

Mathias Hillesheim

**Desenvolvimento de funcionalidades de Central
Telefônica em um sistema de comunicação
integrada utilizando ARI**

São José - SC

junho/2021

Mathias Hillesheim

Desenvolvimento de funcionalidades de Central Telefônica em um sistema de comunicação integrada utilizando ARI

Monografia apresentada à Coordenação de Engenharia de Telecomunicações do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma Bacharel em Engenharia de Telecomunicações.

Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC

Câmpus São José

Engenharia de Telecomunicações

Orientador: Ederson Torresini

São José - SC

junho/2021

Mathias Hillesheim Desenvolvimento de funcionalidades de Central Telefônica em um sistema de comunicação integrada utilizando ARI/ Mathias Hillesheim. – São José - SC, junho/2021-

Orientador: Ederson Torresini

Monografia (Graduação) – Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC
Câmpus São José
Engenharia de Telecomunicações, junho/2021.

1. Telefonia IP. 2. Asterisk. 3. Python. I. Ederson Torresini. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. Câmpus São José. IV. Desenvolvimento de funcionalidades de Central Telefônica em um sistema de comunicação integrada utilizando ARI

Mathias Hillesheim

Desenvolvimento de funcionalidades de Central Telefônica em um sistema de comunicação integrada utilizando ARI

Monografia apresentada à Coordenação de Engenharia de Telecomunicações do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma Bacharel em Engenharia de Telecomunicações.

Trabalho aprovado. São José - SC, ?? de junho de 2018:

Prof. Ederson Torresini, Me.
Orientador

**Prof. Jorge Henrique Busatto
Casagrande, Dr.**
IFSC

Vitor Espindola
BYNE

São José - SC
junho/2021

Dedico este trabalho a minha, e a todas as mães do mundo, que dedicam as suas vidas para ensinar aos seus filhos que nunca deve-se ter medo de sonhar.

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a minha mãe Amere e a minha amada companheira Larissa, sem as quais eu nunca chegaria até onde cheguei.

Agradeço também a cada um dos professores pelos quais eu passei. Por mais difícil que seja enxergar, eu sei que no fundo todos contribuíram para o que eu sou hoje.

Agradeço, em especial, ao Ederson Torresini, que além de orientador, foi um grande amigo durante todos os momentos do desenvolvimento desse trabalho.

E por fim, agradeço a você, por doar um pouco do seu tempo lendo-o, já que eu me esforcei tanto para escrevê-lo, um dia.

Resumo

A BYNE é uma empresa brasileira que oferece uma solução de integração de diversas tecnologias, incluindo tecnologias de comunicação comum e comunicação de missão crítica. Para tal, a empresa precisa garantir aos seus clientes eficiência e segurança através de seus equipamentos e aplicações. Seu principal produto, o ControlONE, oferece uma ampla gama de opções de integração, indo desde telefonia até sistemas de rádio enlace e redes de câmeras de segurança. No que diz respeito à telefonia, é utilizado uma aplicação de central telefônica digital como gateway para que o sistema ControlONE integre toda a rede de telefonia do cliente ao seu servidor. Dessa maneira, o ControlONE em si oferece integração com soluções de telefonia, mas não oferece funcionalidades de central telefônica. Caso o cliente ainda não possua uma rede de telefonia, é necessário a aquisição de um equipamento de PBX, além da instalação do servidor do ControlONE no ambiente de tal cliente.

Pensando em clientes que não necessitam de funcionalidades complexas e da disponibilidade de grandes números de ramais e filas dentro do seu sistema, a BYNE decidiu passar a utilizar o software de central telefônica presente dentro do ControlONE não apenas para fins de media gateway, mas também para oferecer funcionalidades simples de centrais telefônicas digitais, como slots para registro de ramais, planos numéricos e aplicações simples como o Pickup e Conferências, sem a necessidade de instalação de um equipamento PABX extra. Neste trabalho, será estudado esse processo de desenvolvimento, do planejamento à implementação, e também a aplicação dessa nova funcionalidade oferecida pela empresa.

Palavras-chave: Telefonia IP. Asterisk. Python.

Abstract

BYNE is a Brazilian company that offers a solution to integrate several technologies, including common communication technologies and mission critical communication. To do so, the company needs to guarantee its customers efficiency and safety through its equipment and applications. Its flagship product, ControlONE, offers a wide range of integration options, ranging from telephony to radio link systems and security camera networks. With regard to telephony, a digital telephone exchange application is used as a gateway for the ControlONE system to integrate the entire telephony network of the client to its server. In this way, ControlONE itself offers integration with telephony solutions, but does not offer switchboard functionality. If the customer does not have a telephone network, it is necessary to purchase PBX equipment, in addition to installing the ControlONE server in the customer's environment.

Thinking about customers who do not need complex functionalities and the availability of large numbers of extensions and queues within their system, BYNE decided to use the telephone exchange software present within ControlONE not only for media gateway purposes, but also for offer simple functionalities of digital telephone exchanges, such as extension registration slots, dial plan and simple applications such as Pickup and Conferences, without the need to install extra PABX equipment. This present work will study this development process, from planning to implementation, and also the application of this new functionality offered by the company.

Keywords: Telefonía IP. Asterisk. Python.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Operador lidando com diversos equipamentos diferentes no Centro de Operação de Geração e Transmissão Copel (Foto: Copel)	20
Figura 2 – Cenário aonde o operador precisa lidar com diversas tecnologias diferentes durante a operação (Fonte: próprio autor).	21
Figura 3 – Cenário aonde o operador utiliza uma plataforma de integração para operar as diferentes tecnologias de um único ponto (Fonte: próprio autor).	21
Figura 4 – Console de operação utilizado pelo usuário do sistema ControlONE	22
Figura 5 – Arquitetura do sistema ControlONE.	26
Figura 6 – Integração com redes de telefonia da solução ControlONE	26
Figura 7 – Arquitetura de telefonia IP do sistema ControlONE desejada pela empresa BYNE, aonde o gateway de mídia passaria a executar também funções de central telefônica	30

Lista de abreviaturas e siglas

IP <i>Internet Protocol</i>	26
VoIP <i>Voice over Internet Protocol</i>	27
SIP <i>Session Initiation Protocol</i>	27
SMS <i>Short Message Service</i>	25
GPS <i>Global Positioning System</i>	19
TCP <i>Transmission Control Protocol</i>	25
API <i>Application Programming Interface</i>	17
ARI <i>Asterisk REST Interface</i>	29

Sumário

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Objetivos	23
1.1.1	Objetivos Gerais	23
1.1.2	Objetivos Específicos	23
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1	ControlONE	25
2.2	Telefonia IP	27
2.3	<i>Application Programming Interface (API)</i>	27
3	PROPOSTA	29
3.1	Plano de Trabalho	31
	REFERÊNCIAS	33

1 Introdução

Nas últimas décadas, o setor de telecomunicações passou por mudanças estruturais significativas no Brasil e no mundo (NEVES, 2002). O papel fundamental de tal setor nas mais diversas operações das mais variadas indústrias criou um enorme incentivo ao estudo e desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias relacionadas à comunicação a distância. Diversos mercados necessitam de comunicação entre os seus diferentes setores, e o nível de importância que tal comunicação seja eficiente pode variar bastante (LINNELL, 2014). Para alguns setores, a comunicação desempenha um papel não tão crítico, onde determinadas falhas não colocam em risco a produção ou a vida dos funcionários. Em alguns casos, porém, a comunicação sem falhas é um pré-requisito essencial.

Chamamos de comunicações de missão crítica o tipo de comunicação que visa oferecer robustez e garantia de entrega em ambientes críticos (SANTO, 2018), como locais e empresas que operam em situações de risco armazenando, manipulando ou processando materiais inflamáveis, como gases ou explosivos sujeitos a vazamentos, degradação química ou autocatalítica, e também locais que sofrem ação de agentes exteriores, tais como, calor, umidade, faíscas, fogo, fenômenos sísmicos, choque e atritos ou situações de emergência. Momentos de falha em tais setores podem resultar em cidades inteiras sem abastecimento elétrico, ou a perda de uma ou mais vidas, então é evidente que em tais situações uma boa comunicação é fundamental e passa a ser um fator determinante (ULEMA, 2019).

É muito comum em empresas que operam missões críticas variados sistemas serem utilizados em conjunto. Muitas vezes, os agentes que estão em campo possuem sistemas redundantes de *Global Positioning System* (GPS), para se localizarem em locais com pouco ou nenhum sinal de rede, e também de rádio para se comunicar com as centrais de controle e operação, e saberem onde e como devem atuar. Tais centrais de controle, por sua vez, além do sistema de rádio, também possuem outros sistemas de comunicação, como telefones para se comunicar com sistemas públicos de segurança como polícia e bombeiros, por exemplo (ULEMA, 2019). Podem possuir também computadores para acessar a Internet e bancos de dados e monitores para vigiar câmeras de segurança e outros indicadores variados (VITTURI; ZUNINO; SAUTER, 2019). É fácil entender que sistemas deste tipo podem se tornar extremamente complexos, e o operador, que deveria estar concentrado em executar o seu trabalho de forma eficiente, fica suscetível a falhas devido à grande complexidade operacional de se lidar com variados sistemas específicos (figura 1).

Devido a essa problemática apresentada, existem empresas que apostam no desenvolvimento de soluções para a integração desses sistemas de comunicações para missão



Figura 1 – Operador lidando com diversos equipamentos diferentes no Centro de Operação de Geração e Transmissão Copel (Foto: Copel)

crítica. Aplicações capazes de integrar sistemas de câmeras de segurança, telefonia, rádio, automação predial ou industrial, entre outros, em uma mesma interface, para que o operador consiga trabalhar de forma eficiente e conseqüentemente mais segura.

As chamadas mesas de operação podem ser aplicações sendo executadas em um computador, ou em hardware dedicado completamente para tal função, e utilizam os mais diversos protocolos e APIs de acesso para receber e enviar mensagens para os sistemas que integra. Como são aplicações que conectam diferentes sistemas, incluindo sistemas de comunicação voltados para missão crítica, elas por si só apresentam algumas características de tais sistemas de comunicação, como a ênfase na redundância de conexão e alta disponibilidade do serviço e atendidos pela solução.

Em aplicações de integração desse tipo, é muito comum que o seu desenvolvimento seja segmentado em diversos protocolos que se comunicam com diferentes sistemas externos. Por exemplo, é boa prática que dentro da aplicação da integração, um protocolo de rádio seja executado para gerenciar a troca de mensagens do software da mesa com o sistema externo de rádio, funcionando como um gateway. Tais gateways podem ser equipamentos, no caso de sistemas analógicos, ou softwares no caso de equipamentos digitais. No exemplo citado anteriormente, o sistema externo de rádio mencionado seria um produto de terceiros, que pode ou não oferecer uma API de comunicação, e o protocolo citado seria a parte do sistema de integração responsável por se comunicar com tal sistema de rádio utilizando

a [API](#) ou qualquer outro meio possível. Muitas vezes, soluções de terceiros são a única maneira possível para que tal integração seja possível, e em outras, o uso de tais soluções é feito apenas por facilidade no desenvolvimento e não necessariamente necessidade. Nesse segundo caso, é possível que exista a possibilidade de otimização no sistema.

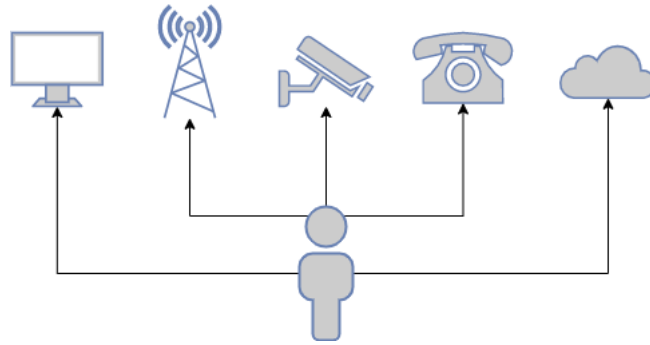


Figura 2 – Cenário aonde o operador precisa lidar com diversas tecnologias diferentes durante a operação (Fonte: próprio autor).

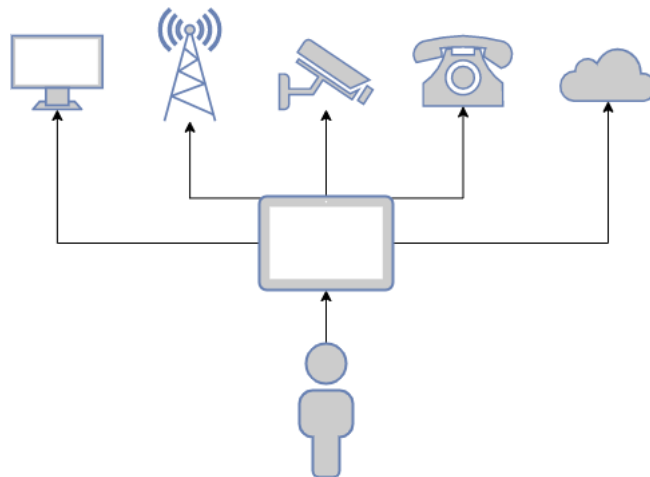


Figura 3 – Cenário aonde o operador utiliza uma plataforma de integração para operar as diferentes tecnologias de um único ponto (Fonte: próprio autor).

É comum encontrarmos aplicações disponíveis que entregam alguma funcionalidade que é necessária no nosso sistema. Utilizar tais aplicações pode ser vantajoso, já que implementar tal funcionalidade pode ser complexo e demandar tempo. Porém, também existe a possibilidade de tais aplicações prontas entregarem muito mais do que o necessário para as soluções. Nesses casos, às vezes o caminho mais eficiente escolhido é o de se implementar uma versão mais básica de tal solução, e dessa forma não integrar algo que pode acabar deixando sua aplicação mais complexa ou suscetível a erros.

A empresa BYNE possui uma mesa de operações que dá ao usuário acesso a uma aplicação de integração de sistemas de comunicações normais ou para missões críticas. Tal aplicação se apresenta no formato de uma console, que possui uma tela de toque com uma interface desenhada para facilitar o acesso do usuário à tais tecnologias, e também

conta com dispositivos de áudio que permitem a comunicação de voz. Empresas como Itaipu, do setor de geração de energia, ou o Banco BBM, do setor financeiro, são exemplos de empresas que se beneficiam desse sistema de integração. Para garantir confiabilidade quando operada em sistemas críticos, sua solução oferece diversos sistemas de garantia de entrega, redundância, alta disponibilidade, entre outros.



Figura 4 – Console de operação utilizado pelo usuário do sistema ControlONE

Uma de suas funcionalidades mais utilizadas por clientes atualmente é a integração com sistemas de telefonia IP. Para entregar tal integração, a BYNE utilizava uma aplicação de central telefônica IP como media gateway, que por sua vez se comunica com a rede de telefonia do cliente. Dessa forma, é possível que o usuário faça e receba chamadas, crie conferências, monitore filas e tenha acesso a um sistema de auditoria das operações realizadas através do ControlONE.

Em muitos casos, a empresa que está recebendo a instalação do ControlONE não possui nenhuma rede de telefonia previamente instalada no seu ambiente. Quando esse é o cenário, geralmente é instalado separadamente ao servidor ControlONE um equipamento de central telefônica. O equipamento de central telefônica utilizada nessas situações é extremamente robusta, estabelecida no mercado e conta com uma quantidade muito grande de funcionalidades disponíveis. De fato, o número elevado de tais funcionalidades muitas vezes está além do que a empresa contratante realmente necessita. Em determinado momento, a BYNE decidiu que seria muito mais vantajoso utilizar sua central telefônica interna, que anteriormente cumpria apenas a função de media gateway, como uma central telefônica completa para o cliente ao invés de instalar um equipamento externo, muito mais custoso e que oferecia muito mais funcionalidades do que o cliente realmente necessitava.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivos Gerais

Este projeto tem como objetivo estudar o processo de desenvolvimento e aperfeiçoamento da solução de central telefônica da empresa, a integração de tal solução no sistema ControlONE e consequente implantação na empresa ELETROSUL Centrais Elétricas S.A, cliente e usuária da solução.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Estabelecer relação com a empresa BYNE, desenvolvedora do caso estudado no documento.
- Coletar dados do processo de desenvolvimento da nova solução.
- Monitorar resultados da implantação no cliente.

2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo serão apresentados os principais conceitos e tópicos presentes no trabalho, com intuito de deixar o leitor familiarizado com as tecnologias e equipamentos que compõem o objeto de estudo.

2.1 ControlONE

O produto denominado ControlONE, produzido e distribuído pela empresa BYNE, caracteriza-se por ser uma plataforma de integração, onde se é possível operar de um mesmo ponto diversos sistemas de comunicação simples ou de missão crítica, incluindo telefonia e rádio enlace, aplicativos de mensagens via internet e *Short Message Service* (SMS), sistemas que permitem a troca de mensagens curtas entre assinantes (BROWN; SHIPMAN; VETTER, 2007), câmeras de segurança, entre outros. O usuário utiliza terminais chamados de consoles para operar o sistema, que possuem além de uma tela de toque (touchscreen) para acesso a aplicação, vários dispositivos de áudio para a comunicação de voz. Tais consoles se conectam via canal criptografado em um servidor central, que é responsável por todo o processamento de informações, gerenciamento da integração de tecnologias e demais regras de negócio da solução. Essa aplicação faz uso de diversas APIs e aplicações de gateways para se comunicar com as tecnologias externas. Com esse modelo, a empresa consegue entregar um produto flexível, já que conta com a possibilidade de acoplar novas APIs e gateways ao sistema sem muito esforço ou modificações no sistema existente (ULEMA, 2019).

O objetivo do ControlONE, segunda a empresa BYNE, é atender as necessidades de centros de controle e operação de empresas que vão desde bancos e centrais financeiras até aeroportos ou subestações de geração de energia. Para criar um ambiente de ampla integração entre diversas tecnologias, a empresa utiliza um sistema modular de *software* que permite a integração de diferentes protocolos de comunicação no seu núcleo. Utilizando a comunicação *Transmission Control Protocol* (TCP) na sua arquitetura, a solução também implementa redundância de servidores, sendo que a aplicação pode rodar em um único servidor, ou em vários servidores separados.

Além disso, o sistema ControlONE possui recursos para alta disponibilidade, como a redundância de sistema e a replicação de estado e configurações. Os componentes de hardware homologados foram projetados para operações com esse nível de serviço. Os terminais são provisionados por meio de uma arquitetura cliente-servidor, que diminui os erros humanos do operador em situações críticas. A substituição de equipamentos terminais também ocorre de maneira rápida, uma vez que todas as informações necessárias são

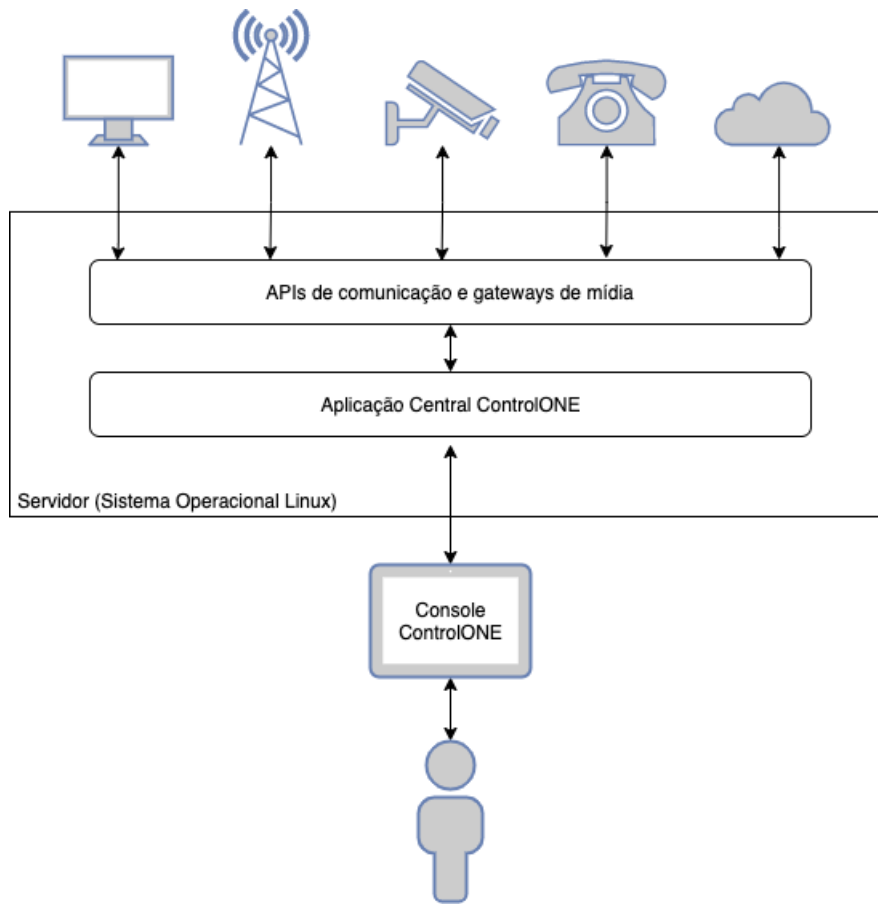


Figura 5 – Arquitetura do sistema ControlONE.

armazenadas em servidor. Por conta de sua arquitetura flexível, baseada em rede *Internet Protocol (IP)*, permite aplicar um Plano de Continuidade de Negócios de maneira simples. As configurações podem ser replicadas entre diferentes *datacenters* e os usuários podem se conectar em qualquer ambiente, através de autenticação pessoal.

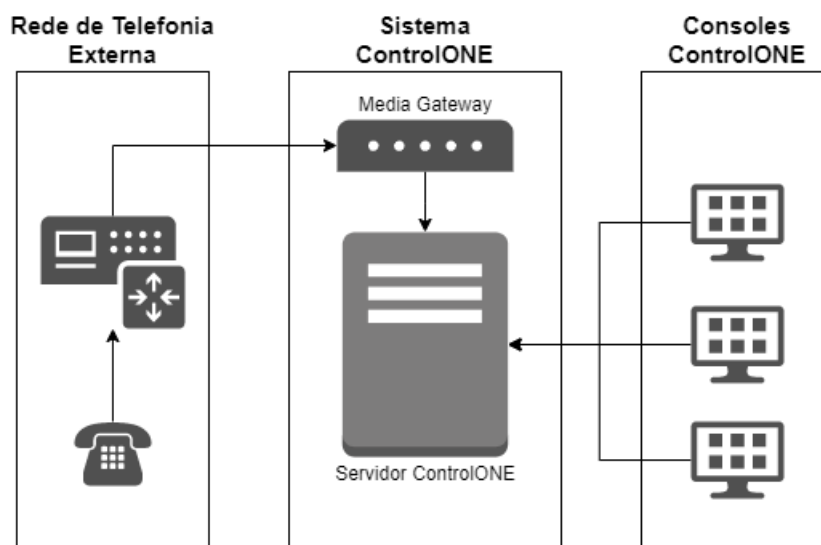


Figura 6 – Integração com redes de telefonia da solução ControlONE

Para a sua integração com redes de telefonia, o ControlONE utiliza uma aplicação de Central Telefônica IP como gateway de mídia. É dessa forma que o sistema se comunica com os ramais e filas fornecidos pelo equipamento externo de central telefônica do cliente. Na interface gráfica da console ControlONE, o usuário possui diversas maneiras de organizar botões que podem representar filas ou ramais cadastrados. Existem também na interface gráfica espaços representando os dispositivos de áudio disponíveis, aonde pode-se criar chamadas e conferências.

Todas as operações realizadas pela console ou as informações recebidas pelo sistema são armazenadas em uma linha do tempo com os dados necessários para uma auditoria completa. Além disso, o ControlONE conta com recursos de sincronização de data, hora e back-up para garantir a integridade do sistema. Como maneira de auditar a operação, as chamadas realizadas ou recebidas pelas consoles poderão ser gravadas automaticamente e armazenadas em disco. Essas informações são listadas em uma interface web, que possibilita a filtragem, a escuta e o download das gravações. Sistemas externos de gravação podem ser facilmente integrados através de [API](#) com protocolo padrão *Session Initiation Protocol* ([SIP](#)).

2.2 Telefonia IP

Quando falamos de telefonia IP, é interessante citarmos *Voice over Internet Protocol* ([VoIP](#)) para ajudar na sua compreensão. Apesar de muitas vezes serem interpretados como sinônimos, [VoIP](#) é o conceito que diz respeito as tecnologias e protocolos envolvidos no envio da voz sobre a rede [IP](#) ([COLCHER, 2005](#)), enquanto a telefonia [IP](#) é o conjunto de equipamentos e softwares utilizado por um provedor de acesso de telefonia que utiliza a tecnologia [VoIP](#) ([ROSS, 2007](#)).

Um dos equipamentos mais importantes em um sistema de telefonia IP é a central telefônica, que pode ser definido de forma simples como o equipamento eletrônico que realiza a ligação (comutação) entre dois usuários (“assinantes”) do serviço de telefonia.

2.3 API

[API](#) é um conjunto de métodos claramente definidos de comunicação entre o serviço e qualquer outro *software* ou componente. Uma [API](#) define a estrutura de dados de um programa ([BLOCH, 2006](#)).

O uso de [APIs](#) é muito comum quando falamos de sistemas de integração, pois grande parte das tecnologias utilizadas em um sistema desse tipo fornece um conjunto de métodos que possibilitam a sua comunicação com aplicações externas ([BOCKING, 1996](#)).

3 Proposta

Como observado na figura 6 e apontado pela empresa BYNE, atualmente o sistema ControlONE não inclui em seu conjunto de equipamentos uma solução de central telefônica que forneça ramais e outras funcionalidades gerais. A aplicação existente dentro da solução é utilizada apenas como gateway de mídia, que faz com que o servidor se conecte a rede externa de telefonia IP do cliente aonde se registram ramais, filas, e se tem acesso a diversas funcionalidades como criação de conferência e espera. Essa comunicação gerada pela aplicação de gateway de mídia permite que o usuário, através dos terminais de uso (chamadas de consoles ControlONE) possam atender, realizar e manipular chamadas de diversas maneiras diferentes.

A utilização desse equipamento externo garante para o usuário um conjunto grande de funcionalidades como criação de conferência, espera de chamadas, autenticação de ramais, entre outros. Porém, segundo a empresa, alguns clientes que possuem contratos menores muitas vezes não possuem uma rede preestabelecida de telefonia IP e possuem uma demanda muito pequena relacionada ao uso de todas as funcionalidades de central telefônica, desta forma fazendo com que a inclusão de tal equipamento no projeto fique inviável, chegando a equivaler 30% do valor total.

Outro fator considerado negativo para a empresa na utilização da solução externa é a integração com o seu sistema de auditoria. Como citado anteriormente, uma das funcionalidades entregues pelo ControlONE é um painel de acesso completo a gravações e listagem de eventos que ocorreram no sistema. Tais gravações são feitas pela central telefônica, e ter tal central em uma estrutura completamente fora do servidor central do ControlONE dificulta a manipulação da gravação e coleta de dados para criação de eventos.

Por tais motivos apresentados, a empresa tem como objetivo retirar completamente a necessidade da existência desse equipamento externo de central telefônica. Para tal, pretendem criar uma aplicação no seu servidor que se comunique com a central telefônica em *software* já existente no interior do sistema e implementa funcionalidades básicas de uma central telefônica. O *software* em questão é o *Asterisk*, famosa implementação de central telefônica, e para fazer a implementação das funcionalidades pretende-se utilizar *Python* (linguagem já utilizada no restante do servidor) comunicando-se com a central via *Asterisk REST Interface (ARI)*.

A proposta central deste documento é acompanhar o desenvolvimento das novas funcionalidades dentro do servidor, estudar a arquitetura anterior da ControlONE e comparar com a nova arquitetura, sem a presença da central telefônica externa. Pretende-

se, também neste documento, analisar a resposta dos usuários finais às funcionalidades, descobrindo se elas atendem às suas necessidades.

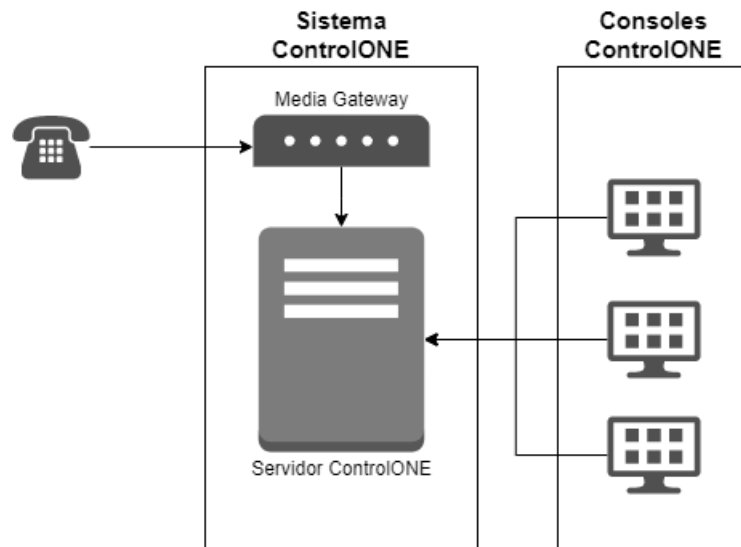


Figura 7 – Arquitetura de telefonia IP do sistema ControlONE desejada pela empresa BYNE, aonde o gateway de mídia passaria a executar também funções de central telefônica

Referências

- BLOCH, J. How to design a good api and why it matters. In: ACM. *Companion to the 21st ACM SIGPLAN symposium on Object-oriented programming systems, languages, and applications*. [S.l.], 2006. p. 506–507. Citado na página 27.
- BOCKING, S. Sockets++: A uniform application programming interface for basic level communication services. *IEEE Communications Magazine*, IEEE, v. 34, n. 12, p. 114–123, 1996. Citado na página 27.
- BROWN, J.; SHIPMAN, B.; VETTER, R. Sms: The short message service. *Computer*, IEEE, v. 40, n. 12, p. 106–110, 2007. Citado na página 25.
- COLCHER, S. *VoIP: voz sobre IP*. [S.l.]: Elsevier, 2005. Citado na página 27.
- LINNELL, P. *Telecommunications*. 2014. Disponível em: <<http://ctmaworld.com/Industries-Telecomms.htm>>. Citado na página 19.
- NEVES, M. d. S. O setor de telecomunicações. DbA, 2002. Citado na página 19.
- ROSS, J. *Voip - Voz sobre IP*. [S.l.]: Julio Ross, 2007. Citado na página 27.
- SANTO, A. Como avaliar o sistema de comunicação crítica para voz e dados no ambiente de segurança pública. 2018. Citado na página 19.
- ULEMA, M. *Fundamentals of Public Safety Networks and Critical Communications Systems: Technologies, Deployment, and Management*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 25.
- VITTURI, S.; ZUNINO, C.; SAUTER, T. Industrial communication systems and their future challenges: Next-generation ethernet, iiot, and 5g. *Proceedings of the IEEE*, v. 107, n. 6, p. 944–961, 2019. Citado na página 19.