

# Desenvolvimento de Gateways para Telefonia IP

Jorge Guedes Silveira, Ricardo Balbinot, Fladhimir Câmara Castello

**Resumo**—Este trabalho discorre sobre a implementação de um conjunto de gateways (gateway de sinalização, mídia gateway e gateway de controle), utilizado para interconexão entre sistemas de telefonia IP e sistemas de telefonia legados, também descrevemos a respeito de algumas técnicas implantadas em nossos servidores tais como mecanismos de adaptação e correção de pacotes Waveform Substitution e FEC. Nosso gateway foi desenvolvido de forma modular com intuito de servir como base para futuras pesquisas na área de telefonia IP, pois cada módulo foi desenvolvido de forma independente das demais possibilitando a adoção de diversas funcionalidades sem exigir muito esforço na implementação do código.

**Palavras-Chave**— Gateway, telefonia IP, interconexão, voz sobre IP.

**Abstract**— This work deals with the implementation of a set of gateways (signaling gateway, media gateway and gateway controller) to be used in the interconnection of IP telephony systems with legacy telephony networks. It is also described some techniques that have been implemented in our servers such as packet adaptation and correction mechanisms, Waveform Substitution and FEC. Our gateway was developed in a modular way to be flexible and scalable. Due its modular characteristic we may add groups of some specific functions in modules that may be executed in the same engine, or in different machines. In this latter way we can get a robust system with high performance. Our work is based on exhaustive studies, and simulations, we've done mainly dealing with signaling, with real time media transport, on data coding and compression, and with some many algorithms or aspects lied to robust architectures.

**Index Terms**—Style file, MS Word, SBT'03, IEEE publication style.

## I. INTRODUÇÃO

Não obstante, o problema tecnológico do transporte da voz, em um sistema de telefonia IP, esteja bem situado na comunidade científica, ele está muito distante de ser considerado como resolvido. Existem muitos aspectos ainda a serem especificados, e normalizados, como bilhetagem, interconexão com sistemas legados, gateways para os diferentes sistemas de sinalização. Existem ainda muitos outros problemas identificados referentes à transmissão em si, à confiabilidade e segurança, à qualidade final obtida, além dos mecanismos apropriados de sinalização da comunicação em trânsito. Portanto, são importantes os estudos que realizamos, neste trabalho, sobre diferentes técnicas e algoritmos que poderão ser utilizados no tratamento da qualidade em telefonia IP. Optamos por ressaltar as técnicas com ênfase em adaptação e manutenção de qualidade. Alguns destes aspectos referem-se a técnicas de “bufferização”, técnicas de correção de erros e técnicas de compensação de perdas.

Originalmente a tecnologia IP não estava preocupada com

a transmissão de diferentes mídias, sobretudo com características de tempo real e, portanto, os protocolos tradicionais especificados para a família TCP/IP, como o TCP e o UDP, não se mostram adequados ao transporte da voz. De modo geral espera-se que sistemas de voz-sobre-IP (VoIP) permitirão, de uma maneira geral economizar em ligações de longa distância. O PABX exige um especialista para mudança de banco de dados dos seus terminais. Portanto, a gerência de um PABX IP deve utilizar, em princípio, as mesmas ferramentas de uma rede IP, cujos gerentes e administradores de rede, ou equipes de suporte, já estão familiarizados.

Atualmente as grandes corporações utilizam melhor a capacidade de suas linhas privativas de dados entre filiais para evitar tarifas DDD em comunicações de fonia. Espera-se que Provedores de Serviço Internet (ISPs) e Provedores de Aplicações (ASPs) deverão oferecer roteamento de voz sobre IP para clientes corporativos. Telefonia IP pode ser considerada, academicamente, como um caso particular de VoIP, no entanto a sua utilização como um serviço público, pelas operadoras de telefonia, ainda necessita de muito estudo para vir a ser um serviço confiável e com qualidade. Isto deverá exigir ainda, por parte dos órgãos de pesquisa e de normalização, um grande esforço tanto em pesquisa, desenvolvimento quanto na padronização de sistemas abertos.

Os equipamentos PABX são proprietários e razoavelmente caros quando comparados com LANs. Por outro lado as indústrias de computação e de comunicação de dados evoluem mais rapidamente e os preços também declinam proporcionalmente. O investimento em uma única rede integrando dados e voz deverá ser, certamente, mais baixo sob qualquer ótica que olharmos: infra-estrutura única, operação e suporte e ferramentas de gerência, pois a arquitetura IP é aberta, distribuída e padronizada, enquanto que a arquitetura de telefonia é proprietária e centralizada. O PABX possui sistema operacional e sistema de transporte de dados próprio, no entanto o controle é inacessível para o desenvolvimento de novas aplicações. Por outro lado a larga difusão das redes IP sobre LANs, MANs e WAN aliado as novas tecnologias sempre em constante evolução tornam a conectividade IP bastante comum tanto nas corporações quanto nas residências.

## II. PROBLEMAS TÍPICOS E MECANISMOS DE RESOLUÇÃO ADOTADOS

Devido ao fato de termos, na transmissão, um sistema com taxa de geração de dados, e taxas de amostragem de voz, constantes, há necessidade, na recepção, de um mecanismo

que possua dados para reprodução a uma taxa constante igual a da origem. Ou seja, caso o sistema não receba os pacotes ou frames de voz a tempo, ele perceberá a ausência dos mesmos como uma perda. Com relação a este aspecto utilizamos os buffers de dejitter para auxiliar na atenuação da percepção de perda no sistema devido a variações bruscas no atraso. O uso deste mecanismo, contudo, não contempla o problema da perda de segmentos de voz em si, mas sim situações de perda de curtos segmentos devido ao jitter. Os buffers em questão também podem ser acoplados a técnicas de compensação de perdas de pacotes, permitindo uma atuação mais efetiva de sistemas de voz sobre IP no sentido de evitar baixa de qualidade devido a perdas eventuais de pacotes ou a variações muito grandes de atraso (jitters maiores que a máxima capacidade do buffer). É importante destacar igualmente que, muito embora o efeito benéfico do buffer de dejitter o mesmo também introduz atraso no sistema e, por essa razão, o problema de seu dimensionamento é importante e bastante significativo no desempenho da arquitetura.

A questão de erros ao nível bit na transmissão da voz não foi, por nós, considerada vital nos sistemas de Telefonia IP devido às características próprias da mídia transportada, conjugado com o fato das redes oferecerem, na atualidade, um BER (Bit Error Rate) baixo, o que tolera que erros eventuais sejam aceitos sem detrimento significativo da qualidade da voz. Sob esse aspecto é importante ressaltar que, neste trabalho com gateways de telefonia IP, nos preocupamos muito mais com erro por perda de pacotes do que com os erros ao nível bit.

O protocolo RTP oferece um mecanismo mais apropriado para a transmissão da voz sobre IP, muito embora não resolva todos os problemas de transmissão que são descritos neste artigo. No entanto, a grande vantagem do mesmo é que outro protocolo complementar, o RTCP, oferece mecanismos de realimentação acerca da qualidade da sessão em andamento em tempo quase real. Preocupações com confiabilidade e segurança no transporte das informações é um problema geral da tecnologia TCP/IP. Contudo, devemos abordar o problema sob a perspectiva de sistemas em tempo real, pois o próprio conjunto RTP/RTCP, dentro de sua concepção, já prevê a adoção de mecanismos de criptografia, muito embora não especifique nenhum em particular. A confiabilidade dos dados, por sua vez, foi tratada sob dois aspectos distintos: a inserção de informações indevidas no fluxo de dados da sessão RTP e a não entrega de pacotes com informações significativas.

O primeiro é um problema tratado no próprio RTP, enquanto o segundo permanece ainda como uma questão a ser resolvida através de outros mecanismos não tratados no presente trabalho. Todos os problemas de transmissão refletem-se na realidade, por parte do usuário de telefonia, pela observação subjetiva de uma melhor ou pior qualidade na conversação. Tradicionalmente, a avaliação dessa qualidade era feita, nos sistemas analógicos, por mecanismos simples de relação sinal-ruído ou similares, os quais são inadequados no caso específico. O mecanismo de avaliação

mais aceito é o MOS [19] – Medium Opinium Score. O MOS de sistemas tradicionais de telefonia gira em torno de 4,5 ou 5, que é o conceito máximo possível de ser atingido. O uso de compressores já introduz, por si só, perdas no conceito MOS de máximo possível de ser atingido. É importante notar ainda que não somente a compressão, o atraso e a perda de pacotes afetam o coeficiente de qualidade possível de ser atingido, mas também a localização destas perdas. Por estas razões, adotamos como principais mecanismos de adaptação e manutenção de qualidade os buffers de saída e de reprodução, um mecanismo de redundância de pacotes além dos mecanismos clássicos de perdas e erros.

### III. QUALIDADE E MANUTENÇÃO DA QUALIDADE

Uma das buscas constantes em sistemas de Telefonia IP consiste na manutenção de um nível aceitável de qualidade e inteligibilidade final a serem observadas pelos usuários do serviço. Isto é especialmente importante se considerarmos que os usuários dos sistemas tradicionais de telefonia já estão acostumados com um alto nível de qualidade de serviço. A adaptação da qualidade em sistemas de voz sobre IP procura caracterizar a adaptação das taxas efetivas de transmissão em razão de um processo de congestionamento. Contudo, no caso de sistemas de Telefonia IP onde, freqüentemente, temos a utilização de taxas mínimas de transmissão através de uma compressão eficaz na voz digitalizada e também através do uso de mecanismos de detecção de silêncio, não é possível aceitar-se a queda na taxa de transmissão como um mecanismo de adaptação. Por esta razão, há necessidade de proverem-se mecanismos os quais, independentemente das condições da rede, possibilitem a inteligibilidade da voz nos curtos períodos em que se observa uma alta taxa de perdas. Portanto, a nossa preocupação maior, na realidade, é com a manutenção da qualidade.

### IV. IMPLEMENTAÇÃO DE MECANISMOS DE CORREÇÃO PARA PERDAS DE PACOTES

O uso de FEC é um dos mecanismos mais estudados na atualidade para a manutenção da qualidade em sistemas de telefonia IP. Os métodos FEC adicionam redundância de dados para permitir a correção dos dados perdidos durante a transmissão. Por este motivo, incorrem numa utilização desnecessária dos recursos de rede (overhead) nos casos em que as condições estejam normalizadas e já não apresentem perdas significativas de pacotes, assim sendo, deve haver uma relação dinâmica de compromisso entre a adição da redundância e as situações de congestionamentos na rede, caso contrário o remédio acaba sendo mais prejudicial ainda. Se considerarmos que, a perda em grande parte se deve a um congestionamento, e neste caso o aumento de fluxo de dados, devido ao overhead da redundância, pode realmente tornar a situação ainda pior. Complementarmente, também foram implementados alguns mecanismos clássicos de compensação de perdas de pacotes, no lado do receptor, a fim de corrigir eventuais situações que realmente sejam observadas como a

perda do pacote e caso o sistema não suporte o mecanismo FEC. Existem basicamente três classes de compensação que podem ser utilizadas: técnicas de inserção, de interpolação ou de regeneração dos pacotes. As técnicas de inserção prevêm a substituição do pacote perdido por silêncio, ou ruído, ou ainda repetição do último pacote recebido. No caso do silêncio sua eficiência é relacionada diretamente ao tamanho da unidade perdida, uma vez que a falha se torna mais perceptível para o ouvido humano quando o tamanho do pacote perdido é maior. A técnica de inserção de ruído se mostra mais eficiente que o método anterior uma vez que o cérebro humano tem mais capacidade, dessa forma, de inconscientemente reparar a falta de um segmento de fala, conforme [16], e também porque a técnica de geração de ruído pode usar informações enviadas pelo emissor para gerar o ruído de conforto quando o sistema utilizar algoritmos de detecção de silêncio. No trabalho foi implementada a técnica de repetição do último pacote recebido, porque este explora as características de redundância da voz e, sobretudo, porque tem baixa complexidade computacional e uma performance aceitável, necessitando apenas de um buffer para o último pacote recebido. Outras técnicas, interpolação e regeneração, foram simuladas e testadas, porém o ganho de qualidade obtido em relação à repetição do último pacote recebido apresentou um custo muito elevado de processamento. As técnicas de interpolação procuram recriar uma versão similar do pacote perdido através da interpolação entre pacotes adjacentes ao mesmo. Para isso é criado um buffer de amostras. Alternativamente podem-se usar amostras posteriores à perda, para se alcançar um resultado melhor. Apesar de apresentar resultados superiores às técnicas de inserção, o processamento dispendido nessa situação é muito maior. A técnica deste grupo de interpolação, que foi analisada e comparada, foi o Waveform Substitution. Finalmente a técnica de regeneração estende o conceito da interpolação procurando agregar conceitos relativos ao codec utilizado na voz. Para isso usa as informações relativas ao algoritmo de compressão para recriar o áudio perdido. Esta técnica é necessariamente dependente da mídia e demanda muito processamento. As técnicas Interpolation of Transmitted State e Model-based Recovery foram estudadas, pela equipe, a título de avaliar a relação custo (processamento)/benefício.

## V. MÓDULOS DE TRANSPORTE DE VOZ

O RTP é o protocolo mais adequado para o transporte de informações em tempo real sobre IP, mas na realidade ele inclui um sistema de controle em tempo real, denominado RTCP (Real Time Control Protocol) que possibilita, além do simples transporte das informações, a verificação das condições de transmissão que são observadas durante o período de conversação entre os peers RTP [RFC 1889]. O conjunto RTP/RTCP não oferece nenhum mecanismo de garantia de qualidade de serviço, nem mesmo garantia de entrega dos pacotes, mas fornece os meios necessários para a

entrega de pacotes com mínimo atraso e oferece mecanismos que possibilitam o controle da qualidade observada na rede. Ou seja, o RTP fornece os mecanismos básicos que permitem a entrega simplificada das informações, a determinação da fonte das mesmas e da base temporal utilizada para sua geração, além do sequenciamento apropriado das informações. Através desse conjunto de informações é possível estimar-se, também, se um dado pacote de dados foi ou não perdido.

O TCP é inadequado para o transporte da voz em sistemas de tempo real, porque ela não suporta atrasos elevados e também pelas características intrínsecas do protocolo, entre as quais, particularmente, a retransmissão de dados. Portanto, o RTP é tipicamente transportado em pacotes UDP (User Datagram Protocol), que utilizam, principalmente, os seus métodos de multiplexação. Uma das necessidades que o RTP expressa em relação a serviços que devem ser providos por camadas inferiores é, justamente, a necessidade desta multiplexação nas diferentes sessões RTP, uma vez que o protocolo por si só não é capaz de prover esse tipo de facilidade.

O RTCP é o grande responsável por monitorar a qualidade do serviço e por repassar informações sobre participantes numa sessão em andamento. Na realidade a grande flexibilidade do RTP é advinda justamente dessa capacidade, a qual será utilizada por diversos mecanismos a fim de controlar ativamente a qualidade da informação sendo transmitida e recebida.

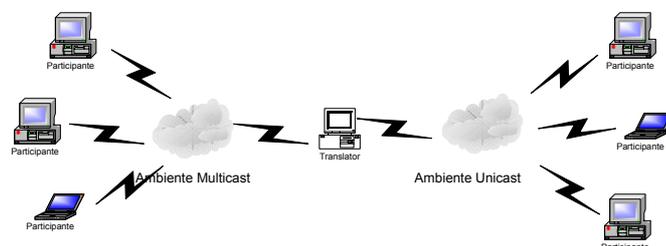


Figura 1 - Tradutor de ambiente multicast para unicast.

A necessidade de interconexão de ambientes multicast com ambientes unicast em uma sessão RTP implica na existência de uma lacuna em um sistema de Telefonia IP que é preenchida por aplicações independentes que se comportam como Tradutores (ou Translators). Essencialmente esses sistemas encaminham os pacotes RTP de um ambiente para o outro mantendo intactas as informações referentes ao campo SSRC. Esses sistemas também podem ser utilizados como transação através de firewalls. Os tradutores também são utilizados para reduzir a banda da rede necessária para a transmissão dos dados, uma vez que o mesmo pode efetuar conversões de formato na mídia transmitida [4,17]. Particularmente, um gateway IP-RPTC pode (e deve) ser considerado, sob o ponto de vista do RTP, como um elemento tradutor.

## VI. ARQUITETURA MODULAR DO GATEWAY

Tradicionalmente DSPs ou Digital Signal Processor(s) são utilizados no tratamento de funcionalidades tais como compressão da voz, geração/detecção tons, cancelamento de ecos e a supressão de silêncios (VAD: Voice Activity Detector), enquanto os microprocessador(es) ou CPUs são utilizados para a implementação dos protocolos e sinalização de telefonia da RPTC, os protocolos de rede (TCP,IP,UDP, SIP...) e gerência, e para as funcionalidades de roteamento e bilhetagem.

Na metodologia de concepção adotada optamos por uma solução "full IP", onde uma das características inéditas deste trabalho consistiu justamente na implementação em software e com código próprio, em delphi, de todas as funcionalidades citadas acima, mesmo aquelas, normalmente implementadas, pelos fabricantes de telefone IP, com DSPs.

Nesta seção apresentamos a arquitetura que foi implementada, tendo em mente, um sistema de telefonia IP robusto capaz de permitir a interconexão entre chamadas desde sistemas de telefonia tradicional com chamadas provenientes de uma rede IP. Foi especificada uma arquitetura modular e flexível, para permitir a adição de novas funcionalidades e tornar o sistema escalável e mais robusto. Os principais módulos do sistema são os responsáveis pela conversão de sinalização, transmissão da mídia, resolução de endereços, localização do usuário, autorização, autenticação, bilhetagem e gerenciamento remoto via o protocolo SNMP. A implementação do gateway foi realizada sobre três segmentos particulares: o gateway de mídia, o gateway de sinalização e o controlador de gateway. Portanto além do gateway para conversão dos pacotes de voz ou gateway de mídia, outros gateways específicos para a tradução de sinalização ou conversão de SIP para H.323, ou para conversão de SS7 para SIP foram também implementados.

Os gateways foram desenvolvidos como uma plataforma básica capaz de viabilizar o desenvolvimento de novas aplicações de conversão de protocolos na área de telefonia IP. Isto é possível graças à construção modular, onde é possível adicionar ou retirar módulos sem afetar o funcionamento global do gateway. Isto significa que é possível desenvolver muitos módulos de tradução diferentes e trabalhar-se com um ou mais deles simultaneamente. Como valor agregado, nós podemos ainda comparar diferentes implementações e técnicas, obtendo como resultado um estudo e comprovação prática de quanto eficientes e efetivos são determinados algoritmos.

Obviamente que é necessário uma preocupação redobrada com relação à correta modelagem e com a análise, de tal sistema, para que tudo possa funcionar adequadamente. Neste artigo, apresentamos a modelagem e a análise que foi realizada no desenvolvimento dos gateways e também a justificativa de nossos resultados.

No sistema modular, a arquitetura do gateway foi, na realidade, dividido em três elementos básicos, ou

simplesmente gateways, cada um sendo responsável por uma característica específica: o gateway de sinalização, responsável pela translação dos protocolos de sinalização dos sistemas legados com a rede IP, o gateway de mídia, utilizado para converter entre as duas redes padrões (realizando codificação, compressão e a construção dos pacotes de cada lado), o controlador do gateway, responsável pelo controle e gerenciamento de todo o gateway, além de controlar os recursos disponíveis e a condição da rede.

A Figura 2, a seguir, ilustra alguns dos módulos implementados, ou em implementação, na arquitetura do gateway.

## VII. DESCRIÇÃO DOS MÓDULOS DE SINALIZAÇÃO

Os protocolos de sinalização, normalmente tratam a questão das negociações prévias à transmissão, assim como a liberação de recursos alocados pelo terminal e pela rede no transcorrer da comunicação. Tais protocolos são principalmente representados, em sistemas de VoIP (Voz sobre IP), pelo emergente SIP [7], no entanto outros protocolos podem ter papel importante como o MGCP [8], o MEGACO [9] ou o já tradicional H.323 [3]. Protocolos que também executam funções de sinalização são alguns componentes do H.323, em particular o H.245[2] e H.225.0[1], além de protocolos adicionais ao MGCP. É importante destacar, contudo, que muito embora apresentando situações redundantes, os protocolos acima somente conflitam no tocante a algumas funcionalidades do H.323 com o SIP e do MGCP com o MEGACO.

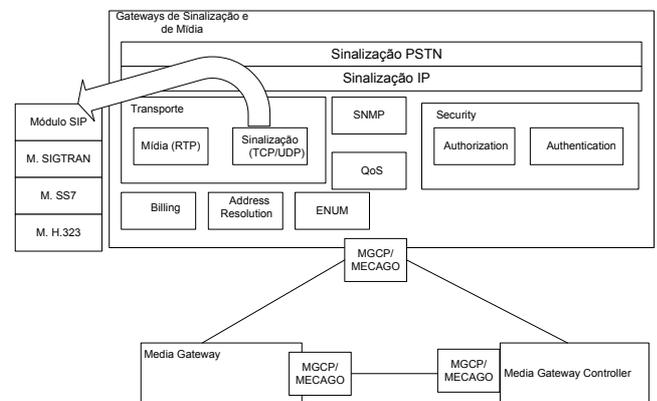


Figura 2 - Arquitetura do Gateway

De forma geral e simplificada um sistema de Telefonia IP possui os seguintes elementos: os terminais de usuário, gateways e proxies. Outras entidades podem ser inseridas conforme a necessidade ou aplicação específica, mas as três anteriores são certamente as mais comumente verificadas. Um caso interessante pode ser a presença de MCUs ou Gatekeepers dentro da filosofia do H.323. O terminal de usuário é a entidade responsável pela interação direta do usuário com o sistema de telefonia. O mesmo deve prover todas as funcionalidades relacionadas com a aquisição, tratamento e reprodução dos sinais de voz dos interlocutores,

assim como funcionalidades relacionadas ao transporte da informação de modo apropriado, sinalização e correção/compensação de erros, entre outras.

Por fim, os elementos proxies são responsáveis pelo seguimento da sinalização e, em boa parte, pela localização do usuário dentro da rede de telefonia IP. A Figura 3 ilustra um proxy SIP tradicional.

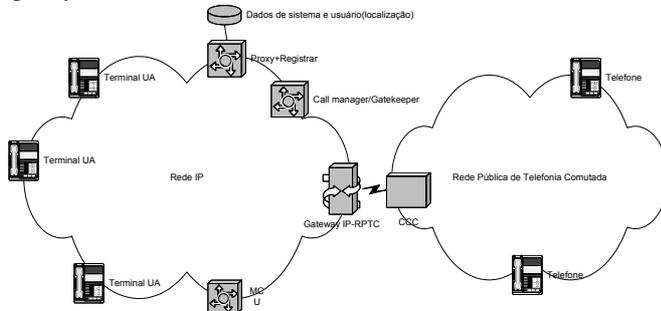


Figura 3 - Principais entidades de um sistema de Telefonia IP

A seguir apresentamos a descrição dos módulos de sinalização desenvolvidos. Cabe ressaltar que alguns dos protocolos citados a seguir não são propriamente de sinalização, mas devido ao seu alto grau de relacionamento é importante citá-los.

#### A. Módulo SIP

O Session Initiation Protocol (SIP – RFC 2543 [7]) é um protocolo que tem por objetivo a padronização das mensagens para criação, modificação e finalização de sessões multimídia, por exemplo, chamadas de voz. O padrão foi desenvolvido como um protocolo multimídia que usa as vantagens das mensagens e arquiteturas encontradas nas aplicações populares da Internet. Pelo uso de uma arquitetura distribuída, com a utilização de universal resource locators (URL) para resolução de nomes e mensagens baseadas em texto, o protocolo SIP pretende usar as vantagens do modelo da Internet para construção de aplicações de VoIP. O mesmo herda características de dois protocolos muito utilizados na Internet, o hypertext transfer protocol (HTTP) e o simple mail transfer protocol (SMTP). Como o mesmo se integra de forma natural com outros serviços e aplicações da família TCP/IP, serviços como DNS, LDAP e outros são naturalmente utilizados para o provimento de características necessárias aos sistemas.

Portanto o módulo SIP foi modelado, e implementado, para definir como as sessões deverão ser criadas e destruídas. Este módulo utiliza ainda outros protocolos padrão IETF para definir outros aspectos de sessões multimídia, como, particularmente, o Session Description Protocol (SDP) [6] para descrição das habilidades da sessão. Embora o IETF esteja na atualidade discutindo e gerando extensões que permitam que redes SIP trabalhem com as redes de voz legadas, a principal motivação do módulo SIP está na criação de um ambiente que suporte a próxima geração de modelos de comunicação que utilizem a Internet e as aplicações da

Internet. Conseqüentemente o módulo SIP utilizará o protocolo SIP para conexões de aplicações multimídia que utilizam IP puro.

#### B. Módulo ENUM

O Protocolo E.164 Number and DNS (ENUM) [20] especifica como a numeração padrão para telefonia, E.164, pode ser traduzida com o uso de Domain Name Service (DNS) a um ou mais endereços IP em especial. O protocolo ENUM foi concebido para auxiliar na convergência da Rede Pública de Telefonia Comutada e da rede IP, isto é, no mapeamento do número de telefones da rede pública de telefonia comutada (RPTC) para serviços da Internet, possibilitando dessa forma desenvolver um grande número de aplicações baseado em números de telefones.

Conseqüentemente, o módulo ENUM foi modelado e implementado de modo a permitir a criação de um ambiente de “independência” numérica, onde o número de identificação do usuário, e não mais simplesmente um número telefônico, passa a ser associado diretamente ao usuário. Atualmente o número é associado a uma dada hierarquia de distribuição e de realização de chamadas. Portanto, a implementação do módulo ENUM visa à criação de um ambiente competitivo onde o usuário não perde o seu número quando na escolha de um eventual provedor de serviços de telecomunicações, sendo esta a razão principal que está levando diversos países a estudar a adoção deste padrão, a fim de estimular a competição entre as operadoras. O funcionamento deste módulo é baseado na tradução de um número telefônico em um endereço DNS. Uma aplicação chave na qual o módulo ENUM será testado é a habilidade do gateway em executar uma chamada entre um PC e um telefone da RPTC. Outra característica interessante e que será suportada pelo módulo, é a de permitir que vários serviços sejam associados ao mesmo número E.164. Isso será realizado de forma implícita, pois o registro utilizado no servidor DNS é do tipo NAPR, que possibilita a associação recursiva de uma série de aplicações, em ordem de preferência, associadas à tradução do nome.

#### C. Módulo MGCP

O protocolo MGCP [8] foi especificado para controlar gateways de telefonia através de elementos de controle externo chamados media gateways controllers. O mesmo assume a arquitetura de controle da chamada onde a inteligência da chamada está fora do gateway e é executada por elementos de controle externo.

O módulo MGCP foi implementado, no contexto da arquitetura geral do gateway, com a idéia de prover mecanismos que possibilitem a criação de gateways distribuídos, onde a principal carga da operação, ou seja, a tradução de padrões e mídias de uma rede para outra, seja executada por diversos elementos distintos, possivelmente localizados em máquinas distintas.

Apesar deste objetivo de descentralizar tarefas, o módulo MGCP deve viabilizar a criação de um ambiente integrado onde, externamente, os diversos elementos distribuídos possam ser vistos como uma unidade única indivisível. Este módulo, em conformidade com o IETF, foi modelado integrando as noções de “Media Gateways” e “Media Gateway Controller”, onde os MGs (Media Gateways) são terminais simples e o MGC (Media Gateway Controller) desempenha o papel do servidor que provê os serviços. Os MGs ficam nos extremos da linha e possibilitam interação com o usuário, enquanto que o MGC provê o gerenciamento centralizado de onde saem todos os comandos. É importante entender que neste modelo o MG é um terminal simples sem funções inteligentes, todas as funções são executadas no MGC.

As mensagens de controle entre servidor/cliente, ou entre MGC/MG, são enviadas em UDP/IP e quando se estabelece uma conexão de voz serão utilizados os pacotes RTP. Tal modelo centralizado de controle permite a criação de ambientes muito mais eficientes, incluindo, controle de tarifação, call-agents, serviços de mensagens, etc., e dependendo do equipamento, o servidor MGC poderá suportar integrações com aplicações de telefonia usado nos PBXs e oferecer interação com os outros protocolos do IETF como SDP, SAP, RTSP etc.

#### D. Módulo MEGACO

Derivado do protocolo de controle de gateway de mídia (MGCP), o protocolo Megaco [9] fornece controle centralizado de serviços e comunicação de multimídia sobre redes baseadas em IP. Ele está ganhando aceitação porque permite maior capacidade de ajuste que a permitida pelo H.323 e enfoca, principalmente, os requisitos técnicos além dos recursos de conferência multimídia que são omitidos no protocolo MGCP. Na arquitetura funcional do gateway, o módulo Megaco implementará um protocolo de sinalização a ser usado entre os elementos da arquitetura distribuída incluindo nestes o gateway de mídia e os controladores de gateways de mídia. Alguns autores chamam tais funcionalidades de “softswitches” [9] ou de agentes de sessão [8], porque a funcionalidade primária do MEGACO é extremamente semelhante ao protocolo MGCP.

No entanto, é importante destacar a diferença entre os módulos MGCP e MEGACO dos demais protocolos de sinalização, em particular do módulo SIP. O objetivo dos dois primeiros é o controle de um elemento em particular (os gateways), enquanto do último é o estabelecimento de sessões entre diversos tipos de elementos distintos. Obviamente, em determinados cenários de utilização, particularmente em situações de trunking via VoIP, os módulos MGCP e MEGACO poderão ser utilizados sem o SIP porque os mesmos não deverão conflitar diretamente em termos de funcionalidades.

## VIII. CONCLUSÃO

O PABX possui sistema operacional e sistema de transporte de dados próprio, mas, no entanto, o seu controle é inacessível para o desenvolvimento de novas aplicações, por outro lado a larga difusão das redes IP sobre LANs, MANs e WAN aliado as novas tecnologias sempre em constante evolução tornarão a conectividade IP bastante comum tanto nas corporações quanto nas residências.

Os principais objetivos e resultados deste trabalho estão relacionados à construção de um sistema flexível, modular e escalável de Unidade de Interconexão de Protocolos para Telefonia IP. O gateway demonstrou ser responsável pela interação do sistema com outras tecnologias, destacando-se, particularmente o papel do gateway na interconexão com sistemas legados, como o gateway IP-RPTC (Rede Pública de Telefonia Comutada). O gateway foi desenvolvido para suportar um conjunto de três segmentos, como gateway de mídia, gateway de sinalização e o controlador de gateways. Portanto além do gateway para conversão dos pacotes de voz ou gateway de mídia, foram implementados outros gateways específicos para a tradução da sinalização, mais especificamente para a conversão SIP-H.323 e para conversão SS7-SIP.

## REFERÊNCIAS

- [1] ITU-T Recommendation H.225.0 (1998) “Call signaling protocols and media stream packetizations for packet-based multimedia communication systems”
- [2] ITU-T Recommendation H.245 (1998) “Control protocol for multimedia communication”
- [3] ITU-T Recommendation H.323 (1998) “Packet-based multimedia communication systems”
- [4] IETF RFC 1889 “RTP: A Transport Protocol for Real Time Applications”
- [5] IETF RFC 1890 “RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control”
- [6] IETF RFC 2327 “SDP: Session Description Protocol”
- [7] IETF RFC 2543 “SIP: Session Initiation Protocol”
- [8] IETF RFC 2705 “Media Gateway Control Protocol (MGCP) version 1.0”
- [9] IETF RFC 3015 “Megaco protocol version 1.0”
- [10] DOUSKALIS, B. IP Telephony: The Integration of Robust VoIP Services, Prentice-Hall.
- [11] RUSSEL, T. Signaling System #7, McGraw-Hill
- [12] HENRIQUE, M. C., Introdução ao sistema de sinalização por canal comum n7 e à central Batik ELCOM 4KT. Relatório técnico DCC028/96. Setembro, 1996.
- [13] Illuminet. Signaling System 7 (SS7). Retirado de The International Engineering Consortium, <www.iec.org>. Acessado em Julho, 2002.
- [14] SS7 Tutorial – Network Architecture, retirado de <www.ss8.org>. Acessado em Julho, 2002.
- [15] American National Standards Union, Signaling System No 7; ISDN User Part Signalling procedures. ITU-T Q764, Setembro, 1997.
- [16] WASEM, O. J. et al. The effect of waveform substitution on the quality of PCM packet communications, IEEE Transactions on Acoustic Speech and Signal Processing, 36(3):342 to 348 - March 1988.
- [17] RUELA, J. Arquiteturas Multimídia – FEUP/DEEC/RBL – 2002/03.
- [18] BALBINOT, R. Modelagem e Prototipagem de Sistemas de Voz sobre IP Com Mecanismos de Transmissão Robusta –Dissertação Mestrado em Engenharia Elétrica- PUCRS - Março/2002
- [19] ITU-T Recommendation P.800, “Methods for subjective determination of transmission quality”, 1996.
- [20] IETF RFC 2916, “E.164 number and DNS”
- [21] IETF RFC 2719, “Framework Architecture for Signaling Transport”