acordo entre os agentes para combinar qual tipo de dados irão trocar.

No âmbito de localização dos usuários, o SIP trabalha com uma infraestrutura de *hosts* (chamados servidores *proxy*) capaz de receber requisições de registro e convites para sessões dos usuários. Deste modo, pode-se localizar os usuários independente da característica de acesso ou do protocolo de transporte que utilizam.

A RFC descreve um procedimento de estabelecimento de uma sessão para demonstrar os campos do protocolo SIP. No exemplo pode-se observar as funcionalidades básicas do protocolo SIP: localização de um usuário final, sinalização de intenção de comunicação, parâmetros de negociação para se estabelecer uma sessão e derrubada da sessão depois de estabelecida.

A figura 2.1 mostra uma troca típica de mensagens SIP entre dois usuários, Alice e Bob, cada mensagem está identificada com um *F* para ser referenciada à sua explicação. No exemplo, Alice utiliza um aplicativo SIP em seu computador, denominado *softphone*, para chamar Bob que tem um telefone SIP na internet. Também são mostrados dois servidores *proxy* que atuam em nome de Alice e Bob para facilitar o estabelecimento da sessão.

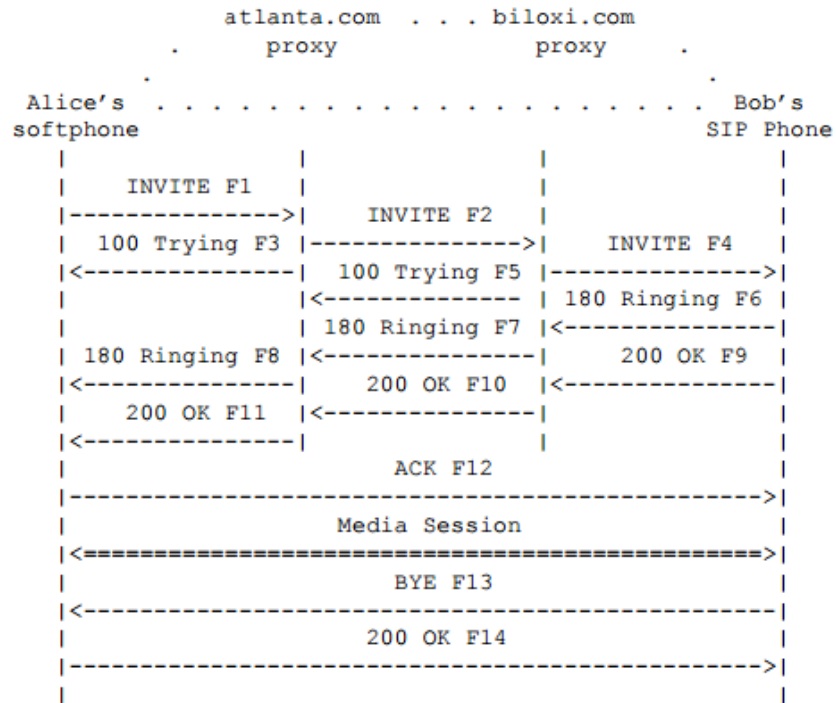


Figura 2.1 – Fluxo de mensagens SIP entre dois agentes. [3]

Alice chama Bob usando sua identidade SIP, que é um tipo de URI (*Uniform Resource Identifier*) chamado SIP URI. SIP URIs têm um formato similar a um endereço de e-mail contendo o nome do usuário e seu *host*. Neste caso, *sip:bob@biloxi.com* onde *biloxi.com* é o domínio do serviço provedor SIP de Bob. Alice tem um SIP URI de *sip:alice@atlanta.com*. Alice deve ter digitado o SIP URI de Bob ou selecionou um *hyperlink* ou contato previamente registrado de Bob.

O SIP é baseado em um modelo transacional HTTP de requisição/resposta. Cada transação consiste numa requisição que invoca um método particular no servidor que requer pelo menos uma resposta. Neste exemplo, a transação se inicia com o

softphone de Alice enviando uma requisição *INVITE* endereçado ao SIP URI de Bob. A requisição *INVITE* é um exemplo de método SIP que especifica a ação que o requerente deseja que seja tomada pelo servidor. A mensagem possui cabeçalho com atributos provendo informações adicionais. A figura 2.2 mostra o formato da mensagem *INVITE*.

```
INVITE sip:bob@biloxi.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bK776asdhs
Max-Forwards: 70
To: Bob <sip:bob@biloxi.com>
From: Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:alice@pc33.atlanta.com>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 142
```

(Alice's SDP not shown)

Figura 2.2 – Mensagem *INVITE*. [3]

A primeira linha da mensagem codificada contém o nome do método (*INVITE*). As linhas seguintes contêm uma lista de campos de cabeçalho, este exemplo contém o mínimo de informações para se estabelecer uma sessão. Os campos são descritos a seguir:

- *Via*: contém o endereço (pc33.atlanta.com) no qual Alice está esperando receber respostas para esta requisição. Também contém um parâmetro *branch* para identificar a transação e o protocolo de transporte utilizado, neste caso UDP.
- *To*: contém um nome de apresentação (Bob) e o SIP URI (sip:bob@biloxi.com) para onde a requisição foi inicialmente direcionada.
- *From*: também contém um nome de apresentação (Alice) e o SIP URI (sip:alice@atlanta.com) que indica o originador da requisição. Além disso contém um parâmetro *tag* com uma *string* (1928301774) que foi adicionada ao URI pelo *softphone*, utilizado para fins de identificação.
- *Call-ID*: contém um identificador único global para esta chamada, gerado pela combinação de uma *string* aleatória e o nome do host ou endereço IP. A combinação dos identificadores *To*, *From* e *Call-ID* definem o mínimo de uma relação SIP *peer-to-peer* entre Alice e Bob, referenciados como um diálogo.

- *CSeq*: ou Sequência de Comando contém um inteiro e um nome de método. O número do *CSeq* é incrementado para cada nova requisição com um diálogo e é tipicamente sequencial.
- *Contact*: contém um SIP URI que representa a rota direta ao contato Alice, normalmente composto por um nome de usuário em um nome de domínio totalmente qualificado (FQDN - *Fully Qualified Domain Name*). Embora um FQDN é preferível, muitos sistemas finais não têm o registro dos nomes de domínio, então endereços IPs são permitidos. Enquanto o cabeçalho *Via* diz aos outros elementos onde enviar a resposta, o cabeçalho *Contact* diz aos outros elementos onde enviar futuras requisições.
- *Max-Forwards*: é usado para limitar o número de saltos que uma requisição pode fazer no seu caminho para o destino. Consiste de um inteiro que é decrementado por um a cada salto.
- *Content-Type*: contém a descrição da mensagem do corpo.
- *Content-Length*: contém um contador de octeto (*byte*) da mensagem de corpo.

Não são mostrados neste exemplo os campos do corpo da mensagem que contém a descrição da sessão e seriam definidos pelo protocolo SDP, serão vistos nos próximos itens.

Dado que o *softphone* não conhece a localização de Bob ou o servidor SIP no domínio biloxi.com, o *softphone* envia o *INVITE* para o servidor SIP que atende o domínio de Alice, atlanta.com. O endereço do servidor atlanta.com pode ter sido configurado no computador de Alice ou descoberto por DHCP.

O servidor SIP atlanta.com é um tipo de servidor chamado *proxy*. Um servidor *proxy* recebe requisições SIP e as encaminha em nome do originador. Neste exemplo, o servidor *proxy* recebe a requisição *INVITE* e retorna com a mensagem *100 Trying* para o computador de Alice. A mensagem *100 Trying* indica que o *INVITE* foi recebido e que o *proxy* está trabalhando em seu nome para enviar o *INVITE* para o destino. Respostas de mensagens SIP são códigos de três dígitos seguidos de uma frase descritiva. Esta resposta contém os mesmos campos *To*, *From*, *Call-ID*, *CSeq* e *branch* que estavam presentes no *INVITE* inicial, assim o *softphone* de Alice pode relacionar

com a mensagem que enviou anteriormente. A seguir na figura 2.3 pode-se observar as classes de respostas possíveis no SIP.

RESPOSTA	CLASSE
1xx	Informativas
2xx	Sucesso
3xx	Redirecionamento
4xx	Falha na Requisição
5xx	Falha no Servidor
6xx	Falha Global

Figura 2.3 – Classes de respostas SIP. [9]

O *proxy* de atlanta.com localiza o *proxy* de biloxi.com possivelmente por uma consulta DNS solicitando o endereço IP do servidor. Antes de enviar o *INVITE* para o endereço IP obtido, o *proxy* atlanta.com adiciona um valor ao campo *Via* que contém o seu próprio endereço, sendo que o *INVITE* original já contém o endereço de Alice no campo *Via*. O *proxy* biloxi.com recebe a mensagem e responde com *100 Trying* para o *proxy* atlanta.com para indicar que recebeu a mensagem de *INVITE* e está processando a requisição. O *proxy* consulta uma base de dados que contém o endereço IP de Bob, no caso do IMS esta base de dados seria o ENUM que transforma números em formato telefônico para formato SIP. O servidor biloxi.com adiciona seu endereço ao campo *Via* e envia o *INVITE* para o destinatário final (Bob).

O telefone SIP de Bob recebe o *INVITE* e alerta Bob para a chamada entrante de Alice, assim Bob pode atender ou rejeitar a chamada, ou seja, o telefone de Bob começa a tocar. O telefone de Bob indica este estado respondendo com a mensagem *180 Ringing* que é enviado de volta pelos *proxies* para Alice. Cada *proxy* usa o campo *Via* para determinar onde enviar a resposta e remove seu próprio endereço do topo. Assim, apesar da requisição inicial precisar de um serviço de base de dados para encontrar o destino, o retorno do *180 Ringing* pode seguir todo o trajeto reverso sem consultar nenhum outro elemento e sem necessitar que os elementos mantenham a informação do estado de cada chamada. Também é desejável que cada elemento que

recebeu o *INVITE* possa receber as respostas a essa mensagem. Quando o software de Alice recebe o *180 Ringing*, repassa esta informação para Alice tocando um tom de chamada por exemplo.

Neste caso, supõe-se que Bob decide atender a ligação. Quando aceita a chamada, o telefone SIP envia uma mensagem *200 OK* como resposta, indicando que a chamada foi atendida. O *200 OK* contém a mensagem de corpo com a descrição de mídia SDP com o tipo de sessão que Bob deseja estabelecer com Alice. Como resultado, é feita uma troca de mensagem SDP em duas fases entre Bob e Alice, Alice envia uma mensagem para Bob e Bob envia outra para Alice. Esta troca em duas fases provê a negociação básica de capacidades e é baseada em um simples modelo oferta/resposta de negociação SDP. Se Bob tivesse recusado ou não atendido a chamada de Alice, uma mensagem diferente de *200 OK* seria enviada não sendo nenhuma mídia estabelecida. A figura 2.4 mostra uma possível mensagem enviada por Bob.

```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP server10.biloxi.com
    ;branch=z9hG4bKnashds8;received=192.0.2.3
Via: SIP/2.0/UDP bigbox3.site3.atlanta.com
    ;branch=z9hG4bK77ef4c2312983.1;received=192.0.2.2
Via: SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com
    ;branch=z9hG4bK776asdhds ;received=192.0.2.1
To: Bob <sip:bob@biloxi.com>;tag=a6c85cf
From: Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:bob@192.0.2.4>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 131

(Bob's SDP not shown)
```

Figura 2.4 – Resposta 200 OK. [3]

A primeira linha da resposta contém o código da mensagem (200) e a frase do motivo (OK). As demais linhas contêm campos de cabeçalho. Os campos *Via*, *To*, *From*, *Call-ID*, e *CSeq* são campos de cabeçalho copiados da requisição *INVITE*. Existem três valores no campo *Via* que indicam a rota de retorno a ser tomada. O servidor de Bob adiciona uma *Tag* no campo *To*. Combinada com a *Tag* já incluída no campo *From* por Alice, estas *Tags* servirão para identificar todas as mensagens

trocadas durante essa sessão. O campo *Contact* contém um URI no qual Bob pode ser alcançado diretamente em seu telefone SIP. Os campos *Content-Type* e *Content-Length* referem-se à informação de mídia SDP de Bob (não apresentada na figura).

Além das consultas DNS e busca no ENUM, os proxies podem realizar decisões flexíveis de roteamento. Por exemplo, caso Bob retornasse como resposta *486 Busy Here*, poderia ser redirecionado o *INVITE* para o serviço de caixa postal de Bob.

Neste caso do exemplo, a mensagem *200 OK* é encaminhada pelos dois proxies até chegar a Alice, que para de tocar o tom de chamada e indica que a chamada foi atendida. Finalmente, o computador de Alice envia uma mensagem de reconhecimento (*ACK*) para Bob, confirmando o recebimento da mensagem *200 OK*. No caso da mensagem *ACK*, não é necessário passar pelos proxies, é enviada diretamente para Bob, uma vez que os usuários finais aprenderam os endereços diretos de cada um, de acordo com os valores do campo de cabeçalho *Contact* trocados nas mensagens *INVITE/200 OK*. Assim está completo o aperto de mão em três vias *INVITE/200/ACK*.

A sessão de mídia entre Alice e Bob então se inicia, e estes enviam pacotes de mídia entre si usando o formato acordado previamente nas negociações de SDP. Em geral, o caminho utilizado pela mídia é diferente do caminho feito pelo SIP.

Durante a sessão de mídia, tanto Alice quanto Bob podem querer realizar alterações nas características da sessão de mídia. Para realizá-las é necessário enviar um re-*INVITE* para que refaçam as negociações de SDP, sendo esperado mais um *200 OK* e então respondido com *ACK*. Caso a mudança não seja aceita pelo outro usuário, é enviada uma mensagem *488 Not Acceptable Here*. A não aceitação das novas características de sessão não implica na queda da chamada corrente.

Ao término da chamada, Bob desconecta o telefone primeiro, gerando uma mensagem *BYE*. O *BYE* é enviado diretamente para o computador de Alice, novamente ignorando os proxies. Alice confirma o recebimento enviando uma mensagem *200 OK*, que termina a transição de mensagem do *BYE*. Nenhum *ACK* é enviado, o *ACK* somente é enviado para transações iniciadas com *INVITE*.

Em alguns casos é útil que os proxies vejam todos os processos de sinalização SIP entre os agentes. Para tal, o proxy poderia inserir um campo de cabeçalho

chamado *Record-Route* contendo uma URI com o hostname ou endereço IP do *proxy*. Assim toda sinalização seria recebida tanto por Alice quanto pelo *proxy*.

O registro é outro processo importante no SIP. Registro é o meio por qual o servidor *proxy* biloxi.com conhece a localização de Bob. Durante a inicialização, e durante intervalos periódicos, o telefone de Bob envia mensagens *REGISTER* para um servidor no domínio de biloxi.com chamado *SIP registrar*. A mensagem *REGISTER* associa o SIP URI de Bob com a máquina em que está logado. Será apresentado casos de mensagens *REGISTER* no ambiente específico do IMS nos próximos capítulos.

2.1.2 SDP e RTP

O protocolo SDP, definido inicialmente na RFC 2327 [5], é responsável pela negociação da sessão de mídia a ser estabelecida numa chamada SIP. O protocolo SIP é um dos protocolos que pode utilizar o SDP como protocolo de descrição de sessão. O SDP é utilizado para definir o protocolo RTP, protocolo este da camada de rede do modelo OSI, que trafega os *Codecs* necessários para a mídia, voz ou vídeo.

As informações principais que são encontradas no trecho SDP da mensagem SIP são: endereço IP ou nome do *host*, perfil RTP, número de porta que será usado na troca de mensagens de mídia, tipo da sessão de mídia a ser estabelecida (vídeo, voz, texto, etc) e o esquema de codificação da mídia. Assim como o SIP, o SDP é um protocolo textual composto por campos. Cada campo possui um valor específico, e cada campo começa com uma letra minúscula. Nem todos os campos são obrigatórios, mas se aparecerem devem seguir a seguinte ordem, mostrada na figura 2.5.

CAMPO	NOME	OBRIGATÓRIO
v =	Versão do protocolo	Sim
o =	Criador e identificador da sessão (origem)	Sim
s =	Nome da sessão	Sim
i =	Informação sobre a sessão	Não
u =	Uniforme Resource Identifier – URI	Não
e =	Endereço de email	Não
p =	Número de telefone	Não
c =	Informação sobre a conexão	Sim
b =	Informação sobre largura de banda	Não
t =	Tempo para início e término da sessão	Sim
r =	Número de repetições	Não
z =	Correções de fuso horário	Não
k =	Chave de criptografia (não utilizado mais)	Não
a =	Linha de atributos da sessão	Não
m =	Informações sobre a mídia	Não
a =	Atributos da mídia	Não

Figura 2.5 – Tabela de campos SDP. [9]

O SDP também é baseado no modelo oferta/resposta, ou seja o participante da sessão (usuário) gera uma mensagem SDP (oferta) informando quais mídias e *codecs* deseja trocar, incluindo o endereço IP e porta onde gostaria de receber o fluxo de mídia. O usuário de destino responde a oferta com uma mensagem SDP que tem o fluxo de mídia correspondente para cada oferta apresentada, para cada campo *m* deve haver um campo *m* correspondente, indicando se o fluxo é aceitável ou não. Na resposta SDP também é informado IP e porta onde o destino deseja receber o fluxo de mídia. A figura 2.6 apresenta um exemplo de mensagem SDP que foi enviada no corpo do primeiro *INVITE* de uma mensagem SIP.

```
v = 0
o = André 2890844526 2890844526 IN IP4 pc145.lima.com
s = -
c = IN IP4 100.101.102.103
t = 0 0
m = audio 46000 RTP/AVP 0 6 8
a = rtpmap : 0 PCMU/8000
a = rtpmap : 6 DVI4/16000
a = rtpmap : 8 PCMA/8000
```

Figura 2.6 – Mensagem SDP encapsulada em um *INVITE*. [9]

A primeira linha se refere à versão do protocolo SDP a ser utilizada, no momento temos somente a versão 0, então sempre teremos $v = 0$ para ser uma mensagem SDP válida.

A segunda linha contém o campo do originador. O primeiro valor é o nome de *login* ou *host*, ou simplesmente "-". Os dois números seguintes são valores de *session-id* e *version*. Recomenda-se que os valores sejam gerados a partir de uma referência única de horário ou sejam valores aleatórios. Os próximos campos apresentam o valor de *network-type* que é *IN* no caso da Internet, o valor de *address-type* que mostra *IP4* para IPv4 ou *IP6* para IPv6, e o valor de *address* que informa o IP do destino ou o nome DNS do *host*.

A linha seguinte tem a informação de sessão, este campo não é necessário no caso de estabelecimento de uma sessão *unicast*. Como o campo é obrigatório, aparece normalmente vazio ou com um traço "-".

A próxima linha traz informações da conexão. O primeiro campo se refere ao tipo de rede, no caso *IN* se referindo a Internet. O campo seguinte traz o tipo de endereço, no caso *IP4* se referindo a IPv4. O terceiro campo traz o endereço de conexão. O endereço de conexão contém o endereço IP *unicast* da fonte de dados esperada.

A linha posterior incluiria o timer para início e término da sessão. Os parâmetros *starttime* e *endtime* estão neste caso configurados como 0 e 0 por se tratar de uma sinalização SIP. As sessões devem ser criadas e terminadas pelo protocolo SIP.

Na linha seguinte, o campo *media* especifica a mídia a ser trocada durante a sessão. Pode ser trocado áudio, vídeo, texto, aplicação, mensagem, imagem ou

controle. O próximo campo *port* indica a porta em que será recebido o fluxo de mídia e o campo *transport* exibe o protocolo de transporte utilizado para o fluxo. No caso, RTP/AVP denota o protocolo RTP usado sob o Perfil RTP de Áudio e Vídeo Conferência com Controle Mínimo rodando sobre UDP. O último campo desta linha é o *format-list* que traz a lista de formatos de mídia. Podem ser explicadas nos campos seguintes de atributos.

Nos demais campos tem-se a informação de atributos referentes ao *format-list*. Trazem informações sobre o esquema de codificação a ser utilizado no fluxo de mídia. Os campos de *payload* possíveis são apresentados na figura 2.7.

PT	encoding name	media type	clock rate (Hz)	channels
0	PCMU	A	8,000	1
1	reserved	A		
2	reserved	A		
3	GSM	A	8,000	1
4	G723	A	8,000	1
5	DVI4	A	8,000	1
6	DVI4	A	16,000	1
7	LPC	A	8,000	1
8	PCMA	A	8,000	1
9	G722	A	8,000	1
10	L16	A	44,100	2
11	L16	A	44,100	1
12	QCELP	A	8,000	1
13	CN	A	8,000	1
14	MPA	A	90,000	(see text)
15	G728	A	8,000	1
16	DVI4	A	11,025	1
17	DVI4	A	22,050	1
18	G729	A	8,000	1

Figura 2.7 – Tipos de *Payload*. [4]

Além dos *payloads* da figura 2.7, também existe a possibilidade de combinar *codecs* com bandas de transmissão maiores. É o caso do *codec* G.711.1 que é uma evolução do *codec* G.711 (PCMU e PCMA) associado com as bandas *narrow-band* e *wide-band*. A figura 2.8 mostra as possibilidades de intersecção dos tipos de *codecs* e bandas, especificadas na RFC 5391 [6].

The following table gives more details on these layers.

Layer	Description	Bit rate
L0	G.711 compatible	64 kbps
L1	narrowband enhancement	16 kbps
L2	wideband enhancement	16 kbps

Table 1: Layers description

The combinations of these three layers results in the definition of four modes, as per the following table.

Mode	L0	L1	L2	Audio band	Bit rate
R1	x			narrowband	64 kbps
R2a	x	x		narrowband	80 kbps
R2b	x		x	wideband	80 kbps
R3	x	x	x	wideband	96 kbps

Table 2: Modes description

Figura 2.8 – Esquema de associação entre G.711.1 e bandas. [6]

A numeração do *codec* G.711.1 é 96 para o tipo *mu-Law* (PCMU-WB) e 97 para o tipo *A-Law* (PCMA-WB).

2.2 PROTOCOLO DIAMETER

O protocolo DIAMETER é o protocolo utilizado nas sinalizações entre rede IMS e os elementos *front-end* HSS do projeto UDC ou elementos PCRF, também entre elementos da rede *Core Packet Switching* denominados MME e o HSS. É um protocolo do tipo AAA, responsável pela Autenticação, Autorização e Contabilidade (do inglês *Accounting*). As suas funcionalidades e estrutura são descritas na RFC 6733. [19]

O DIAMETER é baseado em troca de mensagens, os nós enviam mensagens e recebem respostas positivas ou negativas para cada mensagem. Para manter a confiança e segurança, utiliza o protocolo de rede SCTP. Possui basicamente dois tipos de mensagens, *Request* e *Answer*. Sua estrutura é mostrada na seguinte figura.

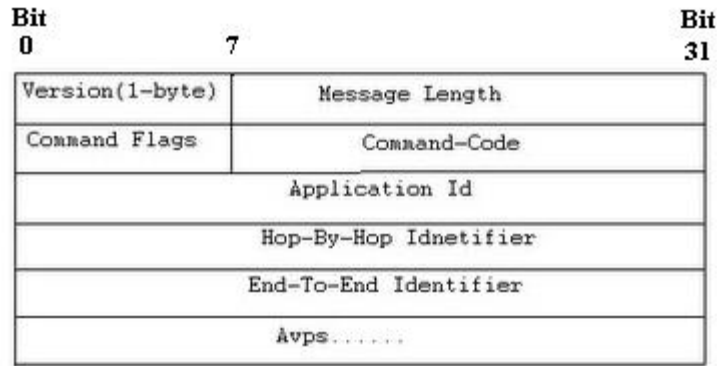


Figura 2.9 – Estrutura do protocolo DIAMETER. [19]

Cada tipo de par de mensagens *Request/Answer* possui um código único, o *Command-Code*, que é diferenciado pelo *Command Flags*. Se o bit R for 1 se trata de uma mensagem de *Request*, se o bit R for 0, se trata de uma mensagem de *Answer*.

Como o protocolo DIAMETER é expansível, interfaces diversas de sinalização podem ser concebidas utilizando este protocolo. O campo *Application Id* é responsável por determinar qual o tipo de interface será utilizada e por sua vez traz uma biblioteca de AVPs (*Attribute-Value Pairs*) que possuem pares atributo-valor específicos para aquela interface. Por exemplo, a interface entre MME e HSS, chamada S6a, possui o *Application Id* 16777251.

As interfaces utilizadas no projeto UDC e Rede IMS são S6a, Sh e Cx. As mensagens possíveis de cada interface são explicadas a seguir.

Interface S6a, entre MME e HSS:

- 1) **AIR/AIA** (*Authentication Information Request/Answer*): MME busca os dados de autenticação no HSS para autenticar o assinante.
- 2) **ULR/ULA** (*Update Location Request/Answer*): MME armazena sua própria identidade no HSS e busca os dados de assinante do HSS.
- 3) **NOR/NOA** (*Notification Request/Answer*): MME armazena o endereço do PGW e outras informações de *Attach* no HSS.
- 4) **PUR/PUA** (*Purge Request/Answer*): MME informa ao HSS que o assinante está inativo por um longo período por isto o MME deletou os dados do assinante recebidos no último ULR.

- 5) **IDR/IDA** (*Insert Subscription Data Request/Answer*): Iniciado somente pelo HSS quando um assinante está registrado e existe uma mudança no perfil do assinante no lado do HSS então a mesma mudança deve ser refletida no lado do MME.
- 6) **DSR/DSA** (*Delete Subscriber Data Request/Answer*): Iniciado pelo HSS somente quando um assinante está registrado e algum dado é deletado no lado do HSS. Então o HSS informa ao MME que alguma parte dos dados do assinante foi removida do HSS.
- 7) **CLR/CLA** (*Cancel Location Request/Answer*): Iniciado pelo HSS para remover o registro do assinante.
- 8) **RSR/RSA** (*Reset Request/Answer*): Iniciado pelo HSS, para informar o MME que o HSS estará fora por algum tempo, o MME deve sincronizar os dados e enviar novas informações de localização e de PWG ao HSS.

Interface Sh, entre AS (*Application Server*) e HSS:

- 1) **UDR/UDA** (*User Data Request/Answer*) [Leitura de dados]: AS solicita informações relacionadas ao assinante para o HSS.
- 2) **PUR/PUA** (*Profile Update Request/Answer*) [Atualização de dados]: AS armazena/atualiza os dados de assinante no HSS.
- 3) **SNR/SNA** (*Subscribe Notifications Request/Answer*) [Notificação]: AS informa um determinado campo dos dados de assinante que deve ser informado se houver alguma mudança. Também pode questionar qual o valor atual do campo para receber na mesma mensagem de resposta do HSS.
- 4) **PNR/PNA** (*Push Notification Request/Answer*) [Notificação]: HSS baixa o valor atualizado do campo no AS, cujo dado foi baixado anteriormente pelo AS.

Interface Cx, entre I/S-CSCF (Core IMS) e HSS:

- 1) **UAR/UAA** (*User Authorization Request/Answer*): Mensagem do I-CSCF para o HSS verificando onde e quando um assinante está permitido a se registrar.

- 2) **LIR/LIA** (*Location Info Request/Answer*): Mensagem do I-CSCF para o HSS perguntando o nome do S-CSCF a ser utilizado para completar a chamada.
- 3) **MAR/MAA** (*Multimedia Auth Request/Answer*): Mensagem do S-CSCF para o HSS autenticando a identidade e a rede do usuário.
- 4) **SAR/SAA** (*Server Assignment Request/Answer*): Mensagem do S-CSCF para o HSS realizando o download do perfil do usuário para o servidor.
- 5) **PUR/PUA** (*Push Profile Request/Answer*): Mensagem do HSS para o S-CSCF para atualizar alguma informação alterada no perfil do HSS.
- 6) **RTR/RTA** (*Registration Termination Request/Answer*): Mensagem do HSS para o S-CSCF solicitando o de-registro do usuário.

Também é possível fazer um roteamento por meio do protocolo DIAMETER, os nós participantes do roteamento são chamados de cliente, servidor ou agentes. Cada um dos nós possui seu *realm* e seu *hostname*, o *realm* seria o domínio do *host*, por exemplo, na TIM para a rede de *Core Packet Switching*, os elementos tem o *realm* **lte.tim.br** e para os elementos do *Core IMS* **ims.tim.br**. O *hostname* associado ao *realm* forma o FQDN (*Fully Qualified Domain Name*), que por exemplo no caso do HSS na TIM é **HISNE2.lte.tim.br**.

Na TIM, a topologia de sinalização DIAMETER possui DRAs (*Diameter Routing Agent*) e todos os clientes e servidores estão conectados aos DRAs e nos DRAs passam por regras de roteamento baseadas em IMSI, *realm*, FQDN e *Application Id* para chegarem aos destinos apropriados.

2.3 REDE CORE IMS

O Core IMS (*IP Multimedia Core Network System*) foi introduzido para atender uma demanda crescente de utilizar os serviços de voz com maior qualidade, introduzir novas aplicações na rede de voz, seguindo a tendência de convergência de rede iniciada anos antes pelas redes NGN. Formalizado pela especificação técnica #23228 do 3GPP [2], é agnóstico do ponto de vista do acesso, apesar de ser utilizado atualmente na operadora somente pelos usuários com aparelhos com suporte às redes

LTE e WiFi, nada impede que no futuro seja acessado por todos os usuários de qualquer tecnologia móvel ou fixa.

2.3.1 CENÁRIOS IMS

Com os elementos da rede IMS é possível realizar chamadas de voz por redes 4G e WiFi utilizando somente o celular com suporte nativo ao protocolo SIP, além de adicionar funcionalidades de vídeo chamada e outras aplicações.

Para utilizar a rede IMS alguns fatores são necessários para os clientes: aparelho 4G com funcionalidade VoLTE (*Voice Over LTE*) ou funcionalidade VoWiFi (*Voice Over WiFi*), número cadastrado na base de assinantes HSS e plano adequado. Com isto é possível iniciar o registro na rede IMS e habilitar a opção de VoLTE. Sem a opção de utilizar o VoLTE os assinantes que possuem acesso à rede de dados 4G devem realizar a operação de retorno a rede 3G para prosseguir com chamadas de voz, chamada *CSFallback*.

Abaixo um exemplo de como são distribuídos os diferentes elementos na rede IMS de acordo com os níveis de Acesso, Controle e Serviço.

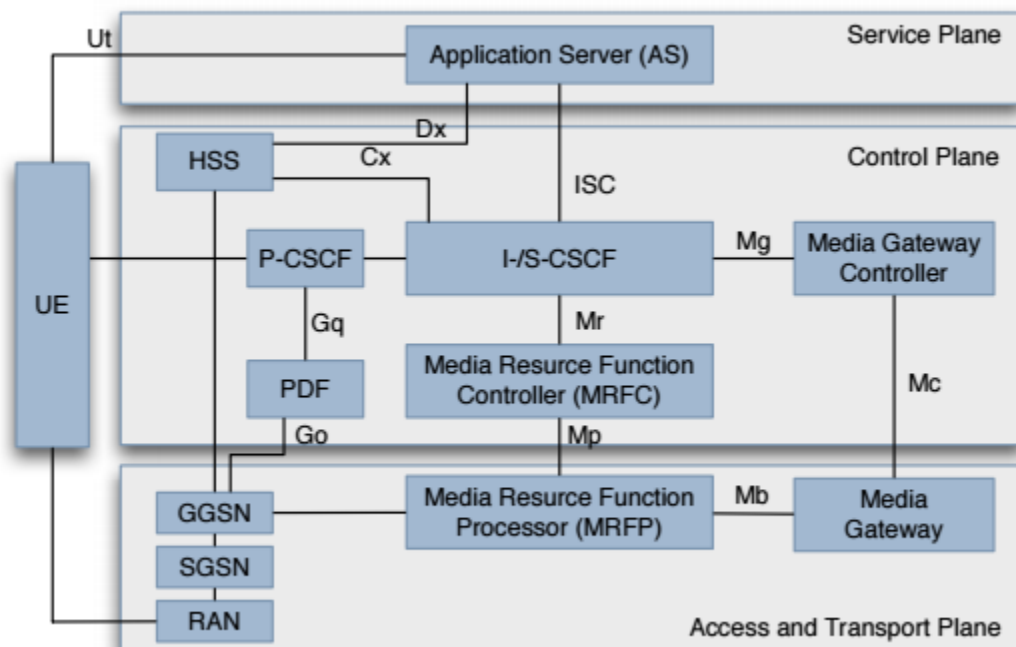


Figura 2.10 – Elementos de Rede do Core IMS. [11]

Os protocolos SIP e DIAMETER são os principais protocolos utilizados no Core IMS, e são utilizados em todos os fluxos possíveis dos diversos serviços. A seguir são apresentados dois exemplos de cenários de serviço: o registro na rede IMS e uma chamada simples entre dois números VoLTE. [7]

2.3.1.1 Registro

O procedimento de registro do assinante à rede IMS, dado que o assinante já esteja registrado na rede de dados 4G, é descrito no diagrama a seguir.

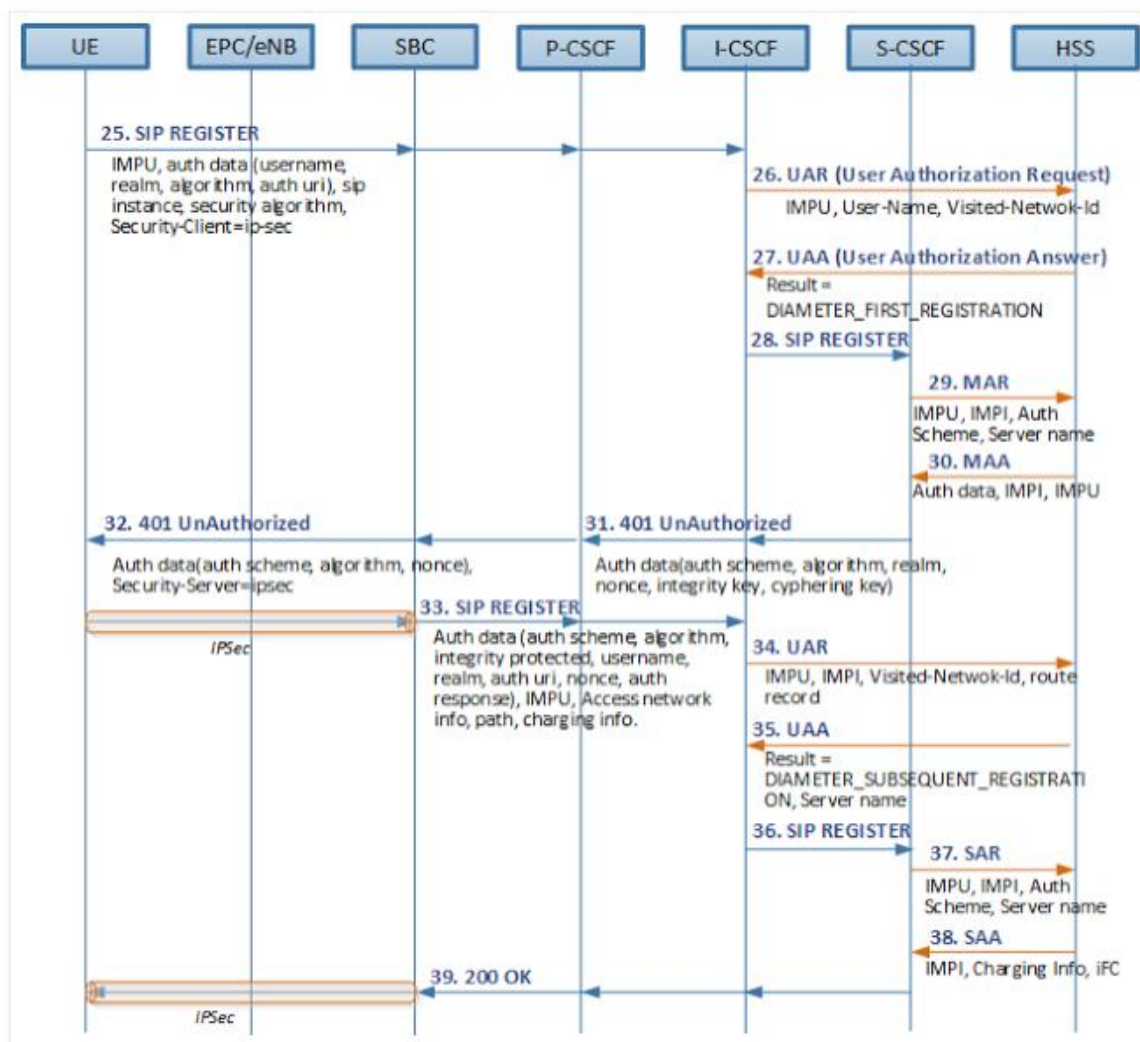


Figura 2.11 – Diagrama de registro SIP. [7]

Com um túnel estabelecido pelo gateway de dados da operadora, a mensagem de SIP *REGISTER* é enviada para o elemento SBC (*Session Border Controller*) que realiza a função de NAT (*Network Address Translation*) e proteção da rede interna ao IMS. A mensagem então é enviada para o elemento de *proxy* denominado P-CSCF (*Proxy Call/Session Control Function*) que possui os endereços para encaminhar a mensagem, seja o elemento *interrogating* ou o elemento *servicing* (I-CSCF ou S-CSCF), atuando como SIP *proxy server* descrito anteriormente.

No procedimento de primeiro registro à rede IMS, a mensagem de registro é encaminhada para o I-CSCF padrão da rede de origem, já que o *proxy* não conhece o elemento *servicing* do cliente. Na mensagem de *REGISTER* mostrada na figura 2.12 estão os campos:

- *Authorization*: contendo as informações de autenticação como esquema de autenticação, chave de resposta, rede, algoritmo utilizado pelo móvel.
- *Expires*: tempo de validade da mensagem de registro, antes deste tempo o aparelho deve fazer um re-registro. Tipicamente o aparelho envia uma mensagem de re-registro na metade do tempo de validade. Para a rede LTE o tempo é de 3600 segundos e para a rede WiFi 60 segundos.
- *Security-Client*: uma lista dos algoritmos de segurança suportados pelo cliente.
- *Contact*: IP do cliente, recursos do aparelho e etiquetas de funções.

```

⊕ Request-Line: REGISTER sip:ims.mnc .mcc .3gppnetwork.org SIP/2.0
⊖ Message Header
⊕ To: <sip:000049980@ims.mnc .mcc .3gppnetwork.org>
⊕ From: <sip:000049980@ims.mnc .mcc .3gppnetwork.org>;tag=mySaHsxp
Expires: 600000
Require: sec-agree
Proxy-Require: sec-agree
⊕ [truncated]Security-Client: ipsec-3gpp;alg=hmac-md5-96;ea1g=null;mod=tran
Call-ID: B0L3iBmudevokofTcFTVqdoa
⊕ Contact: <sip:100.64.50.86:5060>;+q.3gpp.icsi-ref="urn%3Aurn-7%3A3gpp-serv
⊖ Authorization: Digest nonce="",uri="sip:ims.mnc874.mcc405.3gppnetwork.org"
  Authentication Scheme: Digest
  Nonce Value: ""
  Authentication URI: "sip:ims.mnc .mcc .3gppnetwork.org"
  Digest Authentication Response: ""
  Username: "000049980@ims.mnc .mcc .3gppnetwork.org"
  Algorithm: AKAV1-MD5
  Realm: "ims.mnc .mcc .3gppnetwork.org"
⊕ CSeq: 11 REGISTER
⊕ Via: SIP/2.0/TCP 100.64.50.86:5060;branch=z9hg4bkYMYRCoqqUSuIBE;rport
Allow: ACK,BYE,CANCEL,INVITE,MESSAGE,NOTIFY,OPTIONS,PRACK,REFER,UPDATE
Supported: 100rel,path,replaces
Max-Forwards: 70
User-Agent: iOS/9.0 (13A4280e) iPhone
Content-Length: 0

```

Figura 2.12 – Detalhe da mensagem *REGISTER*. [7]

Ao receber a mensagem, o I-CSCF envia uma mensagem DIAMETER para o HSS chamada *User Authorization Request* (UAR) solicitando o status da autenticação do assinante. Verificando os dados do cliente, o HSS autoriza o usuário para o serviço IMS caso esteja habilitado e envia o endereço do S-CSCF para este usuário na mensagem *User Authorization Answer* (UAA). Caso seja a primeira autenticação na rede desse cliente, o HSS envia no campo de S-CSCF uma lista de recursos S-CSCF (*capabilities*). E então o I-CSCF é responsável por escolher o S-CSCF que receberá o próximo passo do registro.

O I-CSCF então repassa o SIP *REGISTER* para o S-CSCF em questão. O S-CSCF envia para o HSS uma mensagem DIAMETER chamada *Multimedia Auth Request* (MAR) para receber os vetores de autenticação do cliente. O HSS responde a mensagem com os vetores do cliente, calculados com o algoritmo informado no campo *Authorization* da mensagem *REGISTER* inicial.

O S-CSCF responde para o P-CSCF a mensagem SIP *401 Unauthorized* com os vetores de autenticação para desafiar o móvel e verificar se as chaves de autenticação batem com as chaves presentes no chip do cliente. O P-CSCF passa a mensagem de desafio para o móvel.

O móvel deve calcular a chave de desafio baseado em seu algoritmo e a chave que possui no chip, e então responde para o P-CSCF com uma mensagem SIP *REGISTER* subsequente contendo a resposta do desafio. Esta mensagem então é encaminhada para o I-CSCF, que enviando novamente uma mensagem UAR para o HSS perguntando o status do registro. A diferença é que a resposta do HSS agora envia que este é um registro subsequente que já informa o endereço do S-CSCF recebido na mensagem MAR do primeiro registro.

A mensagem de *REGISTER* então é encaminhada para o S-CSCF que compara a chave armazenada na consulta MAR com a chave da resposta do móvel, se estiver correta, o S-CSCF envia uma mensagem para o HSS chamada *Server Assignment Request* (SAR) informando que o assinante foi registrado neste servidor. Caso na mensagem de SAR seja informado que o S-CSCF não tem os dados do assinante, o HSS inclui na resposta os dados do usuário em formato XML. Assim, concluindo o registro do assinante na rede IMS. A partir daí são trocadas mensagens DIAMETER

entre o elemento *Application MMTel Server (ATS)* e o HSS para atualizar os dados do assinante.

2.3.1.2 Fluxo de uma chamada VoLTE x VoLTE

Para o estabelecimento da chamada de voz entre dois assinantes registrados na rede IMS (VoLTE x VoLTE) é necessário a troca de sinalização SIP e o estabelecimento da mídia por RTP. Abaixo um esquema de como os elementos interagem na rede.

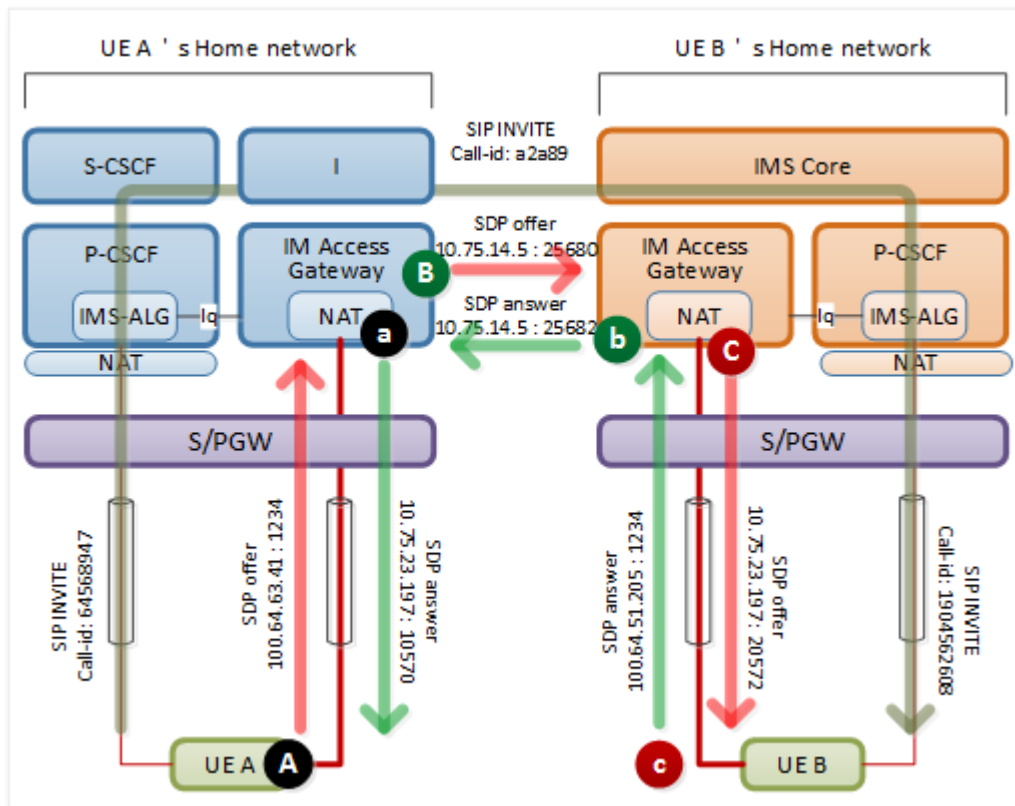


Figura 2.13 – Diagrama de sinalização para chamada VoLTE x VoLTE. [7]

Como explicado, os dois participantes da chamada realizam a troca de mensagens SIP para estabelecer o controle da sessão e utilizam o protocolo SDP para negociar e estabelecer o fluxo de mídia via protocolo RTP. A seguir estão os passos necessários para se estabelecer uma chamada.

Ao receber uma requisição de configuração de chamada (*INVITE*) o proxy informa o elemento de controle de cotas PCRF para que consulte a rede de dados para que crie um recurso dedicado para tráfego dos pacotes de mídia.

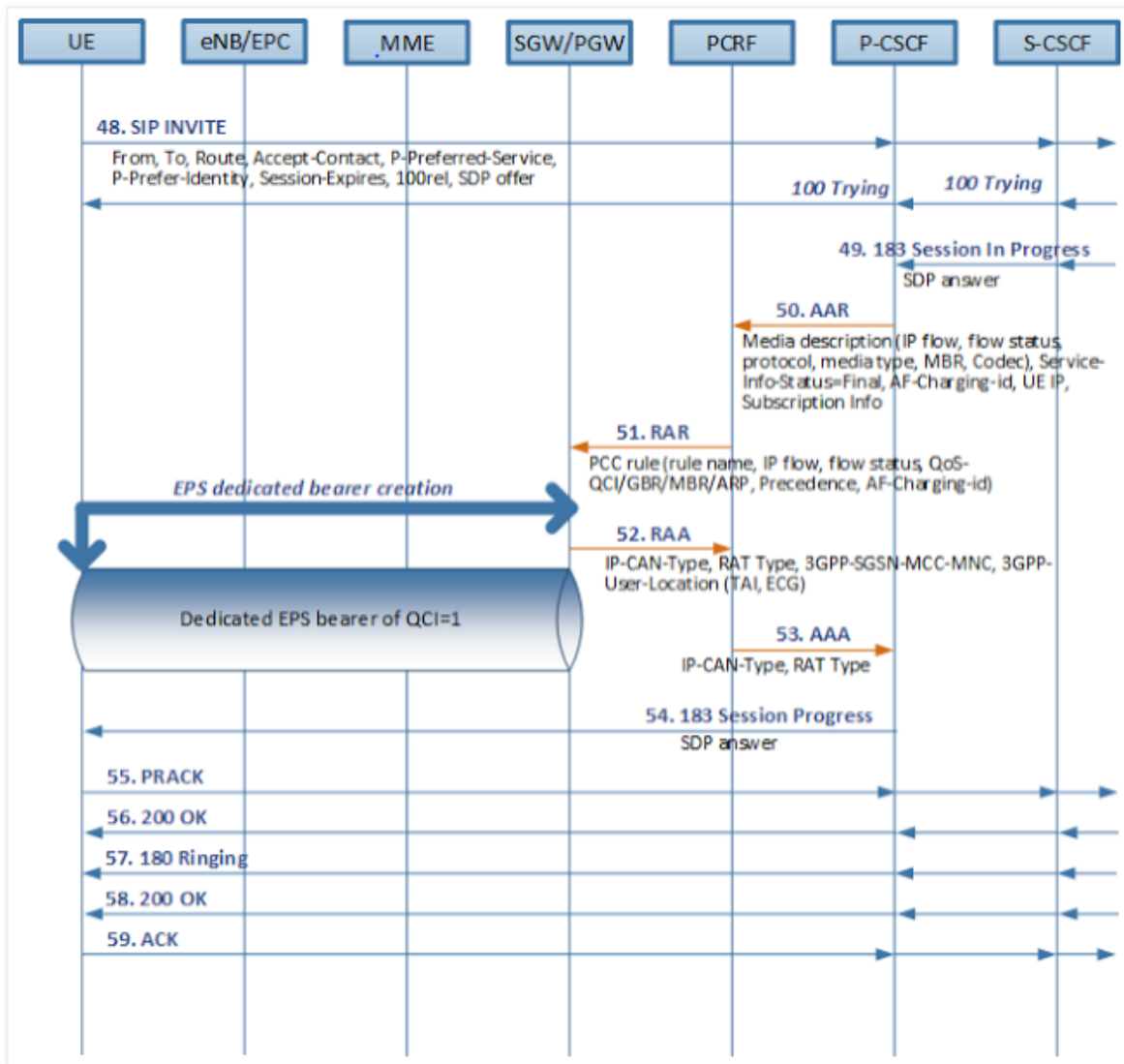


Figura 2.14 – Fluxo de chamada VoLTE x VoLTE. [7]

O *INVITE* enviado neste caso é mais complexo do que o explicado no exemplo da RFC 3261 por ter informações necessárias para o correto funcionamento na rede IMS. A seguir estão explicados os campos do *INVITE* enviado pelo móvel para o P-CSCF.

- *Support*: uma lista de *tags* opcionais indicando o suporte de funções. Neste exemplo, “timer” e “100rel” indicam suporte ao temporizador de sessão e a uma entrega confiável da resposta provisória, como por exemplo, a resposta 183 *Session Progress*.
- *P-Early-Media*: indica se o móvel suporta o modo de mídia antecipada.
- *Allow*: uma lista de métodos SIP suportados pelo móvel.
- *P-Preferred-Identity*: a identidade preferida pelo usuário originador. Este cabeçalho é substituído pelo *P-Asserted-Identity* no P-CSCF dentro da rede IMS. Se a mensagem SIP é enviada por uma rede não confiável, *P-Asserted-Identity* deve ser removido.
- *User-Agent*: Informação do aplicativo cliente VoLTE.
- *Privacy*: preferência de enviar informações sensíveis do móvel que devem ser escondidas daqueles que não devam saber.
- *Accept-Contact*: uma lista de funções do móvel alvo preferidas pelo móvel originador.
- *P-Access-Network-Info*: a tecnologia de acesso e a identidade da célula.
- *Session-Expires*: um período de tempo válido para o SIP INVITE desta sessão. O parâmetro “uac” indica que a sessão será renovada pelo móvel de origem após este período.
- *P-Preferred-Service*: serviço de identificação que o usuário deseja utilizar. Este campo é substituído pelo campo *P-Asserted-Service* pelo P-CSCF.
- *Content-Type*: tipo de mídia do corpo da mensagem enviada.
- *Route*: uma lista de endereços IPs de nós intermediários cuja requisição SIP irá passar. Este campo será uma cópia do cabeçalho *Service-Route* retornado na resposta 200 OK do SIP REGISTER, o qual é inserido pelo S-CSCF. O *Service-Route* indica o nó intermediário associado com este S-CSCF.
- *From*: SIP URI ou TEL URI do usuário originário.
- *To*: SIP URI ou TEL URI do usuário destinatário.
- *Call-ID*: um identificador único global da sessão SIP. Todas as mensagens SIP da mesma sessão devem ter o mesmo valor de *Call-ID*.

- *CSeq*: sequência do mesmo método SIP. Um número sequencial que é incrementado quando um mesmo método SIP é invocado.
- *Max-Forwards*: número máximo de saltos que a mensagem pode passar.
- *Contact*: o endereço do contato, capacidades do dispositivo, etiquetas de funções, etc. do usuário originário.
- *Via*: uma lista de endereços SIP dos nós intermediários. A entrada é inserida por cada nó que deseja estar no caminho de sinalização da resposta SIP. A resposta para esta mensagem (*200 OK*, *183 Session Progress*, etc) será transferida para o móvel originador na ordem reversa.
- *Contact-Length*: tamanho do corpo da mensagem em bytes.

```

Session Initiation Protocol (INVITE)
  Request-Line: INVITE tel:+ 7021075394 SIP/2.0
  Message Header
    Supported: timer,100rel
    P-Early-Media: supported
    Allow: INVITE,ACK,OPTIONS,CANCEL,BYE,UPDATE,INFO,REFER,NOTIFY,MESSAGE,PRACK
    P-Preferred-Identity: <tel:+ 7021075243>
    User-Agent: SLICK IMS 4.0.0
    Privacy: none
    Accept-Contact: *;+g.3gpp.icsi-ref="urn%3Aurn-7%3A3gpp-service.ims.icsi.mmtel"
    P-Access-Network-Info: 3GPP-E-UTRAN-TDD;utran-cell-id-3gpp= 00060001a11
    Session-Expires: 3600;refresher=uac
    P-Preferred-Service: urn:urn-7:3gpp-service.ims.icsi.mmtel
    Content-Type: application/sdp
    Route: <sip:10.75.23.197:5060;lr>,<sip:mavodi-d-4a-18-1c-ffffff-18@ imcs007.im
    From: <tel:+ 7021075243>;tag=3228447383
    To: <tel:+ 7021075394>
    Call-ID: 645689476@100.64.63.41
    CSeq: 1 INVITE
    Max-Forwards: 70
    Contact: <sip:+ 7021075243@100.64.63.41:5060>;+g.3gpp.icsi-ref="urn%3Aurn-7%3A3gp
    Via: SIP/2.0/TCP 100.64.63.41:5060;branch=z9hg4bk3257335030smg;transport=TCP;keep
    Content-Length: 580
  Message Body

```

Figura 2.15 – Mensagem SIP *INVITE*. [7]

No corpo da mensagem está presente uma oferta SDP para estabelecimento da mídia, conforme explicado nos capítulos anteriores. Contém um endereço IP e uma porta para estabelecer a conexão em que irão trafegar as mensagens RTP contendo o áudio ou vídeo, neste caso, áudio. A seguir pode-se ver com detalhe um exemplo do corpo da mensagem *INVITE* contendo o protocolo SDP.

```

Message Body
  Session Description Protocol
    Session Description Protocol Version (v): 0
    Owner/Creator, Session Id (o):      IMS-UE 12345617 0 IN IP4 100.64.63.41
    Session Name (s):      VOIP
    Session Information (i): A VOIP Session
    Connection Information (c): IN IP4 100.64.63.41
    Time Description, active time (t): 0 0
    Media Description, name and address (m): audio 1234 RTP/AVP 110 120 96 118 107
    Bandwidth Information (b): AS:80
    Bandwidth Information (b): RS:800
    Bandwidth Information (b): RR:2400
    Media Attribute (a): rtpmap:110 AMR-WB/16000/1
    Media Attribute (a): fmtp:110 octet-align=1;mode-set=3;mode-change-capability=
    Media Attribute (a): rtpmap:120 AMR-WB/16000/1
    Media Attribute (a): fmtp:120 mode-set=3;mode-change-capability=2
    Media Attribute (a): rtpmap:96 AMR/8000/1
    Media Attribute (a): fmtp:96 octet-align=1;mode-change-capability=2
    Media Attribute (a): rtpmap:118 AMR/8000/1
    Media Attribute (a): fmtp:118 mode-change-capability=2
    Media Attribute (a): rtpmap:107 telephone-event/8000
    Media Attribute (a): fmtp:107 0-15
    Media Attribute (a): sendrecv
    Media Attribute (a):ptime:20
    Media Attribute (a): maxptime:240
  
```

Figura 2.16 – Corpo da mensagem contendo SDP. [7]

Ao receber a mensagem o P-CSCF retorna para o móvel de origem uma resposta provisória *100 Trying*, não significa que tenha algum sucesso à frente.

O móvel terminal localmente aloca recursos para realizar a chamada e então responde com a mensagem *183 Session Progress* contendo também a oferta SDP para o móvel de origem. Esta mensagem chega ao S-CSCF do móvel de origem e então segue o caminho de volta de acordo com o campo *Via* da mensagem *INVITE*. A seguir um exemplo de mensagem *183 Session Progress*.

```
Session Initiation Protocol (183)
  Status-Line: SIP/2.0 183 Session Progress
  Message Header
    Via: SIP/2.0/UDP 001.ims.mnc .mcc .3gppnetwork.org:5060;received=10.75.0.9
    Record-Route: <sip:-5-4c-35-2-2f0000-@ims005.ims.mnc .mcc .3gppnetwork.
    From: tel:+ 7021075243;tag=-c-7e-20-b-ffffffff-_000c295a75ba-24ec-b6862700-1d9
    To: tel:+ 7021075394;tag=-d-7e-5c-5-ffffffff-_000c29bc860c-13ab-ed2eb700-8cc-5;
      Call-ID: 000c295a75ba-24ec-b6862700-1d8-5489452d-a2a89
    CSeq: 1 INVITE
      Require: 100rel
      RSeq: 2
    [truncated]Contact: <sip:-d-7e-5c-5-ffffffff-@001.ims.mnc .mcc .3gp
      Server: /v1.0 PCSCF/v1.0-14042501t
    P-Asserted-Identity: sip:+ 7021075394@ims.mnc .mcc .3gppnetwork.org,tel:+ 70210
    P-Charging-Vector: icid-value=0.274.195-1418282284.647;term-ioi=32345;term-ioi=22345;
    Content-Type: application/sdp
    P-Early-Media: inactive
    P-Access-Network-Info: 3GPP-E-UTRAN-TDD;utran-cell-id-3gpp= 00060001a11
    Content-Length: 397
    Allow: UPDATE,NOTIFY,INVITE,INFO,PRACK,ACK,BYE,SUBSCRIBE,NOTIFY,REGISTER,REFER,OPTION
  Message Body
```

Figura 2.17 – Corpo da mensagem contendo SDP. [7]

Ao receber a mensagem *183 Session Progress*, o P-CSCF consulta o PCRF com a mensagem *Authentication and Authorization Request (AAR)* para informar que existe uma nova sessão sendo criada. Ao receber o AAR, o PCRF gera as regras de política e negocia uma nova portadora (*bearer*) com os elementos da rede de dados SGW/PGW. O responde ao PCRF com a mensagem *Re-Auth-Answer* e então o PCRF responde ao P-CSCF a mensagem de *Authentication and Authorization Answer*. O P-CSCF repassa a mensagem para o móvel originador.

O móvel confirma que recebeu a mensagem *183 Session Progress* com segurança retornando a mensagem SIP *PRACK*. Uma mensagem *200 OK* responde o SIP *PRACK*. A resposta provisória *180 Ringing* é recebida pelo móvel, indicando que a configuração da chamada está em curso, liberando o tom de chamada para o móvel.

Se a etiqueta *'100rel'* estiver marcada no cabeçalho *Require*, o móvel deve responder a mensagem provisória com uma mensagem *PRACK*, se for presente no campo *Supported* é somente informativa.

A resposta *200 OK* para o SIP *INVITE* é recebida pelo móvel originador, indicando que o telefone de destino atendeu a chamada. Ao receber a resposta, o móvel aloca a mídia para a chamada. O móvel originário então envia uma mensagem

SIP *ACK* para o móvel de destino, encerrando o fluxo de sinalização para estabelecer a chamada.

2.4 USER DATA CONVERGENCE

O conceito de Redes Convergentes trouxe diversas bases de dados de assinantes para um mesmo plano de controle, bases estas que necessitam trabalhar em conjunto a fim de prover serviços de qualidade para o cliente final. Um conjunto de bases diferentes pode trazer inconsistências que prejudicam os serviços e pode impactar nas funções básicas dos clientes, gerando um maior número de reclamações e em último caso até um aumento no cancelamento de assinaturas.

Para simplificar as interfaces de rede, simplificar a criação de novos serviços, evitar duplicações e inconsistência das bases foi elaborada pelo 3GPP a solução de convergência das bases de dados, o projeto UDC. Basicamente, os diferentes elementos de base de dados que antes possuíam cada um sua interface de sinalização e seu próprio banco, agora migram para uma base de dados unificada, compartilhando o mesmo *back-end* e somente se diferenciam no *front-end* mantendo as interfaces de sinalização para os demais elementos com as mesmas características dos elementos antes monolíticos.

Antes de cada inserção, modificação e deleção de dados de assinantes, é verificado a consistência da operação mediante um nó provisionador, caso algo não esteja consistente, um erro é gerado e automaticamente tratado quando possível.

As bases de dados das redes 2G e 3G, chamadas HLR, as bases da rede 4G, chamadas HSS, as bases do controle de cotas PCRF, chamadas SPR, as bases de autenticação do WiFi, chamadas AAA, as bases de portabilidade numérica, chamadas BDPR, são todas unificadas em um mesmo *back-end* chamado CUDB (*Convergence User Data Base*) e todos as interfaces de sinalização utilizadas antes se transformam em *front-ends*, HSS-FE, HLR-FE, PCRF-FE, AAA-FE, etc.

Além dos *front-ends* de sinalização, também se unifica o provisionador. Para manter todas as bases unificadas e atualizadas com precisão existe um *Provisioning Gateway* que trabalha em protocolo HTTP/CAI3G e recebe os comandos da área de negócios da empresa. A cada novo assinante, alteração de plano, nova campanha, a TI

da empresa altera os contratos que automaticamente geram uma demanda de provisionamento para os elementos de rede.

No caso da TIM, também existem fluxos de provisionamento implícitos, em que a necessidade de um novo provisionamento do cliente é identificada sem um contato com o *Call Center* ou uma visita à loja, ou seja, não são originadas pela área de TI. É o caso do provisionamento dos serviços 4G e VoLTE. Basta que o cliente tenha posse de um aparelho compatível e um chip compatível, e então, na primeira tentativa de uso do serviço na rede, é iniciado o fluxo de provisionamento dentro dos elementos UDC. Na próxima tentativa o cliente já possui o serviço provisionado e pode utilizá-lo adequadamente e de forma transparente.

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A área em que o aluno atua, Core CS DB SIG Control, é responsável pela Operação e Manutenção dos elementos de Telecomunicações de base de dados de assinantes, de troca de sinalização SS7 e DIAMETER, e ainda realiza o controle de chamados com os fornecedores. Os elementos de responsabilidade da área são:

- HLR – responsável pela base de dados de todos os assinantes da operadora, guarda as informações de perfil, bloqueios, encaminhamentos e em qual MSC e SGSN está registrado o assinante 2G e 3G. Também possui a função de autenticação, armazenando as chaves de cada cliente;
- HSS – guarda o registro de todos os assinantes 4G da rede LTE, necessita do HLR para autenticação dos assinantes;
- PTS – Ponto de transferência de sinalização número 7 (SS7), conecta a sinalização entre os elementos que utilizam protocolos MAP e Camel;
- DRA – Agente roteador de sinalização DIAMETER.

A área também é responsável por novos projetos que sejam demandados pela Engenharia da empresa, assim estes projetos são absorvidos, testados e validados, para posteriormente serem repassados para as áreas que serão usuárias finais dos produtos. Os novos projetos que foram absorvidos foram a rede IMS e o UDC.

Abaixo, um diagrama fornecido pela empresa de consultoria em Telecomunicações *GL Communications Inc.* demonstrando uma rede Móvel completa e as interfaces entre os elementos de rede.

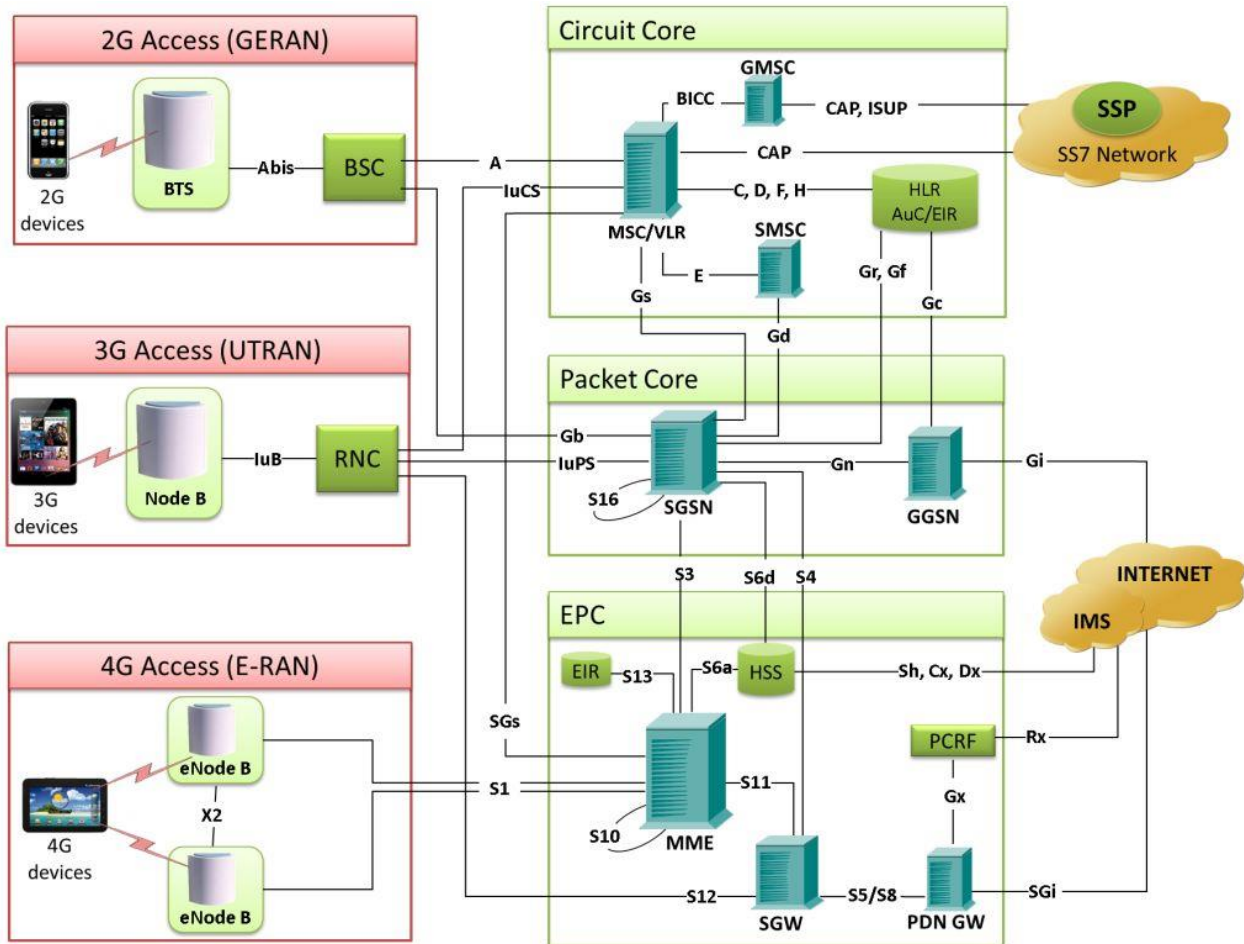


Figura 3.1 – Rede de Telecomunicações genérica conforme o tipo de acesso. [8]

As atividades realizadas são divididas em três grandes vertentes, atividades de Operação, Manutenção e Desenvolvimento de Software.

A Operação se refere a todas as configurações e alterações realizadas visando alterar a topologia da rede, incluir ou remover funcionalidades de equipamentos, ou alterar características de software e hardware de forma planejada. O principal ponto de entrada para as atividades de Operação é a área de Engenharia, não impedindo que a área realize estudos sugerindo alterações para a Engenharia, ou aplicando alterações informando retroativamente para a área responsável pelo planejamento.

Já a Manutenção se refere a atividades preventivas ou corretivas para identificação e correção de falhas nas situações em que a operação não esteja de acordo com o esperado. As falhas podem ser identificadas e corrigidas pela Manutenção preventiva que é executada mensalmente em que cada integrante da

equipe possui um determinado número de elementos para verificação. Ou podem ser falhas detectadas pela área de Monitoração, que pode detectá-las via alarmes, indicadores de performance (KPI) ou reclamações de assinantes.

O Desenvolvimento de Software é utilizado, a partir do conhecimento técnico/acadêmico do aluno, para auxiliar nas atividades de operação e manutenção, quando as atividades podem ser automatizadas, ou não existe ferramenta disponibilizada pelo fabricante. Alguns casos de desenvolvimento foram realizados durante o período relatado.

A seguir serão demonstradas as principais atividades executadas, entre Operação, Manutenção e Desenvolvimento.

3.1 STARTUP VoLTE BRASIL

A TIM Brasil foi a primeira operadora da América Latina a realizar uma chamada VoLTE e a pioneira no lançamento do serviço comercial de voz em HD sobre LTE no Brasil, no dia 24 de julho de 2017. [20] Com isto os desafios foram enormes para atender prazos curtos e entregar um serviço totalmente novo com qualidade superior aos serviços já existentes. Para suportar as chamadas VoLTE, foi necessária a entrada em operação da rede *Core IMS*, apresentada anteriormente na fundamentação teórica.

Como integrante do grupo responsável pela aceitação e validação dos elementos da rede *Core IMS* do fornecedor Huawei, o funcionário pode adquirir os conhecimentos sobre protocolos SIP, SDP, RTP e DIAMETER. A maior fonte de conhecimento para o entendimento dos protocolos foi certamente as normas RFC e TS dos grupos 3GPP e IETF, e os documentos do fornecedor.

Um extenso caderno de testes foi sugerido em conjunto pela Engenharia, Huawei e equipe de Operação. Os testes realizados simulam desde condições normais de chamada até condições de estresse e indisponibilidade, verificando se o funcionamento esperado de continuidade do serviço mesmo nas condições críticas é obtido. O objetivo do caderno de testes é a aceitação dos equipamentos como prontos para lançamento, o que só ocorre no momento em que todos os testes são concluídos sem pendências impeditivas.

Um exemplo do caderno de testes está no Anexo II. Os testes do exemplo são especificamente focados no elemento *Session Border Controller*, ponto de entrada da rede Core IMS. Os testes realizados foram registros do usuário na rede, diversos cenários de chamadas de voz e vídeo, mudança de rede 4G para 3G com chamada estendida, encaminhamento de chamadas configurados pelo usuário, entre outros. Sempre verificando o status das chamadas via comandos e verificando os traçados e *logs* na plataforma.

O caderno de testes foi aprovado após validação e correções de pendências, podendo ser lançado comercialmente no dia 24 de julho de 2017 em Brasília-DF.

3.2 STARTUP UDC

A solução do UDC, apresentada anteriormente na Fundamentação Teórica, na TIM é fornecida pela empresa multinacional sueca Ericsson. Como líder do grupo de operação aceitação e validação dos elementos UDC, o funcionário realizou o acompanhamento da instalação do Hardware e Sistema Operacional, o que inclui vistoria das etiquetas dos cabos e placas, realização de testes de energia e rede, acesso local e remoto, testes físicos e lógicos.

No período relatado neste relatório, somente três bases de dados foram migradas para o UDC. Sendo elas: HSS-EPS, HSS-IMS e AAA. O HSS-EPS é responsável por armazenar as informações do perfil de dados móvel do assinante, sinalizando com MME e HLR. O HSS-IMS é o responsável por guardar os dados referente ao perfil utilizado nos fluxos do Core IMS, sinalizando com I/S-CSCF, ATS e HLR. Por fim, o AAA é responsável por armazenar os dados para as funções de autenticação da rede WiFi e Voz sobre WiFi, serviço ainda não lançado comercialmente pela TIM, devido a pendências com a parte de interceptação policial.

O documento de aceitação fornecido pela Engenharia da TIM e pela Ericsson foi utilizado para simular todos os cenários críticos e necessários para o perfeito funcionamento dos equipamentos UDC, bem como a análise das configurações e características esperadas pela especificação da Engenharia. Nos testes e configurações dos sistemas foram utilizados os aprendizados obtidos durante as

matérias cursadas, Sistemas Operacionais, Sistemas Distribuídos, Redes de Computadores, Telefonia Fixa Moderna. [13,14]

Um exemplo dos testes realizados para a aceitação dos equipamentos está no Anexo III. Os testes dos exemplos são especificamente focados no elemento HSS. Dentre os testes realizados estão os procedimentos de sinalização DIAMETER e SS7, conexão com o banco de dados, geração de alarmes, *backup* e restauração do sistema, verificação de medições e contadores, cenários de autenticação de usuários, registro na rede EPC e VoLTE, chamadas de voz e vídeo, troca de rede 4G para 3G sem perda de serviço, bloqueios de utilização, entre outros. Os testes foram verificados por comandos na plataforma, traçados e *logs*.

Alguns cenários previstos para a solução UDC falharam durante os testes e foram informados para a Engenharia da TIM e fornecedor Ericsson para trabalharem na correção dos cenários. Como o caso de falha em um elemento de base de dados, seria necessário informar um código de erro específico para os elementos de sinalização para redirecionar as mensagens para os elementos de sinalização com base de dados em funcionamento. Após a correção aplicada, novos testes foram feitos, encerrando assim o documento de aceitação, liberando o elemento para a ativação comercial na rede da TIM.

3.3 DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES

Para suportar a Operação e Manutenção dos novos elementos do UDC, alguns softwares foram desenvolvidos pelo funcionário, se valendo dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas do curso de Ciência da Computação. Funcionalidades ainda não disponíveis originalmente nos equipamentos necessitavam um investimento adicional. A sugestão foi que a equipe de Core CS DB SIG realizasse o desenvolvimento, economizando assim um valor considerável de investimento.

Os softwares desenvolvidos totalmente pelo funcionário foram basicamente scripts em linguagem Shell e Perl, realizando as seguintes atividades:

- Geração de estatísticas do provisionador;
- Correção de Erro 13003 – *MSISDN Joint to other IMSI*;
- E-mail assinantes VoLTE e Extração da Base;

- *Cleanup* da Base 4G.

3.3.1 ESTATÍSTICAS DO PROVISIONADOR

O elemento responsável por receber os comandos para criação, alteração e deleção de assinantes das bases de dados do UDC é chamado pela Ericsson de EMA PG (*Ericsson Multi Activation Provisioning Gateway*). Este elemento não foi adquirido pela TIM com contadores inclusos. Devido a necessidade de monitoração on-line para evitar desserviços para os clientes, foram desenvolvidos contadores de performance do fluxo de provisionamento.

Com base nos *logs* extraídos da plataforma e enviados para um servidor externo, foi construído um script para contar as ocorrências de cada evento relevante para a monitoração da performance. Este script gera como saída um arquivo no padrão XML que é transferido para uma plataforma chamada Telcomanager, em que são construídos os gráficos e KPIs destes contadores.

Foram definidos 29 contadores e KPIs que trazem valores absolutos ou percentuais, alguns possuem gatilhos para geração de alarmes ao atingirem determinado limiar, conforme tabela abaixo:

Nº	Contadores/KPIs	Descrição	Alarma se:
1	TotalNotifyEPSReceived	Total de notificações recebidas do HSS-FE referente ao processo de Implicit Provisioning do serviço 4G (EPS).	
2	TotalNotifyEPSUniqueSubscribers	Total de notificações de IMSIs únicos recebidas do HSS-FE referente ao processo de Implicit Provisioning do serviço 4G (EPS).	
3	TotalCreateEPSSentToEMATI	Total de comandos de pedido de criação de serviço EPS enviados do EMA PG para EMA TI.	

4	TotalCreateEPSReceivedFromEMATI	Total de comandos de criação de serviço EPS recebidos do EMA TI.	
5	TotalCreateEPSUniqueSubscribers	Total de comandos de criação de serviço EPS de IMSIs únicos recebidos do EMA TI.	
6	EPSCreatedFromNotifyList	De todos os IMSIs únicos que enviaram notificações (contador TotalNotifyEPSUniqueSubscribers), apresenta quantos IMSIs únicos desta lista receberam o comando de criação do EMA TI.	
7	FailedCreateEPSReceivedFromEMATI_Total	Total de comandos de criação de serviço EPS recebidos do EMA TI que apresentaram falha.	
8	FailedCreateEPSReceivedFromEMATI_13002	Total de comandos de criação de serviço EPS recebidos do EMA TI que apresentaram falha com o erro 13002, tentativa de criar usuário já existente.	
9	FailedCreateEPSReceivedFromEMATI_13003	Total de comandos de criação de serviço EPS recebidos do EMA TI que apresentaram falha com o erro 13003, MSISDN já associado com outro IMSI (este cenário ocorre na troca de chip e diariamente efetuamos a limpeza dos IMSIs antigos para que os novos IMSIs se registrem).	
10	FailedCreateEPSReceivedFromEMATI_Other	Total de comandos de criação de serviço EPS recebidos do EMA TI que apresentaram falha., com um erro diferente de 13002 e 13003.	Minor se >= 5 Major se >= 10 Critical se >= 20

11	UsedLicenseEPS	Total absoluto da Licença EPS (4G) utilizada	
12	TotalLicenseEPSCapacity	Total absoluto da Licença EPS (4G) instalada	
13	TotalNotifyIMSReceived	Total de notificações recebidas do CUDB referente ao processo de VoLTE Auto Provisioning do serviço IMS.	
14	TotalNotifyIMSUniqueSubscribers	Total de notificações de IMSIs únicos recebidas do CUDB referente ao processo de VoLTE Auto Provisioning do serviço IMS.	
15	TotalPostIMSSentToOrderTI	Total de comandos de pedido de criação do serviço VoLTE enviados do EMA PG para o Middleware em TI.	
16	TotalPostIMSFailed	Total de comandos de pedido de criação do serviço VoLTE enviados do EMA PG que falharam para o Middleware em TI.	
17	TotalPostIMSTimedOut	Total de comandos de pedido de criação do serviço VoLTE enviados do EMA PG que falharam para o Middleware em TI por motivo de "Connect Timed Out".	
18	IMSPostedFromNotifyList	De todos os IMSIs únicos que enviaram notificações (contador TotalNotifyIMSUniqueSubscribers), apresenta quantos IMSIs únicos desta lista foram enviados com o comando POST para o Middleware em TI.	

19	TotalCreateIMSReceivedFromEMATI	Total de comandos de criação do serviço VoLTE recebidos do EMATI.	
20	TotalCreateIMSUniqueSubscribers	Total de comandos de criação do serviço VoLTE por MSISDNs únicos recebidos do EMATI.	
21	FailedCreateIMSReceivedFromEMATI_Total	Total de comandos de criação do serviço VoLTE recebidos do EMATI que apresentaram falha.	
22	FailedCreateIMSReceivedFromEMATI_13004	Total de comandos de criação do serviço VoLTE recebidos do EMATI que apresentaram falha com o erro 13004, tentativa de criar um usuário já existente.	
23	FailedCreateIMSReceivedFromEMATI_Other	Total de comandos de criação do serviço VoLTE recebidos do EMATI que apresentaram falha com o erro diferente de 13004.	Minor se >= 1 Major se >= 2 Critical se >= 5
24	UsedLicenseIMS	Total absoluto da Licença IMS (VoLTE) utilizada	
25	TotalLicenseIMSCapacity	Total absoluto da Licença IMS (VoLTE) instalada	
26	EPS Implicit Provisioning Success (%)	$(\text{EPSCreatedFromNotifyList}/\text{TotalNotifyEPSUniqueSubscribers}) * 100$	Minor se < 90% Major se < 80% Critical se < 70%
27	POST VoLTE Auto Provisioning Success (%)	$(\text{IMSPostedFromNotifyList}/\text{TotalNotifyIMSUniqueSubscribers}) * 100$	Minor se < 98% Major se < 95% Critical se < 90%

28	License Usage (%)	$(\text{UsedLicenseIMS} / \text{TotalLicenseIMSCapacity}) * 100$ e $(\text{UsedLicenseEPS} / \text{TotalLicenseEPSCapacity}) * 100$	
29	VoLTE Auto Provisioning E2E Success (%)	$(\text{TotalCreateIMSUniqueSubscribers} / \text{TotalNotifyIMSUniqueSubscribers}) * 1000$	Minor se < 90% Major se < 70% Critical se < 50%

Tabela 3.1 – Contadores e KPIs gerados.

O período de medição é 1 hora e a cada 30 minutos, no minuto 05 e minuto 35 são extraídos os logs da plataforma EMA PG e enviados ao servidor denominado BKPHSS, utilizando o script *proclogExtractHour.sh* e *proclogExtractHalf.sh*. Após cada hora o script *statisticsToXMLHour.sh* no servidor faz a contagem de cada evento e gera o arquivo *HGXXX1_statistics_AAAA-MM-DD_HH:00:00.xml* com os contadores que será transferido para o Telcomanager. A lógica deste processo é mostrada a seguir.

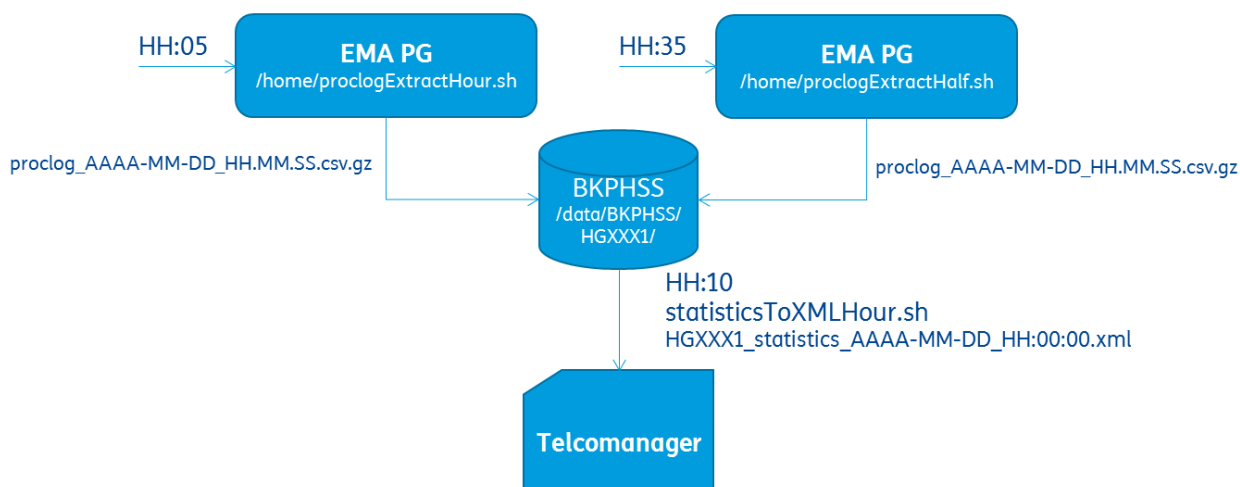


Figura 3.2 – Fluxo lógico da geração de estatísticas do EMA PG.

Os scripts utilizados estão disponibilizados e comentados no Anexo IV.

O resultado deste trabalho são os gráficos apresentados abaixo, retirados da plataforma Telcomanager. O gráfico da figura 3.3 demonstra os contadores de criação de usuários VoLTE, divididos em total de comandos de criação (em azul), total de comandos com erro de número já criado (em lilás), total de criações com sucesso (em verde) e total de comandos de criação com outros erros (em bege). Já o gráfico da figura 3.4 mostra os contadores de notificação e criação de usuários únicos VoLTE ou 4G. Em verde, o total de notificações únicas para criação de usuários 4G, em azul o total de criações únicas de usuários 4G, em amarelo o total de notificações únicas para criação de usuários VoLTE, e em lilás o total de criações únicas de usuários VoLTE.

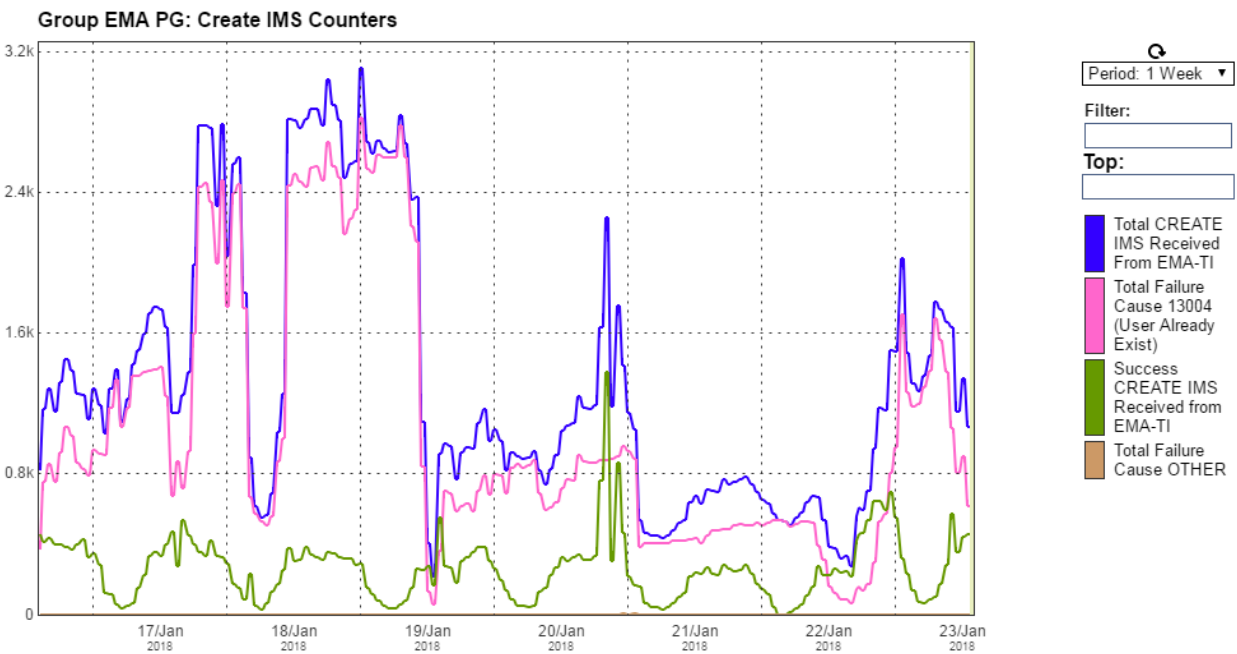


Figura 3.3 – Exemplo de gráfico com contadores IMS do EMA PG.

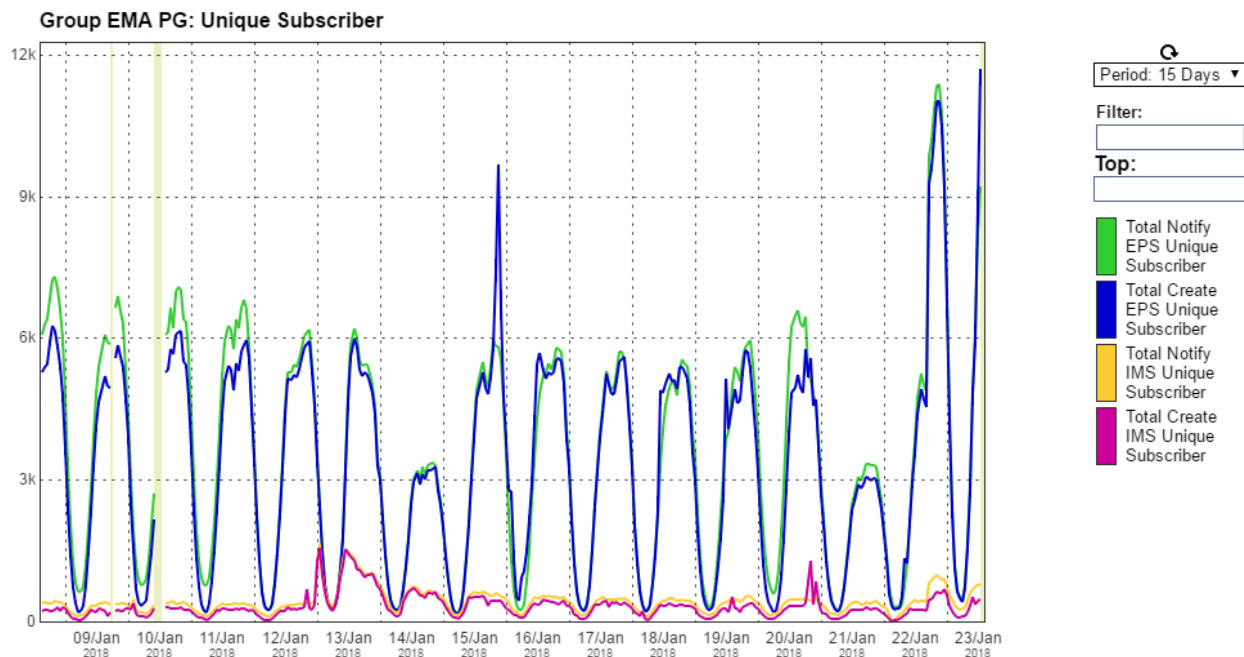


Figura 3.4 – Exemplo de gráfico com contadores Unique do EMA PG.

3.3.2 CORREÇÃO DE ERRO 13003 – MSISDN JOINT TO OTHER IMSI

Durante o fluxo de provisionamento implícito do 4G, um erro comum é a inconsistência de identidades no processo da troca de chip. Cada chip tem um número único chamado IMSI, porém o número de celular do assinante, chamado MSISDN pode ser configurado em outro chip, com outro IMSI. Este cenário ocorre quando o assinante deseja manter seu número, porém troca o chip por qualquer motivo, furto, adequação de formato no aparelho, etc.

O erro 13003 é gerado durante o provisionamento de um novo IMSI com um MSISDN que já estava associado a um IMSI antigo, informando “*Identity mismatch: Msisdn joint to other IMSI*”. O script desenvolvido, verifica nos *logs* a cada meia hora, minuto 10 e minuto 40 de cada hora, os IMSIs antigos que estão causando esta inconsistência e faz a remoção da base de dados. Assim, na próxima tentativa, o cliente consegue ser provisionado e utilizar o serviço normalmente. Este fluxo é explicado no diagrama a seguir.

Fluxograma Erro 13003 – MSISDN joint to other IMSI

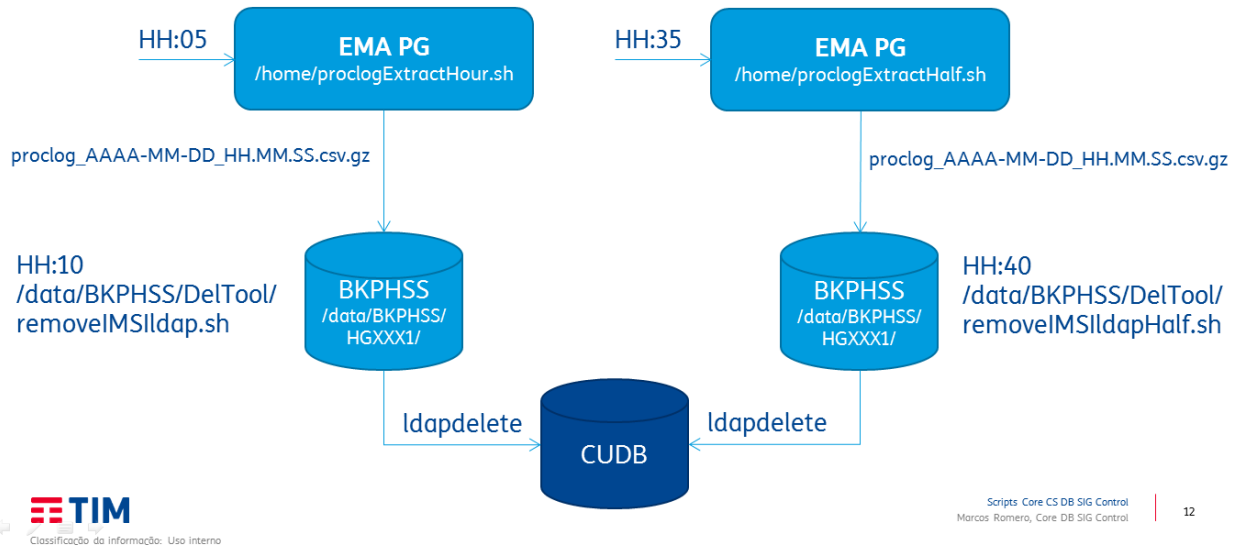


Figura 3.5 – Diagrama do fluxo de correção do erro 13003.

Os scripts *proclogExtractHour.sh* e *proclogExtractHalf.sh* extraem os *logs* completos dos comandos de provisionamento recebidos pelo EMA PG a cada meia hora. Os scripts *removeIMSIldap.sh* e *removeIMSIldapHalf.sh* analisam os *logs* pelo erro 13003 e armazenam os dados de IMSI e a chave única do banco de dados de cada usuário. Feita a lista de usuários a serem corrigidos, é chamado o script *removedor_ldap.sh* que para cada usuário da lista faz um loop removendo via comandos LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*) os dados da base.

Os scripts utilizados estão disponibilizados e comentados no anexo V.

Com este trabalho de correção de erros, melhorando os scripts que já estavam sendo utilizados desde agosto para uma nova versão mais eficiente em janeiro de 2018, foi possível trazer o indicador de sucesso de provisionamento de novos assinantes no HSS de 70% para mais de 95% a partir de 12/01/18.

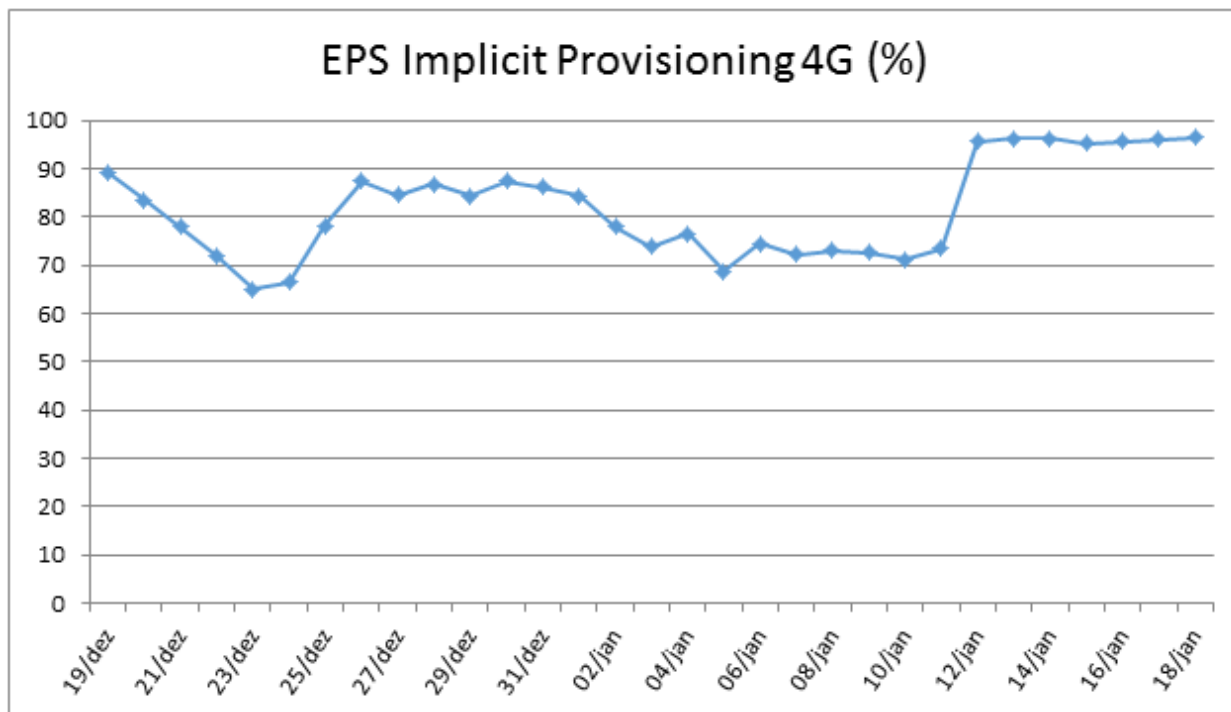


Figura 3.6 – Indicador recuperado após tratamento de erros.

3.3.3 E-MAIL VoLTE E EXTRAÇÃO DA BASE

Desde o lançamento comercial de chamadas VoLTE, havia a necessidade de se extrair a base de assinantes e também gerar um e-mail informativo com a quantidade de assinantes provisionados em cada região.

A solução para tal também foi um desenvolvimento por scripts em Shell e Perl. Abaixo o fluxo de como está funcionando o envio de e-mail informativo do VoLTE e extração da base de dados do UDC. Todo os dias 03:50 a extração da base é realizada e 06:30 é enviado o e-mail informativo.

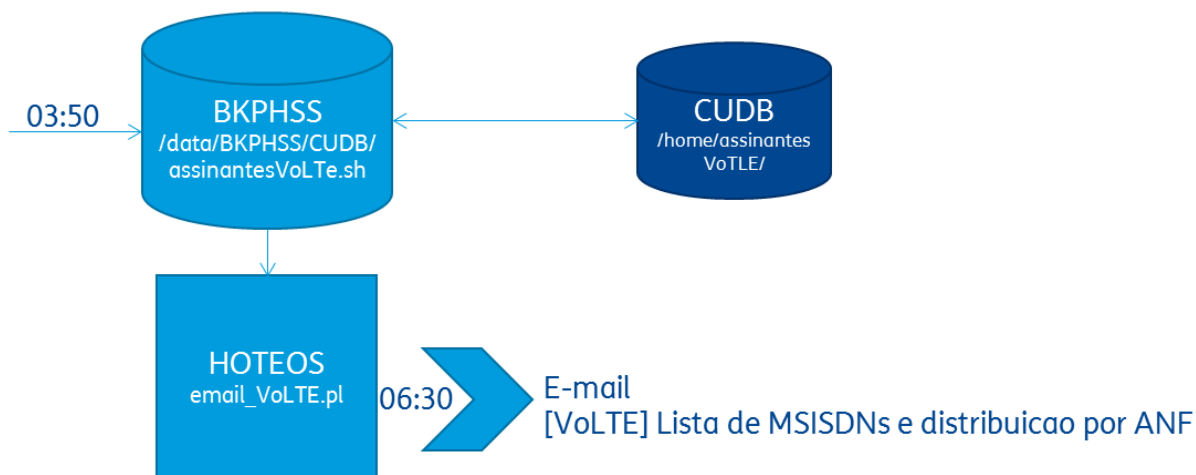


Figura 3.7 – Diagrama do fluxo de extração de base e e-mail VoLTE.


O script *assinantesVoLTE.sh* realiza a extração da base de assinantes 4G e VoLTE, faz a lista de assinantes pré-pagos e chama outros scripts, transferindo os arquivos de extração da base para o servidor BKPHSS. O script *subsANFCUDB.sh* é responsável por ler o arquivo gerado durante a extração de base e contar quantos assinantes VoLTE pré-pago e total de cada área de numeração estão provisionados no HSS, gera então uma tabela em um arquivo em HTML que constará no corpo do e-mail. O script *createTimestamp.sh* é responsável por ler o arquivo da base VoLTE extraída e listar o número e a data de criação de cada assinante em um novo arquivo. Este arquivo é compactado e enviado anexo ao e-mail com a tabela de contagem de assinantes. O script *email_VoLTE.pl* monta os arquivos HTML e o anexo no e-mail e envia pelo servidor SMTP da TIM.

Os scripts utilizados estão disponibilizados e comentados no Anexo VI.

A figura a seguir mostra como seria o e-mail enviado e o seu anexo.

Cc:

Subject: [VoLTE] Lista de MSISDNs e distribuicao por ANF

Message  assinantesVolTE.zip (4 MB)

ANF	Assinantes Pre-Pago	Assinantes Total
11	946	99290
12	1	2226
13	4	3607
14	0	2687
15	0	1910
16	0	4622
17	1	4102
18	1	2223
19	1	8240
21	341	73352
22	3	1309
24	4	1055
27	10	1255
28	1	90
31	14	12111

Figura 3.8 – Exemplo do e-mail informativo de usuários VoLTE.

3.3.4 CLEANUP DA BASE 4G

Como o provisionamento do 4G é implícito, não existe fluxo de remoção dos assinantes que cancelam os planos pelo Call Center/TI. É então realizada uma extração dos números inativos nos últimos 30 dias. A lista destes números, normalmente cerca de 2 a 4 milhões, é enviada para um script que gera comandos de deleção para cada assinante. Esta limpeza não se inicia automaticamente e ocorre sob demanda da Engenharia. Porém todo o script e solução foram desenvolvidos pelo funcionário.

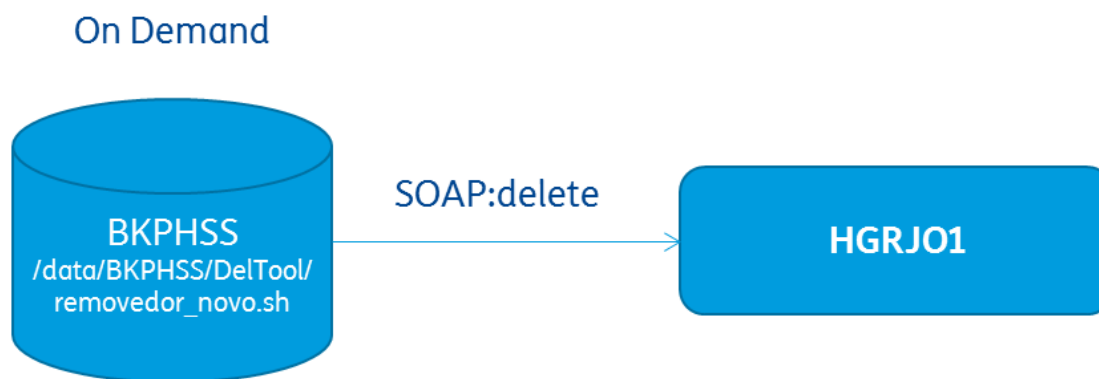


Figura 3.9 – Fluxo do cleanup da base 4G.

O script *removedor_novo.sh* recebe como parâmetro de entrada uma lista de IMSIs de assinantes a serem removidos. Para cada linha do arquivo o script monta um comando em protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*) para deleção do assinante e envia para o EMA PG por HTTP via comando *curl*. Após a remoção do assinante a resposta do comando é armazenada em um arquivo de *log*. Assim sucessivamente até todos os assinantes serem removidos.

O script utilizado está disponibilizado no anexo VII.

4. CONCLUSÃO

4.1 CONTRIBUIÇÃO PARA A EMPRESA

Como líder da equipe de aceitação dos elementos UDC e participante da equipe de aceitação dos elementos da rede *Core IMS*, o funcionário pode prestar todo o auxílio necessário para que os equipamentos entrassem em operação comercial sem falhas ou impactos para o serviço. Ambos projetos foram pioneiros no Brasil, trazendo diversos aprendizados para todos na equipe.

Os programas desenvolvidos para suportar a Operação e Manutenção dos novos elementos trouxeram economias significativas para a empresa, uma vez que foram realizados orçamentos para desenvolvimentos das mesmas funções pelos fornecedores e empresas terceiras. Todos os orçamentos eram valores expressivos.

Assim, utilizando o conhecimento obtido no curso de Bacharel em Ciência da Computação, o funcionário pode contribuir de forma inovadora e seguir o princípio pregado pela empresa de *Accountability*, que significa pensar como dono e tomar a responsabilidade para si dos desafios.

4.2 CONTRIBUIÇÃO PARA A FORMAÇÃO DE CIENTISTA DA COMPUTAÇÃO

O contato direto com o mercado de trabalho e a atuação em projetos de pioneirismo no Brasil, fez com que o aluno aumentasse sua bagagem de conhecimento e experiência. Os desafios durante o período relatado foram muitos e as aulas ministradas nem sempre eram suficientes para cobrir tanto conteúdo. Isto fez com que o perfil autodidata, também incentivado pela UFABC como investimento Individual da tríade TPI (teoria, prática e estudo individual), fosse exercitado continuamente.

A aplicação de conhecimentos de Análise de Algoritmos e Processamento da Informação foi fundamental para trabalhar com dados em grande volume. O processamento de dados e programação aplicada teve que ser bastante eficiente para tratar dados na ordem de grandeza de Gigabytes e entradas na ordem de Milhões. Tal experiência certamente contribuiu para uma evolução na formação técnica e acadêmica do aluno.

4.3 ATIVIDADES FUTURAS

O setor de Telecomunicações passa atualmente por uma mudança disruptiva. O que era um mundo fechado e exclusivo às empresas do setor, hoje tende a uma abertura e aproximação ao mundo de TI. Cada vez mais as áreas de TI e Telecomunicações se confundem. O conceito de virtualização que começou em TI, já começa a ser uma realidade nas operadoras. No ano de 2018, plataformas de Rede virtualizadas terão seu lançamento em operação. Serão novos desafios e uma nova forma de pensar nos elementos de rede como aplicação, mais independentes das falhas de hardware; hardware e virtualizador como objetos transparentes para a aplicação.

Além dos avanços do setor de Telecom, a área de Core DB SIG avança para uma função mais gerencial da base de dados, não somente tratando falhas e configurando novos serviços, mas tendo uma visão analítica dos dados. Terá como objetivo principal aumentar a satisfação do cliente se antecipando aos eventos de inconsistências e gerando valor aos dados disponíveis. Certamente, no futuro, os conhecimentos de Ciência de Dados e Big Data estarão cada vez mais presentes no dia-a-dia da área e de seus profissionais.

5. REFERÊNCIAS

- [1] – CONSULTORIA TELECO. **Seção: Telefonia Celular, Desempenho Trimestral Tim Celular.** São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/Operadoras/Tim_tri.asp>. Acesso em: 05 nov. 2016.
- [2] – 3rd GENERATION PROJECT PARTNERSHIP. **TS: 23228:** “IP Multimedia Subsystem (IMS)”. 3GPP, Technical Specification Group Services and System Aspects. Stage 2, Release 9, 2010.
- [3] – INTERNATIONAL ENGINEER TASK FORCE. **RFC: 3261,** SIP: Session Initiation Protocol, IETF, Network Working Group, June 2002.
- [4] – INTERNATIONAL ENGINEER TASK FORCE. **RFC: 3550,** RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications, IETF, Network Working Group, July 2003.
- [5] – INTERNATIONAL ENGINEER TASK FORCE. **RFC: 2327,** SDP: Session Description Protocol, IETF, Network Working Group, April 1998.
- [6] – INTERNATIONAL ENGINEER TASK FORCE. **RFC: 5391,** RTP Payload Format for ITU-T Recommendation G.711.1, IETF, Network Working Group, November 2008.
- [7] – CHOI, HongJoo. **E2E VoLTE Call Setup.** Red Mouse. July 2015. Disponível em: <<http://hongjoo71-e.blogspot.com.br/2015/07/e2e-volte-call-setup24-ims-registration.html>>. Acesso em: 08 dez. 2016.
- [8] – GL COMMUNICATIONS INC. **Communications Network Lab Solutions 2.5G, 3G, & 4G,** Telecom Testing Services. Estados Unidos, 2016. Disponível em: <<http://www.gl.com/telecom-test-solutions/communications-networking-2G-3G-4G-lab.html>> Acesso em: 08 dez 2016.
- [9] – LIMA, André de Almeida. DOS SANTOS, Guilherme Rezende. **Seção: Tutoriais, VoIP: Protocolos da telefonia VoIP.** TELECO, São Paulo, 21 mai. 2012. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialvoipsip/default.asp>>. Acesso em: 05 nov. 2016.
- [10] – SUN, Lingfen. MKWAWA, Is-Haka. JAMMEH, Emmanuel. IFEACHOR, Emmanuel. **Guide to Voice and Video Over IP:** For Fixed and Mobile Networks. Springer-Verlag. London, 2013.

- [11] – CARTAS, Rodolfo. KAMPMANN, Markus. PERKUHN, Heiko. ESPINOSA, Juan Miguel. **An IMS Based Mobile Podcasting Architecture Supporting Multicast/Broadcast Delivery**. Ericsson Research. Principles, Systems and Applications of IP Telecommunications. Second International Conference, IPTComm, 2008.
- [12] – KUROSE, James F. ROSS, Keith W. **Redes de Computadores e a Internet**. 5. Ed. Pearson Education do Brasil. São Paulo, 2010.
- [13] – TANENBAUM, Andrew S. **Sistemas Operacionais Modernos**. 3. ed. Pearson Prentice Hall. São Paulo, 2009.
- [14] – TANENBAUM, Andrew S. **Sistemas Distribuídos: Princípios e Paradigmas**. 2. ed. Pearson Prentice Hall. São Paulo, 2008.
- [15] – RUSSELL, Travis. **Signaling System #7**. 2. ed. McGraw-Hill. Texas-USA, 2006.
- [16] – AGBINYA, Johnson I. **IP Communications and Services for NGN**. 1. ed. Auerbach. USA, 2009.
- [17] – TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. 5. ed. Elsevier. Rio de Janeiro, 2011.
- [18] – TIM CELULAR S/A. **Apresentação Institucional**. Rio de Janeiro, 2017.
- [19] – INTERNATIONAL ENGINEER TASK FORCE. **RFC: 6733**, Diameter Base Protocol, IETF, Network Working Group, October 2012.
- [20] – HIGA, Paulo. **VoLTE: TIM começa a liberar chamadas por 4G**. Tecnoblog. Brasília, 24 de Julho, 2017. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/219641/tim-volte-chamadas-4g/>>. Acesso em 05 jan. 2018.
- [21] – CORMEN, T. H et al. **Algoritmos: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2ª edição, 2002.

ANEXO I

Abaixo uma tabela relacionando a ementa das disciplinas com as atividades realizadas durante o período relatado neste documento.

Disciplina	Conteúdo Aplicado	Atividades Relacionadas
Redes de Computadores	Conceitos básicos de Redes de Computadores: definições; terminologia; classificação; protocolos; topologias; comutação de circuitos e pacotes; uso de redes; serviços de redes; redes convergentes; redes sem fio. Arquiteturas de Redes e o modelo ISO/OSI. Internet e os protocolos TCP/IP; conceitos de comunicação de dados: meios e modos de transmissão, formas de sinalização, modulação e multiplexação. Interconexão de Redes e Roteamento. Protocolos de Aplicação.	Análise de falhas, planejamento e operação da rede IMS e projeto UDC.
Sistemas Operacionais	Estruturação de Sistemas Operacionais; Gerenciamento de Processos, Memória, Serviços, Dispositivos, Dados: Desempenho e Arquivos; Características de um Sistema Operacional; Tópicos de Sistemas Operacionais.	Verificações realizadas nos sistemas operacionais (Linux) durante os testes de aceitação dos produtos. Scripts desenvolvidos.
Sistemas Distribuídos	Comunicação e sincronização em Sistemas distribuídos. Servidores remotos. Servidor de arquivos, diretórios, impressora, nomes, correio eletrônico, etc. Sistema de Arquivos: organização, segurança, confiabilidade e desempenho.	Análise de falhas, planejamento e operação da rede IMS e UDC que possuem sistemas distribuídos

		entre Rio e São Paulo
Telefonia Fixa Moderna	Conceitos básicos; Teoria de tráfego; Técnicas de Comutação; Sinalização: SS7, H.323, SIP; Tecnologias de Redes Digitais de Telefonia: DSL, VoIP, NGN, PDH, SDH.	Análise de falhas, planejamento e operação da rede IMS e UDC.
Processamento da Informação	Introdução a algoritmos. Variáveis e tipos de dados. Operadores aritméticos, lógicos e precedência. Métodos/Funções e parâmetros. Estruturas de seleção. Estruturas de repetição. Vetores. Matrizes. Entrada e saída de dados. Depuração. Melhores práticas de programação.	Programas desenvolvidos para suportar a operação dos equipamentos.
Análise de Algoritmos	Conceitos básicos: recorrências, medidas de complexidade: melhor caso, caso médio e pior caso. Técnicas gerais de projeto de algoritmos: divisão e conquista, método guloso e programação dinâmica. Classes de complexidade: P, NP e NP-completude.	Otimização de programas desenvolvidos.

ANEXO II

Caderno de testes fornecido pela Huawei - VOLTE Scenario Acceptance Test Book.

T01-01 IMS-AKA over UDP During Registration/Basic Call Services

Objective	To verify that the P-CSCF-enabled SE2900 supports IMS-AKA over UDP during registration/basic call services.	
Test Networking Diagram	Networking diagram 1	
Preset Conditions	<p>1. SE2900 initial configurations are complete, the embedded P-CSCF has been configured, network devices are running properly, and the connections in between are normal. Key configurations are added as follows:</p> <p>(1) In the MML Command – SE2900 window, run MOD SIGPLC to set the authentication mode to AKA.</p> <pre>MOD SIGPLC: SIGPLCNAME="DEFAULTABCFSIGPLC", ENTYPE=ABCF, DIGESTAUTH=N;</pre> <p>2. The DSP LICENSE output shows that the license control items "P-CSCF(per concurrent session)" and "IMS-AKA(per concurrent session)" have been loaded to the SE2900.</p> <p>3. For UE A, the transport protocol type is UDP, authentication algorithm is hmac-md5-96. For UE B, the transport protocol type is UDP, authentication algorithm is hmac-sha-1-96.</p>	
Test Procedures	Expected Results	
1. Log in to Huawei operation and maintenance system.		Login succeeds.

<p>2. Create tracing tasks for UE A and UE B.</p> <p>(1) Click the Maintenance tab and choose Tracing > (SE2900 to be tested) > User Message Trace > UserInterface.</p> <p>(2) Enter the IMPU of UE A in IMPU.</p> <p>(3) Click OK.</p> <p>Repeat the preceding operations to create a tracing task for UE B.</p>	<p>The tracing tasks are created.</p>
<p>3. Use UE A and UE B to initiate registration procedures.</p>	<p>UE A and UE B are registered successfully.</p>
<p>4. In the MML Command - SE2900 window, run DSP USRINF to view registration information about UE A and UE B.</p> <p>DSP USRINF: IMPU="<IMPU>";</p>	<p>The value of IMS-AKA user is YES.</p>
<p>5. Use UE A to call UE B.</p>	<p>UE B is ringing.</p>
<p>6. After UE B starts ringing, have UE B answer the call.</p>	<p>The call is established, and the voice quality is acceptable.</p>
<p>7. Have UE A release the call.</p>	<p>The on-hook tone is played for UE B, and the call ends.</p>
<p>Remark</p>	<p>None.</p>

T01-02 IMS-AKA over TCP During Registration/Basic Call Services

Objective	To verify that the P-CSCF-enabled SE2900 supports IMS-AKA over TCP during registration/basic call services.	
Test Networking Diagram	Networking diagram 1	
Preset Conditions	<p>1. SE2900 initial configurations are complete, the embedded P-CSCF has been configured, network devices are running properly, and the connections in between are normal. Key configurations are added as follows:</p> <p>(1) In the MML Command – SE2900 window, run MOD SIGPLC to set the authentication mode to AKA.</p> <pre>MOD SIGPLC: SIGPLCNAME="DEFAULTABCFSIGPLC", ENTYPE=ABCF, DIGESTAUTH=N;</pre> <p>2. The DSP LICENSE output shows that the license control items "P-CSCF(per concurrent session)" and "IMS-AKA (per concurrent session)" have been loaded to the SE2900.</p> <p>3. For UE A, the transport protocol type is TCP, authentication algorithm is hmac-md5-96. For UE B, the transport protocol type is TCP, authentication algorithm is hmac-sha-1-96.</p>	
Test Procedures	Expected Results	
1. Log in to Huawei operation and maintenance system.	Login succeeds.	

<p>2. Create tracing tasks for UE A and UE B.</p> <p>(1) Click the Maintenance tab and choose Tracing > (SE2900 to be tested) > User Message Trace > UserInterface.</p> <p>(2) Enter the IMPU of UE A in IMPU.</p> <p>(3) Click OK.</p> <p>(4) Repeat the preceding operations to create a tracing task for UE B.</p>	<p>The tracing tasks are created.</p>
<p>3. Use UE A and UE B to initiate registration procedures.</p>	<p>UE A and UE B are registered successfully.</p>
<p>4. In the MML Command - SE2900 window, run DSP USRINF to view registration information about UE A and UE B.</p> <p>DSP USRINF: IMPU="<IMPU>";</p>	<p>The value of IMS-AKA user is YES.</p>
<p>5. Use UE A to call UE B.</p>	<p>UE B is ringing.</p>
<p>6. After UE B starts ringing, have UE B answer the call.</p>	<p>The call is established, and the voice quality is acceptable.</p>
<p>7. Have UE A release the call.</p>	<p>The on-hook tone is played for UE B, and the call ends.</p>
<p>Remark</p>	<p>None.</p>

T01-03 IMS-AKA over UDP during Registration/Subscription Services

Objective	To verify that the P-CSCF-enabled SE2900 supports IMS-AKA over UDP during registration/subscription services.	
Test Networking Diagram	Networking diagram 1	
Preset Conditions	<p>1. SE2900 initial configurations are complete, the embedded P-CSCF has been configured, network devices are running properly, and the connections in between are normal. Key configurations are added as follows:</p> <p>(1) In the MML Command – SE2900 window, run MOD SIGPLC to set the authentication mode to AKA.</p> <pre>MOD SIGPLC: SIGPLCNAME="DEFAULTABCFSIGPLC", ENTYPE=ABCF, DIGESTAUTH=N;</pre> <p>2. The DSP LICENSE output shows that the license control items "P-CSCF(per concurrent session)" and "IMS-AKA(per concurrent session)" have been loaded to the SE2900.</p> <p>3. For UE A, the transport protocol type is UDP, authentication algorithm is hmac-md5-96.</p>	
Test Procedures	Expected Results	
1. Log in to Huawei operation and maintenance system.	Login succeeds.	

<p>2. Create a user message tracing task.</p> <p>(1) Click the Maintenance tab and choose Tracing > (<i>SE2900 to be tested</i>) > User Message Trace > UserInterface.</p> <p>(2) Enter the IMPU of UE A in IMPU. The IMPU can be obtained when UE A is defined on the core network.</p> <p>(3) Click OK.</p>	<p>The tracing task for UE A is created.</p>
<p>3. Use UE A to initiate a registration procedure.</p>	<p>UE A is registered successfully.</p>
<p>4. In the MML Command - SE2900 window, run DSP USRINF to view registration information about UE A.</p> <p>DSP USRINF: IMPU="<IMPU>";</p>	<p>The value of IMS-AKA user is YES.</p>
<p>5. Use UE A to initiate a subscription procedure.</p>	<p>The subscription procedure is complete successfully.</p>
<p>6. Obtain the traced messages and check the SUBSCRIBE, 200 OK (SUBSCRIBE), NOTIFY, 200 OK (NOTIFY) messages that the SE2900 receives and forwards.</p>	<p>The SE2900 receives the SIP messages, such as SUBSCRIBE, 200 OK (SUBSCRIBE), NOTIFY, and 200 OK (NOTIFY) messages, that are related to the subscription of UE A. The Expires headers of the SUBSCRIBE and NOTIFY messages are the subscription time of UE A. The SE2900 forwards the received SIP messages to the core network. The subscription succeeds.</p>

Remarks	None.
---------	-------

T01-04 VoLTE Subscribers (IMS) Call VoLTE Subscribers (IMS)

Objective	Verify that a VoLTE subscriber who has registered with the IMS network can initiate voice calls to another VoLTE subscriber.	
Network Diagram	None.	
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscribers A and B have been defined in the HSS. The LTE network is running properly. Subscribers A and B are attached to the LTE network and have registered with the IMS network. 	
Procedure	Expected Result	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have A call B. 2. Have B answer the call and talk with A for a while. 3. Have A hang up. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. B is alerted, and A hears a ring back tone. 2. The call is connected, and the voice is clear. 3. The call is released. 	
Remarks	None.	

T01-05 VoLTE Subscribers (CS) Call VoLTE Subscribers (IMS)

Objective	Verify that a VoLTE subscriber who roams in the CS network can initiate voice calls to another VoLTE subscriber who has registered with the IMS network.	
Network Diagram	None.	
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscribers A and B have been defined in the HSS. The LTE network is running properly. The anchor AS is configured to anchor MT calls using IMRN prefix mode. Subscriber B is attached to the LTE network and has registered with the IMS network. Subscriber A has completed location update on the CS network. 	
Procedure	Expected Result	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have A call B. 2. Have B answer the call and talk with B for a while. 3. Have A hang up. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. B is alerted, and A hears a ring back tone. 2. The call is connected, and the voice is clear. 3. The call is released. 	
Remarks	None.	

T01-06 VoLTE Subscribers (IMS) Call VoLTE Subscribers (CS)

Objective	Verify that a VoLTE subscriber who has registered with the IMS network can initiate voice calls to another VoLTE subscriber who roams in the CS network.	
Network Diagram	None.	
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscribers A and B have been defined in the HSS. The LTE network is running properly. Subscriber A is attached to the LTE network and has registered with the IMS network. Subscriber B has completed location update on the CS network. 	
Procedure	Expected Result	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have A call B. 2. Have B answer the call and talk with A for a while. 3. Have A hang up. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. B is alerted, and A hears a ring back tone. 2. The call is connected, and the voice is clear. 3. The call is released. 	
Remarks	None.	

T01-07 VoLTE Subscribers (IMS) Initiate Video Calls to VoLTE Subscribers (CS)

Objective	Verify that a VoLTE subscriber who has registered with the IMS network can initiate video calls to another VoLTE subscriber who roams in the CS network.	
Network Diagram	None.	
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscribers A and B have been defined in the HSS. The LTE network is running properly. The anchor AS is configured to anchor MT calls using IMRN prefix mode. Subscriber A is attached to the LTE network and has registered with the IMS network. Subscriber B has completed location update on the CS network. 	
Procedure	Expected Result	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have A initiate a video call. 2. Have B answer the call and talk with A for a while. 3. Check the signaling flow. 4. Have A hang up. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. B is alerted. 2. A voice call is connected, and the voice is clear. 3. The flow for a video call to fall back to a voice call is correct. 4. The call is released. 	
Remarks	The ATS must be configured to enable video calls to fall back to voice calls.	

T01-08 VoLTE Subscribers (IMS) Initiate Video Calls to VoLTE Subscribers (IMS)

Objective	Verify that a VoLTE subscriber who has registered with the IMS network can initiate video calls to another VoLTE subscriber.	
Network Diagram	None.	
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscribers A and B have been defined in the HSS. The LTE network is running properly. Subscribers A and B are attached to the LTE network and have registered with the IMS network. 	
Procedure	Expected Result	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have A initiate a video call to B. 2. Have B answer the call. Check the two-way voice and video call. 3. Have A hang up. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. B is alerted. 2. The video call is connected. 3. The call is released. 	
Remarks	None.	

T01-09 VoLTE Subscribers (IMS) Call Local CS Subscribers

Objective	Verify that a VoLTE subscriber who has registered with the IMS network can initiate calls to a local CS subscriber.	
Network Diagram	None.	
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscriber A has been defined in the HSS. The LTE network is running properly. Subscriber A is attached to the LTE network and has registered with the IMS network. CS subscriber B has completed location update on the CS network. 	
Procedure	Expected Result	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have A call B. 2. Have B answer the call and talk with A for a while. 3. Have A hang up. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. B is alerted, and A hears a ring back tone. 2. The call is connected, and the voice is clear. 3. The call is released. 	
Remarks	None.	

T01-10 Local CS Subscribers Call VoLTE Subscribers (IMS)

Objective	Verify that a local CS subscriber can initiate voice calls to a VoLTE subscriber who has registered with the IMS network.
-----------	---

Network Diagram	None.
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscriber A has been defined in the HSS. The LTE network is running properly. Subscriber A is attached to the LTE network and has registered with the IMS network. CS subscriber B has completed location update on the CS network. The anchor AS is configured to anchor MT calls using IMRN prefix mode.
Procedure	Expected Result
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have B call A. 2. Have A answer the call and talk with B for a while. 3. Have B hang up. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. A is alerted, and B hears a ring back tone. 2. The call is connected, and the voice is clear. 3. The call is released.
Remarks	None.

T01-11 VoLTE Subscribers (IMS) Initiate Video Calls to CS Subscribers

Objective	Verify that a VoLTE subscriber who has registered with the IMS network can initiate video calls to a CS subscriber.
-----------	---

Network Diagram	None.
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscriber A has been defined in the HSS. The LTE and CS networks are running properly. Subscriber A is attached to the LTE network and has registered with the IMS network. CS subscriber B has completed location update on the CS network.
Procedure	Expected Result
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have A initiate a video call to B. 2. Have B answer the call and talk with A for a while. 3. Check the signaling flow. 4. Have A hang up. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. B is alerted, and A hears a ring back tone. 2. A voice call is connected, and the voice is clear. 3. The signaling flow of fallback from a video call to a voice call is correct. 4. The call is released.
Remarks	The MGCF must be configured to enable video calls to fall back to voice calls.

T01-12 MO Call from VoLTE Subscribers to PSTN Subscribers

Objective	Verify that a VoLTE subscriber who has registered with the IMS network can initiate calls to a PSTN subscriber.
-----------	---

Network Diagram	None.
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscriber A has been defined in the HSS. Subscriber A is attached to the LTE network and has registered with the IMS network. PSTN subscriber B has registered with the IMS network.
Procedure	Expected Result
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have A call B. 2. Have B answer the call and talk with A for a while. 3. Have A hang up. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. B is alerted, and A hears a ring back tone. 2. The call is connected, and the voice is clear. 3. The call is released.
Remarks	None.

T01-13 MT Call from PSTN Subscribers to VoLTE Subscribers

Objective	Verify that a PSTN subscriber can initiate voice calls to a VoLTE subscriber who has registered with the IMS network.
Network Diagram	None.

Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscriber A has been defined in the HSS. Subscriber A is attached to the LTE network and has registered with the IMS network. PSTN subscriber B has registered with the IMS network. 	
Procedure	Expected Result	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have B call A. 2. Have A answer the call and talk with B for a while. 3. Have B hang up. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. A is alerted, and B hears a ring back tone. 2. The call is connected, and the voice is clear. 3. The call is released. 	
Remarks	None.	

T01-14 VoLTE Basic Voice Calls during Which the Callers Release the Call First

Objective	Verify that SBC supports VoLTE basic voice calls during which the callers release the call first.
Network Diagram	None.

Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscribers A and B have been defined in the HSS. The LTE network is running properly. Subscribers A and B are attached to the LTE network and have registered with the IMS network. 	
Procedure	Expected Result	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have A call B. 2. After B starts ringing, have B answer the call. 3. Have A hang up. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. B is alerted, and A hears a ring back tone. 2. The call is connected, and the voice is clear. 3. The call is released. 	
Remarks	None.	

T01-15 VoLTE Basic Voice Calls during Which the Callees Release the Call First

Objective	Verify that SBC supports VoLTE basic voice calls during which the callees release the call first.
Network Diagram	None.

Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscribers A and B have been defined in the HSS. The LTE network is running properly. Subscribers A and B are attached to the LTE network and have registered with the IMS network. 	
Procedure	Expected Result	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have A call B. 2. Have B answer the call and talk with A for a while. 3. Have B hang up. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. B is alerted, and A hears a ring back tone. 2. The call is connected, and the voice is clear. 3. The call is released. 	
Remarks	None.	

T01-16 VoLTE Basic Voice Calls During Which the Callees Reject the Calls

Objective	Verify that SBC supports VoLTE basic voice calls during which the callees reject the call
Network Diagram	None.
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscribers A and B have been defined in the HSS. The LTE network is running properly. Subscribers A and B are attached to the LTE network and have registered with the IMS network.

Procedure		Expected Result
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have A call B. 2. After B starts ringing, have B disconnect the call. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. B is alerted, and A hears a ring back tone. 2. The busy tone is played for UE A, and the call ends. 	
Remarks	None.	

T01-17 VoLTE Basic Voice Calls during Which the Callees Do Not Respond

Objective	Verify that SBC supports VoLTE basic voice calls during which the callees do not respond	
Network Diagram	None.	
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscribers A and B have been defined in the HSS. The LTE network is running properly. Subscribers A and B are attached to the LTE network and have registered with the IMS network. 	
Procedure		Expected Result

<ol style="list-style-type: none"> 1. Have A call B. 2. After B starts ringing, have B not answer the call. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. B is alerted, and A hears a ring back tone. 2. After the call expires, the busy tone is played for UE A, and the call ends.
Remarks	None.

T01-18 VoLTE Basic Voice Calls during Which the Callers Cancel the Calls

Objective	Verify that SBC supports VoLTE basic voice calls during which the callers cancel the calls	
Network Diagram	None.	
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> VoLTE subscribers A and B have been defined in the HSS. The LTE network is running properly. Subscribers A and B are attached to the LTE network and have registered with the IMS network. 	
Procedure	Expected Result	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Have A call B. 2. After B starts ringing but before the off-hook, have A release the call. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. B is alerted, and A hears a ring back tone. 2. The ringing stops before the off-hook, and the call ends. 	

Remarks	None.
---------	-------

T01-19 Calling Party make eSRVCC Handover from VoLTE to CS during voice Call

Objective	To verify that the SE2900 supports Calling Party make eSRVCC Handover from VoLTE to CS during voice Call
-----------	--

Preset
Conditions

1. SE2900 initial configurations are complete, the embedded P-CSCF has been configured, network devices are running properly, and the connections in between are normal.

2. The DSP LICENSE output shows that the license file supporting the license control item "P-CSCF(per concurrent session)" has been loaded to the SE2900.

3. The DSP LICENSE output shows that the license file supporting the license control item "ATCF/ATGW(per concurrent session)" has been loaded to the SE2900.

4. A core-side signaling address has been configured for the ATCF.

(1) In the MML Command – SE2900 window, run ADD ACNADDRG to add a core-side signaling address group.

```
ADD ACNADDRG: ADDRGN="<Core-side signaling address group name>";
```

(2) In the MML Command – SE2900 window, run ADD AADDR to add a core-side signaling address.

```
ADD AADDR: ADDRNAME="<Signaling address name>", HRUMID=151, DMT=CORE, ADDRGN="<Core-side signaling address group name>", IPVERSION=IPV4, IPV4="<IPv4 Address>", VRFFLAG=N;
```

5. In the MML Command – SE2900 window, run ADD ATCF to add an ATCF. Configure information such as the ATCF address, domain name, and STN-SR.

```
ADD ATCF: ATCFNAME="<ATCF logical entity name>", DN="<Domain name>", ADDRNAME="<Address>", PORT=<Port>, STN_SR="<STN-SR>", CHECK_SCCAS=Y;
```

6. In the MML Command – SE2900 window, run ADD SCCAS to set a trusted SCC AS domain name.

```
ADD SCCAS: DN="<Domain name>";
```

7. In the MML Command – SE2900 window, run ADD SIPAN to set an access-side address for the ATCF.

```
ADD SIPAN: ANNAME="<Access network name>",  
LETYPE=ATCF, ATCFNAME="<ATCF logical entity name>",  
IPTYPE=IPV4, UEIP="<Access network IP>",  
UEMASK="<Access network mask>;
```

8. In the MML Command – SE2900 window, run MOD SIPAN to enable eSRVCC for the P-CSCF-specific SIP AN.

```
MOD SIPAN: ANNAME="<Access network name>", LETYPE=P-  
CSCF, PCSCFLEN="<Logical entity type>", ESRVCC=Y,  
ATCFNAME="<ATCF logical entity name>;
```

9. In the MML Command – SE2900 window, set an IP address corresponding to the SCC AS domain name.

(1) In the MML Command – SE2900 window, run ADD DNSSRV to set a port and a destination domain name corresponding to the SCC AS domain name.

```
ADD DNSSRV: DOMAINNAME="<Domain name>",  
PORT=<Port>, TARGET="<Target domain name>;
```

(2) In the MML Command – SE2900 window, run ADD DNSRESA to set an IP address corresponding to the SCC AS destination domain name.

```
ADD DNSRESA: NAME="<Domain name>", IPTYPE=IPV4,  
ADDR="<IPv4 address>;
```

Test Procedures	Expected Results
<p>1. Log in to Huawei operation and maintenance system.</p>	<p>Login succeeds.</p>
<p>2. Create a user message tracing task for VoLTE UE A.</p> <p>(1) Click the Maintenance tab and choose Tracing > (<i>SE2900 to be tested</i>) > User Message Trace > UserInterface.</p> <p>(2) Enter the IMPU of VoLTE UE A in IMPU.</p> <p>(3) Click OK.</p>	<p>The user message tracing task is created.</p>
<p>3. Use VoLTE UE A and UE B to initiate registration procedures on the LTE network.</p>	<p>VoLTE UE A and UE B are registered successfully.</p> <p>Check the traced messages of UE A. After receiving the REGISTER request, the SE2900 adds a Feature-Caps header to the REGISTER request, notifying the core server of ATCF information.</p> <p>After UE A is registered, the SCC AS sends a MESSAGE message to the ATCF on the SE2900. The MESSAGE message carries SCC AS information.</p>
<p>4. Use VoLTE UE A to call VoLTE UE B.</p>	<p>A call is established.</p> <p>Check the traced messages of UE A. The response message received by the SE2900 contains the Feature-Caps header carrying +g.3gpp.srvcc.</p>

5. After the call established, move VoLTE UE A to the coverage of a GERAN/UTRAN network.

The call is handed over successfully, and voice quality is acceptable.

Check the traced messages of UE A.

In the handover INVITE request received by the SE2900, the P-Asserted-Identity header carries C-MSISDN of UE A, the Request-URI value is the STN-SR, and information about the codecs supported by the eMSC is carried.

The 200 OK response sent from the SE2900 to the eMSC carries SDP information about the new local termination.

While the SE2900 sends a 200 OK response to the eMSC, the SE2900 sends an INVITE request to the CSCF. The INVITE request carries the C-MSISDN number and ATU-STI and Target-Dialog headers. The Target-Dialog header carries Call-ID, To-Tag, and From-Tag information about the original session.

The SE2900 processes the handover INVITE request within 30 ms.

Test Description

None

T01-20 Called Party make eSRVCC Handover from VoLTE to CS during voice Call

Objective	To verify that the SE2900 supports Called Party make eSRVCC Handover from VoLTE to CS during voice Call
-----------	---

Preset
Conditions

1. SE2900 initial configurations are complete, the embedded P-CSCF has been configured, network devices are running properly, and the connections in between are normal.

2. The DSP LICENSE output shows that the license file supporting the license control item "P-CSCF(per concurrent session)" has been loaded to the SE2900.

3. The DSP LICENSE output shows that the license file supporting the license control item "ATCF/ATGW(per concurrent session)" has been loaded to the SE2900.

4. A core-side signaling address has been configured for the ATCF.

(1) In the MML Command – SE2900 window, run ADD ACNADDRG to add a core-side signaling address group.

```
ADD ACNADDRG: ADDRGN="<Core-side signaling address group name>";
```

(2) In the MML Command – SE2900 window, run ADD AADDR to add a core-side signaling address.

```
ADD AADDR: ADDRNAME="<Signaling address name>", HRUMID=151, DMT=CORE, ADDRGN="<Core-side signaling address group name>", IPVERSION=IPV4, IPV4="<IPv4 Address>", VRFFLAG=N;
```

5. In the MML Command – SE2900 window, run ADD ATCF to add an ATCF. Configure information such as the ATCF address, domain name, and STN-SR.

```
ADD ATCF: ATCFNAME="<ATCF logical entity name>", DN="<Domain name>", ADDRNAME="<Address>", PORT=<Port>, STN_SR="<STN-SR>", CHECK_SCCAS=Y;
```

6. In the MML Command – SE2900 window, run ADD SCCAS to set a trusted SCC AS domain name.

```
ADD SCCAS: DN="<Domain name>";
```

7. In the MML Command – SE2900 window, run ADD SIPAN to set an access-side address for the ATCF.

```
ADD SIPAN: ANNAME="<Access network name>",  
LETYPE=ATCF, ATCFNAME="<ATCF logical entity name>",  
IPTYPE=IPV4, UEIP="<Access network IP>",  
UEMASK="<Access network mask>;
```

8. In the MML Command – SE2900 window, run MOD SIPAN to enable eSRVCC for the P-CSCF-specific SIP AN.

```
MOD SIPAN: ANNAME="<Access network name>", LETYPE=P-  
CSCF, PCSCFLEN="<Logical entity type>", ESRVCC=Y,  
ATCFNAME="<ATCF logical entity name>;
```

9. In the MML Command – SE2900 window, set an IP address corresponding to the SCC AS domain name.

(1) In the MML Command – SE2900 window, run ADD DNSSRV to set a port and a destination domain name corresponding to the SCC AS domain name.

```
ADD DNSSRV: DOMAINNAME="<Domain name>",  
PORT=<Port>, TARGET="<Target domain name>;
```

(2) In the MML Command – SE2900 window, run ADD DNSRESA to set an IP address corresponding to the SCC AS destination domain name.

```
ADD DNSRESA: NAME="<Domain name>", IPTYPE=IPV4,  
ADDR="<IPv4 address>;
```

Test Procedures	Expected Results
<p>1. Log in to Huawei operation and maintenance system.</p>	<p>Login succeeds.</p>
<p>2. Create a user message tracing task for VoLTE UE A.</p> <p>(1) Click the Maintenance tab and choose Tracing > (<i>SE2900 to be tested</i>) > User Message Trace > UserInterface.</p> <p>(2) Enter the IMPU of VoLTE UE A in IMPU.</p> <p>(3) Click OK.</p>	<p>The user message tracing task is created.</p>
<p>3. Use VoLTE UE A and UE B to initiate registration procedures on the LTE network.</p>	<p>VoLTE UE A and UE B are registered successfully.</p> <p>Check the traced messages of UE A. After receiving the REGISTER request, the SE2900 adds a Feature-Caps header to the REGISTER request, notifying the core server of ATCF information.</p> <p>After UE A is registered, the SCC AS sends a MESSAGE message to the ATCF on the SE2900. The MESSAGE message carries SCC AS information.</p>
<p>4. Use VoLTE UE A to call VoLTE UE B.</p>	<p>A call is established.</p> <p>Check the traced messages of UE A. The response message received by the SE2900 contains the Feature-Caps header carrying +g.3gpp.srvcc.</p>

<p>5. After the call established, move VoLTE UE B to the coverage of a GERAN/UTRAN network.</p>	<p>The call is handed over successfully, and voice quality is acceptable.</p> <p>Check the traced messages of UE A.</p> <p>In the handover INVITE request received by the SE2900, the P-Asserted-Identity header carries C-MSISDN of UE A, the Request-URI value is the STN-SR, and information about the codecs supported by the eMSC is carried.</p> <p>The 200 OK response sent from the SE2900 to the eMSC carries SDP information about the new local termination.</p> <p>While the SE2900 sends a 200 OK response to the eMSC, the SE2900 sends an INVITE request to the CSCF. The INVITE request carries the C-MSISDN number and ATU-STI and Target-Dialog headers. The Target-Dialog header carries Call-ID, To-Tag, and From-Tag information about the original session.</p> <p>The SE2900 processes the handover INVITE request within 30 ms.</p>
<p>Test Description</p>	<p>None</p>

Objective	To verify that the SE2900 supports basic audio calls when the SE2900 interworks with the PCRF through the Rx interface.
Test Networking Diagram	Networking diagram 15

Preset
Conditions

1. SE2900 initial configurations are complete, the embedded P-CSCF has been configured, network devices are running properly, and the connections in between are normal.

2. The DSP LICENSE output shows that the license file supporting the license control item "P-CSCF(per concurrent session)" has been loaded to the SE2900.

3. The DSP LICENSE output shows that the license file supporting the license control item "QoS Assurance(per concurrent session)" has been loaded to the SE2900.

4. The Rx link has been configured and is working properly.

(1) In the MML Command - SE2900 window, run ADD DIAMLOC to configure a local Diameter entity.

```
ADD DIAMLOC:LEN="<Local entity name>", LET= PCSCF-1,  
LDN="<Local host domain name>", LHN="<Local host name>";
```

(2) In the MML Command - SE2900 window, run ADD DIAMPEER to configure a Diameter peer.

```
ADD DIAMPEER:PN="<Peer device name>", PDT =PCRF,  
PDN="<Peer device domain name>", PHN="<Peer host name>",  
PRIORITY=1, LEN="<Local entity name>";
```

(3) In the MML Command - SE2900 window, run ADD DIAMLNK to configure a Diameter link.

```
(4) ADD DIAMLNK: LNKN="<Peer device name>", PN="<Link name>",  
PTYPE=SCTP, BSUMID=<BSU module number>, WMODE=CLIENT,  
ADDRN1="<Core-side IP address name 1>", LPT=<Local port number>, PIPT=IPV4,  
PIP1V4="<Peer IP address>", PPT=<Peer port number>;
```

(5) In the MML Command - SE2900 window, run DSP DIAMLNK to check whether the Diameter link is working properly.

```
DSP DIAMLNK:PN="<Peer device name>", LNKN="<Link name>";
```

Command output is as follows:

Link state = Up

5. In the MML Command - SE2900 window, run ADD RXPLC to configure an Rx policy where resource reservation status events are subscribed.

```
ADD RXPLC: PLCN="<Rx policy name>", MBWM=ONE_STAGE,  
SFAVP=Y;
```

6. In the MML Command - SE2900 window, run MOD PCSCF to associate the P-CSCF with the local entity of the Rx link.

```
MOD PCSCF:PCSCFLEN="<P-CSCF logical entity name>",  
LN="<Diameter local entity name of the Rx link>", RXPLC="<Rx  
policy name>;
```

7. UE A and UE B have registered with the core network through the SE2900.

Test Procedures	Expected Results
<p>1. Log in to Huawei operation and maintenance system.</p>	<p>Login succeeds.</p>
<p>2. Create a message tracing task for UE A on the SE2900.</p> <p>(1) Click the Maintenance tab and choose Tracing > (SE2900 to be tested) > User Message Trace > UserInterface.</p> <p>(2) Enter the IMPU of UE A in IMPU.</p> <p>(3) Click OK.</p>	<p>The tracing task for UE A is created.</p>
<p>3. Use UE A to call UE B. Check the AAR message sent from the SE2900.</p>	<p>4 UE B is ringing.</p> <p>5 After receiving a 200 OK response (INVITE), the SE2900 sends an AAR message where service-info-status is final-service-information</p>
<p>4. After UE B starts ringing, have UE B answer the call.</p>	<p>The call is established, and the voice quality is acceptable.</p>
<p>5. Have UE A release the call. Check the STR message sent from the SE2900.</p>	<p>6 The call is released successfully.</p> <p>7 The SE2900 generates an STR message upon the receipt of a BYE request.</p> <p>8 In the STR message, termination-cause is diameter-logout.</p>

<p>6. In the MML Command - SE2900 window, run MOD PCSCF to associate the P-CSCF with the local entity of the Rx link.</p> <pre>MOD PCSCF: PCSCFLEN="<P-CSCF logical entity name>", LN="<Diameter local entity name>;"</pre>	<p>The command is executed successfully.</p>
<p>7. In the MML Command - SE2900 window, run RMV RXPLC to restore the Rx policy.</p> <pre>RMV RXPLC: PLCN="<Rx policy name>;"</pre>	<p>The command is executed successfully.</p>
<p>Test Description</p>	<p>None</p>

T02 Supplementary SIP Services

T02-01 Call Hold

<p>Objective</p>	<p>To verify the call hold (CH) service.</p>
<p>Test Diagram</p>	<p>Networking diagram 1</p>

Preset Conditions	<ol style="list-style-type: none"> 1. SE2900 initial configurations are complete, network devices are running properly, and the connections in between are normal. 2. UE A and UE B have subscribed to the SIP user registration and call services. UE A has also subscribed to the CH service. 3. UE A and UE B have registered with the core network through the SE2900. 	
Test Procedures	Expected Results	
1. Have UE A call UE B.	UE B is ringing.	
2. After UE B starts ringing, have UE B answer the call.	A call is established, and the voice quality is acceptable.	
3. Have UE A hold the call to UE B.	The call to UE B is held. User B hears the call hold tone.	
4. Have UE B release the call.	User A hears the on-hook tone and the call ends.	
Test Description	None	

T02-02 Call Forwarding on Busy

Objective	To verify the call forwarding on busy (CFB) service	
Test Diagram	Networking	Networking diagram 1

Preset Conditions	<ol style="list-style-type: none"> 1. SE2900 initial configurations are complete, network devices are running properly, and the connections in between are normal. 2. UE A, UE B, UE C, and UE D have registered with the core network through the SE2900. 3. UE B has subscribed to the CFB service. The call to UE B when UE B is busy is forwarded to UE D. All UEs have subscribed to the registration and call services. 	
Test Procedures	Expected Results	
1. Have UE A call UE B.	UE B is ringing.	
2. After UE B starts ringing, have UE B answer the call.	A call is established, and the voice quality is acceptable.	
3. Have UE C to call UE D.	The call is forwarded to UE D. UE D is ringing.	
4. After UE D starts ringing, have UE D answer the call.	A call is established, and the voice quality is acceptable.	
5. Have UE C release the call.	User D hears the on-hook tone and the call ends.	
6. Have UE A release the call.	User B hears the on-hook tone and the call ends.	
Test Description	None	

T02-03 Call Forwarding No Reply (CFNR)

Objective	To verify the call forwarding no answer (CFNA) service	
Test Networking Diagram	Networking diagram 1	
Preset Conditions	<ol style="list-style-type: none"> 1. SE2900 initial configurations are complete, network devices are running properly, and the connections in between are normal. 2. UE A, UE B, and UE C have registered with the core network through the SE2900. 3. UE B has subscribed to the CFNA service. The call that UE B does not answer is forwarded to UE C. All UEs have subscribed to the registration and call services. 	
Test Procedures	Expected Results	
1. Have UE A call UE B.	UE B is ringing.	
2. After UE B starts ringing, UE B does not answer the call.	The call forwarded to UE B is forwarded to UE C after UE B rings for 60 seconds. UE C starts to ring.	
3. After UE C starts ringing, have UE C release the call.	A call is established, and the voice quality is acceptable.	
4. Have UE A release the call.	User B hears the on-hook tone and the call ends.	
Test Description	None	

T02-04 Call Forwarding Unconditional (CFU)

Objective	To verify the call forwarding unconditional (CFU) service	
Test Diagram	Networking	Networking diagram 1
Preset Conditions	<ol style="list-style-type: none"> 1. SE2900 initial configurations are complete, network devices are running properly, and the connections in between are normal. 2. UE A, UE B, and UE C have registered with the core network through the SE2900. 3. UE B has subscribed to the CFU service. The call to UE B when UE B is unconditionally forwarded to UE C. All UEs have subscribed to the registration and call services. 	
Test Procedures		Expected Results
1. Have UE A call UE B.		UE C is ringing.
2. After UE C starts ringing, UE C answers the call.		A call is established, and the voice quality is acceptable.
3. Have UE A release the call.		User B hears the on-hook tone and the call ends.
Test Description	None	

T02-05 Multi-Party

Objective	To verify the multi-party (MPTY) service	
Test Networking Diagram	Networking diagram 1	
Preset Conditions	<ol style="list-style-type: none"> 1. SE2900 initial configurations are complete, network devices are running properly, and the connections in between are normal. 2. UE A, UE B, and UE C have registered with the core network through the SE2900. 3. UE A has subscribed to the MPTY service. UE A, UE B, and UE C have subscribed to the registration and call services. 	
Test Procedures	Expected Results	
1. Have UE A call UE B.	UE B is ringing.	
2. After UE C starts ringing, have UE C answer the call.	A call is established, and the voice quality is acceptable.	
3. Have UE A press the hookflash (or the relevant function button) to hold the call to UE B.	User B hears the call hold tone.	
4. Have UE A call UE C.	UE C is ringing.	
5. After UE C starts ringing, have UE C answer the call.	A call is established, and the voice quality is acceptable.	

<p>6. Have UE A press the hookflash (or the relevant function button) to hold the call to UE C.</p>	<p>User B hears the call hold tone.</p>
<p>7. Have UE A press the hookflash (or button 3) to establish a multi-party conference.</p>	<p>UE A, UE B and UE C join the conference.</p>
<p>8. Have UE C release the call.</p>	<p>UE C terminates the call. UE A and UE B hear the on-hook tone. The conference between UE A and UE B is not affected.</p>
<p>9. Have UE B release the call.</p>	<p>User A hears the on-hook tone and the call ends.</p>
<p>Test Description</p>	<p>None</p>

ANEXO III

Lista testes presentes no caderno de testes do HSS fornecido pela Ericsson.

HSS-FE 16A

4 Test cases

4.1 System Level Redundancy

4.1.1	Application Automatic Resume	NA
4.1.2	HSS-FE doesn't perform failover when disabled	NA
4.1.3	HSS-FE force to release failover mode	NA
4.1.4	HSS-FE reply Diameter error before failover mode	NA
4.1.5	HSS-FE discard diameter request after enter failover mode	NA

4.2 Interface Function

4.2.1	LDAP connection initial establishment towards CUDB	PA
4.2.2	LDAP connection establishment after configuration change	PA
4.2.3	LDAP connection bind failed	PA
4.2.4	Release all ss7 associations	PA
4.2.5	Diameter initial establishment	PA
4.2.6	Diameter connection disable	PA
4.2.7	Diameter peer node disable	PA

4.2.8	Diameter own stack disable	PA
4.2.9	Diameter close from peer node	PA
4.2.10	Diameter multiple connection	PA
4.2.11	Unknown diameter peer reject	PA
4.2.12	HSS-FE answer HB_Ack to PG	PA

4.3 OAM

4.3.1	SS7 Signalling Manager start	PA
4.3.2	SS7 command line interface	PA
4.3.3	HSS-FE alarms check	PA
4.3.4	Platform measurements	PA
4.3.5	HSS-FE specific measurements	PA
4.3.6	Shut down the whole system	PA
4.3.7	Boot up the whole system	PA
4.3.8	Restart SS7 stack with Signalling Manager	PA

4.4 Traffic

4.4.1	Authentication and Update Location	NS
4.4.2	Authentication when ESM user is not stored in CUDB	NS
4.4.3	Cancel location	NS

4.4.4	Purge UE from MME	NS
4.4.5	Update Location from different MME	NS
4.4.6	ULR/ULA User Barred	NS
4.4.7	Insert Subscriber Data Request when EPS attribution is change: epsProfileId	NS
4.4.8	Send Reset request to a specific MME node	NS
4.4.9	RIR/RIA when ESM user is LOCATED	NS
4.4.10	RIR/RIA when ESM user is UNKNOWN	NS
4.4.11	RIR/RIA when ESM user is PURGED	NS
4.4.12	RIR/RIA when ESM user does not exist in CUDB	NS
4.4.13	VoLTE registration	NS
4.4.14	VoLTE registration when user not provisioned in IMS, but in EPS object	NS
4.4.15	VoLTE De-registration by UE	NS
4.4.16	VoLTE De-registration by network.	NS
4.4.17	VoLTE originating and terminating session establishment	NS
4.4.18	VoLTE originating and terminating session establishment, terminating user is not registered	NS
4.4.19	Priority call	NS
4.4.20	SRVCC UE Handover (PSI)	NS
4.4.21	VoLTE user (LTE): Activate/Check/Verify/Deactivate CDIV service over Ut	NS

4.4.22	Barring Handling in ISM	NS
4.4.23	VoLTE Re-registration	NS
4.4.24	User's "aaa_assigned" status after MAR/MAA successful	NS
4.4.25	User status changes from "aaa_assigned" to "registered" after successful SAR with Server-Assignment-Type=REGISTRATION	NS
4.4.26	SAR/SAA (Server-Assignment-Type=AAA_USER_DATA_REQUEST).	NS
4.4.27	User Initiated Deregistration	NS
4.4.28	MAR/MAA behavior when user has ODB-ALL	NS
4.4.29	SAR/SAA behavior when user has ODB-ALL	NS

ANEXO IV

Scripts utilizados para a coleta e transferência de contadores do EMA PG.

proclogExtractHalf.sh

```
#!/usr/bin/env bash
# Rev. B
# Author: Marcos Romero
# Date: 10-01-2018
# File: proclogExtractHalf.sh
# Script transfer proc logs to external Server

# Armazena o horário de 30 minutos atras e o atual
inicio=`date --date="30 minutes ago" +%Y-%m-%d" "%H`
fim=`date +%Y-%m-%d" "%H`

# Remove tudo que estiver no diretorio /home/proclog/
echo
echo -en "\033[1mRemoving previous files from folder
/home/proclog/...\n\033[0m"
rm -rf /home/proclog/*
echo -en "\033[1mRemoving previous files from folder
/home/proclog/...OK\n\033[0m"
echo

# Gera os arquivos proclog dos ultimos 30 minutos e salva no diretorio
/home/proclog/
echo
echo -en "\033[1mGenerating Log Files...\n\033[0m"
/bin/bash /usr/local/pgngn/admin-tool-3.203/bin/proclog-admin-tool.sh -
et "$inicio:00:00 $fim:30:00" -p /home/proclog/
echo -en "\033[1mGenerating Log Files...OK\n\033[0m"
echo

# Transfere todo conteudo do /home/proclog/ para o servidor de BKPHSS
no diretorio /data/BKPHSS/HGXXX1/
echo
echo -en "\033[1mTransferring Log Files...\n\033[0m"
scp /home/proclog/*/* "bkphss@10.192.12.##:/data/BKPHSS/HGSNE1/"
echo -en "\033[1mTransferring Log Files...OK\n\033[0m"
echo
```

statisticsToXMLHour.sh

```
#!/bin/bash
# Author: Marcos Romero
# Date: 28/09/2017
#####
# Recebe uma serie de arquivos de log de provisionamento e gera
#contadores
#####

#### incializa variaves
echo Rodando....
inicio=`date --date="1 hour ago" +%Y-%m-%d_%H`
dia=`date --date="1 hour ago" +%Y-%m-%d`
hora=`date --date="1 hour ago" +%H`
arquivos=proclog_`inicio`

# Gera arquivos auxiliares contendo notificados do EPS, notificados do
VoLTE, criados do EPS, Posts do VoLTE, e licença do PG
zcat $arquivos | grep '"NOTIFY","SUCCESSFUL","admin"' | grep TIMHSSEPS
| grep -oP "(?<=imsi=).\{0,15}" | sort | uniq >
notificados_`dia`:`hora`:00:00.txt
zcat $arquivos | grep '"NOTIFY","SUCCESSFUL","admin"' | grep Default |
grep -oP "(?<=imsi=).\{0,15}" | sort | uniq >
notificadosVoLTE_`dia`:`hora`:00:00.txt
zcat $arquivos | grep '"CREATE","SUCCESSFUL","emaprd"' | grep EPS |
grep -oP "(?<=imsi=).\{0,15}" | sort | uniq > criados_`dia`:`hora`:00:00.txt
zcat $arquivos | grep -A 20 '"POST","SUCCESSFUL"' | grep -B 6
VoiceSvcLTE | grep -oP "(?<=imsi>).\{0,15}" | sort | uniq >
postsVoLTE_`dia`:`hora`:00:00.txt
ssh root@10.192.73.## 'ssh HGSNE1-PL-3 "/bin/bash
/opt/dve/tools/licenseclient/licenseclient.sh list -
c="service:jmx:rmi://localhost:8995/jndi/rmi://localhost:8100/connector" -
u="admin" -p="admin"' | egrep "(FAT1023338/9|FAT1023338/11)" > license.txt

#conta quantas linhas tem cada arquivo
notificados=`cat notificados_`dia`:`hora`:00:00.txt | wc -l`
criadosdalista=`grep -Ff notificados_`dia`:`hora`:00:00.txt
criados_`dia`:`hora`:00:00.txt | wc -l`
notificadosVoLTE=`cat notificadosVoLTE_`dia`:`hora`:00:00.txt | wc -l`
postsdalistaVoLTE=`grep -Ff notificadosVoLTE_`dia`:`hora`:00:00.txt
postsVoLTE_`dia`:`hora`:00:00.txt | wc -l`

#monta arquivo XML contando cada tipo de evento nos logs
echo "<?xml version=\"1.0\" encoding=\"UTF-8\" standalone=\"yes\"?>
<measCollecFile
xmlns=\"http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/32_series/32.435#measCollec\">
  <fileHeader fileFormatVersion=\"3GPP_PM_32.435_XML_v11.0.0\">
    <fileSender/>
    <measCollec beginTime=\"\"`dia`"T"`hora`":00:00-03:00\"/>
  </fileHeader>
  <measData>
    <managedElement/>
    <measInfo>
      <job jobId=\"EMA_PG_proclog_statistics\"/>
      <granPeriod duration=\"PT3600S\"
endTime=\"\"`dia`"T"`hora`":59:59-03:00\"/>
```

```

        <repPeriod duration=\"PT3600S\"/>
        <measType p=\"1\">TotalNotifyEPSReceived</measType>
        <measType p=\"2\">TotalNotifyIMSReceived</measType>
        <measType
p=\"3\">TotalNotifyEPSUniqueSubscribers</measType>
        <measType
p=\"4\">TotalNotifyIMSUniqueSubscribers</measType>
        <measType p=\"5\">TotalCreateEPSSentToEMATI</measType>
        <measType
p=\"6\">TotalCreateEPSReceivedFromEMATI</measType>
        <measType
p=\"7\">TotalCreateEPSUniqueSubscribers</measType>
        <measType p=\"8\">EPSCreatedFromNotifyList</measType>
        <measType
p=\"9\">FailedCreateEPSReceivedFromEMATI_Total</measType>
        <measType
p=\"10\">FailedCreateEPSReceivedFromEMATI_13002</measType>
        <measType
p=\"11\">FailedCreateEPSReceivedFromEMATI_13003</measType>
        <measType
p=\"12\">FailedCreateEPSReceivedFromEMATI_Other</measType>
        <measType p=\"13\">TotalPostIMSSentToOrderTI</measType>
        <measType p=\"14\">TotalPostIMSFailed</measType>
        <measType p=\"15\">TotalPostIMSTimedOut</measType>
        <measType p=\"16\">IMSPostedFromNotifyList</measType>
        <measType
p=\"17\">TotalCreateIMSReceivedFromEMATI</measType>
        <measType
p=\"18\">TotalCreateIMSUniqueSubscribers</measType>
        <measType
p=\"19\">FailedCreateIMSReceivedFromEMATI_Total</measType>
        <measType
p=\"20\">FailedCreateIMSReceivedFromEMATI_13004</measType>
        <measType
p=\"21\">FailedCreateIMSReceivedFromEMATI_Other</measType>
        <measType p=\"22\">UsedLicenseEPS</measType>
        <measType p=\"23\">TotalLicenseEPSCapacity</measType>
        <measType p=\"24\">UsedLicenseIMS</measType>
        <measType p=\"25\">TotalLicenseIMSCapacity</measType>
        <measValue measObjLdn=\"\">
        <r p=\"1\">"`zcat $arquivos | grep
'"NOTIFY","SUCCESSFUL","admin"' | grep -c TIMHSSEPS`"</r>
        <r p=\"2\">"`zcat $arquivos | grep
'"NOTIFY","SUCCESSFUL","admin"' | grep -c DefaultServiceProfile`"</r>
        <r p=\"3\">"$notificados"</r>
        <r p=\"4\">"$notificadosVoLTE"</r>
        <r p=\"5\">"`zcat $arquivos | grep CREATE | grep southbound
| grep -c EMA16TI`"</r>
        <r p=\"6\">"`zcat $arquivos | grep '"CREATE"' | grep
'"emaprd"' | grep -c EPS`"</r>
        <r p=\"7\">"`cat criados_$dia:$hora:00:00.txt | wc -l`"</r>
        <r p=\"8\">"$criadosdalista"</r>
        <r p=\"9\">"`zcat $arquivos | grep
'"CREATE","FAILED","emaprd"' | grep -c EPS`"</r>
        <r p=\"10\">"`zcat $arquivos | grep
'"CREATE","FAILED","emaprd"' | grep EPS | grep -c 13002`"</r>

```

```

                <r p="11">"`zcat $arquivos | grep
'"CREATE","FAILED","emaprd"' | grep EPS | grep -c 13003`"</r>
                <r p="12">"`zcat $arquivos | grep
'"CREATE","FAILED","emaprd"' | grep EPS | grep -v 13002 | grep -v 13003 | wc
-l`"</r>
                <r p="13">"`zcat $arquivos | grep -c
'"POST","SUCCESSFUL"`"</r>
                <r p="14">"`zcat $arquivos | grep -c
'"POST","FAILED"`"</r>
                <r p="15">"`zcat $arquivos | grep -c "timed out"`"</r>
                <r p="16">"$postsdalistaVoLTE"</r>
                <r p="17">"`zcat $arquivos | grep '"CREATE"' | grep
'"emaprd"' | grep -c IMS`"</r>
                <r p="18">"`zcat $arquivos | grep
'"CREATE","SUCCESSFUL","emaprd"' | grep IMS | grep -oP
"(?<=associationId=).\{0,13}" | sort | uniq | wc -l`"</r>
                <r p="19">"`zcat $arquivos | grep
'"CREATE","FAILED","emaprd"' | grep -c IMS`"</r>
                <r p="20">"`zcat $arquivos | grep
'"CREATE","FAILED","emaprd"' | grep IMS | grep -c 13004`"</r>
                <r p="21">"`zcat $arquivos | grep
'"CREATE","FAILED","emaprd"' | grep IMS | grep -v 13004 | wc -l`"</r>
                <r p="22">"`cat license.txt | awk '/EPC/{print $5}`"</r>
                <r p="23">"`cat license.txt | awk '/EPC/{print $6}`"</r>
                <r p="24">"`cat license.txt | awk '/IMS/{print $5}`"</r>
                <r p="25">"`cat license.txt | awk '/IMS/{print $6}`"</r>
        </measValue>
    </measInfo>
</measData>
<fileFooter>
    <measCollec endTime="\ "$dia"T"$hora":59:59-03:00\"/>
</fileFooter>
</measCollecFile>" > HGSNE1_statistics_$inicio:00:00.xml

#envia os arquivos para o servidor do Telcomanager utilizando script em
linguagem expect "telco.exp"
/usr/bin/expect -f /data/BKPHSS/HGSNE1/telco.exp
/data/BKPHSS/HGSNE1/HGSNE1_statistics_$inicio:00:00.xml
echo fim

exit 0

```

telco.exp

```

#!/usr/bin/expect -f
set pass #####
set server 10.216.59.##
set name tim
set filename [lindex $argv 0]
set timeout -1

spawn scp $filename $name@$server:/usr/local/telco-
data/slaview/customfilesOp/EMA_PG/

expect {
    password: {send "$pass\r" ; exp_continue}
    eof exit}

```


ANEXO V

Scripts utilizados para correção do Erro 13003.

removeIMSIldap.sh

```
#!/bin/bash
# Author: Marcos Romero
# Date: 21/08/2017
# Rev C
# Rev date: 09/01/2018

# armazena em variavel o valor de data de 30 minutos atras e 1 hora
atras
data=`date --date="30 minutes ago" +%Y-%m-%d_%H`
data2=`date --date="1 hour ago" +%Y-%m-%d_%H`

echo $data:30
echo Gerando arquivo...

#Gera arquivo dos IMSIs com erro 13003 no periodo HH:30:00 ate HH:59:59
e salva no arquivo imsi_13003_AAAA-MM-DD_HH:30
zcat /data/BKPHSS/HGSNE1/proclog_$data.[3-5]* | grep -oP "(?<=joint to
other IMSI: ).{0,15}" | sort | uniq >
/data/BKPHSS/DelTool/imsi_13003_$data:30

# Exclui IMSI do arquivo anterior do periodo HH:00:00 ate HH:29:59 para
nao remover duplicado e salva no arquivo imsi_13003_AAAA-MM-
DD_HH:30.only
grep -Fvf /data/BKPHSS/DelTool/imsi_13003_$data2:00.only
/data/BKPHSS/DelTool/imsi_13003_$data:30 >
/data/BKPHSS/DelTool/imsi_13003_$data:30.only

#conta linhas do arquivo final com IMSIs a serem excluidos
linhas=`cat /data/BKPHSS/DelTool/imsi_13003_$data:30.only | wc -l`

#faz um loop para pegar o mscId de cada numero nos arquivos proclog do
horario em questao e salva no arquivo mscId_AAAA-MM-DD_HH:30
for ((x=1; x<=linhas; x++)){
    numero=`cat /data/BKPHSS/DelTool/imsi_13003_$data:30.only | awk
"NR==$x {print}"`
    zcat /data/BKPHSS/HGSNE1/proclog_$data.[3-5]* | grep -m1 -B 10
"IMSI: $numero$" | awk '/dn: ldap/{print substr($3,41,98)}' >>
mscId_$data:30
}
echo Gerando arquivo...Ok

# Inicia o script removedor_ldap.sh passando o arquivo mscId_AAAA-MM-
DD_HH:30
cd /data/BKPHSS/DelTool/ && /bin/bash
/data/BKPHSS/DelTool/removedor_ldap.sh mscId_$data:30
echo fim
exit 0
```

removedor_ldap.sh

```
#!/bin/bash
# Author: Marcos Romero
# Date: 09/01/2018

# salva o parametro de entrada como sendo o nome do arquivo
arquivo=$1

#conta quantas linhas o arquivo tem
linhas=`cat $arquivo | wc -l`

#faz um loop por cada linha de mscId e gera um ldapdelete no CUDB
HUSNE2-SC2 para qualquer dado que possa ter, se nao tiver o dado,
ignora e tenta remover tudo
for ((x=1; x<=linhas; x++)){
    mscId=`cat $arquivo | awk "NR==$x {print}"`
    ssh root@10.192.73.## "ldapdelete -c -x -P 3 -h PL0 -p 389 -D
'cudbUser=hssuser,ou=admin,dc=tim' -w ##### <<EOF
serv=Identities,$mscId
EpsDynInfId=EpsDynInf,EpsStaInfId=EpsStaInf,serv=EPS,$mscId
EpsStaInfId=EpsStaInf,serv=EPS,$mscId
serv=EPS,$mscId
serv=AAA,$mscId
ImsImpiId=IMPI,serv=IMS,$mscId
serv=IMS,$mscId
$mscId
EOF"
}
```

ANEXO VI

Scripts utilizados para extração da base e envio do e-mail.

assinantesVoLTE.sh

```
#!/usr/bin/env bash
# Rev. C
# Author: Marcos Romero
# Date: 14-01-2018
#
# Script transfer statistics from VoLTE Users

#define variaveis de IPs utilizados, nome do arquivo e data
storageServerIP=10.192.12.##
cudbServerIP=10.223.32.##
fileName="assinantesVoLTE"
date=`date +%Y%m%d`

#limpa o diretorio /home/assinantesVoLTE/
function cleanFolder() {
    echo
    echo -en "\033[1mRemoving previous files from folder
HURJO2...\n\033[0m"
    ssh root@$cudbServerIP "rm -rf /home/assinantesVoLTE/*"
    wait ${!}
    echo -en "\033[1mRemoving previous files from folder
HURJO2...OK\n\033[0m"
}

# Rotina de criar e transferir arquivos
function createAndTransferFile() {
    echo
    echo -en "\033[1mStarting extraction...\n\033[0m";

    #realiza a extração da base 4G
    ssh root@$cudbServerIP "/opt/ericsson/cudb/OAM/bin/slaptopat -f
/cluster/home/cudb/dataAccess/ldapAccess/import-
export/config/slaptopat.conf -s "ou=multiSCs,dc=tim" -l
/home/assinantesVoLTE/multiSCs.ldif"
    wait ${!}

    #realiza a extração da base VoLTE
    ssh root@$cudbServerIP "/opt/ericsson/cudb/OAM/bin/slaptopat -f
/cluster/home/cudb/dataAccess/ldapAccess/import-
export/config/slaptopat.conf -s "ou=Associations,dc=tim" -l
/home/assinantesVoLTE/association.ldif"
    wait ${!}

    #contabiliza assinantes schar 3 e 4
    ssh root@$cudbServerIP "cat /home/assinantesVoLTE/multiSCs.ldif |
grep -A 50 'EpsProfileId: 4' | awk '/MSISDN:/{print \$2}' | sort >
/home/assinantesVoLTE/msisdn_schar4"
    ssh root@$cudbServerIP "cat /home/assinantesVoLTE/multiSCs.ldif |
grep -A 50 'EpsProfileId: 3' | awk '/MSISDN:/{print \$2}' | sort >
/home/assinantesVoLTE/msisdn_schar3"
```

```

#cria arquivo com msisdns VoLTE
ssh root@$cudbServerIP "cat
/home/assinantesVoLTE/association.ldif | awk '/ChargingId/' | sort >
/home/assinantesVoLTE/$fileName"

#contabiliza VoLTE por ANF e gera arquivo HTML do e-mail
ssh root@$cudbServerIP "/bin/bash /home/subsANFCudb.sh -i
/home/assinantesVoLTE/$fileName -o /home/assinantesVoLTE/VoLTE_ANF.txt"

#cria arquivo com o msisdn e createTimeStamp
ssh root@$cudbServerIP "/bin/bash /home/createTimestamp.sh"
wait ${!}
echo -en "\033[1mStarting extraction...OK\n\033[0m";

#transfere arquivos do CUDB para BKPHSS e zipa arquivo com
unix2dos para ler no windows
echo -en "\033[1mStarting transfer...\n\033[0m";
ssh root@$cudbServerIP "scp /home/assinantesVoLTE/$fileName
'bkphss@$storageServerIP:/data/BKPHSS/CUDB/$fileName.txt'"
ssh root@$cudbServerIP "scp /home/assinantesVoLTE/VoLTE_ANF.txt
'bkphss@$storageServerIP:/data/BKPHSS/CUDB/'"
rm -rf /data/BKPHSS/CUDB/$fileName.zip
unix2dos /data/BKPHSS/CUDB/$fileName.txt
wait ${!}
zip -9 -y -r -q /data/BKPHSS/CUDB/$fileName.zip $fileName.txt
wait ${!}
echo -en "\033[1mStarting transfer...OK\n\033[0m";
}
#incia rotinas
cleanFolder
createAndTransferFile

#realiza FTP para o HOTEOS
ftp -n <<EOF
verbose
open 10.221.30.##
user hoteos ####
cd UDC
lcd /data/BKPHSS/CUDB
binary
put VoLTE_ANF.txt
put assinantesVoLTE.zip
bye
EOF

#Realiza o zip da extração da base 4G e transfere do CUDB para BKPHSS
ssh root@$cudbServerIP "gzip /home/assinantesVoLTE/multiSCs.ldif"
ssh root@$cudbServerIP "scp /home/assinantesVoLTE/multiSCs.ldif.gz
'bkphss@$storageServerIP:/data/BKPHSS/Extract/multiSCs_$(date +%Y%m%d).ldif.gz'"

```

subsANFCudb.sh

```
#!/bin/bash
#Arquivo que contabiliza assinantes por ANF
#Autor: Marcos Romero
#Data: 25/04/16

#inicializa variaveis com os parametros de entrada
parametro_i=$1
arquivo_in=$2
parametro_o=$3
arquivo_out=$4

#faz uma verificacao no parametro $1
if [ "$parametro_i" == "-h" ]
then echo ; echo Menu de Ajuda
    echo -h Exibe este menu
    echo -i Ler arquivo com msisdn
    echo -o Enviar arquivo com resultado
    echo ;
    echo Formato: subsANF -o arquivo.txt -i resultado.txt
    echo ;
    exit 1
else
    if [ $parametro_i == "-i" ] && [ -n $arquivo_in ]
    then echo Lendo o arquivo $arquivo_in
    fi
    if [ $parametro_o == "-o" ] && [ -n $arquivo_out ]
    then echo Enviando para o arquivo $arquivo_out
        linhas=$(cat $arquivo_in | wc -l)

        #conta os assinantes VoLTE do schar 3 e 4
        grep -x Ff <(cat $arquivo_in | awk '/ChargingId:/{print
$2}') /home/assinantesVoLTE/msisdn_schar4 >
/home/assinantesVoLTE/msisdn_schar4_volte
        grep -x Ff <(cat $arquivo_in | awk '/ChargingId:/{print
$2}') /home/assinantesVoLTE/msisdn_schar3 >
/home/assinantesVoLTE/msisdn_schar3_volte

        #conta as linhas dos arquivos de schar 3 e 4
        total_pre=$(cat /home/assinantesVoLTE/msisdn_schar[3-
4]_volte | wc -l)
        echo Buscando...

        #faz um loop para todas ANFs e verifica quantos aasinantes
existem pre e total e escreve num arquivo em html
        for ((x=11; x<=99; x++){
            if (( "$x" % 10) != "0" ) && (( "$x" != "23" ) ) &&
(( "$x" != "25" ) ) && (( "$x" != "26" ) ) && (( "$x" != "29" ) ) && ((
"$x" != "36" ) ) && (( "$x" != "39" ) ) && (( "$x" != "52" ) ) && (( "$x"
!= "56" ) ) && (( "$x" != "57" ) ) && (( "$x" != "58" ) ) && (( "$x" !=
"59" ) ) && (( "$x" != "72" ) ) && (( "$x" != "76" ) ) && (( "$x" !=
"78" ) )
                then count=$(cat $arquivo_in | grep
"ChargingId: 55$x" | wc -l)
                    count_pre=$(cat
/home/assinantesVoLTE/msisdn_schar[3-4]_volte | grep ^55$x | wc -l)
```

```

        #echo ANF $x: $count >> $arquivo_out
        echo \<tr\>\<td align=\<!--'center\<!--
valign=\<!--'top\<!--\>$x\<\/td\>\<td align=\<!--'right\<!--
valign=\<!--'top\<!--\>$count_pre\<\/td\>\<td align=\<!--'right\<!--
valign=\<!--'top\<!--\>$count\<\/td\>\<\/tr\> >> $arquivo_out
        fi
    }
    echo \<tr bgcolor=\<!--'\#004691\<!-- color=\<!--'\#000000\<!--\>\<td
align=\<!--'left\<!-- valign=\<!--'top\<!--\>\<font
face=\<!--'Calibri\<!--\>\<b\>Total\<\/td\>\<td align=\<!--'right\<!--
valign=\<!--'top\<!--\>\<font face=\<!--'Calibri\<!--\>\<b\>$total_pre\<\/td\>\<td
align=\<!--'right\<!-- valign=\<!--'top\<!--\>\<font
face=\<!--'Calibri\<!--\>\<b\>$linhas\<\/td\>\<\/tr\> >> $arquivo_out

    echo Finalizado com sucesso! Abrir arquivo $arquivo_out
    exit 0
fi
fi

```

createTimestamp.sh

```

#!/bin/sh
# Author: Marcos Romero
# Date: 16/11/2017
#####

# le o arquivo de extracao de base do VoLTE e busca o msisdn e depois a
data de criacao "createTimeStamp", escreve no arquivo de saida msisdn
createTimeStamp
cat /home/assinantesVoLTE/association.ldif | grep -B 6 'ChargingId' |
gawk -F[.:] '{if ($line ~ /ChargingId/) pat1=$2; if ($line ~
/createTimeStamp/) pat2=$2}{if (pat1 && pat2) print substr(pat1,2,13),
pat2;pat=pat1=""}' | sort > /home/assinantesVoLTE

```

email_VoLTE.pl

```

#!/usr/bin/perl -w
#####
# email_VoLTE.pl
# Autor: Marcos Romero
# Email: mromero (at) timbrasil.com.br
# data: 01/08/2017
#####

use strict;
use warnings;
use File::Path;
use Net::SMPP;
use MIME::Lite;

#####
#Variaveis iniciais
#####
my $message = "";

```

```

#####
# Main
#####

#le arquivo HTML
extract();

#cria e envia mensagem
enviaEmail();

#####
#####
# Subrotinas
#####
#####

sub enviaEmail
{
    #my $mensagem = $_[0];

    my $data = data(0,"D");

    my $relatorio = "<meta http-equiv='content-type'
content='text/html;charset=utf-8'>";
        $relatorio .= "<center>";
        $relatorio .= "<br/><table cellpadding='0' border='0'
cellspacing='0' height='100%' width='50%'>";
        $relatorio .= "<tr>";
        $relatorio .= "<td colspan='1' align='center'
bgcolor='#004691' color='#000000'><font
face='Calibri'><b>ANF</b></font></td>";
        $relatorio .= "<td colspan='1' align='center'
bgcolor='#004691' color='#000000'><font face='Calibri'><b>Assinantes
Pre-Pago</b></font></td>";
        $relatorio .= "<td colspan='1' align='center'
bgcolor='#004691' color='#000000'><font face='Calibri'><b>Assinantes
Total</b></font></td>";
        $relatorio .= "</tr>";
        $relatorio .= $message;
        $relatorio .= "</table></center>";
        $relatorio .= "<br><br><font face='Calibri'>Duvidas
entrar em contato com Marcos Romero (11) 98523-6777</font>";
        $relatorio .= "<br><font face='Calibri'><b>CORE
CS DB SIG Control</font>";
        $relatorio .= "<br><font face='Calibri'><b>TIM
BRASIL</font><br>";

        ## Insere destinatarios
        my $para = 'mromero (at) timbrasil.com.br,';
        $para .= ' dl_nw_engineering_volte (at) timbrasil.com.br';

        #instancia servidor SMTP
        MIME::Lite->send('smtp','10.168.###.##', Timeout=>60,
Debug=>1);

```

```

        #cria mensagem
my $msg = MIME::Lite->new(
    Encoding=>'binary',
    From      =>'DL_NW_Operations_CORECSDBSIGControl (at)
timbrasil.com.br',
    To        =>$para,
    Type      =>'text/html',
    Subject   =>"[VoLTE] Lista de MSISDNs e distribuicao por
ANF",
    Data      =>$relatorio);

        #adiciona anexo
$msg->attach(
    Type      => 'application/zip',
    Path      =>
'E:\ftp\UDC\assinantesVoLTE.zip',
    Filename  => 'assinantesVoLTE.zip',
    Disposition => 'attachment'
);

        #envia mensagem
$msg->send;
}

sub extract
{
    my $filepath = "E:/FTP/UDC/VoLTE_ANF.txt";
    open (FILE1, $filepath) || die;
    my @arquivo = <FILE1>;
    close FILE1;
    foreach my $linha(@arquivo){
        $message .= $linha;
    }
}
}

```


ANEXO VII

Script utilizado para limpeza da base 4G.

Removedor_novo.sh

```
#!/usr/bin/env bash
# Author: Marcos Romero
# Date: 11/08/2017
file=$1

curl --header "Content-Type: text/xml;charset=UTF-8" --header
"SOAPAction: CAI3G#Login" --data @login.xml
http://10.223.32.##:8080/CAI3G1.2/services/CAI3G1.2 --silent >
login.log
sessionId=`cat login.log | grep -oP '(?<=<sessionId>){0,32}'`
baseSequenceId=`cat login.log | grep -oP
'(?<=<baseSequenceId>).*?(?<=/baseSeq)'`

linha=`wc -l $file | awk '{print $1}'`
data=`date +%Y%m%d_%H%M`

for ((x=1; x<=$linha; x++){
    IMSI=`sed -n "1{p;q}" $file`
    #echo $IMSI
    sed -i '1d' $file
    curl --header "Content-Type: text/xml;charset=UTF-8" --header
"SOAPAction: CAI3G#Logout" --data "<soapenv:Envelope
xmlns:soapenv=\"http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/\"
xmlns:cai3=\"http://schemas.ericsson.com/cai3g1.2/\"
xmlns:hss=\"http://schemas.ericsson.com/ma/HSS/\">
    <soapenv:Header>
        <cai3:SequenceId>$baseSequenceId</cai3:SequenceId>
        <cai3:TransactionId>4</cai3:TransactionId>
        <cai3:SessionId>$sessionId</cai3:SessionId>
    </soapenv:Header>
    <soapenv:Body>
        <cai3>Delete>

        <cai3:MOType>EPSMultiSC@http://schemas.ericsson.com/ma/HSS</cai3
:MOType>
            <cai3:MOId>
                <hss:imsi>$IMSI</hss:imsi>
            </cai3:MOId>
        </cai3>Delete>
    </soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>"
http://10.223.32.##:8080/CAI3G1.2/services/CAI3G1.2 --silent &
}
wait ${!}
echo "<soapenv:Envelope
xmlns:soapenv=\"http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/\"
xmlns:cai3=\"http://schemas.ericsson.com/cai3g1.2/\">
    <soapenv:Header>
        <cai3:SessionId>$sessionId</cai3:SessionId>
```

```
</soapenv:Header>
<soapenv:Body>
  <cai3:Logout>
    <cai3:sessionId>$sessionId</cai3:sessionId>
  </cai3:Logout>
</soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>" > logout.xml
```

```
curl --header "Content-Type: text/xml;charset=UTF-8" --header
"SOAPAction: CAI3G#Logout" --data @logout.xml
http://10.223.32.##:8080/CAI3G1.2/services/CAI3G1.2 --silent >
/dev/null
```