

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO RIO GRANDE DO NORTE**

Serafim Nunes Duarte Junior

MONITORAMENTO REMOTO COM SINTETIZADOR DE VOZ VIA VOIP

**NATAL
2011**

SERAFIM NUNES DUARTE JUNIOR

MONITORAMENTO REMOTO COM SINTETIZADOR DE VOZ VIA VOIP

Monografia apresentada ao Curso de Especialização de Redes de Computadores e Telecomunicações da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte como requisito obrigatório para obtenção do grau de Especialista em Redes de Computadores e Telecomunicações.

Orientador:

Aluizio Ferreira da Rocha Neto.

NATAL

2011

SERAFIM NUNES DUARTE JUNIOR

MONITORAMENTO REMOTO COM SINTETIZADOR DE VOZ VIA VOIP

Monografia apresentada ao Curso de Especialização de Redes de Computadores e Telecomunicações da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte, aprovada em ____ de ____ de _____, pela banca examinadora composta pelos seguinte membro:

Aluizio Ferreira da Rocha Neto, M.Sc.

Orientador

Membro examinador

RESUMO

Este trabalho mostrará a criação de uma central PABX VoIP no sistema operacional Linux com a utilização de uma URA (Unidade de Resposta Audível) e um sintetizador automatizado de voz (Espeak), os quais monitorarão várias informações uteis em para um administrador de rede, como o espaço utilizado em disco em um determinado computador servidor, o endereço IP atribuído, endereço MAC, hora e data atual de uma estação servidora, obtendo todas essas informações através de um softphone instalado em um desktop ou em um smartfone via a tecnologia VOIP.

Palavras chaves: PABX, URA, Espeak, IP, MAC, Softphone, VOIP.

ABSTRACT

This paper will show the creation of a PBX on Linux operating system using an IVR (Interactive Voice Response) and a speech synthesis (eSpeak) who will monitor several informations useful for a network administrator, such as disk space used on server computer, IP address bound, MAC address and current time and date of a host server, getting all this information through a Softphone installed on a desktop or a smartphone via VOIP technology.

Keywords: PBX, IVR, eSpeak, IP, MAC, Softphone, VOIP

SUMÁRIO

1INTRODUÇÃO.....	8
1.11.1 Objetivos.....	9
1.21.2 Motivação.....	9
2REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1Tecnologia VoIP.....	11
2.2A Convergência Digital nas Telecomunicações	13
2.3Protocolos de Sinalização VoIP	15
2.4CODECs utilizados no VoIP.....	16
2.5Definição e legalidade do VoIP pela Anatel	18
2.6Asterisk.....	20
2.7Acesso a Plataforma VoIP.....	21
2.8Síntese de Voz.....	26
3DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO.....	28
3.1Indicadores Monitorados.....	31
4 CONCLUSÕES.....	38
REFERÊNCIAS.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Telefone criado pelo italiano Meucci.....	11
Figura 2: Tabela de tradução de codecs do Asterisk.....	17
Figura 3: Codecs de vídeo suportados pelo Asterisk.....	17
Figura 4: Arquitetura do Asterisk. Fonte: (KELLER, 2009).....	20
Figura 5: Possibilidades de interconexão com um sistema PBX-IP com Asterisk.....	21
Figura 6: Possibilidades de acesso a um sistema de telefonia moderno. Fonte: DIGIVOICE (2010).....	23
Figura 7: Softphone gratuito X-Lite da Counterpath.....	23
Figura 8: Exemplo de Telefone IP.....	24
Figura 9: Exemplo de ATA (Adaptador de Terminal Analógico).....	25
Figura 10: Exemplo de Gateway E1.....	25
Figura 11: Exemplo de terminal móvel.....	26
Figura 12: Asterisk para a execução de comandos e monitoramento.....	28
Figura 13: Esquema de funcionamento da solução proposta.....	30
Figura 14: Configuração do arquivo sip.conf do Asterisk.....	32
Figura 15: Configuração do arquivo extensions.conf do Asterisk.....	32
Figura 16: Arquivo de configuração uras.conf do Asterisk.....	33
Figura 17: Ura referente a captação das informações da memória.....	35
Figura 18: Ura referente a captação da hora e data do sistema.....	35
Figura 19: Ura referente a captação do endereço IP.....	36

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a automação de sistemas é empregada nos mais diversos níveis. As empresas mais modernas procuram utilizar a automação integrada, desde a automação eletrônica de linha de produção, até os sistemas de gerência corporativa comumente denominados de ERP.

No início das atividades industriais e suas automações, havia uma clara separação da produção, caracterizada pela mecânica, e a sistematização eletrônica, caracterizada pelos primeiros computadores. Ocorre que com a evolução da eletrônica e das telecomunicações, ambas as áreas começaram a convergir de tal forma que uma parcela bem maior de um processo completo, se não todo ele, pode estar interligado através das tecnologias desenvolvidas durante todo este tempo.

A tendência notória no comportamento e necessidade atual da sociedade, é obter informações de forma rápida e independente da localização das pessoas. Isto não é muito difícil mediante todo o aparato tecnológico que existe à disposição. Porém, para que isso se torne possível, pode ser custoso. A utilização apenas de voz pode ser algo interessante para aplicações em que informações mais objetivas podem ser encaminhadas através de um sistema de telefonia convencional, ou até mesmo encaminhadas para uma caixa de e-mail através de informação de texto ou áudio anexado.

Com a evolução tecnológica em todas as áreas da indústria, comércio e serviços, especialmente quanto a importância da comunicação, se faz necessário trabalhar com as informações cada vez mais dinâmicas. Em alguns casos específicos a informação atualizada é a própria matéria prima para o desenvolvimento de um trabalho.

Com outro ponto de vista, ações proativas podem ser tomadas com base em informações recebidas ou acessadas através de um sistema que possa atingir o responsável por soluções dessas ocorrências de forma rápida.

Ainda pode haver a necessidade de um pronto atendimento, numa relação entre cliente e fornecedor. Essa ação pode ocorrer conforme um monitoramento eletronicamente realizado para que se tenha a informação para uma determinada ação.

Especialmente empresas de tecnologia utilizam níveis de serviços normalmente definidos pelo termo SLA, que podem ser medidos em percentual de disponibilidade de um determinado serviço ou tecnologia. Aplicações corporativas podem chegar a disponibilidade de, por exemplo, 99,99% do tempo referente ao primeiro ano. No caso de uma parada num sistema destes, se faz necessária a atuação imediata para a resolução dos problemas ocorridos.

Da mesma forma, os ambientes industriais possuem características semelhantes de disponibilidade, uma vez que a otimização dos recursos disponíveis é cada vez mais necessária, especialmente no que diz respeito à competitividade.

Atualmente as telecomunicações estão se expandindo rapidamente (ANATEL, 2009), e chegando a qualquer localidade, mesmo nas regiões mais longínquas. Especialmente no que diz respeito à telecomunicações, o primeiro tipo de comunicação que se estabelece numa implantação de sistema de comunicação é a capacidade de transmissão de voz.

Muitas empresas estão à procura de uma central telefônica que atenda às suas necessidades atuais e futuras. Um dos principais fatores implicantes na escolha da central é o custo. Uma central proprietária hoje tem um valor extremamente alto, tornando-se o principal motivo de um investidor olhar com mais interesse para a central Asterisk. Seu custo é baixo, por se tratar de um software de código aberto, por rodar em um sistema operacional Linux que também é de código aberto e por utilizar um computador padrão.

Este trabalho propõe criar um ambiente de monitoração remoto com a sintetização de voz via VOIP.

1.1 Objetivos

Através de programas de código aberto como o Debian, Asterisk, Espeak e X-Lite foi criado uma URA (Unidade de Resposta Audível), com o objetivo de monitoramento de uma estação servidora de serviços de rede. Este trabalho tem como objetivo mostrar esse monitoramento através de uma simples ligação telefônica, na qual obtêm-se informações do estado de um computador servidor, como uso da memória RAM, data e hora do sistema e endereço IP vinculado ao mesmo, existindo possibilidades de configurar inúmeros outros parâmetros, indo de acordo com a demanda.

1.2 Motivação

Existem diversas soluções tecnológicas disponíveis no mercado para acesso às informações imediatamente quando elas acontecem, porém necessitam, de conexão de dados. É comum existir ambientes de monitoramento remoto, e até mesmo equipamentos móveis com conexão de dados para que se faça o acesso a informações, porém estes recursos mais avançados são necessários, podendo tornar a solução muito cara.

Observando essa situação, utilizar o sistema de telefonia já estabelecido pode ser uma das formas mais acessíveis, independente de onde o destino da informação esteja, visto que a telefonia pode se estender também pela telefonia celular, com uma cobertura bastante grande,

e talvez até utilizar comunicação de telefonia por satélite, pouco utilizada, porém viável quando necessária.

Em relação a questão comercial utilizando tecnologia de comunicação por voz fica ainda maior na medida em que a disseminação da tecnologia atinge não somente as empresas, mas também pessoas físicas. Aplicações como atendimento ao cliente através deste canal de comunicação e até mesmo as vendas através dos *Call Centers* se tornam cada vez mais utilizados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os principais elementos do sistema proposto, tais como telefonia, CODECs, legislação, o *software* Asterisk, síntese de voz e plataforma de programação.

Com o crescimento das cidades, a expansão do comércio e a numerosa quantidade de informações, a comunicação torna-se fator primordial para a criação do primeiro aparelho telefônico, existem muitas controvérsias em relação ao seu criador, mas o italiano Antonio Meucci é o verdadeiro inventor, denominando sua criação de “telégrafo falante” em 1860, em 1870, dez anos após a criação, ele vende a patente a Alexander Graham Bell, que conseguirá fazer a primeira chamada telefônica em 10 de março de 1876, ficando imortalizado a frase que pronunciou, em sua primeira chamada telefônica “Senhor Watson, venha aqui, eu quero vê-lo”, sendo esta data considerada como o dia do telefone.



Figura 1: Telefone criado pelo italiano Meucci.

2.1 Tecnologia VoIP

A telefonia convencional utiliza sinais analógicos de áudio para a transmissão, já na telefonia VoIP, o som é digitalizado através de um equipamento microprocessado, de tal forma que esta informação possa ser encapsulada em protocolos de comunicação de redes de

computadores. Desta forma, esta tecnologia de telefonia também pode fazer uso da rede mundial de computadores como recurso de transporte da voz (SOUZA; FREITAS, 2010).

Por volta de 1999, o número de bits de dados transferidos igualou o número de bits de voz (TANENBAUM, 2003). Isto fez com que dois protocolos fossem desenvolvidos para melhor utilização de recursos de rede. São eles o SIP7, definido pela IETF8 e o H.3239 que é parte das recomendações da ITU10. Ambos são usados até os dias atuais e muitos fabricantes possuem interoperabilidade de seus equipamentos com os dois protocolos.

A tecnologia VoIP está evoluindo e crescendo, especialmente através da tecnologia de rede sem fio, o que possibilita maiores possibilidades de aplicações para a tecnologia de telefonia principal aqui empregada, conforme (VINCI; FERREIRA, 2010). A mobilidade é um fator muito importante na atualidade, especialmente pela agilidade na comunicação. Equipamentos móveis como *smartphones*, possuem tecnologias de comunicação móveis integradas. Isso, associada à tecnologia de comunicação de voz sobre IP, torna possíveis diversas outras combinações de tecnologias, tornando soluções muito flexíveis e também trazendo economias financeiras.

Conforme o IBGE (IBGE, 2010), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2010, 54% da população brasileira com mais de 10 anos utiliza serviço de telefonia celular. Isto mostra que a acessibilidade dos serviços móveis está bastante evoluída, tornando possível o fácil acesso às informações disponibilizadas através da solução proposta neste trabalho. Estes dados apresentam uma informação bastante importante quanto à capilaridade do sistema de telefonia. Dessa forma, atingindo grande parcela da população como um todo, porém valendo a interpretação de que pessoas adultas, trabalhadoras e especialmente empresas, possuam grande concentração quanto ao acesso ao sistema de telefonia.

No artigo Asterisk Embarcado (JÚNIOR; SOUZA; PACHECO, 2010), é mostrado que também pode ser uma realidade, integrando a solução às demais soluções propostas neste trabalho e com esse tipo de ambiente. Isto faz com que se tenha até mesmo em ambientes como automóveis utilizando sistemas como o proposto. Por se tratar de uma plataforma de sistema operacional *open source*, é possível realizar diversas personalizações. Nesse caso, é possível inserir Asterisk em roteadores, e também em outras plataformas de *hardware*, desde que se tenha o núcleo do sistema operacional preparado para tal.

SOUZA; FREITAS (2008), afirmam no artigo intitulado “Uma Ferramenta de Configuração de Telefonia IP Utilizando o Software Livre Asterisk”, que além de se trabalhar em ambientes considerados estáveis através das soluções baseadas em Asterisk, também é possível o desenvolvimento de ambientes de configurações que facilitem ajustes da telefonia.

Recursos de configuração de serviços via web são uma realidade. Diversos serviços de rede atualmente contam com este recurso, especialmente quando estão em ambiente *open source*. Tornar as configurações mais amigáveis através destas interfaces pode ser uma maneira de disseminar tecnologias e soluções, especialmente evitando programações complexas para realizar as principais configurações.

No artigo “Acessibilidade digital para cegos: Um modelo de interface para utilização do mouse” (FILHO; BICA, 2010), mostram a importância especialmente para os deficientes visuais, para as aplicações de sintetização de voz. Isso mostra que extrapolando as aplicações iniciais deste trabalho, a aplicação para deficientes é plena, e sem restrições. Pessoas com deficiências visuais com acesso a meios eletrônicos através de sintetizadores, tornam possíveis diversas atividades. Estas podem também viabilizar a atuação dessas pessoas em uma função em corporações.

A telefonia VoIP oferece uma grande flexibilidade à telefonia de uma forma geral. Apesar de haver dispositivos físicos construídos para a comunicação através dos protocolos pertinentes a esta tecnologia, a utilização deste sistema numa plataforma computadorizada que tenha suporte a programação e interação com sistemas operacionais de mercado, fazem com que as possibilidades se multipliquem (VINCI; FERREIRA, 2010).

Um aspecto muito importante da telefonia VoIP é o custo. Muitas empresas estão se beneficiando desta tecnologia para fazer ligações entre suas unidades operacionais a custo baixo. Assim, como a navegação geográfica virtual pela Internet é livre, é possível trafegar dados de voz livremente apenas com uma conexão de banda larga.

Para que uma ligação telefônica VoIP tenha boa qualidade de áudio, diversas características da conexão de dados devem ser analisadas, porém este não é um fator limitador, visto que há a possibilidade de integração do sistema computacional diretamente com a rede de telefonia pública, eliminando as limitações relacionadas com o transporte dos pacotes de dados através de redes de dados.

2.2 A Convergência Digital nas Telecomunicações

Poucos se deram conta, mas os bits tomaram conta do dia-a-dia das pessoas. Atualmente é impossível imaginar o cotidiano sem a utilização dos meios de armazenamento, transmissão e processamento digital. Carro, moto, ônibus, as residências e o trabalho, seja qual for, bem como o celular utiliza os bits para transmitir informações, um carro utiliza os

bits para poder fazer o motor funcionar através da injeção eletrônica. As pessoas quase não se dão conta por serem formas chamadas “transparentes para o usuário”, mas que são fundamentais para o dia a dia das pessoas.

Além de estar em todo o lugar, tem-se também a unificação dos meios de comunicação. O aparelho celular já citado, que além de fazer o que se propõe, como ligações, telefônicas, também pode ter jogos, acessar Internet, enviar e-mails, entre outros. Tudo isto em um único aparelho, até mesmo por sua capacidade de processamento muito grande, se comparado aos primeiros computadores conhecidos.

Em suma, para completar esta idéia de tudo estar convertido para os dígitos binários (a convergência digital), tem-se a tradicional telefonia analógica com a sua continuidade ameaçada. Atualmente algumas operadoras de telecomunicações, como as de televisão a cabo estão explorando também a telefonia, visto que também oferecem acesso à Internet e a telefonia pode utilizar este meio para se transportar.

O telefone (analógico, claro) foi inventado em 1875, por Alexander Graham Bell (ANATEL, 2009). Naquela época não se podia imaginar que uma comunicação instantânea poderia ser possível. Então, inúmeras oportunidades de negócio surgiram, desde a fabricação do *hardware* necessário para montar a infra-estrutura de rede, passando pela fabricação dos próprios aparelhos telefônicos e chegando até a oferta do serviço propriamente dito. Claro que o relacionamento com os clientes, também se fez necessário, realizado pela empresa telefônica. Esta nova tecnologia tirou receita de negócios já existentes, como os correios, pois se as pessoas podiam comunicar-se instantaneamente, não havia a necessidade de aguardar que uma carta chegasse ao destino para obter a informação.

O telefone celular chegou ao Brasil em 1990 (ANATEL, 2009). Até o surgimento da telefonia celular, não se imaginava que seria possível falar em um telefone que não estivesse conectado através de fios. Novamente muitas oportunidades e ameaças surgiram na indústria.

O sistema telefônico público é atualmente o sistema de comunicação mais utilizado em todo o mundo. É responsável por estabelecer um circuito e transmitir através de dois pontos a informação de voz de forma instantânea, porém este sistema inicialmente foi realizado através de uma técnica chamada de comutação por circuito. Hoje a comunicação entre dois ou mais pontos ocorre através de uma técnica chamada de comutação por pacotes. Isto se deve à forma com que a informação é transmitida: analogicamente (comutação por circuito) ou digitalmente, através das redes digitais que transferem as informações através de fragmentos de informações digitalizadas (comutação por pacotes).

Conforme o Instituto Brasil para Convergência Digital (IBCD, 2009), a definição para a convergência digital seria o cenário de alianças estratégicas de infra-estruturas, serviços, produção intelectual e recursos humanos que o momento atual está vivendo como resultado da evolução científico-tecnológica e coloca a todos diante de um novo conceito de desenvolvimento. No Brasil, alguns setores da sociedade vivem integralmente esta realidade. Mas é preciso que o novo conceito esteja ao alcance de todos.

Tal desenvolvimento será alicerçado no compartilhamento global do conhecimento humano, a partir do qual será verificada a grande mudança de paradigma de crescimento sócio-econômico, na medida em que a geração e a distribuição deste conhecimento acontecerão de forma ampla e ágil por meio da convergência digital.

A voz por si só é um sinal analógico, produzido pela vibração mecânica das cordas vocais e propagado pelo ar. Esta vibração sonora pode ser obtida para um sistema eletrônico, ainda analógico, através de microfones, porém através de conversores AD/DA (Analógico para Digital / Digital para Analógico) podem fazer com que sinais analógicos possam ser quantificados através de codificações digitais.

Conforme o Teorema de Nyquist (TANEMBAUM, 2003), a frequência de amostragem de um sinal analógico, para que possa posteriormente ser reconstituído com o mínimo de perda de informação, deve ser igual ou maior a duas vezes a maior frequência do espectro desse sinal. Desta forma, tem-se que quanto mais amostragens por ciclo, mais perfeito o sinal poderá ser reproduzido posteriormente.

2.3 Protocolos de Sinalização VoIP

Primeiramente, é necessário citar que tanto o protocolo SIP (*Session Initiation Protocol*) quanto o H.323 que serão detalhados neste trabalho, são protocolos na camada de aplicação, que utilizam da pilha TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) para seu uso.

O TCP/IP é visto como uma pilha de protocolos que são divididos em camadas, e cada camada é responsável por realizar um grupo de tarefas dentro da rede, tornando a comunicação eficiente e organizada. É possível também verificar que as camadas mais baixas estão mais próximas do *hardware*, enquanto as camadas mais altas se encontram mais próximas do usuário, ou aplicação que necessita desta comunicação.

O principal protocolo utilizado para a comunicação através do protocolo TCP/IP é o SIP (*Session Initiation Protocol*), que na realidade não foi inicialmente desenvolvido para a comunicação de telefonia e sim para iniciar sessões de comunicação interativas gerais entre utilizadores.

Através do IETF (*Internet Engineering Task Force*), o SIP é definido pela RFC (*Request For Comments*) 2543 de 1999, e possui 153 páginas (RFC2543, 2009).

O SIP faz uso do RTP (*Real Time Transport Protocol*) para que o fluxo contínuo de voz seja transportado através das chamadas “portas altas”. O RTP é um protocolo de internet para transmissão de dados de fluxo contínuo, tais como áudio e vídeo. RTP por si só não garante a entrega de dados, mas provê mecanismos para envio e recepção que possuem suporte de dados em *streaming*.

É importante ressaltar que no exemplo dado, o equipamento servidor VoIP é identificado pelo endereço de rede 192.168.1.100. Já o equipamento que origina a chamada é identificado pelo endereço 172.16.0.25.

O outro protocolo para voz, ainda bastante utilizado entre operadoras é o H.323. Este é definido pela ITU-T (*International Telecommunication Union Telecommunication Standardization*) através da série H, que está relacionada com sistema audiovisuais e multimídia.

Como referência, a empresa Skype (SKYPE, 2009) utiliza este protocolo por padrão em seus sistemas de voz e vídeo, porém em Dezembro de 2009 disponibilizou para pessoas e empresas cadastradas o seu sistema ainda em fase de testes para o acesso à rede Skype utilizando o protocolo SIP, conforme site oficial do desenvolver (SKYPEFORSIP, 2009).

2.4 CODECs utilizados no VoIP

O termo CODEC vem de CODificador/DECodificador, que visa codificar e decodificar informações digitais.

Os codecs são utilizados para diversos fins, mas principalmente para informações relacionadas a imagens e multimídia. Alguns dos formatos mais conhecidos são relacionados a seguir.

Arquivos de Imagem: PNG, TIFF, JPG.

Arquivos de Som: MP3, Vorbis.

Arquivos de Vídeo: AVI, WMV.

Fluxo contínuo de Áudio: G.711, GSM, Ilbc, G.729.

Fluxo contínuo de Vídeo: MJPEG, H.264.

Para a obtenção de melhor qualidade ou eficiência no uso de banda para o tráfego de voz, podem ser escolhidos alguns codecs.

Além do tamanho do áudio propriamente dito, que deverá ser trafegado na rede, também deve ser considerado o tamanho do cabeçalho do pacote a ser trafegado na rede. Em alguns casos, o cabeçalho do pacote pode ser maior do que a informação contida nele.

O Asterisk, que é um dos principais softwares PBX e será explicado adiante, exibe uma tabela de tradução de CODECs suportados e instalados no momento da extração das informações listadas em seu console, conforme Figura 2.

Translation times between formats (in milliseconds) for one second of data													
Source Format (Rows) Destination Format (Columns)													
	g723	gsm	ulaw	alaw	g726aal2	adpcm	slin	lpc10	g729	speex	ilbc	g726	g722
g723	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
gsm	-	-	2	2	3	2	1	2	-	10	13	2	-
ulaw	-	2	-	1	3	2	1	2	-	10	13	2	-
alaw	-	2	1	-	3	2	1	2	-	10	13	2	-
g726aal2	-	2	2	2	-	2	1	2	-	10	13	1	-
adpcm	-	2	2	2	3	-	1	2	-	10	13	2	-
slin	-	1	1	1	2	1	-	1	-	9	12	1	-
lpc10	-	2	2	2	3	2	1	-	-	10	13	2	-
g729	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
speex	-	2	2	2	3	2	1	2	-	-	13	2	-
ilbc	-	2	2	2	3	2	1	2	-	10	-	2	-
g726	-	2	2	2	1	2	1	2	-	10	13	-	-
g722	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 2: Tabela de tradução de codecs do Asterisk.

A respeito dos CODECs de vídeo, os tipos suportados pelo asterisk podem ser vistos na Figura a seguir.

NAME	DESC
h261	(H.261 Video)
h263	(H.263 Video)
h263p	(H.263+ Video)
h264	(H.264 Video)

Figura 3: Codecs de vídeo suportados pelo Asterisk

Importante salientar que toda a informação que é codificada e depois decodificada está encapsulada através da pilha de protocolos TCP/IP, conforme os protocolos já mencionados anteriormente.

Cada CODEC pode ter um melhor desempenho em determinada situação. Devido às perdas inerentes a alguns deles, aplicações como FAX se tornam inviáveis. Neste caso, o exemplo prático de utilização seria o CODEC de voz G.711, que praticamente não possui perdas.

Já para aplicação de voz apenas, um CODEC de excelente resultado é o G.729, que reduz o tamanho dos pacotes de áudio a serem transmitidos, sem perder qualidade de áudio (para voz). Isto faz com que a banda utilizada seja otimizada (DIGIUM, 2009).

Para este trabalho, será utilizado o CODEC G.711 por ser de código fonte aberto, visto que o CODEC G.729 é proprietário, necessitando licenciamento.

2.5 Definição e legalidade do VoIP pela Anatel

A Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) esclarece que não há restrição regulamentar que impeça uma prestadora de Serviço de Comunicação Multimídia (SCM) usar a tecnologia Voz sobre IP (do inglês *Voice over Internet Protocol*) no provimento de comunicação de voz.

Também ressalta que contratos de prestação de SCM não podem impor restrições à transmissão de nenhum tipo de sinal (áudio, vídeo, dados, voz e outros sons, imagens, textos e outras informações), por ser um serviço abrangente que, por definição, possibilita a oferta de capacidade de transmissão, emissão e recepção de informações multimídia definidas como sinais de áudio, vídeo, dados, voz e outros sons, imagens, textos e outras informações.

Sobre a proibição do uso de VoIP por algumas prestadoras no contrato de ADSL¹³, é necessário fazer, inicialmente, algumas considerações regulamentares. VoIP não é serviço, mas sim uma tecnologia, e, como Órgão Regulador, a Anatel tem por diretriz não regulamentar tecnologias utilizadas na prestação de serviço.

Serviço de telecomunicações é o conjunto de atividades que possibilita a oferta de telecomunicação, ou seja, a transmissão, emissão ou recepção, por fio, radioeletricidade, meios ópticos ou qualquer outro processo eletromagnético, de símbolos, caracteres, sinais, escritos, imagens, sons ou informações de qualquer natureza.

Do ponto de vista regulamentar, um assinante do SCM pode se comunicar com um assinante do Serviço Telefônico Fixo Comutado destinado ao uso do público em geral (STFC), assim como de qualquer outro serviço. O Regulamento do SCM estabelece, no entanto, que, na prestação do serviço não é permitida a oferta de serviço com características do Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC, a telefonia fixa convencional), em especial o encaminhamento, por meio da rede de SCM, de tráfego telefônico simultaneamente originado e terminado nas redes do STFC.

Assim, uma comunicação iniciada por um assinante do STFC e dirigida a outro assinante do STFC não pode nem deve trafegar pela rede do SCM. O “acesso ADSL” - assim denominada uma determinada aplicação provida no âmbito do SCM - se caracteriza pela oferta de meio de transmissão com o uso do Protocolo Internet (IP), para obtenção de acesso ao *backbone* da rede mundial. O serviço de suporte ao acesso à Internet oferecido pelas prestadoras, de forma geral, se insere no contexto do SCM.

O ADSL é uma tecnologia que associada a um serviço de telecomunicações dá suporte ao acesso à Internet em alta velocidade. Cumpre observar que por suas características técnicas, a tecnologia ADSL permite que numa mesma linha telefônica sejam oferecidos dois serviços: o STFC e o SCM. O uso da tecnologia ADSL para a oferta de SCM permite, então, o provimento de meio dedicado para transmissão de sinais e conexão à Internet.

Nesse contexto, cabe enfatizar que, na oferta do SCM com tecnologia ADSL não é permitido o tráfego de voz que possa se confundir com o STFC, haja vista ser esta uma restrição regulamentar para a prestação do serviço.

Tecnologia VoIP – O uso da tecnologia de VoIP pode ser considerado sob três aspectos principais:

a) Comunicação de voz efetuada entre dois computadores pessoais, utilizando programa específico e recursos de áudio do próprio computador e com acesso limitado a usuários que possuam tal programa. Este caso, conforme considerado internacionalmente, não constitui serviço de telecomunicações, mas Serviço de Valor Adicionado (SVA);

b) Comunicação de voz no âmbito restrito de uma rede corporativa ou na rede de uma prestadora de serviços de telecomunicações, de forma transparente para o assinante, efetuada entre equipamentos que podem incluir o aparelho telefônico. Este caso é caracterizado como serviço de telecomunicações e é exigida a autorização para exploração de serviço de telecomunicações, para uso próprio ou para prestação a terceiros;

c) Comunicação de voz de forma irrestrita com acesso a usuários de outros serviços de telecomunicações e numeração específica, recurso este objeto de controle pelo órgão

regulador. Estas são, sem qualquer margem de dúvida, características de serviço de telecomunicações de interesse coletivo para o qual é imprescindível uma autorização da Agência e cuja prestação deve estar em conformidade com a regulamentação. (ANATEL, 2009).

2.6 Asterisk

Asterisk (DIGIUM, 2009) é um *software* PBX (*Private Branch eXchange*) completo, gratuito, de código *opensource* e baseado no Linux. Atualmente é capaz de funcionar em vários sistemas operacionais. Foi desenvolvido por Mark Spencer que o mantém até hoje com suporte da empresa Digium, mantenedora oficial do Asterisk, e de colaboradores ao redor do planeta.

É um software baseado na licença GPL (*General Public License*), de tal forma que pode ser alterado, utilizado e distribuído livremente.

Estatísticas mostram que o programa Asterisk tem sido utilizado, ou ao menos testado, de forma consistente através da comunidade de *software* livre (DIGIUM, 2009), conforme segue informações:

- Mais de 1 milhão de *downloads* do Asterisk (2007);
- Mais de 1,5 milhões de *downloads* do Asterisk (2008);
- Mais de 60.000 usuários no fórum oficial do Asterisk;
- 27.000 assuntos no fórum e 83.000 postagens de informações relacionadas;
- 4.800 atualizações e melhorias no código do Asterisk;
- Aproximadamente 400 colaboradores ativos no projeto;
- Mais de 200 provedores VoIP em todo o mundo usando Asterisk;

A arquitetura lógica do *software* Asterisk é mostrada na Figura 4.

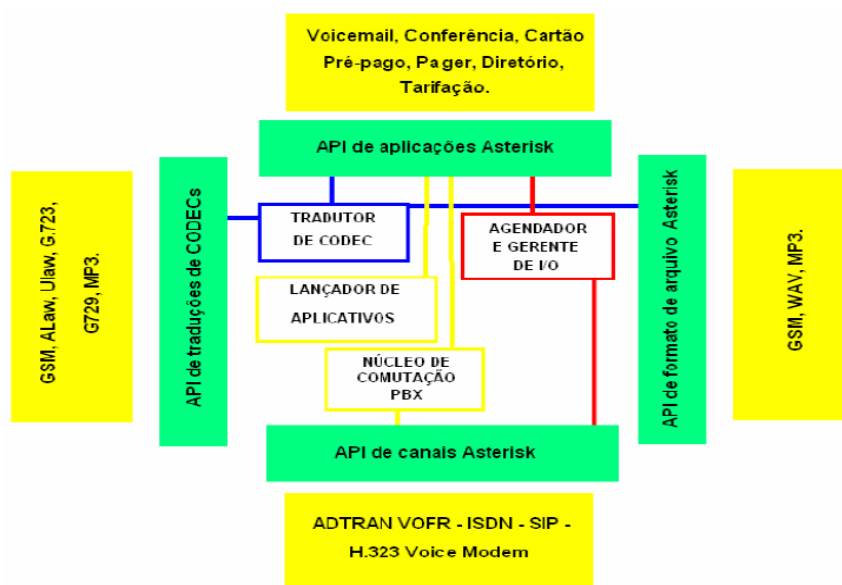


Figura 4: Arquitetura do Asterisk. Fonte: (KELLER, 2009)

A utilização da arquitetura do Asterisk com aplicações externas fará com que se tenha a integração necessária para a disponibilização das informações conforme proposto neste trabalho, tornando-as acessíveis pela plataforma Asterisk, personalizada para este trabalho fazendo uso de programação.

Através das interfaces com *hardwares* específicos, a plataforma Asterisk permite a interconexão de sistemas VoIP e seus diversos protocolos, também fazendo interação com sistemas de telefonia convencionais, tanto analógicos quanto digitais, tais como as tecnologias de telefonia FXO (*Foreign eXchange Office*), FXS (*Foreign eXchange Subscriber*), PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*), ISDN (*Integrated Services Digital Network*), GSM (*Global System for Mobile*), dentre outras possibilidades. Esta situação é ilustrada na Figura 5.

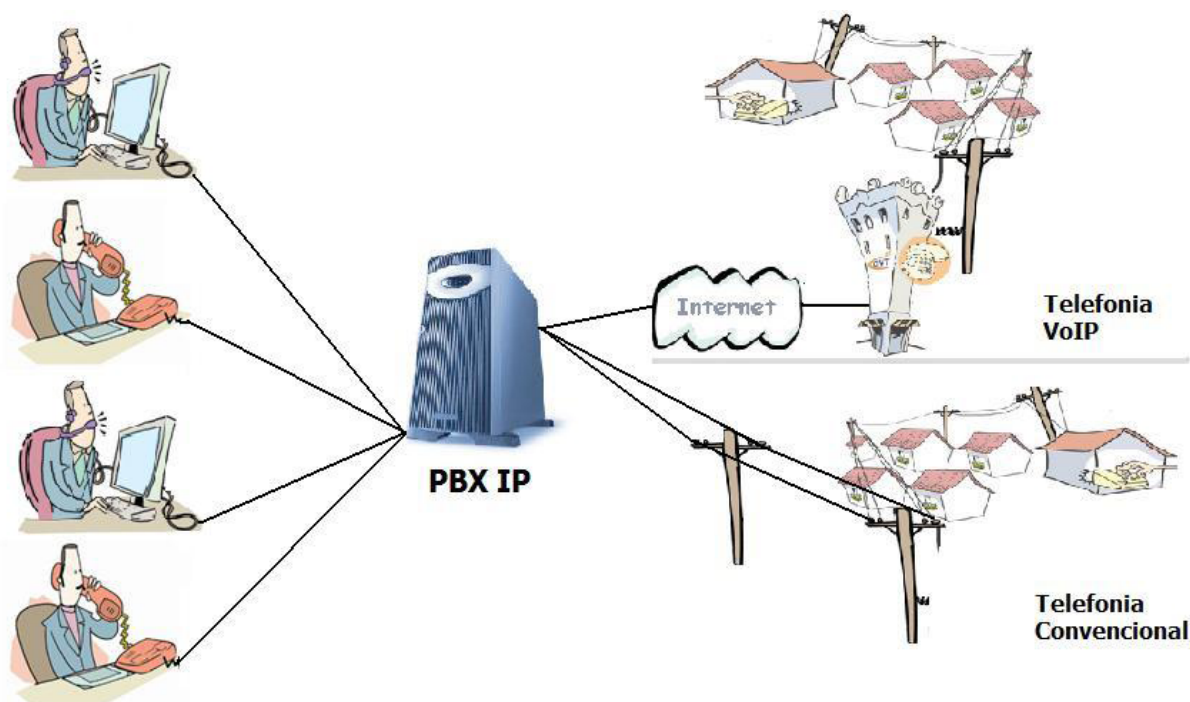


Figura 5: Possibilidades de interconexão com um sistema PBX-IP com Asterisk.

2.7 Acesso a Plataforma VoIP

O Asterisk e outras tecnologias de telefonia, como sinalizações ISDN, R2, Foreign eXchange Station (FXS) e Foreign eXchange Office (FXO) sendo que as placas e equipamentos são de baixo custo se comparado aos equipamentos de PABX convencionais. Isso se deve ao fato de que o asterisk funciona sob uma plataforma computacional altamente

flexível, e com *hardware* para fazer integração com asterisk disponíveis para aquisição com facilidade.

A flexibilidade e a interface com a RTPC (Rede de Telefonia Pública Comutada) através de *hardwares*, que inicialmente foi produzido por Jim Dixon através do projeto *Zapata Telephony*, que visou construir um sistema de telefonia baseado em *hardware* de computador pessoal, e o Asterisk, que foi fundido ao projeto de Dixon, uniu a força destas duas tecnologias para que se transformasse numa empresa conhecida atualmente por DIGIUM, pioneira e até os dias atuais referência em interfaces de integração de telefonia convencional e VoIP com plataformas PC.

No Brasil, a pioneira foi a empresa Digivoice, que foi fundada em 1991 para atuar no comércio de equipamentos eletrônicos. Em 1993 iniciou-se o desenvolvimento de produtos próprios para o segmento de telefonia pública e privada, produzindo e comercializando equipamentos de resposta audível para aplicações em condomínios residenciais e posteriormente para o mercado corporativo (DIGIVOICE, 2010). Com a privatização da telefonia pública no Brasil e digitalização da rede, o foco foi no desenvolvimento de produtos e soluções de pequeno e médio porte para comunicação empresarial com tecnologia de ponta para empresas de todos os portes e segmentos. Hoje a Digivoice é uma das principais empresas fabricante de *hardware* para integração de telefonias baseada em asterisk.

As interfaces utilizadas em computadores e integração, utilizam os barramentos PCI (*Peripheral Component Interconnect*) ou PCIe (*Peripheral Component Interconnect Express*) dos computadores. Estas interfaces utilizam muito o sistema de interrupção das placas-mãe, sendo necessário que o *hardware* escolhido para acoplar estas interfaces tenha um excelente desempenho no gerenciamento de suas interrupções, também conhecidas como IRQ.

Antes de qualquer aquisição é importante verificar com o fabricante os *hardwares* homologados ou até mesmo realizar testes de *stress* em laboratório para que seja homologado o *hardware* escolhido antes de se colocar o sistema num ambiente de produção.

Com base no exposto, existem diversas formas de conectividade entre a RTPC e a rede de dados, que permite a comunicação de voz através de rede de pacotes, conforme Figura a seguir.

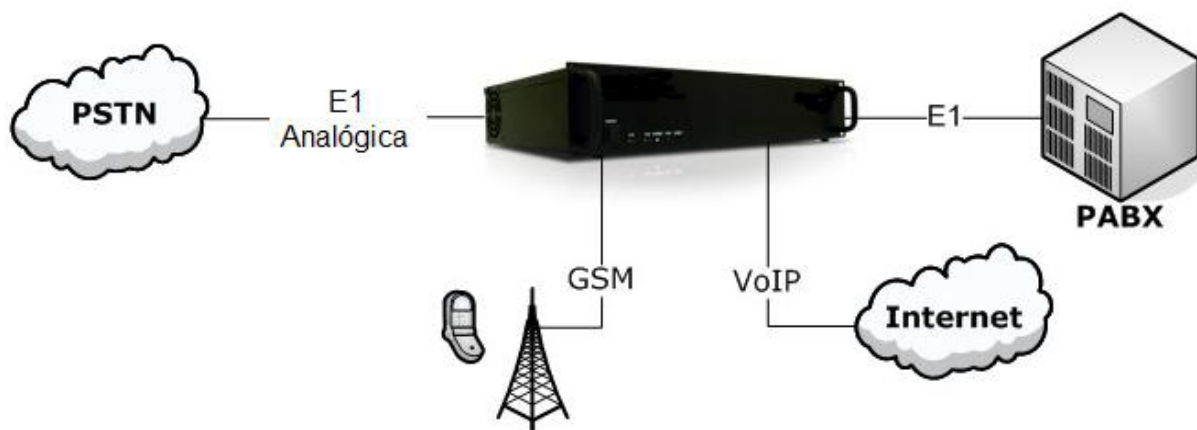


Figura 6: Possibilidades de acesso a um sistema de telefonia moderno. Fonte: DIGIVOICE (2010).

Os clientes deste sistema, mais conhecidos como ramais, podem fazer o acesso de diversas maneiras, como brevemente representado do lado esquerdo da Figura. Como o sistema é bastante abrangente, a seguir são apresentadas algumas maneiras de se fazer a comunicação dos ramais no Asterisk:

- **Softphone:** *Software* instalado num computador de usuário que, através de autenticação a ser realizada no asterisk, acessa o ramal correspondente. Este *software* pode estar associado com *headset* instalado na interface de áudio do computador ou até mesmo com um telefone USB (*Universal Serial Bus*), poderá fazer com que um usuário acesse seu ramal de forma bastante móvel e até mesmo fora da empresa com seu computador portátil.



Figura 7: Softphone gratuito X-Lite da Counterpath.

- **Telefone IP:** *Hardware* que se conecta diretamente na rede de computadores da empresa. Este equipamento substitui o telefone convencional e usa o conceito de rede convergente, utilizando o cabeamento de rede da empresa ou até mesmo a rede sem fio disponibilizada pela empresa.



Figura 8: Exemplo de Telefone IP.

- **ATA (Adaptador de Terminal Analógico):** Equipamento que se conecta à rede de dados e converte a tecnologia de acesso para que um telefone convencional de telefonia (analógico) possa ser conectado à ele para a conversão da tecnologia utilizada para o acesso ao sistema VoIP com Asterisk. Este mesmo equipamento pode ser chamado de *gateway* analógico quando é multiportas.



Figura 9: Exemplo de ATA (Adaptador de Terminal Analógico).

- **Gateway E1:** Converte a comunicação da rede de dados em tecnologia E1. Este tipo de comunicação é muito utilizado para interligação de um sistema VoIP com um PABX convencional, basicamente para aproveitar o legado existente de uma empresa.



Figura 10: Exemplo de Gateway E1.

- **Dispositivos Móveis:** Atualmente muitos dispositivos móveis comportam a tecnologia VoIP, nativamente ou não, de tal forma que um SmartPhone possa acessar a rede de telefonia através de tecnologia de comunicação 3G (para comunicação móvel) ou até mesmo *wireless* (802.11 IEEE).



Figura 11: Exemplo de terminal móvel.

2.8 Síntese de Voz

O TTS (*Text to Speech*), é a leitura de um texto pelo computador, transformando-o em áudio. Atualmente diversas aplicações de síntese de voz são utilizadas para a geração de áudio através de um texto, porém aplicações *opensource* ainda possuem características de voz metalizadas, o que não ocorre em soluções comerciais já difundidas mundialmente.

Desde a década de 90, a IBM já trabalhava com Síntese de Voz e não apenas isso, também trabalhava com reconhecimento de voz para a operação de computadores através do *software* ViaVoice (VIAVOICE, 2009).

Foram identificados os seguintes recursos TTS abaixo listados:

- Oddcast Technology (ODDCAST, 2009)
- Acapela Group (ACAPELA, 2009)
- Text-to-speech rede social (TTS, 2009)
- Festival (FESTIVAL, 2009)
- Espeak (ESPEAK, 2009)

O recurso escolhido para este trabalho é o *software* *opensource* Espeak. O Espeak é um TTS que possui suporte a diversos idiomas, com possibilidade de funcionamento via linha

de comandos ou interface do usuário, podendo reproduzir diretamente o áudio gerado ou criar um arquivo no formato WAV para posterior reprodução. Pode ser utilizado em ambiente Linux e Windows, sendo opcional trabalhar como biblioteca do último sistema operacional. Escrito em linguagem C.

Foram utilizados dois critérios para a escolha do programa de TTS Espeak:

- Facilidade de implantação na plataforma através de pacotes pré-compilados.
- Síntese no idioma Português brasileiro.
- Ser *Open Source*

O único *software* que se enquadrava no segundo item foi o Espeak, sendo esta a escolha utilizada no sistema proposto para a síntese de voz.

3 DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO

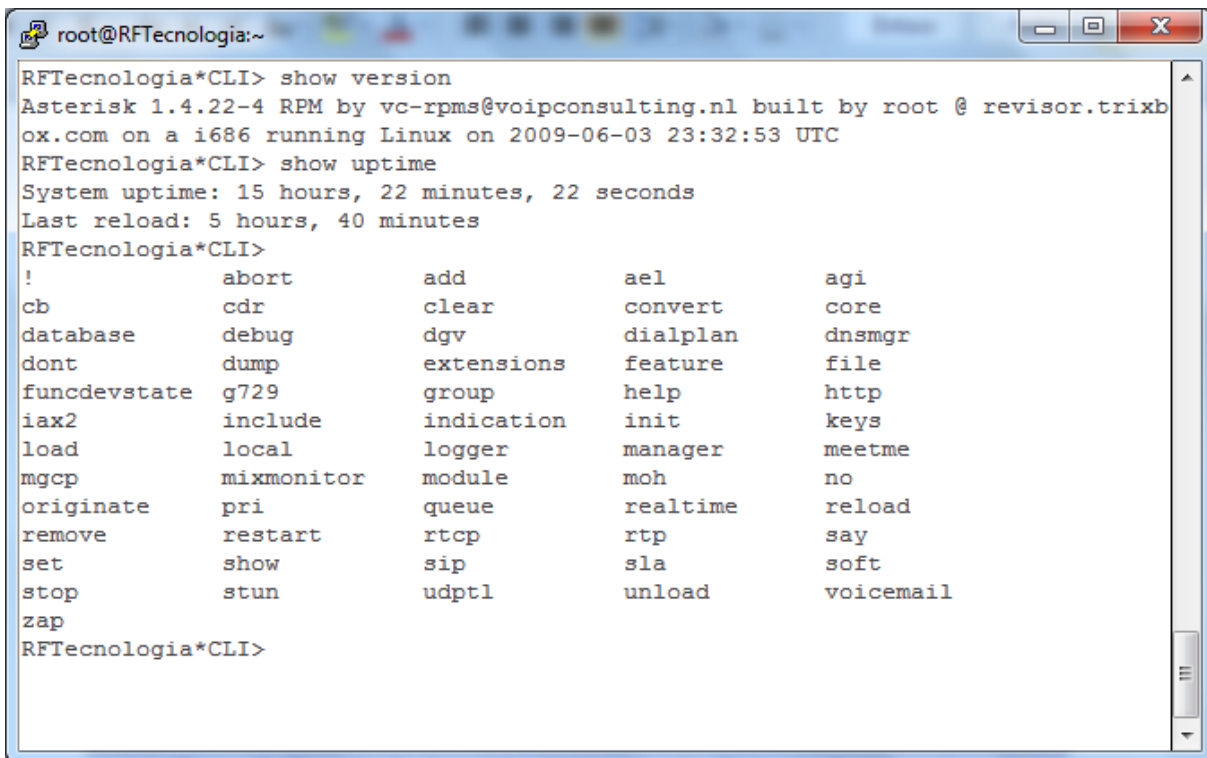
Para que o sistema proposto fosse desenvolvido, foi utilizada uma plataforma totalmente *opensource*, visando também uma programação voltada aos ambientes de base, evitando outras camadas de desenvolvimento da solução. Desta forma, a base de trabalho utilizada é justamente o sistema operacional Linux, 32 bits em arquitetura de *hardware* IBM/PC.

Os componentes utilizados neste trabalho para a aplicação das funcionalidades propostas são:

- *Hardware*: Equipamento PC, 512 MB de RAM¹⁸, 4 GB¹⁹ de espaço em disco, virtualizado.
- *Softwares*:
 - Sistema operacional Linux: Distribuição Debian com kernel 2.6
 - PABX VoIP: Asterisk versão 1.4, responsável por fornecer a plataforma de telefonia IP ou convencional, para o acesso às informações através de voz.
 - Sintetizador de voz: Espeak, fará a conversão das informações capturadas de equipamentos externos ou mesmo sistemas computadorizados através de uma interface de comunicação. As informações serão convertidas para voz.
 - *Shell Script*: Códigos que farão a captura das informações da maneira que melhor convier para a aplicação, podendo capturar informações de portas seriais, paralelas, rede, banco de dados ou outras interfaces a serem desenvolvidas. Para esta aplicação serão utilizadas informações inseridas manualmente no sistema, sendo a integração externa ao sistema objeto de estudos futuros.

Para o acesso às informações por voz, será utilizado um ramal criado no sistema Asterisk ou a URA (Unidade de Resposta Audível), sendo utilizado qualquer um dos dois métodos para o funcionamento da solução.

Além das configurações através de arquivos específicos, como sendo um padrão de serviços através do Linux, o Asterisk também oferece um ambiente console para a execução e monitoramento do sistema em execução. Na Figura a seguir foram executados os comandos para a verificação da versão atual do Asterisk, bem como o tempo total em que o serviço está em execução.



```

root@RFTecnologia:~
RFTecnologia*CLI> show version
Asterisk 1.4.22-4 RPM by vc-rpms@voipconsulting.nl built by root @ revisor.trixb
ox.com on a i686 running Linux on 2009-06-03 23:32:53 UTC
RFTecnologia*CLI> show uptime
System uptime: 15 hours, 22 minutes, 22 seconds
Last reload: 5 hours, 40 minutes
RFTecnologia*CLI>
!                abort                add                ael                agi
cb                cdr                clear              convert            core
database          debug              dgvr              dialplan           dnsmgr
dont              dump              extensions        feature            file
funcdevstate      g729              group             help              http
iax2              include           indication         init              keys
load              local             logger            manager            meetme
mgcp              mixmonitor        module            moh               no
originate         pri               queue             realtime           reload
remove            restart           rtcp              rtp               say
set               show              sip               sla               soft
stop              stun              udptl             unload             voicemail
zap
RFTecnologia*CLI>

```

Figura 12 – Asterisk para a execução de comandos e monitoramento.

Para exemplificar um pouco mais os comandos que podem ser executados também foram listados os comandos possíveis no nível base do console. Para a programação Asterisk foi utilizada a programação convencional através dos arquivos de configuração no caminho padrão `/etc/asterisk`, também utilizando aplicações nativas do sistema para a execução externa ao Asterisk do Espeak para a geração do arquivo de áudio sintetizado. Segue abaixo o exemplo de execução do código para a geração do áudio:

```

exten => 55,1,System(espeak -v PT -p 50 -s -100
"Monografia da especialização em redes" -w /asound/arq.wav)

```

A aplicação *System* do Asterisk executará através do interpretador de comandos do sistema operacional Linux o *software* de síntese Espeak com todos os parâmetros julgados pertinentes para a aplicação, de tal forma que um arquivo de áudio é gerado para a reprodução imediatamente posterior a criação deste para o usuário que estiver acessando o contexto pertinente.

Outra aplicação importante a ser utilizada é o *Playback*, que reproduz o arquivo de áudio gerado. Para que o Asterisk possa reproduzir adequadamente o áudio gerado, é necessário realizar uma conversão de formato de áudio para o formato `.gsm`. Esse é um dos

formatos aceitos e reproduzidos com maior facilidade pelo sistema Asterisk (MEGGELEN, 2005).

A solução proposta neste trabalho é baseada no sistema operacional Linux, que possui uma linguagem de *scripts* muito flexível e nativa do sistema, o que tornará a solução mais simples e independente de distribuição linux adotada no futuro.

Os *scripts* farão uso do interpretador de comandos *bash* para a execução dos programas desenvolvidos para as tarefas de demonstração desta obra.

Com o objetivo de integrar aplicações, serão desenvolvidos programas *shell scripts* que tornarão possível a integração dos itens abaixo:

- **Asterisk:** responsável por fornecer a plataforma de telefonia IP ou convencional, para o acesso às informações através de voz.
- **Sintetizador de voz:** fará a conversão das informações capturadas de equipamentos externos ou mesmo sistemas computadorizados através de uma interface de comunicação. As informações serão convertidas para voz.
- **E-mail:** informações digitalizadas poderão ser enviadas por e-mail, visto que o Linux permite o envio de correio eletrônico através de linha de comando, viabilizando a inserção destes códigos em *shell scripts*.
- **Captura de informações:** Scripts farão a captura das informações da maneira que melhor convir para a aplicação, podendo capturar informações de portas seriais, paralelas, rede, banco de dados ou outras interfaces a serem desenvolvidas. Para esta aplicação, será utilizada uma interface específica.

Com base nas possibilidades de acesso ao sistema, pode-se representar o sistema através do modelo abaixo:

ACESSO VIA TELEFONIA → ASTERISK + ESPEAK → SISTEMA MONITORADO

Para elucidar e facilitar o entendimento da solução proposta, na Figura 14 segue um esquema de funcionamento da solução.

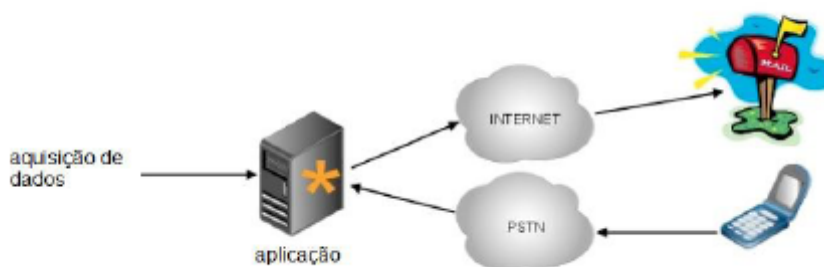


Figura 13: Esquema de funcionamento da solução proposta.

O sistema funcionará de tal forma que a aplicação ficará em monitoramento contínuo das informações disponibilizadas pelo ambiente monitorado, de tal forma que as informações poderão ser disponibilizadas em meio eletrônico, entendidos como voz digitalizada por telefone ou alternativamente, por e-mail, através de arquivo anexo. Esta segunda opção não será apresentada no protótipo, porém o sistema operacional Linux possibilita isto nativamente.

Para uma situação prática real aplicada neste trabalho, foi escolhido o próprio ambiente computacional utilizado para ser monitorado. Poderiam ser escolhidos outros ambientes quaisquer, desde que fossem integráveis com um ambiente computacional, onde este solução é hospedada.

3.1 Indicadores Monitorados

Os indicadores utilizados para serem monitorados para este cenário em particular, poderiam ser quaisquer parâmetros computacionais, tais como uso de processador, uso de disco, dispositivos acoplados, quantidade de usuários ativos no sistema, quais usuários estão acessando o sistema, uso de rede, temperatura de processador, uso de memória, entre outros.

Os parâmetros aqui utilizados são:

- Quantidade de memória.
- Endereço IP.
- Hora e data atual do sistema.

Alguns componentes do sistema importantes de serem considerados a partir deste ponto são:

- **Diretório /asound:** Este diretório armazenará os arquivos de áudio fixos ou temporários do sistema. Também conterá as informações que serão tomadas como base para a conversão de texto para voz pelo Espeak.
- **Diretório /scripts:** Contém os *scripts* de monitoramento e captura das informações do sistema monitorado.
- **Ramal 500:** Este ramal será utilizado pelo indivíduo responsável pelo monitoramento do sistema. Este será utilizado tanto pelos acessos passivos quanto ativos do sistema.
- Script **coleta.sh:** *script* criado para a coleta das informações
- Script **monitor_disparo.sh:** *script* criado para identificar o parâmetro acionado para o disparo da ligação e reprodução do áudio com a informação do sistema. Adicionalmente, o agendador de tarefas do Sistema Operacional poderá acionar este script.
- **URA (Unidade de Recepção Audível):** Será um menu para a escolha das opções pertinentes aos itens a serem monitorados.

Para qualquer uma das formas de acesso às informações, será utilizado o ramal que foi criado através do protocolo SIP no asterisk, sendo necessário editar o arquivo `/etc/asterisk/sip.conf`, e inserindo as linhas que seguem para a criação do ramal, confirme Figura 14.

```
[500] ; número do ramal
type=friend      ; ramal para receber e efetuar ligações
username=500     ; usuário
secret=123       ; senha do ramal
context=monitoramento ; nome do contexto que o ramal pertence
callerid="500" <500> ; identificação do ramal
dtmfmode=rfc2833 ; forma de envio de DTMF
nat=Yes          ; se poderá ser utilizado na NAT
disallow=all     ; desabilita todos os codecs
allow=ulaw       ; habilita o codec ulaw
allow=alaw       ; habilita o codec a law
host=dynamic     ; pode ser acessado de qualquer endereço IP
canreinvite=no   ; fluxo de voz obrigatoriamente passa pelo asterisk
```

Figura 14: Configuração do arquivo sip.conf do Asterisk.

Para que o ramal 500 possa estar acessível para receber ligações, e não apenas realizar, é necessário inserir as configurações da Figura 15, no arquivo de contextos /etc/asterisk/extensions.conf.

```
; ESPECIFICAÇÃO DE RAMAIS PARA SEREM ATENDIDOS
; SIP-tipo da conta / 500-O nome do ramal / 25-O tempo que vai chamar
em segundos, até que a ligação seja abandonada pelo
sistema.
exten => 500,1,Dial(SIP/500,25)
exten => 500,2,Hangup
```

Figura 15: Configuração do arquivo extensions.conf do Asterisk.

A busca de informações consiste numa ação da pessoa com acesso ao sistema, no qual este busca as informações e as disponibiliza através de uma URA.

Para a construção da URA Principal, foi criado um contexto específico dentro do arquivo de configuração /etc/asterisk/uras.conf, de tal forma que as opções do menu respeitassem na ordem da Figura 16.

```
[ura-principal]
exten => s,1,Wait(1)
exten => s,n,Set(CHANNEL(language)=pt_BR)
exten => s,n,Set(TIMEOUT(digit)=5)
exten => s,n,Set(TIMEOUT(response)=10)
exten => s,n,Background(/var/lib/asterisk/sounds/custom/escolha)
exten => s,n,WaitExten()
exten => 1,1,Goto(ura-memoria,s,1)
exten => 2,1,Goto(ura-horaedatadosistema,s,1)
exten => 3,1,Goto(ura-enderecoip,s,1)
exten => i,1,Playback(invalid)
exten => i,n,Playback(goodbye)
exten => i,n,Hangup
```

Figura 16: Arquivo de configuração uras.conf do Asterisk.

Para um melhor entendimento do Script da URA-PRINCIPAL, serão detalhadas as funções utilizadas.

- Exten => Comando utilizado para dar inicio ao procedimento que se segue;
- Wait(1) => Gera um tempo de espera de 1 segundo, podendo ser modificado de acordo com a necessidade;

- Set(CHANNEL(language) =pt_BR) => Define a linguagem como BR(**B**Rasileira) na variável language. Neste caso, está sendo utilizado o português brasileiro como linguagem;
- Set(TIMEOUT(digit)=5) => Limita o intervalo de tempo entre os dígitos quando o usuário está digitando um ramal;
- Set(TIMEOUT(response)=10) => limita o tempo máximo de espera de uma resposta. Neste caso, o usuário terá 10 segundos para fazer sua escolha dentre as opções da ura;
- Background(/var/lib/asterisk/sounds/custom/*escolha*) => Tocar o áudio “*escolha*” que está no caminho indicado;
- WaitExten() => Momento de espera para que seja feita a escolha entre uma das opções da URA;
- Playback(invalid) => Toca o arquivo de áudio “*invalid*”;
- Playback(goodbye) => Toca o arquivo de áudio “*goodbye*”;
- Hangup => Finaliza a chamada.

O Script mencionado mostra toda estruturação do sistema, desde a linguagem utilizada até a finalização do atendimento.

As 3 opções da URA que se encontram referenciadas com a síntese de comando GOTO, serve para direcionar o programa para a linha especificada.

As referências das opções do GOTO são:

Opção 1 do menu: Consulta da quantidade de memória da estação monitorada;

Opção 2 do menu: Consulta da hora e data atual do sistema;

Opção 3 do menu: Consulta do endereço IP da estação monitorada;

Logo em seguida, foi necessário fazer a coleta das informações como está citado acima e escrevê-las em arquivos de áudio que armazenam as informações temporariamente, até a próxima amostragem das informações. O *scripts* criados para esta captura seguem abaixo.

```
[ura-memoria]
exten => s,1,System(cat /proc/meminfo | grep MemFree | awk '{print "A memoria livre eh \"$2"
Kilo Baits"}' | espeak -v pt -p 50 -s 100 -w /tmp/memoria.wav)
exten => s,n,System(ffmpeg -i /tmp/memoria.wav -ar 8000 /var/lib/asterisk/sounds/custom/memoria.wav)
exten => s,n,Playback(/var/lib/asterisk/sounds/custom/memoria)
exten => s,n,System(rm -f /var/lib/asterisk/sounds/custom/memoria.wav)
exten => s,n,Hangup
```

Figura 17: URA-MEMORIA referente a captação das informações da memória.

O objetivo do script URA-MEMORIA (Figura 17) é gerar um arquivo de som com a pronúncia da quantidade de memória livre. Isso é feito pegando essa informação no `/proc/meminfo`, filtra-se em seguida a linha com a memória livre (comando *grep*), depois gerando com o *awk* a frase que será pronunciada e o *espeak* (sintetizador de voz) criando o arquivo de audio `/tmp/memoria.wav`.

O *ffmpeg* trata o arquivo criado e converte para uma amostragem que possa ser reproduzida pelo Asterisk que é de 8 Khz, pois o *espeak* por padrão cria arquivos de áudio com uma amostragem de 44.1 Khz.

```
[ura-horaedatadosistema]
exten => s,1,System(date +"Agora são %A %d de %B de %Y %-k horas %-M minutos %-S segundos" | espeak -v pt -p 50 -s 100 -w /tmp/data.wav)
exten => s,n,System(ffmpeg -i /tmp/data.wav -ar 8000 /var/lib/asterisk/sounds/custom/data.wav)
exten => s,n,Playback(/var/lib/asterisk/sounds/custom/data)
exten => s,n,System(rm -f /var/lib/asterisk/sounds/custom/data.wav)
exten => s,n,Hangup
```

Figura 18: URA referente a captação da hora e data do sistema.

O objetivo do script HORAEDATADOSISTEMA (Figura 18) é gerar um arquivo de som com a pronúncia da hora e data do sistema. Isso é feito pegando essa informação no comando *date* mais acréscimo das informações “*Agora são...horas...minutos....segundos*”. Em seguida, com a utilização do *espeak* (sintetizador de voz) é criado o arquivo de audio `/tmp/data.wav`.

O *ffmpeg* trata o arquivo criado e converte para uma amostragem que possa ser reproduzida pelo *asterisk* que é de 8 Khz. Na linha seguinte, o comando *Playback* irá reproduzir o áudio *data* que foi criado pelo *ffmpeg*. Em seguida, apaga-se o arquivo temporário gerado e finalmente encerra a ligação.

```
[lura-enderecoip]
exten => s,1,System(ifconfig eth0 | grep "inet addr" | awk -F ":" '{print $2}' | awk '{print $1}'
| awk -F "." '{print "O endereço IP é \"$1\" ponto \"$2\" ponto \"$3\" ponto \"$4\"}' | espeak -v pt -p 50
-s 100 -w /tmp/ip.wav)
exten => s,n,System(ffmpeg -i /tmp/ip.wav -ar 8000 /var/lib/asterisk/sounds/custom/ip.wav)
exten => s,n,Playback(/var/lib/asterisk/sounds/custom/ip)
exten => s,n,System(rm -f /var/lib/asterisk/sounds/custom/ip.wav)
exten => s,n,Hangup
```

Figura 19: URA referente a captação do endereço IP.

O objetivo do script ENDERECOIP (Figura 19) é gerar um arquivo de som com a pronúncia do endereço IP da estação monitorada. Isso é feito através do comando *ifconfig eth0* que é a interface de rede padrão do servidor monitorado. Já o *grep "inet addr"* filtra a linha que contém o endereço IP, e o *awk* gera a frase que será pronunciada pelo sintetizador que será: “O endereço IP é _____.____.____._____”

O *ffmpeg* como nos scripts já mencionados realizará a mesma atividade, entrando como já de conhecimento o *Playback* que irá reproduzir o áudio “ip” que foi criado pelo *espeak*, e em seguida, apaga-se o arquivo temporário gerado e encerra a ligação.

3.2. Dificuldades Encontradas

O sistema é bastante flexível, porém ainda é necessário realizar um trabalho de amabilidade ao sistema para que seja disponibilizado um ambiente de programação das funções de forma mais simplificada, possibilitando que usuários possam escolher de forma mais intuitiva e rápida algumas funções como:

- Ações a serem acionadas ao alterar algum parâmetro do sistema, como:
 - o Enviar e-mail com áudio anexo.
 - o Discar automaticamente para um número e reproduzir mensagem sintetizada.
 - o Registrar em *log* o ocorrido.
- Busca de parâmetros e ações sob demanda.

Para quaisquer realizações de monitoramento e utilização do sistema, uma nova programação deve ser realizada, podendo ser de forma mais flexível, com utilização de interfaces gráficas.

Ainda pode ser considerada uma limitação do sistema, a interconexão com a rede de telefonia pública, ou PSTN, caso não existam interfaces de interconexão no sistema.

Apesar de utilizar sistemas de código fonte aberto, pode haver a necessidade de uma implantação com mão-de-obra de maior qualificação, implicando num maior custo. Ainda pode haver a necessidade de

desenvolvimentos específicos e manutenção, que podem implicar num custo fixo para a utilização deste sistema.

Por se tratar de uma plataforma baseada em arquitetura PC, a facilidade de reposição de *hardware* é muito fácil, porém é sabido que, plataformas totalmente digitais como esta, são menos disponíveis que plataformas baseadas em *hardware* diretamente. Dependendo do tipo de aplicação, alguns recursos de alta disponibilidade com *cluster* ou equipamentos redundantes podem se fazer necessário para garantir alta disponibilidade.

Como mencionado anteriormente, esta apresentação específica faz uso de um recurso de sintetização de voz que não possui uma fala muito próxima à humana, mostrando uma robotização da fala bem acentuada. Esta limitação se dá por trabalhar com ferramentas livres, mas existe a possibilidade de utilizar outras ferramentas profissionais para compor uma solução com melhor qualidade de voz.

4 CONCLUSÕES

O acesso às informações ativamente permite que os dados relacionados no sistema monitorado sejam acessados sob demanda, com informações atualizadas e que podem ser necessárias para a tomada de decisão no momento adequado.

Alterações do estado de alguns pontos-chave do sistema podem acionar ligações automáticas para um telefone convencional (se o sistema estiver integrado com a rede de telefonia pública) ou até mesmo para um canal de voz em terminal VoIP. Isto faz com que o sistema traga flexibilidade suficiente para a acessibilidade solicitada nesta proposta de sistema de monitoramento.

Um ponto que pode ser melhor avaliado para estudos posteriores é a criação de um ambiente programável para usuários deste sistema poderem fazer com que as informações a serem coletadas possam ser buscadas de maneira mais amigável, através de ambiente web, por exemplo, evitando uma especialização técnica para o desenvolvimento das soluções possíveis neste sistema, visto que demanda conhecimentos muito específicos para tal, neste formato apresentado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANATEL. *Agência Nacional de Telecomunicações*. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: Mar. de 2011.

DIGIUM. *The Asterisk Company*. Disponível em: <<http://www.digium.com>>. Acesso em: Mar. de 2011.

DIGIVOICE. *Interfaces de telefonia*. Disponível em: <<http://www.digivoice.com.br>>. Acesso em: Mar. de 2011.

KELLER A. *Asterisk na Prática*. Editora Novatec, 2009.

MEGGELEN J. V. *Asterisk: O Futuro da Telefonia*. Alta Books, 2005.

TANENBAUM A. S. *Redes de Computadores*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2003.

VIAVOICE. *Viavoice da IBM®*. Disponível em: <http://www-01.ibm.com/software/pervasive/embedded_viavoice>, Acesso em Mar. de 2011.

TECHNET. *Portal Technet sobre o uso de SIP na Microsoft*. Disponível em: <<http://technet.microsoft.com/en-us/library/aa998265.aspx>>, Acesso em Mar. de 2011.

DIMARZIO, J. F. *Projeto e Arquitetura de Redes*. Campus, 2001.

PAQUET, C.; TEARE, D. *Construindo Redes Cisco Escaláveis*. Pearson Education, 2003.

PAQUET, C. *Construindo Redes Cisco de Acesso Remoto*. Pearson Education, 2003.

IBCD. *Instituto Brasileiro de Convergência Digital*. Disponível em: <<http://www.ibcd.com.br>> Acesso em: Mar. de 2011.

IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: Mar. de 2011.

Souza, A. J.; Freitas R. C., *Uma Ferramenta de Configuração de Telefonia IP Utilizando o Software Livre Asterisk*. BA, 2008. Disponível em: <http://thiagocavalcante.googlepages.com/RedesII_ExemploArtigo.pdf> Acesso em: Mar. de 2011.

JACKSON, S. F. *The USA Army Training Center Fort Jackson*. 2007. Museum - History - Chapter III. Disponível em: <<http://www.jackson.army.mil/Museum/History/CHAPTER%20III.html>>. Acesso

em: Mar. de 2011.

SKYPEFORSIP. *Integração de Skype com SIP*. Disponível em: <<http://www.skype.com/business/products/pbx-systems/sip/>>. Acesso em: Mar. de 2011.

RECH323, *Recomendação H.323 do ITU*. Disponível em: <<http://www.itu.int/rec/T-REC-H.323/e>>. Acesso em Mar. de 2011.

ODDCAST. *Oddcast Technology*. Disponível em: <<http://www.oddcast.com>> . Acesso em: Mar. de 2011.

ACAPELA, *Acapela Group*. Disponível em: <<http://www.acapela-group.com/>>. Acesso em: Mar. de 2011.

TTS. *Text to Speech Social Network*. Disponível em: <<http://text-to-speech.com.br/>> . Acesso em: Mar. de 2011.

FESTIVAL. *The Centre for Speech Technology Research*. Disponível em: <<http://www.cstr.ed.ac.uk/projects/festival>> . Acesso em: Mar. de 2011.

ESPEAK. *Espeak text to speech*. Disponível em: <<http://espeak.sourceforge.net>> . Acesso em Mar. de 2011.

JÚNIOR, H. A. L.; SOUZA, J. M.; PACHECO, J. A. *Asterisk Embarcado*. Disponível em: <<http://revista.ctai.senai.br/index.php/edicao01/article/viewDownloadInterstitial/35/20>>. Acesso em: Mar. de 2011.

VINCI, O. R. V.; FERREIRA, P. C. *Sistema de Comunicação VoIP Wi-Fi*. Disponível em: <<http://www.pcs.usp.br/~pcspf/2007/Cooperativo%202007/PCS%202050%20COOP%20Grupo%20%2814%29/grupo14c.pdf>>, Acesso em: Mar. de 2011.

FILHO, S. F. M. C.; BICA Francine. *Acessibilidade digital para cegos: Um modelo de interface para utilização do mouse*. Disponível em: <<http://ceie-sbc.tempsite.ws/pub/index.php/sbie/article/viewFile/687/673>>. Acesso em: Mar. de 2011.

RFC2543, *SIP: Session Initiation Protocol*. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2543.txt>>, Acesso em: Mar. de 2011.

WIRESHARK. *Programa Analisador de Protocolos*. Disponível em: <<http://www.wireshark.org/>>, Acesso em: Mar. de 2011.