

Princípios de Voz sobre IP

Uma nova abordagem sobre telefonia

Antes da bolha das pontocom explodir, a telefonia IP, via Internet e Intranet, era considerada uma tecnologia bacana. Infelizmente, o VoIP era inconveniente naquele momento e não conseguiu conquistar seu lugar. **POR JÖRG REITTER**



www.photocase.de

Hoje, tanto usuários particulares quanto corporativos podem beneficiar-se dos recursos encontrados nos bons softwares para VoIP; provedores especializados oferecem conexões a baixo custo entre o mundo VoIP e a Rede Comutada de Telefonia Pública (PST).

A Voz sobre IP (VoIP) está lentamente conquistando espaço como substituto das redes telefônicas tradicionais usadas hoje pelos sistemas de telefones analógicos ou linhas ISDN. O VoIP converte a voz em pacotes IP que podem ser transportados pela Internet por uma fração do custo. O cabeamento tradicional pode continuar no lugar, mas mudanças na tecnologia de acesso são essenciais, já que o VoIP requer apenas uma conexão com a Internet. Contas de telefone nunca mais!

A telefonia VoIP é bastante barata para usuários individuais que precisam apenas de uma única linha. O “aparelho de telefone” necessário, nesse caso, é um *SoftPhone* para seu PC equipado com Linux. Você também irá precisar de uma placa de som e um par de fones de ouvido com microfone: só isso, a não ser que esteja disposto a

gastar mais dinheiro. Se a idéia de usar seu computador como telefone o incomoda, pense na possibilidade de comprar um aparelho de telefone específico para VoIP. Os telefones VoIP custam tanto quanto os tradicionais, aproximadamente entre 150 e 250 dólares, mas você pode ter a sorte de encontrar um provedor VoIP que patrocine seu investimento no hardware em troca de um plano de fidelidade. Utilizar um telefone VoIP fornecido pelo seu provedor também garante que o aparelho será compatível com a tecnologia necessária para usar os serviços daquele provedor.

Acessível mundialmente com provedores VoIP

Se a idéia de trocar mensagens de e-mail para organizar suas sessões de telefonia IP o incomoda, e se você quiser que aqueles que telefonam possam contatá-lo a partir de redes PST e celular, um provedor VoIP é sua única opção. O trabalho do provedor é atribuir números de telefones autênticos aos seus clientes. O lado bom é que chamadas dentro da rede do provedor são de graça. Mesmo assim, você vai precisar uma conexão à Internet via DSL ou a cabo, já que uma

chamada com um fluxo de dados de 80kbits/s é bem mais do que um único canal ISDN BRI (64kbit/s) suporta.

Neste momento, existe um número limitado de provedores que requerem apenas uma conexão de dados, sendo assim capazes de oferecer completa substituição da telefonia tradicional. Todos esses provedores utilizam o padrão SIP, que é aberto [1], e fornecem o hardware para VoIP, como adaptadores de terminais e aparelhos telefônicos SIP, de graça ou mediante uma taxa extra.

Antes de desbravar o mundo selvagem da VoIP, compare os preços na Tabela 1. Alguns provedores cobram uma assinatura mensal, que inclui um certo tempo de conversação. Outros não têm taxa, mas exigem pagamento adiantado.

Provedores com um grande número de gateways para a rede PST podem oferecer taxas mais baixas para chamadas a redes externas, enquanto outros são um pouco mais caros. Um provedor DSL cobra cerca de 2,5 centavos de dólar por minuto, já que remete muitas chamadas ao longo da rede PST.

O VoIP é um mercado um tanto emergente; por isso, os consumidores devem regularmente comparar preços e tam-

bém analisar seus próprios padrões de uso. Um fator a levar em conta é que nem todos os países fazem parte das redes dos provedores VoIP e que as chamadas para outros servidores VoIP, no momento, não são livres de encargos. A razão para isso é que cada provedor tem sua própria entidade de registro de números e não há troca de dados entre entidades. O serviço de catálogo de comunicação global ENUM se dispõe a mudar isso.

O ENUM como um catálogo global de VoIP

A idéia de Mensagens Unificadas é juntar todos os tipos de comunicação “num cesto só”: telefonia, e-mail, rede celular e Internet. Endereços de todos os tipos serão interconectados de forma transparente para o usuário, que precisará de apenas um aplicativo. Basta registrar um número de telefone tradicional como um domínio. Os domínios do ENUM (tElephone NUmber Mapping, RFC 2916, [2]) são baseados em DNS. Isso viabiliza um catálogo global em que os números de telefones estão ligados a uma lista de URIs [3].

O registro central e164.arpa segue as convenções de escolha de nomes da UIT (União Internacional de Telecomunicações) E.164, que também fornece o modelo para atribuição de números de telefone tradicionais. O ENUM ainda está em testes, de forma que você pode registrar um número de telefone sem custo e a validação de dados é rápida.

O que é especial em relação aos domínios telefônicos é que eles podem interligar vários sistemas de comunicação, como telefones IP, e-mail ou telefones ISDN. Os usuários simplesmente marcam caixas de seleção para especificar a ordem na qual processar suas URIs quando tentam contatar alguém do catálogo. Se alguém não conseguir efetuar uma ligação, pode simplesmente enviar uma mensagem de e-mail, por exemplo.

Em razão do ENUM não ter se expandido como o esperado, e como existiam algumas dúvidas quanto aos métodos de validação, outro catálogo foi lançado no domínio *e164.org*. Esse catálogo usa um método PIN de resposta (“callback”) para validação. Os usuários recebem um PIN (*Personal Identification Number*, Número de Identificação Pessoal) para o número registrado e são solicitados a informar o PIN em um website específico. O problema com o *e164.org* é que você precisa de sua própria central telefônica VoIP, como o Asterisk, para usar o serviço de lista telefônica, enquanto o projeto ENUM comporta quase qualquer provedor VoIP.

O Linux como servidor VoIP

A boa notícia é que há um grande número de sistemas de telefonia por software que rodam no Linux. Isso se deve provavelmente à confiabilidade e flexibilidade desse sistema operacional. As diversas opções estão em vários estágios de desenvolvimento. Alguns deles, como o *Asterisk*, são Software

Livre, embora tenham sido desenvolvidos por uma empresa. O Asterisk suporta os protocolos abertos H.323 e SIP, e o protocolo proprietário IAX. O programa tem a reputação de ser um dos mais completos sistemas de telefonia por software do mercado, apesar de sua complexidade.

O framework para VoIP da *Vovida Networks Vocal* [4] segue o mesmo método. A versão atual, 1.5.0, contém vários servidores SIP, tem gateways SIP para H.323 e MGCP, um cliente e numerosas ferramentas disponíveis no servidor CVS. O que é interessante em relação à nova versão é que suporta a Transport Layer Security (TLS), que criptografa o tráfego na camada de rede. O SIP Express Router (SER) [5] é um outro sistema baseado em SIP que pode ser usado como registro, servidor de redirecionamento ou Proxy.

Outros programas, como o PBX4Linux, criado por Andreas Eversberg [6], também podem competir com essas distribuições. O PBX4Linux suporta, no momento, apenas o protocolo H.323 para VoIP, mas o suporte a SIP está no topo da lista de tarefas. O PBX4Linux possui, inclusive, seus próprios adaptadores ISDN especiais (placas HFC) que podem substituir um sistema de telefonia ISDN baseado em hardware, uma vez que você pode conectar telefones ISDN diretamente a elas. Existem mais projetos de código aberto, como o GNU Bayonne [7], o OpenPBX da VoiceTronics [8], ou o gateway Telos ISDN2H323 [9].

Tabela 1: Provedores VoIP

Fornecedores	Nikotel (USA, Europe)	Gossiptel (UK)	Vonage (USA/CA)	Freshtel (AU)
Internet	http://www.nikotel.de	http://www.gossiptel.com	http://www.vonage.com	http://www.freshtel.net
Custo				
Assinatura mensal	6.99 Euro	Grátis	\$14.99	Grátis
Pulsos: Primeiro/Seguintes	60/60s	60/60s	60/60s	60/60s
Taxa por minuto em cents				
Rede do provedor	Grátis	Grátis	Grátis	Grátis
Chamadas domésticas: rede pública de telefonia /telefone celular	1.9c/22.7c	2.5p/16.9p	3.9c*/Desconhecido	4.9c/30c
Chamadas transatlânticas	2.9c	2.5p	3c	3.9c
Cingapura	2.9c	2.5p	5c	3.5c
Conexão				
Protocolo	SIP	SIP	SIP	SIP
Aceita aparelhos telefônicos VoIP	Sim	Sim	Sim	Sim
Hardware fornecido	-	Adaptador de telefone	Adaptador de telefone	-
* Após os primeiros 500 minutos grátis				

Conseqüentemente, não é difícil encontrar Software Livre para montar um servidor VoIP. No entanto, instalar o sistema e conectá-lo a múltiplas redes locais pode significar muito trabalho para os administradores. É claro, existe o trabalho dobrado de manter ambos os sistemas até que o sistema tradicional de telefonia finalmente saia do ar.

Apesar do trabalho envolvido na instalação de um servidor VoIP baseado em Linux, considere os benefícios. O sistema pode ser usado para fins de treinamento, como um backup para um gateway VoIP comercial, ou apenas para cortar custos. É bom deixar uma margem ao considerar as despesas. Em primeiro lugar, o custo adicional com o hardware pode ser substancial; além disso, a disponibilidade ainda pode ser um problema devido à combinação entre Ethernet e IP.

VoIP para Empresas

A disponibilidade é uma das questões mais importantes nas telecomunicações. Se um sistema telefônico cai por um período prolongado de tempo, a perda de prestígio será a última de suas preocupações. A queda do sistema de telefones em uma empresa significa perda de capital. Na pior das hipóteses, pode significar a perda de muitos dias de rendimentos: uma visão demoníaca!

Redes de dados baseadas em IP não são exatamente famosas por sua confiabilidade, ao contrário das redes de telecomunicações como as redes ISDN e PST. No VoIP, isso significa que você

não só precisa de um provedor confiável, mas também transfere a responsabilidade pela manutenção do sistema de telecomunicações para o administrador da rede local. Sistemas de telefonia baseados em hardware são geralmente mantidos por engenheiros terceirizados, já que não são exatamente fáceis de manejar. O VoIP coloca esse peso nos ombros do administrador de rede; ele não apenas tem que lidar com hardware defeituoso, como carrega a responsabilidade por eventuais falhas do software.

A comunicação VoIP está cheia de armadilhas para as empresas e isso faz com que testes detalhados, enquanto o hardware tradicional ainda está funcionando, sejam extremamente importantes. A maneira mais fácil de fazer isso é utilizar softphones para conectar pessoas ao longo da sua rede local. Esse sistema tem algumas vantagens: em primeiro lugar, não demanda um provedor; o que pode evitar questões de configuração de NAT ou Firewall, e cuida da implementação da VoIP sem afetar os negócios. Esse esquema só requer que o sistema VoIP esteja conectado à rede local. Após completar o teste com sucesso, o sistema VoIP pode então ser conectado ao sistema de telefones já existente para permitir uma migração gradual (veja Figura 1).

O VoIP adiciona muito pouco tráfego à rede local. Dependendo do codec, uma chamada pode usar entre 6 e 64 kbit/s da largura da banda. Uma rede Ethernet de 100 Mbit/s deve estar apta a suprir essa necessidade sem qualquer problema.

Confira a lista de codecs em [10]. Se você tem uma rede pequena com menos de 50 terminais, um computador Pentium ou Athlon deve ser suficiente para um sistema de telefonia baseado em software. Inclua em seu orçamento despesas com fones de ouvido com microfone e placas de som para a saída do áudio.

Aparelhos telefônicos e a conta de luz

Se você puxar o plugue do seu telefone ISDN, irá notar que ele possui apenas um conector. O telefone usa esse conector para ligar-se à rede telefônica. Uma coisa boa em relação aos telefones analógicos ou ISDN é que o cabo deles também fornece a energia elétrica necessária para seu funcionamento. Bases para telefones sem fio, como telefones DECT, precisam de uma fonte de alimentação, mas o DECT não é comum nos ambientes empresariais.

Os telefones VoIP seguem um padrão similar. Existem dois tipos de telefones baseados em hardware. Um deles permite aos usuários muita mobilidade e usa uma conexão sem fio à rede local para ligar o receptor à estação base. O outro tipo recebe energia através do cabo de rede, método conhecido como Power over Ethernet (PoE), padronizado como IEEE 802.11af em 2003.

O PoE é prático, desde que sua infraestrutura seja baseada em cabos de cobre. Além dos telefones, você só precisa de novos switches que alimentem os terminais com energia e tráfego de rede. Empresas que utilizam fibra podem desistir desse método de baixo custo; precisarão instalar cabeamento híbrido (que teria um impacto negativo no orçamento) ou ligar os telefones à rede elétrica com adaptadores AC, resultando em um emaranhado de cabos.

Se você precisa atualizar a infraestrutura, deve pensar em optar pela última tecnologia em cabos de cobre em vez de FDDI. Uma rede Gigabit Ethernet em cobre demanda cabos CAT 6 ou 7. O CAT 6 não deixa muito espaço sobrando, com uma largura de banda de 250 MHz; A variante CAT 7, de 600MHz, talvez seja a melhor escolha. O CAT 8, que tem uma largura de banda nominal de 1200MHz, capaz de transportar dados de vídeo digital, é outro candidato, embora não padronizado no momento.

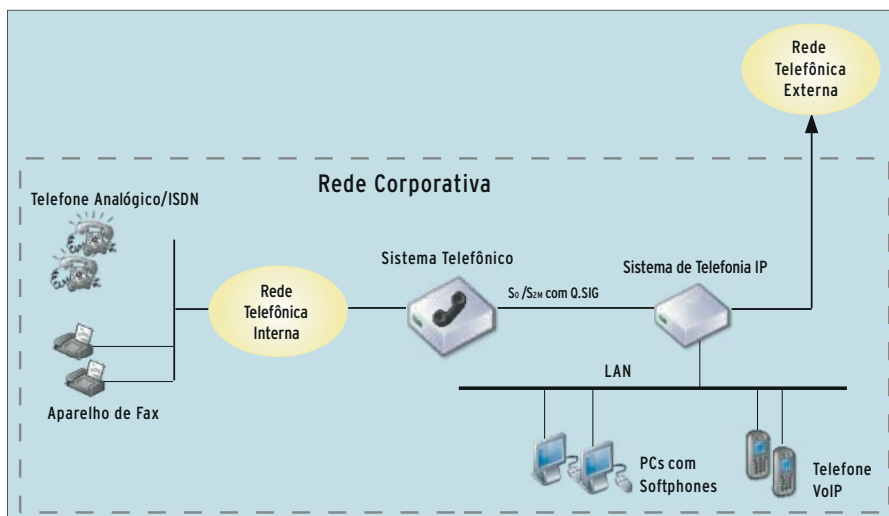


Figura 1: Tráfego VoIP da rede local e chamadas vindas do sistema de telefonia tradicional interagem na interface VoIP. Ao mesmo tempo, o sistema IP conecta a empresa à rede PST.

Panorama dos protocolos VoIP

Os protocolos em uma rede VoIP iniciam e finalizam conexões, sinalização ou abertura de canais para múltiplos ramais : como nas teleconferências. A União Internacional de Telecomunicações (ITU : *International Telecommunications Union*), apresentou o primeiro protocolo VoIP, o H.323 [11], em 1995. O H.323 é feito nos moldes do ISDN e aplica o esquema ISDN ao universo IP.

Em contraste, o *Session Initiation Protocol* (SIP), que a IETF (Internet Engineering Task Force) especificou no RFC 3261 [12], é feito nos moldes de protocolos como o HTTP. Isso dá aos desenvolvedores bastante espaço para experimentação. Ambos, SIP e H.323, estabelecem arquiteturas distribuídas e são protocolos peer-to-peer.

A extensão H.248/Megaco do *Media Gateway Control Protocols* (MGCP) [12] fornece uma solução centralizada para criar aplicações multimídia e voz. A extensão foi um trabalho em conjunto da ITU e da IETF. O H.248/Megaco trabalha paralelamente com o H.323 e o SIP, separando os dados dos sinais, e é usado apenas em fronteiras de rede, onde agentes comunicam-se com gateways não inteligentes que apenas redirecionam o tráfego.

O H.323 chegou antes

Mais antigo, o H.323 é feito de acordo com a recomendação do H.320 que especifica o videofone e, assim, combina voz e vídeo. Muitos canais foram introduzidos ao longo dos anos; no ano passado ocorreu o lançamento da versão 5 desse protocolo.

Muitos fabricantes apropriaram-se do H.323 e integraram o protocolo a seus produtos VoIP. A razão pela qual o padrão foi tão prontamente aceito é que combina, mais ou menos, com tudo. Mas há uma tendência crescente entre os fabricantes de livrarem-se das especificações. Hoje o H.323 sofre de uma overdose de terminais e gateways incompatíveis. Assim, Gerentes de TI estão à mercê de seus fornecedores de hardware.

O fato de que o H.323 usa um número de protocolos realmente caros é outra desvantagem para os desenvolvedores inexperientes. Essa proliferação de protocolos é uma pedra no sapato dos pro-

vedores de serviço, já que instalar uma rede H.323 é uma tarefa extremamente complexa e mais propensa a erros. Converter os sinais para formato binário foi um boa idéia no começo, embora, no final das contas, meramente adicione mais uma camada de complexidade. Mesmo permitindo ao protocolo ser mais moderado no uso que faz da largura da banda, a operação é autodestrutiva, já que o processo de conversão necessita de mais poder de processamento e demora mais para ser completado.

Agora as vantagens do H.323. Por ser o mais venerado dos protocolos VoIP, muitos dispositivos o suportam, o que significa um mercado mais competitivo. A ITU percebeu o valor de distribuir a carga adicional racionalmente ao longo da rede e introduziu o suporte a carga integrada já no estágio inicial. O H.245 permite transmissão criptografada dos sinais. Se você está interessado em desenvolver software usando a tecnologia VoIP, visite o website OpenH323 [13]. O projeto fornece uma biblioteca de Código Aberto lançada sob a *Mozilla Public License For Programmers* (Licença Pública Mozilla para Programadores).

SIP, o adversário

Pouco tempo depois do SIP ter entrado em cena no mercado VoIP, irrompeu um debate sobre os méritos de cada um dos protocolos. A única coisa que se pode dizer com certeza no momento é que os dispositivos H.323 são mais difundidos,

enquanto o SIP é mais popular entre os fabricantes por conta de suas características. Muitos sistemas de PBX Linux ou softphones suportam o SIP.

O SIP é baseado em protocolos de Internet bem conhecidos, como HTTP, e é definido como um *Application Layer Protocol* (Protocolo de Camada de Aplicação), para o qual estabelecer e terminar chamadas VoIP, notificar a ocorrência de um evento e realizar sessões de multimídia, como conferências, chamadas VoIP que usam voz e vídeo, ensino à distância ou algo do gênero, são aplicações típicas. A implementação SIP do projeto GNU [14] é um exemplo de uma implementação de Código Aberto.

O SIP é bastante flexível quanto à escolha do protocolo de transporte. Ele pode utilizar UDP, TCP ou SCTP. O UDP é o protocolo mais eficiente, já que tem o menor cabeçalho. O fato de o SIP poder cuidar sozinho da retransmissão simplifica a manipulação de firewalls e aplicações multicast. A desvantagem é que o SIP não comporta reservas de recursos numa configuração básica. Entretanto, terminais podem utilizar os SDP para trocar as classes de serviço, embora para isso seja necessário que todos os dispositivos em um caminho específico suportem a mesma classe.

O SIP em Detalhes

Uma rede SIP inclui múltiplos componentes de software que lidam com diferentes tarefas. Um programa *Agente de*

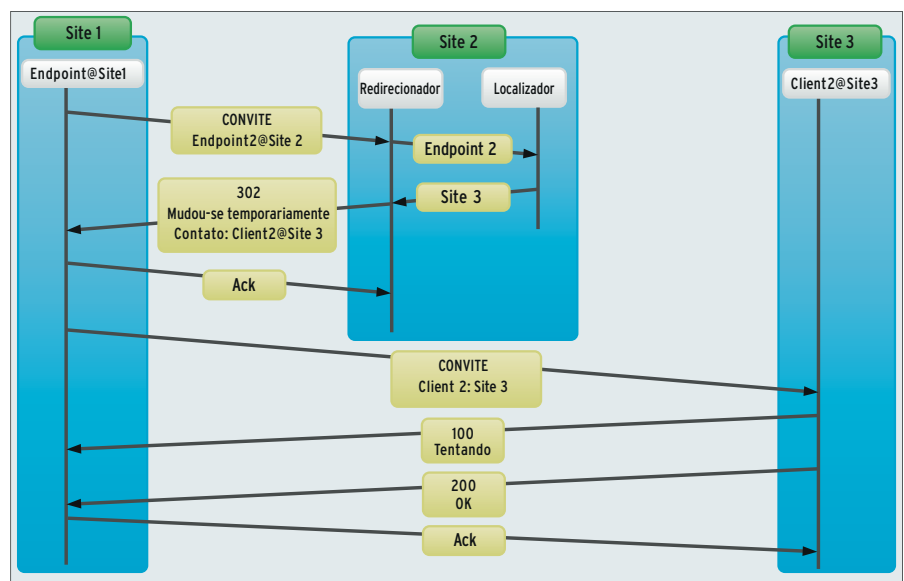


Figura 2: O caminho que uma chamada SIP segue através da rede, exibindo o modo de redirecionamento (topo) e o modo Proxy (embaixo).

Usuário SIP (ou clinete, um telefone IP, gateway SIP ou PC) inicia e termina uma sessão. Um servidor de registro mapeia nomes para endereçar as conexões de maneira similar a um servidor DNS. A rede SIP também estabelece dois tipos de Proxy (*stateless* e *forking*) e um servidor de redirecionamento, que aceita os pedidos SIP e os reenvia para um outro local.

Todos os elementos falam a mesma língua de pedido/resposta. A especificação básica distingue entre os modos *Invite*, *Ack*, *Options*, *Cancel*, *Bye* e *Register*. Quando a pessoa que está fazendo a chamada convida (*Invite*) outro usuário, o agente transmite uma descrição da sessão SDP. Isso pode descrever uma chamada um para um ou uma conferência. O agente que recebe a chamada confirma o recebimento (*Ack*). E *Bye* finaliza a chamada. A Figura 2 mostra o procedimento de saudação.

Os agentes comunicam-se através de uma stream RTP (Real Time Protocol). As transações SIP são feitas pelos servidores proxy que usam o modo *options* para trocar as listas de funções suportadas pelos agentes e servidores. O modo *cancel* interrompe a sessão atual. O modo *register* registra um cliente junto ao serviço de localização.

As respostas são códigos numéricos que indicam o sucesso ou o fracasso de uma requisição e, adicionalmente, especificam um endereço para redirecionamento, caso o destinatário da chamada esteja em lugar diferente do esperado. Então, a ligação para *sip:anton@foo.com* deve ser direcionada primeiro ao escritório; se ninguém responder, o proxy (no modo *forking*) irá redirecionar a chamada para o telefone celular do usuário e depois para um endereço alternativo ou uma URL. Esse processo continua até que uma resposta positiva seja obtida.

Os servidores proxy enviam solicitações para os agentes usando servidores DNS para fins de endereçamento. Um proxy descobre o paradeiro de um agente a partir dos servidores de localização, que pedem a ele informações sobre o roteamento da chamada. Os usuários podem atualizar seus registros nos servidores de localização através de seus programas clientes, que se registram junto aos servidores.

SIP e a (In)segurança

Os gerentes de TI que utilizam uma arquitetura aberta como o SIP podem esperar alguns problemas de segurança. Como nas redes IP, existem fontes de risco internas e externas. Invasores são difíceis de localizar e rastrear e existem muitos vetores de ataque. Um invasor interno poderia fraudar pacotes. Chamadas podem ser redirecionadas manipulando-se a entrada *from* no método *register*. Uma entrada similar em *invite* pode burlar um filtro de chamada.

Invasores também podem rastrear pacotes pela conexão ou mesmo pela sinalização. Se um invasor capturar pacotes RTP, pode até mesmo escutar conversas. Se rastrear pacotes SIP, pode decodificar linhas de comunicação. Pacotes falsificados podem ser usados para burlar mecanismos de cobrança e também há o risco de ataques do tipo *replay*, que usam pacotes anteriormente capturados (“grampeados”) da conexão.

Finalmente, ataques Denial of Service (*DoS* : *Negação de Serviço*) podem isolar completamente uma empresa do mundo exterior. Para tornar os ataques *DoS* mais difíceis, os administradores podem reforçar as configurações de seus dispositivos SIP e elementos de transmissão como os proxies. E mais, sistemas de detecção ou prevenção de invasão devem ser usados para monitorar atividades suspeitas.

Uma camada de transporte criptografada impedirá os invasores de rastrear pacotes. O IPsec ou o Transport Layer Security (TLS) são úteis e fornecem bem mais segurança, apesar de serem relativamente complexos, uma vez que precisam ser implementados ao longo da rede para ser eficientes. Streams de mídia também podem ser protegidos usando Secure RTP.

Administradores podem utilizar tecnologias de autenticação para prevenir ataques de impostura (“spoofing” ou falsificação de identidade). Os métodos SIP Convite/Registro entre agentes e proxies podem ser protegidos usando o sistema HTTP de autenticação ou certificados. O primeiro usa um método pergunta-resposta baseado em uma chave previamente compartilhada. O método baseado em certificação envolve partes assinadas do cabeçalho e da solicitação. O terceiro método, autenticação básica

HTTP, utiliza uma senha; mas, infelizmente, ela é transmitida abertamente.

Testando o VoIP sem risco

Os usuários que querem migrar para VoIP têm sorte. Os preços baixos que os provedores de VoIP oferecem atualmente são um bom sinal em vista de um mercado cada vez mais competitivo. O campo do ENUM trará um catálogo mundialmente aceito que unificará os meios de telecomunicação modernos e permitirá aos usuários rapidamente localizar e contatar qualquer pessoa que estejam procurando.

A comunidade do Código Aberto tem uma boa seleção de clientes VoIP para H.323 ou SIP. Os clientes geralmente estão disponíveis para Linux e Windows; essa é uma vantagem em ambientes heterogêneos (ou máquinas com dois sistemas operacionais). Do lado do servidor existe uma quantidade de sistemas PBX leves para Linux. Eles conectam os sistemas de telecomunicações ISDN com a rede VoIP, sem colocar em risco investimentos anteriores; ao contrário, eles ampliam a capacidade dos sistemas já existentes. O fato de a tecnologia ter a licença livre abre o caminho para testes e avaliações. ■

INFORMAÇÕES

- [1] SIP: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>
- [2] ENUM-RFC: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2916.txt>
- [3] ENUM: <http://www.enum.org>
- [4] Vocal: <http://www.vovida.org/applications/downloads/vocal/>
- [5] SIP Express Router: <http://iptel.org/ser/>
- [6] PBX4Linux: <http://isdn.jolly.de/>
- [7] GNU Bayonne: <http://www.gnu.org/software/bayonne>
- [8] OpenPBX: <http://www.voicetronix.com/open-source.htm>
- [9] ISDN2H323: http://www.telos.de/linux/H323/default_e.htm
- [10] Codecs: <http://www.voip-info.org>
- [11] H.323: <http://www.packetizer.com/iptel/h323/>
- [12] H.248/Megaco: <http://www.faqs.org/rfcs/rfc3015.html>
- [13] OpenH323: <http://www.openh323.org/>
- [14] oSIP: <http://www.fsf.org/software/osip/osip.whhtml>