

UM ESTUDO DE CASO: Uso de software open source para criação de serviços telefônicos.

A CASE STUDY: Using open source software to create telephone services.

Angelo Rocha Neto

Graduando em Redes de Computadores pela Fatec Bauru

E-mail: angelo.neto@fatec.sp.gov.br

Jorge Gabriel de Oliveira Meirelles

Graduando em Redes de Computadores pela Fatec Bauru

E-mail: jorge.meireles01@fatec.sp.gov.br

Henrique Pachioni Martins

Mestrado em Ciência da Computação. Docente na Fatec Bauru

E-mail: henrique.martins01@fatec.sp.gov.br

RESUMO:

O uso de serviços telefônicos em setores de empresas é comum, porém a implementação de alguns serviços se tornam inviável e difícil por falta de estrutura e conhecimento. Este estudo de caso mostra uma solução acessível, que pode ser implementada através de uma máquina comum, sem muita complexidade. A intenção é gerar uma facilidade para casos que necessitam de uma ferramenta de VoIP (Voz sobre IP) de baixo custo, destinada a empresas de variados tamanhos, desde uma central telefônica ou uma operadora telefônica (PABX) fornecendo uma alternativa que facilite todo o processo de instalação desse serviço, através do Asterisk, ferramenta "Open Source" (código aberto), entretanto sem perder a qualidade de uso e os recursos que estão contidos nessa solução como um escritório remoto, servidor de voz, sistema de resposta de voz interativa personalizada (IVR) e fila de espera de chamado.

Palavras-chave: VoIP. Código aberto. PABX. Asterisk.

ABSTRACT:

The use of telephone services in business sectors is common, but the implementation of some services becomes impractical and difficult due to lack of structure and knowledge. This case study shows an accessible solution, which can be implemented through a common machine, without much complexity. The intention is to generate a facility for cases that describe a low-cost VoIP (Voice over IP) tool, aimed at companies of various process sizes, from a central telephone company or an alternative telephone operator (PABX) that facilitates an entire installation process. of this service, through Asterisk, an “Open Source” tool (open source), however without losing the quality of use and the resources that are contained in this solution such as a remote office, voice server, personalized interactive voice response system (IVR) and call queue.

Keywords: *VoIP. Open Source. PABX. Asterisk..*

1 INTRODUÇÃO

O *Asterisk* é um *software* livre que permite transformar uma máquina simples em um sistema de telefonia sofisticado. Ele pode ser usado para criar um PABX (*Private Automatic Branch Exchange*), um *Call Center* ou qualquer outra aplicação que possa ser implementada, como linhas telefônicas para atendimentos de usuários ou uso interno em uma empresa de grande ou médio porte. Porém a existência de empresas terceirizadas que montam toda estrutura de serviços como ramais, ura, áudio-conferências, entre outros provenientes de um PABX, facilita todo esse processo, mas o custo/benefício acaba se tornando inviável ao decorrer dos anos por pouco suporte a ferramenta que está implementada e na grande parte dos casos o preço.

O assunto do presente projeto foi estudado e analisado pelo grupo com a intensão de demonstrar e analisar casos que necessitam de uma ferramenta de VoIP (Voz sobre IP), de baixo custo podendo transformar um computador simples em uma central de serviço telefônico, pois o software roda na divisão de sistema operacional

Linux e outras plataformas Unix com ou sem hardware conectado a rede pública de telefonia, PSTN (Public Service Telephony Network), utilizando dos recursos no qual o *Asterisk* nos fornece, realizando também um aperfeiçoamento, como por exemplo nas gravações e recuperação de chamadas, onde profissionais que não são familiarizados com a ferramenta, possam utilizar dos recursos sem se preocupar com o primeiro acesso, o intuito é fornecer uma alternativa que facilite todo o processo de instalação desse serviço, através de uma ferramenta *Open Source* (código aberto), entretanto sem perder a qualidade e os recursos que estão contidos nessa solução como um escritório remoto, servidor de voz, sistema de resposta de voz interativa personalizada (IVR), fila de espera de chamado e caixa de correio de voz sendo uma alternativa para ajudar os funcionários que devido a pandemia do COVID-19, em que houve mudança no local de trabalho para continuar suas funções dentro do lares, pois através da ferramenta pode ser feito chamadas para celulares e telefones IP que possuem acesso à internet, capaz de ser usado em empresas que possuam ramais, que executam chamados ou cobranças dentro do meio corporativo.

2 ASTERISK

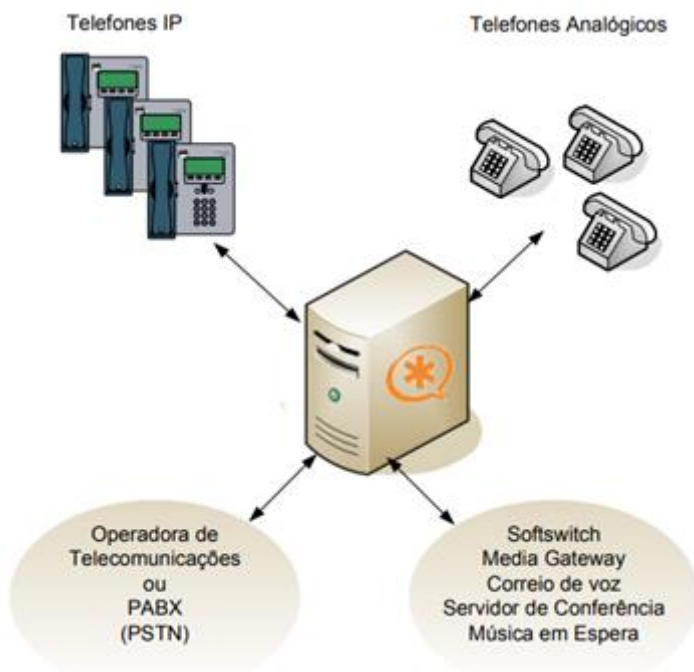
2.1 Conceito

Segundo Mahler (2004) O Asterisk, implementa comunicações em *software*, em vez de *hardware*. Este permite que novos recursos sejam adicionados rapidamente com o mínimo esforço. Você pode facilmente fazer a sua própria alterações ou adições. Com o suporte incluído para internacionalização, com um rico conjunto de configurações, arquivos e código-fonte aberto. De acordo com Keller (2011) é considerado uma central telefônica híbrida, por implementar tanto as funções de uma central telefônica tradicional quanto os protocolos VoIP, ou seja, o Asterisk gerencia o áudio trafegando em canais de comunicação digitais, analógicos e em redes TCP/IP.

2.2 Funcionalidades

Para Gonçalves (2005) dentro de uma visão geral, o Asterisk é um PABX híbrido que integra tecnologias como TDM2 e telefonia IP com funcionalidade de unidade de resposta automática e distribuição automática de chamadas. TDM é a multiplexação por divisão de tempo, toda a telefonia convencional está baseada neste conceito.

Figura 1 – Visão geral



Fonte: Gonçalves (2005, adaptado)

2.2.1 Sistema de resposta interativa personalizada (IVR)

Permite criar menus interativos de voz, aonde os clientes podem ser encaminhados para telefones e setores específicos ou executar alguma ação que está sendo fornecida, isso ocorre através do uso de opções pré-configuradas e acessadas quando pressionado um dígito específico.

2.2.2 Caixa de correio de voz

Quando o usuário não atender o telefone por estar ausente, permite que receba um 'prompt', realizando a solicitação na qual deixará uma mensagem na caixa postal. É semelhante a uma caixa de mensagem do celular.

2.2.3 Sistema de mensagens unificadas

É um sistema onde todas as mensagens são direcionadas para um único lugar, por exemplo, a caixa de correio eletrônico do usuário. Neste caso as mensagens de e-mail, junto com as mensagens do correio de voz e fax seriam encaminhadas para a caixa postal do usuário.

2.2.4 Servidor de música em espera

É possível configurar um arquivo de mídia no servidor que possa tocar a música enquanto o usuário aguarda, geralmente é usado quando o cliente está em uma fila de espera para ser atendido.

2.2.5 Fila de atendimento

DAC (Distribuidor automático de chamada), as pessoas normalmente se autenticam em uma fila de atendimento para receber as chamadas, o distribuidor verifica se o usuário está com o telefone livre antes de passar a chamada. Se nenhum operador estiver livre ele segura a chamada até que alguém esteja disponível.

2.3 Mobilidade

De acordo com Keller (2011) A mobilidade gerada pela estrutura diferenciada de comunicação sem fio, podendo usar um *softphone* ou ainda um telefone IP Wi-Fi. Já existem alguns equipamentos com a possibilidade de ter o seu chip de celular GSM e ter configurado o seu número VoIP, conectado ao seu provedor VoIP pela rede de dados da companhia de celular, como 3G, por exemplo; isso permite que você faça e receba chamadas tanto pelo seu número de celular quanto pelo VoIP através de aplicativos como 3CXPhone, SipDroid, MizuDroid e ZoiPer (figura 2).

Figura 2 – Configuração do aplicativo para celular

Account setup

ZoiPer
Voip • Chat • Video

Username @ PBX/VoIP provider

Password

Create an account

Providers list

QR code Login with a QR code

Fonte: ZoiPer (2020)

2.4 Arquitetura

O Asterisk usa a CPU do servidor para processar os canais de voz, ao invés de ter um DSP (processador de sinais digitais) dedicado a cada canal. Um canal é o equivalente à uma linha telefônica na forma de um circuito de voz digital. Ele geralmente consiste em um sinal analógico em um sistema POTS1 ou alguma combinação de CODEC e protocolo de sinalização (GSM com SIP, Ulaw com IAX). No início as conexões de telefonia eram sempre analógicas e por isso mais suscetíveis à ruídos e eco. Mais recentemente, boa parte da telefonia passou para o sistema digital, onde o sinal analógico é codificado na forma digital usando normalmente PCM (*Pulse Code Modulation*). Isto permite que um canal de voz seja codificado em 64 Kb/segundo sem compactação.

2.4.1 Limitações da arquitetura do Asterisk

Ele possui uma arquitetura que pode interoperar com ambientes mistos de telefonia de tal forma que seja possível manter a comunicação entre equipamentos PBX antigos e novos. De acordo com Gonçalves (2005) o Asterisk deve ser sempre

implementado em uma VLAN específica para VoIP, para evitar qualquer tempestade de broadcasts causada por loops ou vírus que possam comprometer o seu funcionamento devido ao alto consumo da CPU das placas de rede quando este fenômeno acontece.

2.4.2 Canais

São equivalentes à linha telefônica na forma de um circuito de voz digital. Um canal pode ser uma conexão a um telefone analógico tradicional, ou a uma linha telefônica PSTN, ou uma chamada lógica como uma chamada via Internet. Ele geralmente consiste de um sinal analógico em um sistema POTS, não havendo distinção entre elas. Cada chamada é originada ou recebida em um canal distinto.

2.4.3 CODEC's

Os codec's segundo Coelho (2014) são responsáveis pela conversão da voz analógica para sinal digital e seu transporte pela rede, a quantidade de chamadas depende do codec implementado. O Asterisk possui também um transcodificador que é o mecanismo que viabiliza a comunicação entre diferentes codec's fazendo a troca entre eles, ou seja, compatibiliza elementos que porventura trabalhem com diferentes taxas de compressão de dados. É possível colocar um número elevado de chamadas de uma rede de dados, este é o papel do codec alguns deles como o g.729 permitem codificar à 8Kb por segundo, uma compressão de 8 para 1, suportando os seguintes codec's conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Tipo de codec e sua velocidade de codificação

Tipo de codec	Kbps(máximo)
G.711 ulaw (usado nos EUA)	64
G.711 alaw (usado na Europa e Brasil)	64
G.723.1	5.3-6
G.726	40
G.729	8
GSM	13
iLBC	15
LPC10	2.5
Speex	44.2

Fonte: Os autores (2020)

2.5 Protocolos

É necessário a comunicação entre os telefones, para que os dados sejam enviados e recebidos, isso é feito através de protocolos para determinar o ponto de saída e destino, e questões relacionadas à sinalização e segurança dos dados.

2.5.1 SIP

SIP (*Session Initiated Protocol*) é responsável pela inicialização de sessão entre dois pontos que utiliza requisições e respostas. O SIP é bastante semelhante aos protocolos HTTP e SMTP, em que todas as mensagens são trocadas em formato texto. Todo o processo de sinalização é feito pela porta UDP 5060.

2.5.2 H323

H323 tem o objetivo de especificar sistemas de comunicação multimídia em redes baseadas em pacotes e que não provêm uma qualidade de serviço (QoS) garantida. Além disso, estabelece padrões para codificação e decodificação de fluxos de dados de áudio e vídeo.

2.5.3 IAX

IAX versão 1 e versão 2 tem como objetivo estabelecer comunicação entre servidores Asterisk sendo um protocolo de transporte, tal como o SIP, é um protocolo VoIP “tudo em um”, já que transporta tanto a sinalização quanto a mídia em uma única porta UDP/IP, a 4569, isso faz com que sua configuração seja muito mais simples.

2.5.4 MGCP

MGCP é responsável pela conversão dos sinais entre circuitos e pacotes, é um protocolo de texto sem formatação utilizado por dispositivos de controle de chamada para gerenciar os gateways de Telefonia IP.

2.5.5 SCCP

SCCP que é um protocolo leve baseado em IP para sinalização de sessão foi originalmente desenvolvido pela *Selsius Systems*, mas foi adquirido pela Cisco Systems em 1998.

3 METODOLOGIA

3.1 Introdução

Iremos identificar as formas nas quais foram utilizados os conceitos e configurações para o desenvolvimento do sistema, o Asterisk é funcional em muitas plataformas e sistemas operacionais, mas foi de escolha mantê-lo simples e utilizar em uma única plataforma e distribuição do Linux. Vamos utilizar o Ubuntu na versão, versão 18.04.05 neste projeto. Para usar o Asterisk é preciso configurar os arquivos do software, irá ser observado também que para criar o plano de discagem é necessário a configuração do arquivo “extensions.conf”, que trata todas as chamadas de entrada e saída e controla o fluxo de execução para todas as operações. O conteúdo desse arquivo é organizado em seções, que podem ser para configurações e definições estáticas ou para componentes de dialplan executáveis, esses são chamados de contextos, cada seção criada começa com o nome entre colchetes, se assemelhando a estrutura de arquivo “.ini” tradicionalmente usado no Windows.

Outro importante arquivo a ser configurado é o “sip.conf”, local que se altera os canais que serão usados para as ligações entre os ramais. Este possui diversos parâmetros que tratam de diferentes opções como não permitir todos os codecs, permitir ou rejeitar chamadas de convidados, nome do host e o idioma padrão.

3.2 Conceito

O Asterisk é um software de PABX, que geralmente é implementado em sistemas operacionais Linux, utilizando a tecnologia de VoIP também conhecido como voz sobre IP, ele se utiliza de diversos protocolos, podendo se integrar à maioria dos padrões de telefonia. Utilizando-se de softwares livres, que não exigem o pagamento de licenças. Este software proporciona conectividade com serviços telefônicos fixo comutado, com ele toda telefonia tradicional pode ser convertida a VOIP. Além de fácil manuseio, pois ele é controlado através de arquivos de configuração localizados no diretório *etc./asterisk*. Os arquivos estão em formato ASCII.

O serviço se utiliza do processador da máquina para fazer o processamento dos sinais digitais. ele não requer muito espaço em disco, cerca de 100 MB compilados, mais código fonte, voice-mail e prompts customizados. Para construir o

PABX é necessário um processador compatível com o Intel e uma memória equivalente a 256 MB RAM.

3.3 Instalando o Asterisk na máquina

A intenção desse estudo de caso é utilizar do Asterisk para implementação de um servidor de comunicação telefônica, no qual será realizada ligações diretamente de um celular para outro celular IP. Para realizar as chamadas está sendo utilizado o aplicativo Zoiper, no qual podemos colocar o endereço do servidor Voip, o usuário e a senha que foram criadas nos arquivos de configuração.

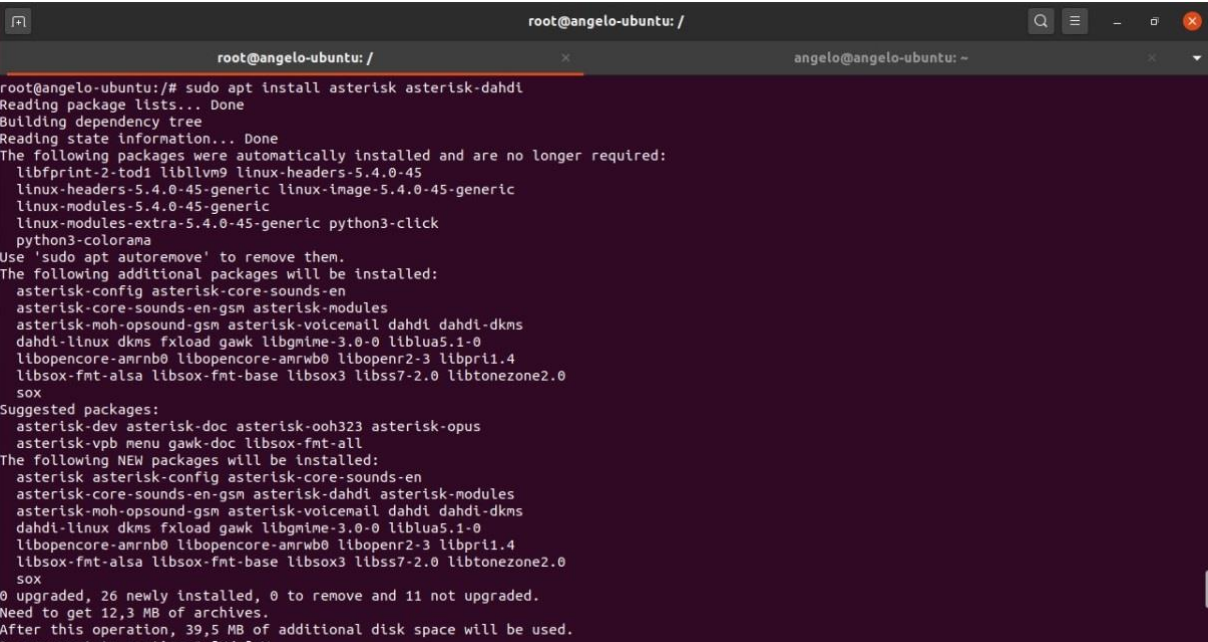
Foi utilizado o guia padrão de instalação e inicialmente o sistema operacional Ubuntu na versão 18.04.05. Primeiro foi necessário atualizar o sistema Ubuntu e instalar alguns pacotes que são essenciais para a construção do Asterisk, através dos comandos:

sudo apt update

sudo apt install asterisk asterisk-dahdi

No primeiro comando os pacotes de instalação do sistema operacional são atualizados, no segundo comando o asterisk e suas dependências são instaladas no sistema conforme a figura 3, em que será pedido a confirmação da instalação sendo ocupado 39,5MB na memória do computador.

Figura 3 – Instalação do Asterisk



```
root@angelo-ubuntu: /
root@angelo-ubuntu: /
root@angelo-ubuntu: /# sudo apt install asterisk asterisk-dahdi
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following packages were automatically installed and are no longer required:
 libfprint-2-tod1 libllvm9 linux-headers-5.4.0-45
 linux-headers-5.4.0-45-generic linux-image-5.4.0-45-generic
 linux-modules-5.4.0-45-generic
 linux-modules-extra-5.4.0-45-generic python3-click
 python3-colorama
Use 'sudo apt autoremove' to remove them.
The following additional packages will be installed:
 asterisk-config asterisk-core-sounds-en
 asterisk-core-sounds-en-gsm asterisk-modules
 asterisk-moh-opsound-gsm asterisk-voicemail dahdi dahdi-dkms
 dahdi-linux dkms fxload gawk libgmime-3.0-0 liblua5.1-0
 libopencore-amrnb0 libopencore-amrwb0 libopenr2-3 libpri1.4
 libsox-fmt-alsa libsox-fmt-base libsox3 libss7-2.0 libtonezone2.0
 sox
Suggested packages:
 asterisk-dev asterisk-doc asterisk-oo323 asterisk-opus
 asterisk-vpb menu gawk-doc libsox-fmt-all
The following NEW packages will be installed:
 asterisk asterisk-config asterisk-core-sounds-en
 asterisk-core-sounds-en-gsm asterisk-dahdi asterisk-modules
 asterisk-moh-opsound-gsm asterisk-voicemail dahdi dahdi-dkms
 dahdi-linux dkms fxload gawk libgmime-3.0-0 liblua5.1-0
 libopencore-amrnb0 libopencore-amrwb0 libopenr2-3 libpri1.4
 libsox-fmt-alsa libsox-fmt-base libsox3 libss7-2.0 libtonezone2.0
 sox
0 upgraded, 26 newly installed, 0 to remove and 11 not upgraded.
Need to get 12,3 MB of archives.
After this operation, 39,5 MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n] Y
```

Fonte: Os autores (2020)

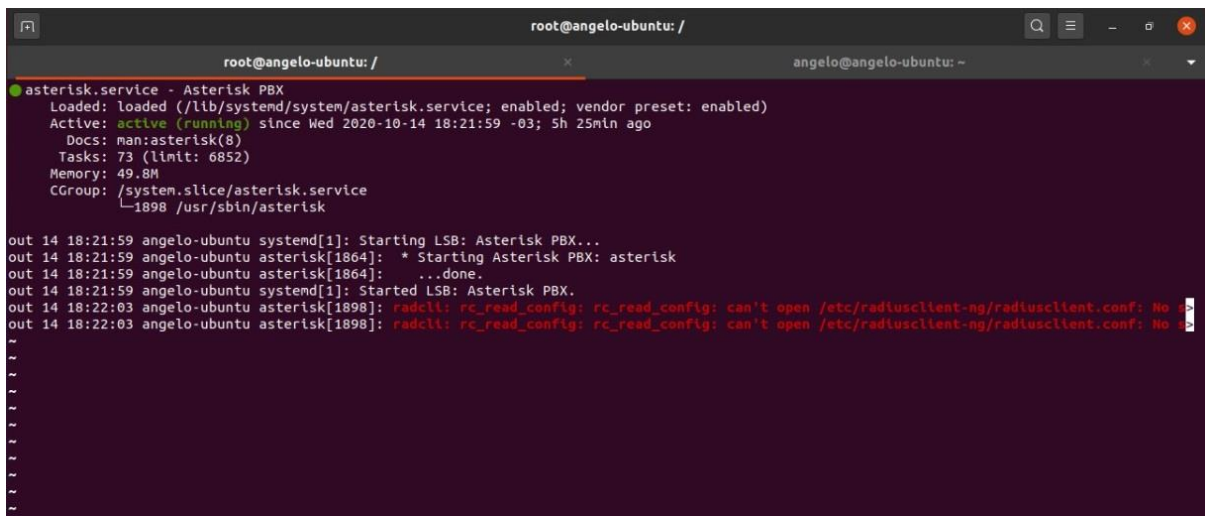
Após instalação do software foi iniciado o serviço do Asterisk (figura 4), existem importantes comandos para serem utilizados que servem para inicializar, parar ou reiniciar o serviço, são eles respectivamente:

sudo systemctl start asterisk

sudo systemctl stop asterisk

sudo systemctl restart asterisk

Figura 4 – Inicialização do Asterisk



```
root@angelo-ubuntu: /
asterisk.service - Asterisk PBX
Loaded: loaded (/lib/systemd/system/asterisk.service; enabled; vendor preset: enabled)
Active: active (running) since Wed 2020-10-14 18:21:59 -03; 5h 25min ago
Docs: man:asterisk(8)
Tasks: 73 (limit: 6852)
Memory: 49.8M
CGroup: /system.slice/asterisk.service
└─1898 /usr/sbin/asterisk

out 14 18:21:59 angelo-ubuntu systemd[1]: Starting LSB: Asterisk PBX...
out 14 18:21:59 angelo-ubuntu asterisk[1864]: * Starting Asterisk PBX: asterisk
out 14 18:21:59 angelo-ubuntu asterisk[1864]:   ...done.
out 14 18:21:59 angelo-ubuntu systemd[1]: Started LSB: Asterisk PBX.
out 14 18:22:03 angelo-ubuntu asterisk[1898]: radcli: rc_read_config: rc_read_config: can't open /etc/radiusclient-ng/radiusclient.conf: No
out 14 18:22:03 angelo-ubuntu asterisk[1898]: radcli: rc_read_config: rc_read_config: can't open /etc/radiusclient-ng/radiusclient.conf: No
```

Fonte: Os autores (2020)

3.4 Pacotes instalados

Os pacotes utilizados na instalação do Asterisk:

- Dhadhi-linux
- Dahdi-tools;
- libpri;
- asterisk;
- asterisk-addons;
- sounds-1.0-pt_BR;

4 Construindo o sistema

Não é necessária uma placa de vídeo sofisticada ou periféricos como portas seriais, porta paralela ou portas USB, podem ser desabilitadas, mas uma placa de rede é essencial. Na distribuição Ubuntu não foi encontrada qualquer problema no desenvolvimento do presente projeto, o único pacote necessário para instalar o Asterisk é o próprio Asterisk.

Depois de fazer a instalação é necessário configurar dois arquivos importantes no sistema o “sip.conf” e “extensions.conf”. No primeiro arquivo foi colocada configurações gerais como o tipo de protocolo de comunicação no qual utilizamos o UDP (*User Datagram Protocol*), foi colocado um contexto padrão para as chamadas recebidas, desabilitado as chamadas não autenticadas e desabilitado o suporte para o protocolo TCP.

Foi criado dois ramais para o estudo de caso, o primeiro ramal com o número 9001 no arquivo sip.conf, com o host dinâmico e a senha com o mesmo número do ramal, o segundo ramal possui as mesmas configurações, porém possui o número 9002, a intenção foi fazer a comunicação entre esses dois ramais no qual possam utilizar da funcionalidade de deixar a chamada em espera, com um tipo de música enquanto estiver em espera.

No arquivo extensions.conf foi configurado uma seção geral com a opção estática que afeta apenas a operação do comando “dialplan save”, este é um comando usado no interpretador do próprio asterisk, que pode ser usado a partir do comando “asterisk -r”, onde diversos comandos podem ser executados, também foi configurado duas regras de discagem através da variável “exten” uma para cada ramal criado no arquivo sip.

Depois dessas configurações terem sido efetuadas, foi necessário reiniciar o serviço para que ele possa atualizar e reconhecer as mudanças que foram feitas, através do comando “sudo systemctl restart asterisk”. Após essa etapa ter sido finalizada foi preciso de dois dispositivos para realizar os testes de comunicação entre os ramais. O primeiro dispositivo configurado no aplicativo ZoiPer com o ramal correspondente ao número 9001, foi um Motorola G8 com o sistema operacional Android o outro dispositivo correspondente ao número 9002, foi um Ipad com o sistema operacional iOS da Apple.

Com uso desses dispositivos foi verificado que mesmo com dois sistemas operacionais diferentes, Android e iOS, foi possível realizar os testes com a ligação e chamada em espera, além do serviço estar rodando em um servidor Linux, com a divisão Ubuntu, isso mostra a interatividade desse serviço de PABX. Nos dispositivos foi configurado um domínio que no nosso caso foi o IP 10.10.10.9, o nome do usuário que é referente ao número do ramal associado ao dispositivo, além do protocolo UDP usado nesse estudo de caso. Depois disso o aplicativo Zoiper irá reconhecer o serviço na rede, para poder ser usado, conforme a figura 5.

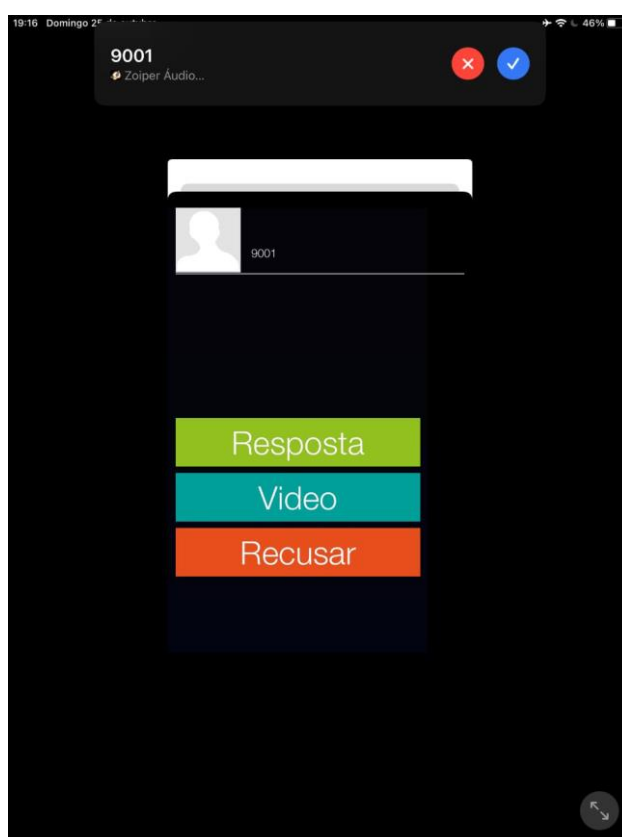
Figura 5 – Configurações no Zoiper



Fonte: Os autores (2020)

Após configurar os dois dispositivos, foi feita a ligação do ramal 9001 para o 9002, essa ligação é feita através do aplicativo ZoiPer que também possui um sistema de mensagens que pode ser configurado no servidor asterisk, ao realizar a ligação foi discado o número, aonde o segundo dispositivo Ipad, recebeu a ligação conforme esperado (figura 6), além do teste de chamada em espera, o qual tocou a música padrão do serviço, mostrando a funcionalidade e simplicidade do sistema Asterisk.

Figura 6 – Ligação no aplicativo ZoiPer



Fonte: Os autores (2020)

5 CONCLUSÃO

Apartir do estudo de caso que foi realizado, foi possível utilizar funções do software asterisk, como a chamada em espera com música, quando realizado uma ligação entre dois sistemas operacionais diferentes android e iOS, fato que mostrou a versatilidade da ferramenta estudada e sua arquitetura que pode interoperar com ambientes mistos de telefonia de tal forma que foi possível manter a comunicação entre os equipamentos.

Um ponto importante de se destacar entre o processo, foi a facilidade de instalação do serviço se utilizando de uma máquina comum, além da quantidade de documentação contida na organização do software de código-aberto, tornando menos complexo toda instalação de um servidor VoIP. Alterando somente dois principais arquivos contidos no sistema “sip.conf” e “extensions.conf”, no qual foi possível ser criado as seções e ramais descritos no processo.

Foi usado a princípio outro aplicativo para tornar os aparelhos em um softphone e realizar as ligação entre os equipamentos, porém percebemos que não era possível transmitir o som na chamada, após realizar testes na ferramenta foi realizando algumas alterações e percebemos que o erro estava no aplicativo usado. Para contornar esse problema, foi instalado o zoiper outro aplicativo com a mesma função, o qual pôde ser utilizado para realizar as ligações de teste do estudo de caso.

6 REFERÊNCIAS

KELLER, A. **Asterisk na prática**. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2011.

Gonçalves, F.E. **Asterisk PBX Guia de configuração: Como construir e configurar um PABX com Software Livre**. 1. ed. São Paulo: V.Office Networking e informática, 2005.

Compreendendo interações MGCP com CallManager da Cisco. **Disponível em:** https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/voice/media-gateway-control-protocol-mgcp/44130-understanding-mgcp.html >. Acesso em: 05 jun. 2020.

COELHO, M. **VOIP COM ASTERISK: Uma proposta de implantação para interligar com as filiais de outros estados utilizando SIP**. 2013. 61f. Monografia (Especialista em Gerência de Redes de Computadores) – Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais.

MAHLER, P. **VoIP telephony with Asterisk: A technical overview of the open source PBX**. 15. ed. Signate: LLC, 2004.

WALLINGFORD, T. **Switching to VoIP**. First Edition. Sebastopol: O' Reilly Media, 2005.

LÓPEZ, J.; MONTOYA, F. **VoIP y Asterisk: Redescubriendo la telefonía**. Madrid: RA-MA, 2014.