

Unidade IV

7 PROTOCOLOS PARA VOIP

Os sistemas VoIP utilizam os protocolos TCP/IP/UDP como infraestrutura para seus diversos protocolos de aplicação, que participam dos processos de sinalização, controle de *gateway* e mídia (voz), conforme apresentado na figura a seguir:

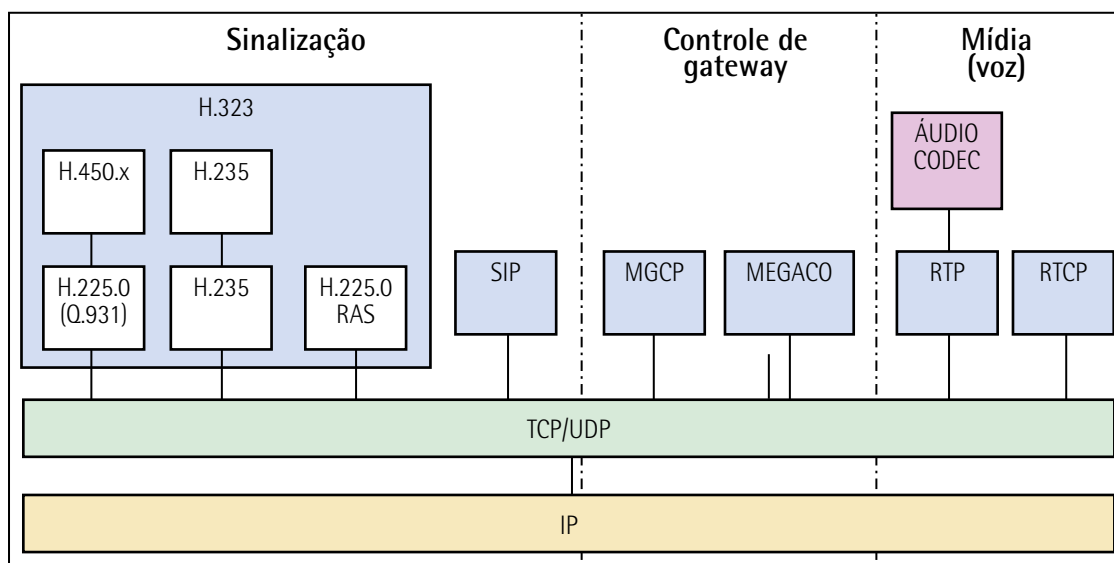


Figura 39 – Protocolos utilizados em sistemas VoIP

Dessa forma, os principais protocolos para VoIP são:

- RTP (Real-Time Transport Protocol).
- RTCP (Real-Time Transport Control Protocol).
- H.323, que contempla uma série de recomendações.
- SIP (Session Initiation Protocol).
- MGCP (Media Gateway Control Protocol).
- MeGaCo (Media Gateway Control).



Observação

O padrão H.323 possui funções de sinalização e é composto das recomendações H.450.X, H.235, H.225.0 (Q.931), H.245 e H.225.0 ou RAS.

7.1 RTP (Real-Time Transport Protocol)

É um protocolo de transporte especificado pelo IETF na RFC 1889, que foi substituída pela RFC 3550. Tem como objetivo fornecer um mecanismo para levar dados sensíveis ao atraso, por exemplo, vídeo e áudio, de uma extremidade a outra na rede, em “tempo real”, fornecendo um meio uniforme para transmitir informações.

Ao contrário do senso comum, um sistema operacional de tempo real não precisa necessariamente ter uma atualização das informações frenética, já que sua característica essencial é ter um comportamento temporal previsível, isto é, o tempo de resposta deve ser conhecido tanto no melhor quanto no pior caso de operação. A estrutura interna de um sistema operacional de tempo real deve ser construída de forma a minimizar esperas e latências imprevisíveis, como tempos de acesso a disco e sincronizações excessivas.

O RTP é utilizado em adição ao cabeçalho UDP (User Datagram Protocol)/IP a fim de fornecer uma referência de tempo ao pacote (*timestamping*). Opera sobre o UDP e IP e é normalmente referido como RTP/UDP/IP. Hoje ele é a peça-chave para o transporte de tráfego em tempo real através de redes IP. Os protocolos de sinalização VoIP utilizam RTP/UDP/IP como o seu mecanismo de transporte para tráfego de voz. É comum referenciar o fluxo de pacotes RTP como um fluxo ou *stream* RTP. Essa nomenclatura é usada para descrever o caminho de áudio.

O papel principal do RTP consiste em aplicar números de sequência de pacotes IP para reconstituir as informações de voz ou de vídeo, ainda que a rede subjacente altere a ordem dos pacotes. O RTP permite:

- acrescentar indicadores temporais e números de sequência à informação transportada, provendo enquadramento dos *bits* gerados pelo Codec;
- controlar a chegada ao destino dos pacotes;
- identificar o tipo de informação transportada.

Além disso, o RTP pode ser veiculado por pacotes multicast para encaminhar conversas a múltiplos destinatários.

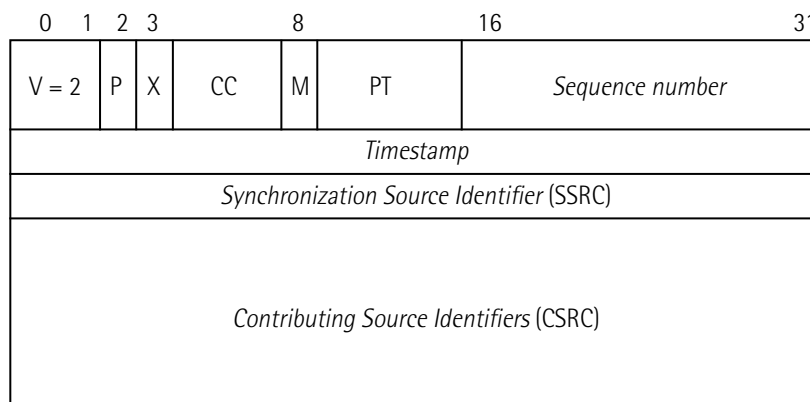


Figura 40 – Cabeçalho do Protocolo RTP

Analisando o cabeçalho desse protocolo, o primeiro campo é Version (V) de 2 *bits*, que identifica a versão do RTP. O campo Padding (P) de 1 *bit* mostra que se o campo tiver o valor de "1", o conteúdo real de dados será menor que o conteúdo do pacote. O campo Extension (X) de 1 *bit*, caso tenha valor de "1", o cabeçalho fixo será seguido por exatamente uma extensão de cabeçalho de tamanho variável.

Já o campo CSRC Count (CC), de 4 *bits* de extensão, contém os números de identificação CSRC que vêm após um cabeçalho fixo. O campo Marker (M), de 1 *bit*, é definido por um *profile*. O propósito é que eventos significativos como fronteiras de quadro sejam marcadas no fluxo de pacotes. Um *profile* pode definir *bit markers* adicionais ou especificar que não há nenhum *bit marker*, alterando o número de bits do Payload Type (PT). Este último representa o tipo da carga e possui 7 *bits* de extensão. É o campo usado para indicar o tipo de codificação. A carga útil pode variar no meio de uma conferência. Vejamos:

- áudio – tipo de carga 0: PCM lei μ , 64 kbps;
- áudio – tipo de carga 3, GSM, 13 kbps;
- vídeo – tipo de carga 31, H.261;
- vídeo – tipo de carga 33, vídeo MPEG2.

O campo Sequence Number ou número de sequência possui 16 *bits* e é incrementado para cada pacote RTP enviado; útil também para detectar perda de pacotes e restaurar sequência. Já o campo de Timestamp ou carimbo de tempo, formado por 32 *bits*, é o instante de amostragem do primeiro *byte*. No pacote de dados RTP Receptor, pode usar esse campo para remover o *jitter* dos pacotes e prover uma reprodução síncrona. Carimbo de tempo é derivado a partir de um relógio de amostragem no transmissor.

Temos ainda o campo de SSRC (32 *bits*), que identifica a fonte de sincronismo de um fluxo RTP, isto é, seu transmissor. Cada fluxo numa sessão RTP deve possuir um SSRC distinto. Por fim, o campo CSRC,

que consiste de uma lista de itens de 32 *bits* cada, identifica as fontes contribuintes para o *payload* contido no pacote.

A figura a seguir ilustra o processo de empacotamento do pacote RTP, que, além das informações da aplicação em tempo real, insere os cabeçalhos RTP, UDP, IP e Ethernet.

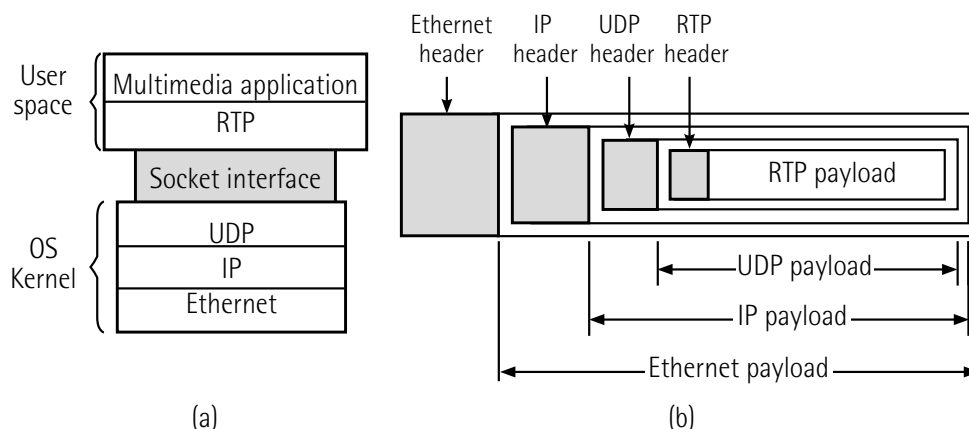


Figura 41 – Empacotamento do pacote RTP



Lembrete

O RTP é utilizado em adição ao cabeçalho UDP (User Datagram Protocol)/IP a fim de fornecer uma referência de tempo ao pacote (*timestamping*).

7.2 RTCP (Real-Time Transfer Control Protocol)

Baseia-se em transmissões periódicas de pacotes de controle por todos os participantes da sessão.

É um protocolo de controle dos fluxos RTP, permitindo veicular informações básicas sobre os participantes de uma sessão e sobre a qualidade de serviço. Provê um controle de entrega entre origem e destino, sendo uma parte do controle de QoS.

Trabalha conjuntamente com o RTP. Para cada participante numa sessão RTP, transmite periodicamente pacotes de controle RTCP para todos os demais participantes (multicast).

O RTCP não possui áudio ou vídeo, mas contém relatos do transmissor e/ou receptor sobre estatísticas úteis para as aplicações como: número de pacotes enviados, número de pacotes perdidos e *jitter* entre chegadas.

A realimentação de informação para as aplicações pode ser usada para controlar o desempenho e para finalidades de diagnóstico, e seu transmissor pode modificar as suas transmissões baseadas na realimentação.

Há cinco tipos de pacotes RTCP: Sender Report (SR), Receiver Report (RE), SDES (Source Description), BYE e APP (Application-specific RTCP packet). O pacote Send Report transporta estatísticas dos participantes transmissores ativos em uma conexão. O RE faz o mesmo, mas só dos que não são transmissores ativos.

Os pacotes SDES possibilitam que se realize a associação entre o valor SSRC do pacote RTP e a real identificação do usuário, através do envio de pacotes. O BYE informa a todos os membros da chamada que o usuário está saindo da sessão. Por fim, o pacote APP transporta para execução remota de serviços quando um usuário detentor de certos privilégios junta-se à conferência.

7.3 Padrão H.323

É parte da família de recomendações ITU-T H.32x, que pertence à série H da ITU-T, tratando de "Sistemas Audiovisuais e Multimídia".

A recomendação H.323 visa especificar sistemas de comunicação multimídia em redes baseadas em pacotes e que não fornecem uma QoS garantida. Além disso, estabelece padrões para codificação e decodificação de fluxos de dados de áudio e vídeo, garantindo que produtos pautados no padrão H.323 de um fabricante interoperem com produtos H.323 de outros fabricantes.

Redes baseadas em pacotes incluem as redes IP (Internet Protocol) como a internet, redes IPX (Internet Packet Exchange), as redes metropolitanas, as de longa distância (WAN) e ainda conexões discadas usando PPP.

O padrão H.323 é completamente independente dos aspectos relacionados à rede. Dessa forma, é possível usar quaisquer tecnologias de enlace, podendo-se escolher livremente entre as que dominam o mercado atual como Ethernet, Fast Ethernet, FDDI ou Token Ring. Também não há restrições quanto à topologia da rede, que pode consistir tanto de uma única ligação ponto a ponto, ou de um único segmento de rede, ou ainda ser complexa, incorporando vários segmentos de redes interconectados.

Um terminal H.323 é um dispositivo que inclui um ponto terminal de sinalização, o qual suporta um ou mais usuário que entre em comunicação com um ou mais participantes. A figura a seguir ilustra a comunicação entre dois terminais H.323 em uma rede baseada em pacotes.

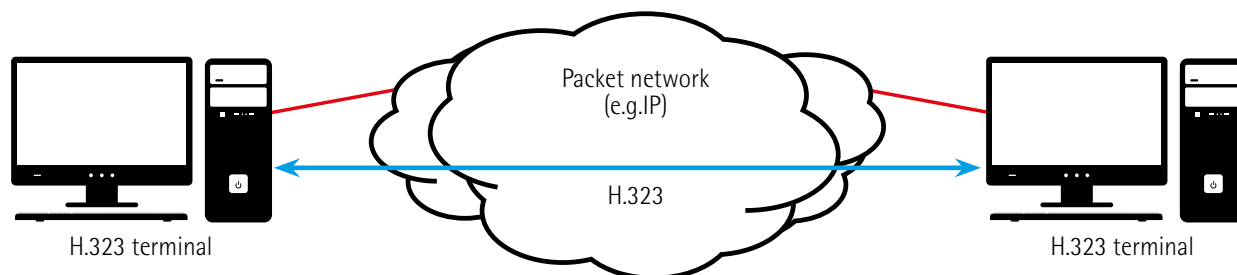


Figura 42

O padrão H.323 especifica o uso de áudio, vídeo e dados em comunicações multimídia, sendo que apenas o suporte à mídia de áudio é obrigatório. Mesmo sendo apenas o áudio obrigatório, cada mídia (áudio, vídeo e/ou dados), quando utilizada, deve seguir as especificações do padrão. Pode-se ter uma variedade de formas de comunicação, envolvendo apenas áudio (telefonia IP), áudio e vídeo (videoconferência), áudio e dados e, por fim, áudio, vídeo e dados.

Um Gatekeeper (GK) é o cérebro de uma zona H.323, que inclui todos os terminais MCUs e Gateway (GW). Assim, uma zona é um agrupamento lógico de dispositivos e pode conter meio de computadores e roteadores.

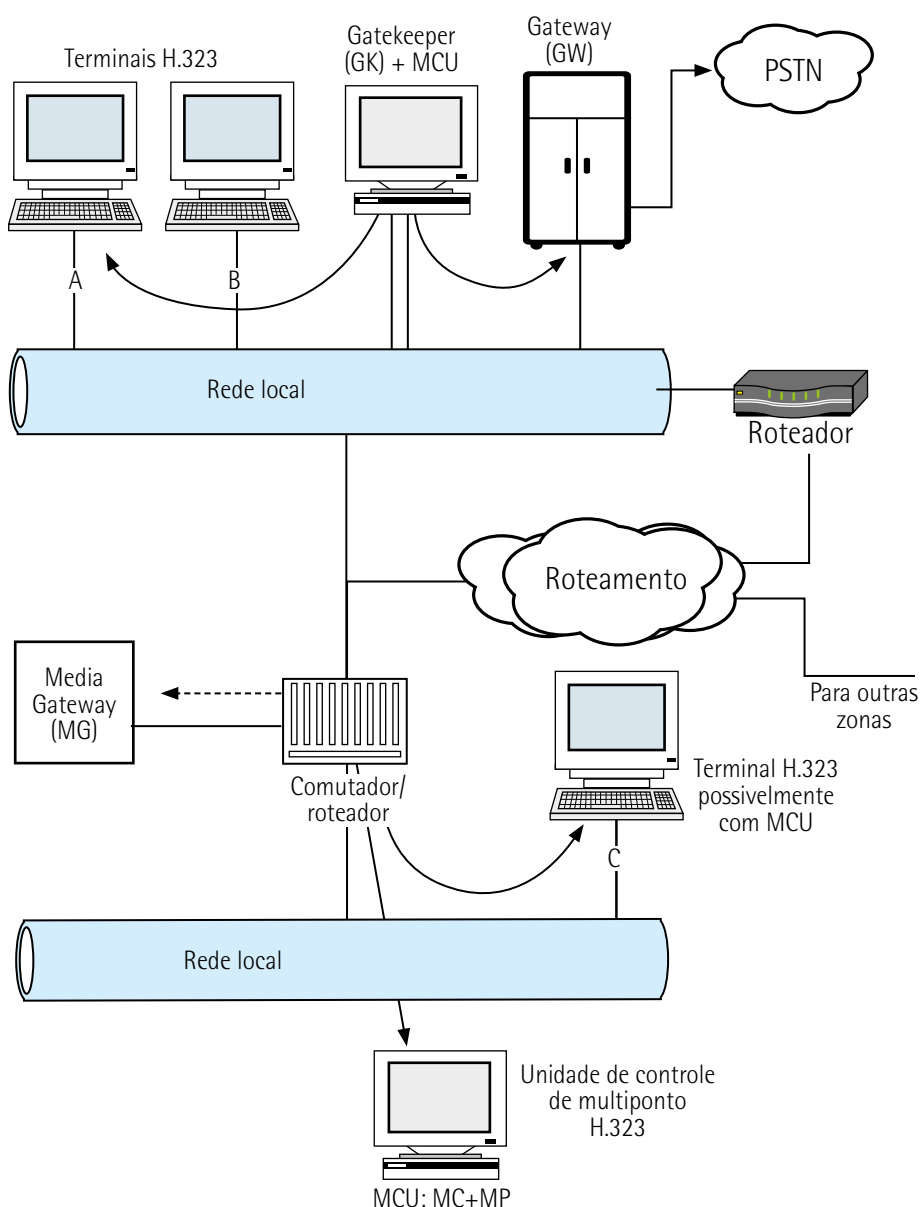


Figura 43 – Estrutura da rede H.323

Características do H.323

O padrão H.323 possui diversas características relevantes, tais como independência da rede, interoperabilidade de equipamentos e aplicações, independência de plataforma, representação padronizada de mídia, flexibilidade nas aplicações clientes, interoperabilidade entre redes, suporte a gerenciamento de largura de banda, suporte a conferências multiponto e suporte a multicast.

Em relação à independência da rede, o padrão H.323 é projetado para utilização em redes baseada em pacotes, como as redes IP. A maioria das redes usadas hoje possui uma infraestrutura com protocolo de transporte pautado em pacotes, assim a adoção do padrão H.323 permite a utilização de aplicações multimídia sem requerer mudanças na estrutura de redes. Por outro lado, à medida que as tecnologias de enlace de redes evoluem e proporcionam maiores limites de velocidade e largura de banda, seus benefícios serão imediatamente incorporados e usufruídos pelas aplicações H.323.



Observação

Considerando a interoperabilidade de equipamentos e aplicações, o H.323 permite interoperabilidade entre dispositivos e aplicações de diferentes fabricantes. Por isso, vários fornecedores de porte como Intel, Microsoft, Cisco e IBM investem em linhas de produtos H.323.

Adicionalmente, existe a independência de plataforma, pois o H.323 não determina o *hardware* ou sistema operacional a ser usado. Desse modo, as aplicações H.323 podem ser de naturezas diversas e voltadas para mercados específicos, que vão desde *software* de videoconferência executado em PCs, a telefones IP, adaptadores para TV a cabo, sistemas dedicados, entre outros.

Já para a representação padronizada de mídia, o H.323 fixa codificadores para compressão e descompressão de sinais de áudio e vídeo. Ainda prevê mecanismos de negociação dos codificadores a serem utilizados numa conferência a fim de que os seus participantes encontrem um subconjunto comum entre si.

Nesse processo, também é incorporada flexibilidade nas aplicações de clientes, pois uma conferência H.323 pode envolver aplicações de clientes com capacidades multimídia diferentes. É possível que um terminal com suporte apenas para áudio participe de uma conferência com terminais que tenham suporte adicional de vídeo e/ou dados.

Pode-se afirmar que existe interoperabilidade entre redes, porque é possível estabelecer conferências entre participantes localizados numa LAN e em outras redes completamente diferentes, como a rede telefônica pública ou ISDN. O H.323 prevê o uso de codificadores que são comuns a vários tipos de redes. Isso é possível através da utilização do componente *gateway*.

Em relação ao suporte a gerenciamento de largura de banda, o tráfego dos fluxos de vídeo e áudio é, em geral, consumidor de largura de banda em uma rede. O padrão provê mecanismos de gerenciamento que permitem delimitar a quantidade de conferências simultâneas e a quantidade de largura de banda destinada às aplicações H.323. Além disso, o H.323 prevê facilidade de contabilidade de uso dos recursos da rede que podem ser usados para fins de cobrança. Isto é possível através da utilização do componente Gatekeeper (GK).

Além de conferência entre dois pontos, existe suporte a conferências multiponto. Assim, o H.323 comporta conferências com três ou mais participantes simultâneos. Para este fim, o H.323 abrange técnicas de multicast nas conferências multiponto. Uma mensagem multicast envia um único pacote a todo um subconjunto de destinatários na rede sem replicação. Esse tipo de transmissão usa a largura de banda de uma forma muito mais eficiente que as transmissões unicast.

Esse padrão H.323 possui funções de sinalização e é composto de diversas recomendações, como H.450.X, H.235, H.225.0 (Q.931), H.245 e H.225.0 ou RAS. A recomendação H.245 define a sinalização do canal lógico e contribui para o estabelecimento do tamanho do canal lógico. Já a H.225.0 RAS, na sinalização do terminal para GK.

H.255.0 (Call Signaling Protocols and Media Stream Packetization for Packet-based Multimedia Communication Systems)

Essa recomendação define padrões para sinalização e empacotamento de mídia (voz) para chamadas em sistemas baseados em redes de pacotes. Suas principais aplicações são:

- Sinalização de chamadas: define um conjunto de mensagens que usa o formato da recomendação Q.931 sobre os pacotes TCP da rede IP, com a finalidade de estabelecer e finalizar chamadas. Essas mensagens são trocadas entre os equipamentos envolvidos na chamada: terminais, GC e MCUs.
- Controle de equipamentos na rede (zona): destaca um conjunto de mensagens para a funcionalidade RAS, responsável pelo registro, admissão e *status* dos dispositivos na rede. As mensagens são trocadas entre o GK e os terminais, GW, GC e MCUs para o controle de uma determinada zona. Elas usam como suporte os pacotes UDP da rede IP.
- Comunicação entre *gatekeepers*: define um conjunto de mensagens para a sinalização *gatekeeper-gatekeeper*, que estabelece o processo de sinalização e controle para chamadas entre zonas distintas.
- Transporte de mídia (voz): pauta-se no uso dos protocolos RTP e RTCP como padrão para o transporte de mídia.

H.245 Control Protocol for Multimedia Communication

Fixa padrões para a comunicação entre terminais, para o processo de controle do transporte de voz (*transport control*). Essas mensagens usam como suporte os pacotes TCP da rede IP, e são trocadas entre os terminais GW e MCUs envolvidos em chamadas do tipo ponto a ponto e ponto-multiponto.

H.235 Security and Encryption for H-Series (H.323 and other H.245-based) Multimedia Terminals

Define padrões adicionais de autenticação e segurança (criptografia) para terminais que usam o protocolo H.245 para comunicação ponto a ponto e multiponto.

H.450.X Generic Functional Protocol for the Support of Supplementary Services

Conjunto de recomendações que estabelece padrões de sinalização para serviços adicionais para terminais, tais como transferência e redirecionamento de chamadas, atendimento simultâneo, chamada em espera, identificação de chamadas etc.

Essas mensagens usam como suporte os pacotes TCP da rede IP, e são trocadas entre os terminais GW e MCUs envolvidos em chamadas do tipo ponto a ponto e ponto-multiponto que possuam as funcionalidades dos serviços adicionais.

7.4 Session Initiation Protocol (SIP)

O protocolo SIP é definido através da recomendação RFC 2543 do IETF, com código aberto, e de controle para criação, modificação, finalização de sessões multimídia e chamadas telefônicas, com um ou mais participantes. Os participantes são convidados para sessões do tipo unicast e multicast. Esse protocolo possui funções de sinalização baseado em texto para criar e controlar sessões multimídias com dois ou mais participantes. O SIP visa estabelecer o padrão de sinalização e controle para chamadas entre terminais que não utilizam o padrão H.323 e possui os seus próprios mecanismos de segurança e confiabilidade.

O SIP é um protocolo cliente-servidor transportado sobre TCP ou UDP e suas implementações mais frequentes são sobre UDP, por conta da velocidade e simplicidade. Define recomendações para serviços adicionais, tais como transferência e redirecionamento de chamadas, identificação de chamadas (chamado e chamador), autenticação de chamadas (chamado e chamador), conferência etc.

Um sistema SIP é composto de agentes de usuário, User Agents (UA), e um ou mais servidores. Os sistemas SIP podem ser segmentos dedicados de rede, segmentos de rede conectados através da internet ou agrupamentos lógicos de redes corporativas que também suportem outros protocolos de sinalização IP.

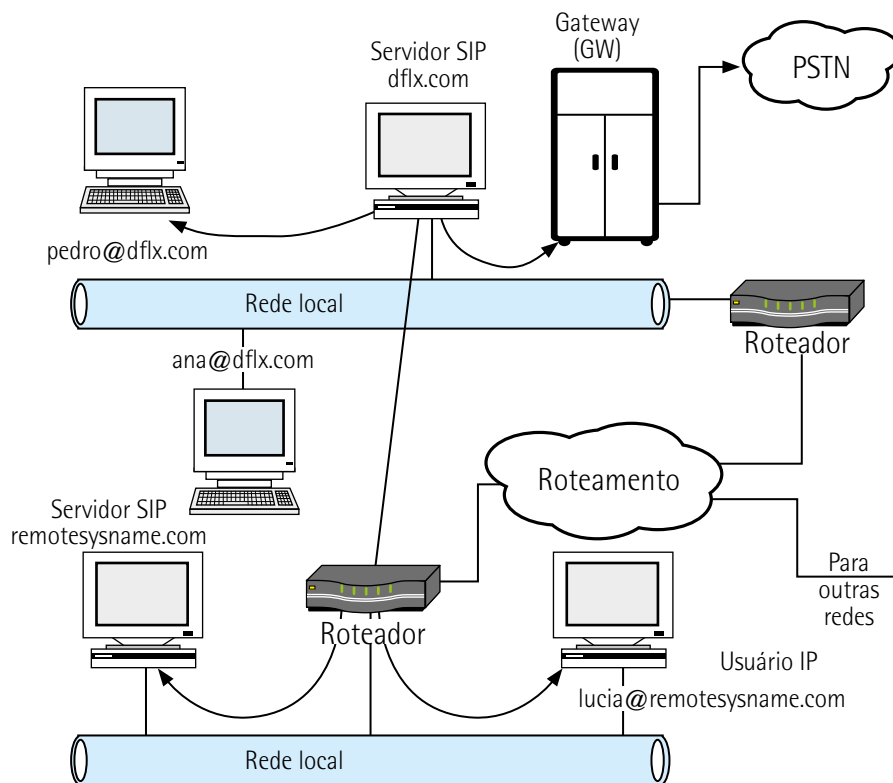


Figura 44 – Dois domínios utilizando sinalização de chamada SIP

O H.323 é bem mais complexo que o protocolo SIP. Em geral, se considerarmos os prós e contras de um e de outro, podemos chegar à conclusão que os dois, sendo bem implementados, são aproximadamente equivalentes, não interferindo na qualidade do serviço. De acordo com o que foi acentuado, a qualidade do VoIP vai depender diretamente da rede que o está transportando.

Existem cinco aspectos principais do protocolo SIP visando maior facilidade na definição de uma chamada: estabelecimento de chamada, serviços de localização de usuário, capacidade de usuário, disponibilidade de usuário e manuseio de chamada.

No estabelecimento de chamada, o SIP é autocontido na definição de chamadas simples e de conferências ponto a ponto ou multiponto. Há serviços de localização, pois os usuários possuem a possibilidade de se locomover para outras localidades e acessar características telefônicas remotamente. Já a capacidade do usuário está relacionada à determinação da mídia e dos parâmetros que serão utilizados. Há a disponibilidade de o usuário auxiliar na determinação do desejo do assinante chamado a se engajar na comunicação. Por fim, o manuseio da chamada inclui a transferência de chamada existente, das características telefônicas e o encerramento de chamadas.

Adicionalmente, o SIP possui seis métodos de sinalização:

- Invite: primeira mensagem enviada pelo assinante chamador, contém a informação do cabeçalho SIP. Este identifica o assinante chamador, a identificação da chamada (*call-ID*), assinante chamado, número de sequência, entre outros.

- ACK: o agente chamador responde com ACK somente a solicitações (Invite) que tenham sido aceitas com sucesso com o código 200.
- Options: método utilizado para avaliar as capacidades de um agente de chamada.
- BYE: mensagem enviada pelo cliente ao agente de chamada para liberá-la.
- Cancel: mensagem que deve identificar explicitamente a chamada, via *call-ID*, a sequência de chamada e os valores "To" e "From" do cabeçalho SIP.
- Register: método usado por um cliente para registrar seu endereço no campo "To" do cabeçalho SIP junto de um servidor SIP.

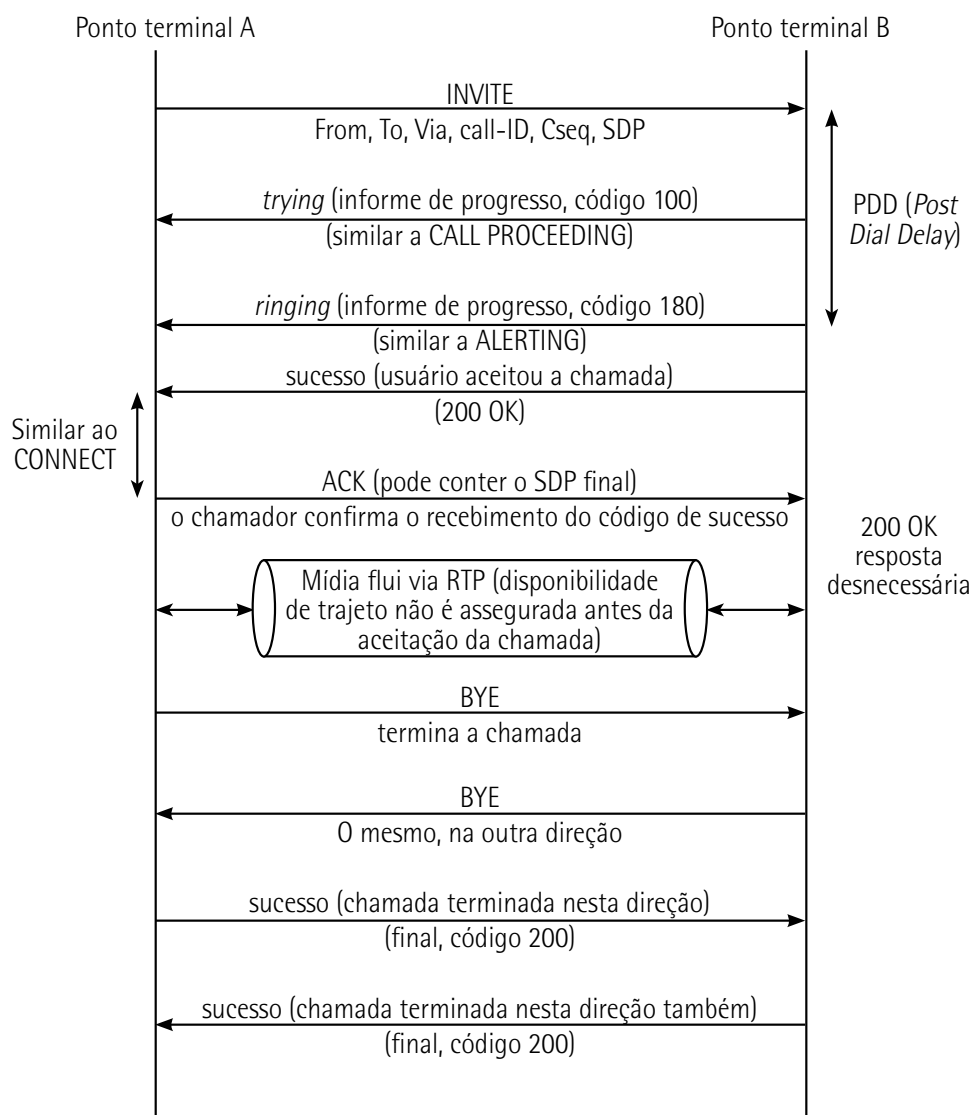


Figura 45 – Modelo básico de chamada SIP, com sinalização direta entre usuários

Sua utilização é similar ao conjunto H.323 descrito, embora utilize como suporte para as suas mensagens os pacotes UDP da rede IP. Na figura seguinte, pode-se observar um exemplo de definição de uma sessão SIP.

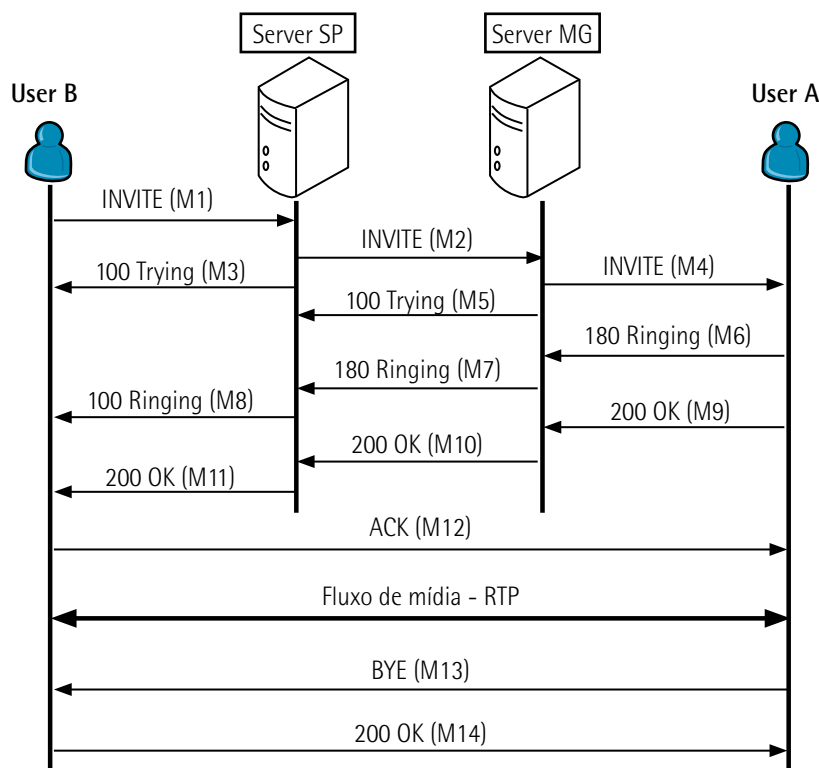


Figura 46 – Estabelecimento de uma sessão SIP

Quadro 4 – Comparação entre os protocolos H.323 e SIP

Característica	H.323	SIP
Entidade normatizadora	Padrão ITU-T	Padrão IETF
Projetado para uso em	Modelos de sinalização ISDN e ATM	Internet
Tipo e complexidade da codificação	Codificação binária e complexa	Codificação baseada em texto, similar ao HTTP, sendo relativamente simples
Complexidade da configuração	Complexa	Simples

7.5 MGCP (Media Gateway Control Protocol)

Definido através de recomendação RFC 2705 do IETF, é baseado no protocolo SGCP (Simple Gateway Control Protocol). O MGCP é usado por controladores de *gateways* e *gateways* voltados para controle, estabelecimento e término de chamadas. Utiliza transações do tipo comando – respostas que criam, auditam e controlam as chamadas nos *gateways*. Essas mensagens usam como suporte os pacotes UDP, e são trocadas no decorrer da chamada.

O protocolo MGCP é aplicado para controlar as conexões (chamadas) nos GWs presentes nos sistemas VoIP. Executa uma interface de controle usando um conjunto de transações do tipo comando – respostas que criam, controlam e auditam as conexões (chamadas) nos GWs. Essas mensagens usam como suporte os pacotes UDP da rede IP, e são trocadas entre os GCs e GWs para o estabelecimento, o controle e a finalização de chamadas.

7.6 MeGaCo (Media Gateway Control Protocol)

É resultado de um esforço conjunto do IETF e da ITU-T (Grupo de Estudo 16). O texto da definição do protocolo é o mesmo para o Draft IETF e a recomendação H.248, e representa uma alternativa ao MGCP e a outros protocolos similares. No IETF, é definido pela RFC 3525, na ITU-T, pela H.248.2. É constituído por três elementos: Media Gateway Controller (MGC), Media Gateway (MG) e Signaling Gateway (SG).

Esse protocolo foi concebido para ser utilizado para controlar GWs monolíticos (um único equipamento) ou distribuídos (vários equipamentos). Sua plataforma aplica-se a *gateway* (GW), a controlador multiponto (MCU) e à unidade interativa de resposta audível (IVR). Possui também interface de sinalização para diversos sistemas de telefonia, tanto fixa como móvel.

É um protocolo de controle aberto usado pelo Media Gateway (MG). Como é aberto, ele pode ser revisado e melhorado. Possui características parecidas com o MGCP. Uma das grandes virtudes do protocolo é o fato de ser interoperável com vários fabricantes, facilitando sua implementação em uma rede NGN ou IMS.



Saiba mais

O tutorial a seguir apresenta uma breve descrição do Protocolo MeGaCo (Media Gateway Control) utilizado para a sinalização de Mídia Gateways em redes VoIP.

DE OLIVEIRA, J. C. M. MeGaCo: conheça o protocolo de sinalização de Mídia Gateways VoIP. *Teleco*, 20 nov. 2006. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialmegaco/default.asp>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

Possui finalidade similar à do MGCP, entretanto sendo desenvolvido como uma alternativa a ele, ao adequar-se também a controladores distribuídos de *gateways*, a unidades interativas de resposta audível e a controladores multiponto (conferência). Contém interface de sinalização para diferentes sistemas de telefonia, tanto móvel quanto fixa.

O MeGaCo/H.248 separa fisicamente o plano de controle, MGC (também conhecido como Softswitch), do plano de conexão, o MG, conforme mostrado na figura seguinte. O MGC é responsável por trocar as sinalizações e mensagens com as outras redes e protocolos, converter as mensagens

para os comandos do MeGaCo/H.248 e encaminhar tudo na rede IP para os MGs, controlando a existência das entidades lógicas no MG.

O MG pode estar localizado fisicamente distante do MGC, e recebe os comandos MeGaCo/H.248 para criar e deletar as entidades do protocolo. Recebe a mídia de diferentes tipos de rede e faz a conversão para a rede IP.

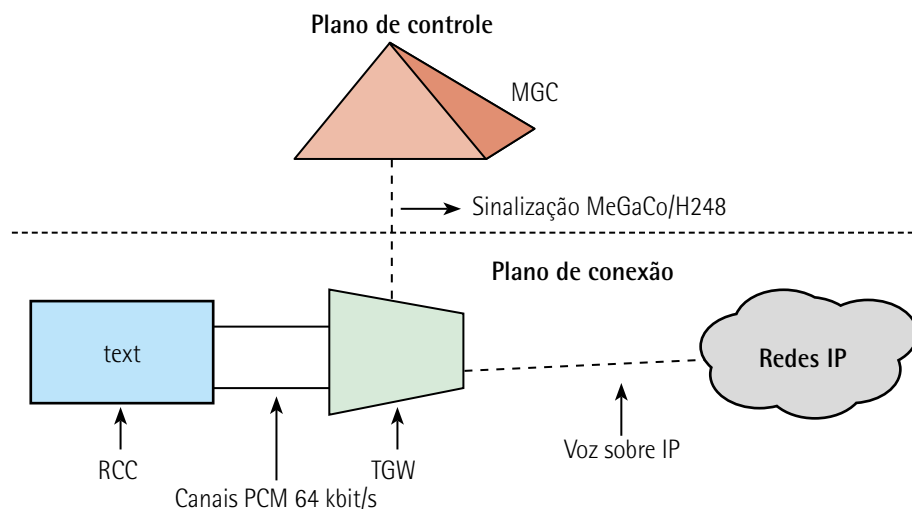


Figura 47 – Estrutura simplificada do Megaco

São componentes do Megaco:

- Gateway de Voz sobre IP: tem capacidade de realizar a tradução entre a sinalização do PBX e a sinalização VoIP da internet.
- Gatekeeper: servidor de registro, autorização e autenticação no cenário H.323. Suas funções incluem o registro de terminais H.323, de forma que só os clientes autorizados façam uso do serviço; o mapeamento de identificadores (números de telefone E.164, URLs) para endereços IP de *gateways* ou terminais, para que possa ser localizado o destino das chamadas; e um controle básico de admissão de chamadas. Todos os *gateways* de Voz sobre IP devem ser registrados no Gatekeeper, para que seus prefixos atendidos pelos PBXs conectados fiquem acessíveis.
- Radius: servidor de autenticação e contabilização. Seu papel é controlar o acesso aos equipamentos VoIP e armazenar as estatísticas associadas às chamadas realizadas através dos *gateways* de voz. Em sua função de autenticação, este servidor previne que usuários não autorizados tenham acesso ao console dos equipamentos de VoIP, ou seja, toda vez que uma mudança na configuração tiver que ser feita, o usuário terá que ser validado e autenticado previamente pelo servidor Radius. É importante ressaltar que esta função de autenticação não tem nenhum relacionamento com a autenticação das chamadas telefônicas IP. Sua segunda função consiste em obter as estatísticas de uso, extraíndo de cada chamada parâmetros como tempo de ligação, quantidade pacotes transmitidos e perdidos, entre outros.

Comparando os protocolos MeGaCo/H.248 e MGCP, verifica-se que o Megaco é mais poderoso que seus antecessores com MGCP. As vantagens desse protocolo são: é um padrão aberto, pode ser revisado e ajustado, possui alta interoperabilidade com vários fabricantes, tem poucas inconsistências e é aplicável para todo tipo de rede de pacotes. Por todos esses motivos, o MeGaCo/H.248 é considerado hoje como o protocolo de controle para rede NGN.

RSVP (Resource reSerVation Protocol)

Desenvolvido a fim de permitir que as aplicações requisitem diferentes QoS a seus fluxos de dados. Para isso, dois prerequisites devem ser observados:

- Elementos de redes, tais como roteadores, devem adequar-se aos mecanismos de controle de qualidade de serviço para garantir a entrega dos pacotes de dados.
- A aplicação deve estar capacitada a fornecer os parâmetros ideais de QoS.

O RSVP não é um protocolo de roteamento, trabalhando em conjunto com este. É usado por uma aplicação para requisitar uma qualidade de serviço específica da rede. O protocolo atua tanto em máquinas do usuário quanto em roteadores, responsabilizando-se, nesse caso, a estabelecer e manter as condições para o serviço requisitado. Também negocia a reserva de recursos em um único sentido de cada vez, ou seja, de forma simples. Com isso, ele trata distintamente receptores e transmissores, operando juntamente com a camada de transporte. O RSVP não realiza transporte de dados, sendo apenas um protocolo de controle e atuando no mesmo nível de outros protocolos, como o ICMP (Internet Control Message Protocol), o IGMP (Internet Group Management Protocol) ou protocolos de roteamento.

Assim, o gerenciamento ocorre no início da comunicação, sendo reiniciado de tempos em tempos. Caberá ao receptor requisitar uma QoS específica. O protocolo RSVP foi feito de forma a garantir que as arquiteturas mais antigas sejam compatíveis com o novo sistema, por meio do encapsulamento de seus pacotes de controle.

DiffServ

Usa *bits* de tipo de serviços do protocolo IPv4 para indicar seis classes possíveis e mecanismos de marcação de pacotes, verificação local da classe dos pacotes, e gerenciamento de recursos para suportar diferentes níveis de serviços em uma rede IP. Sua terminologia é a seguinte:

- Per-Hop Behavior (PHB): todos os pacotes devem sofrer a mesma análise durante um salto, enfileiramento e descarte, caso os recursos não satisfaçam o serviço.
- Differentiated Services Code Point (DSCP): é um valor no cabeçalho IP que indica que o pacote em questão sofrerá a análise PHB. Os DSCPs no cabeçalho do pacote destacam como os pacotes devem ser tratados nos saltos entre os roteadores intermediários até que o pacote chegue ao seu destino. O DSCP está presente no cabeçalho do protocolo IPv4 no campo Type of Service (ToS) e no protocolo IPv6 no campo Traffic Class. Seis *bits*, dos oito *bits* de um ToS, são alocados para o DSCP, e os outros dois são alocados para a Explicit Congestion Notification (ECN).

O comportamento dos saltos do DiffServ pode ser definido da seguinte forma: melhor esforço, baixo atraso, latência e *jitter*.

Entre classes de serviço (CoS – Class of Service) diferentes, podem mudar a prioridade entre tipos distintos de pacotes e o controle de filas de pacotes em congestionamento.

O DiffServ foi desenvolvido pensando em ser mais simples e escalável do que o IntServ/RSVP, porque não requer sinalização ou fluxo na rede.

Todas as aplicações podem utilizá-lo sem precisar realizar nenhum tipo de mudança nos roteadores. O meio de transporte usado para o DiffServ pode ser tanto IP quanto ATM, Frame Relay, MPLS, ou uma combinação, porque esses exemplos de protocolos de transporte estão em um nível acima da camada de rede.

Assim, os roteadores analisam apenas a camada de rede para descobrir qual é o *host* de destino dos pacotes para encaminhá-los. Diferentes manipulações de pacotes e mapeamento são possíveis. Por exemplo, o indicador da Classe de Serviço (CoS) pode representar preferências de congestionamento de fluxo no qual pacotes com baixa prioridade são descartados primeiro.

8 VOZ SOBRE FRAME RELAY E VOZ SOBRE ATM

8.1 Voz sobre pacotes

Tanto o transporte de Voz sobre Frame Relay quanto o de Voz sobre IP fazem parte de uma tecnologia genérica que chamamos de "voz sobre pacotes". Esse nome é usado com o objetivo de distinguir esta aplicação da antiga tecnologia de multiplexação no tempo dos canais de voz e dados, o conhecido TDM. O TDM tinha como característica principal a alocação estática de banda para cada canal de voz ou de dados em uma rede.

Essa preocupação com o desperdício de banda fez com que a indústria se voltasse para o desenvolvimento de tecnologias que permitissem a alocação dinâmica de recursos na rede a este novo conceito de alocação dinâmica, e foi daí que nasceu o nome "voz sobre pacotes".

Na prática, o Frame Relay foi o único protocolo de pacotes usado efetivamente para transportar voz, isso porque ele apresenta características importantes, como baixo *overhead*, ou seja, um volume muito grande de *bits* transmitidos com informação útil e mecanismos de controle de congestionamento, ideais para uma aplicação sensível ao atraso, como é o caso da voz.

Como o processamento dos pacotes no Frame Relay é rápido, ele é ideal para interligar redes complexas. Como é possível transmitir múltiplas conexões lógicas em uma única conexão física, os custos de comunicação podem ser reduzidos. Pela redução da quantidade de processamento necessária, são possíveis um maior desempenho e melhor tempo de resposta.

Para a maioria dos administradores de redes, a possibilidade de transportar a voz proveniente de um PABX e sinais de dados através da mesma rede usando procedimentos comuns de

gerenciamento e manutenção atende os requisitos de redução de custos e de complexidade das grandes redes corporativas.

Convém ressaltar que, como o Frame Relay não faz conversão de protocolos nem detecção/correção de erros, os dispositivos de rede precisam ser inteligentes, envolvendo a utilização de alguns equipamentos Frame Relay, como os Frads (Frame Relay Assembler/Disassembler), roteadores, *bridges* e *switches* de *frame*.

Deve-se levar em consideração ainda a qualidade do serviço prestado pelas operadoras de telecomunicações para que o resultado das aplicações de rede possa atender aos requisitos dos serviços disponíveis aos usuários.

Genericamente, Voz sobre Frame Relay (VoFR) é uma tecnologia eficaz de transporte para WAN, sendo, neste caso, mais eficiente em termos de banda do que a tecnologia de VoIP. Todavia, VoFR não pode ser implementado sobre LANs ou até o *desktop*. Por esse motivo, VoIP (Voz sobre IP) é a forma de execução predominante de voz sobre pacotes hoje e, para aplicações de voz, é em geral a única opção, mesmo que a efetivação de rede seja apenas para a comunicação entre PABXs situados em pontos remotos.

A utilização de aplicações baseadas em VoFR ou VoIP auxiliam na redução dos custos com as ligações telefônicas, comunicação entre os escritórios remotos de uma empresa, atividades de treinamento a distância (videoconferência), entre outros, usando a infraestrutura de telecomunicações existente para o tráfego de voz, dados e imagem.

8.2 Voz sobre Frame Relay (VoFR)

Frame Relay é um protocolo de comunicação de dados padronizado internacionalmente pelos órgãos ITU-T (International Telecommunication Union) e Ansi (American National Standards Institute).

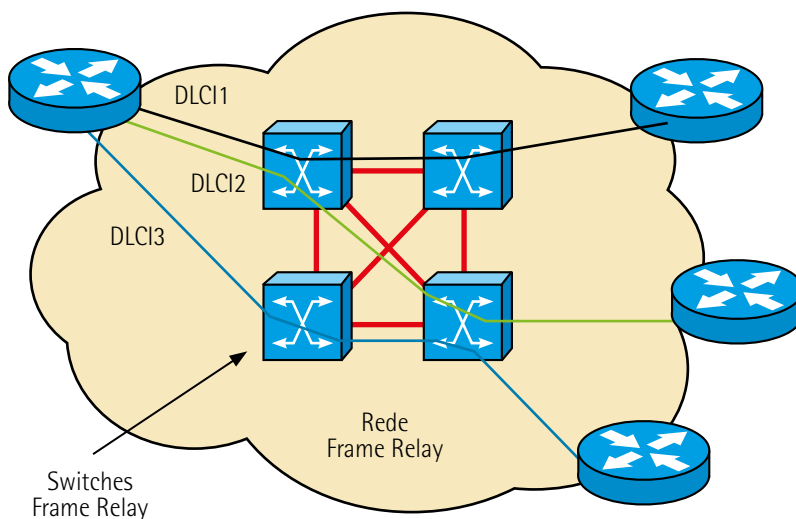


Figura 48 – Rede Frame Relay

Essa tecnologia opera na camada física e de enlace do modelo OSI, onde é definido dentro da rede um caminho lógico, que age como uma linha privada. Esse caminho é chamado de circuito virtual (VC). Esses circuitos virtuais podem ser:

- Permanentes (PV): caminhos fixos entre dois nós, que sempre estão com acesso disponível.
- Comutados (SVC): a conexão é feita de forma dinâmica, pautada na requisição do usuário, ou seja, ele é baseado em chamadas.

Frame Relay é um protocolo reconhecido pela sua capacidade de convergir, de maneira eficaz, em termos de custo, dados, voz e vídeo a baixas velocidades.

Há alguns anos, o Frame Relay era tido como um protocolo apenas para dados. Hoje ele é o mais utilizado para transporte de voz em redes corporativas. Essa tecnologia também possui facilidades para o transporte de voz, fax e sinais de *modems* analógicos atendendo aos requisitos de atrasos (*delay*) específicos para esse tipo de aplicação. Uma aplicação muito comum atualmente é a VoFR (Voz sobre Frame Relay).

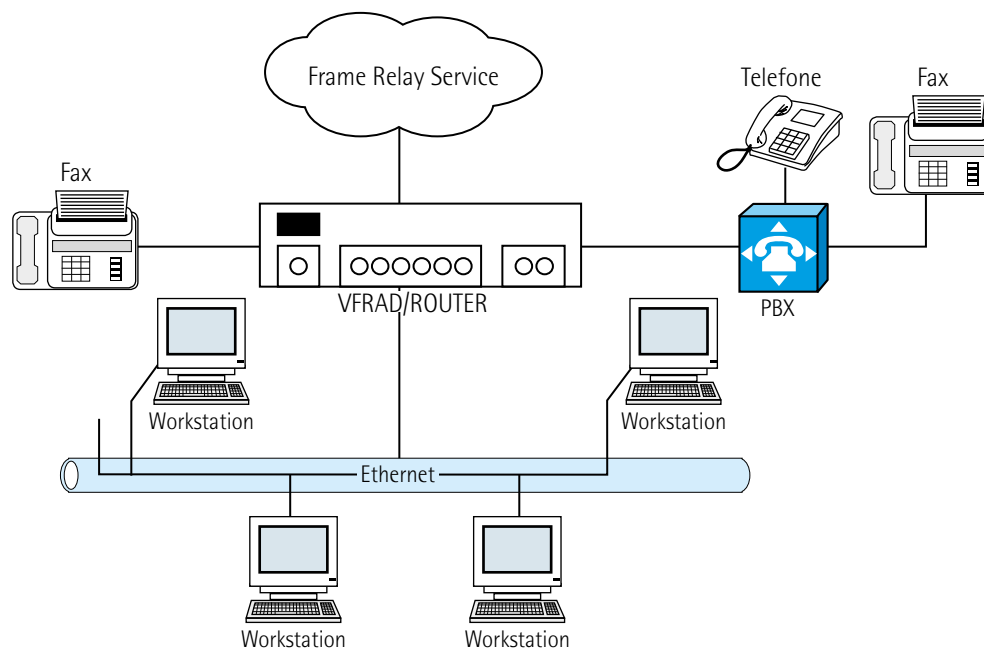


Figura 49 – Configuração de rede com VoFR

De início, é necessário conhecer alguns aspectos básicos do protocolo Frame Relay. É um dos muitos protocolos padronizados pela ITU, que usa a comutação de pacotes para transferir a informação de um ponto de origem a outro de destino segundo regras e formatos específicos definidos para este protocolo.

Para expor o funcionamento de uma rede Frame Relay e seus elementos, será utilizado novamente o exemplo do Sedex.

No sistema dos Correios, para uma encomenda ser enviada, antes ela deve ser entregue a uma agência de Correios, que será responsável por sua embalagem, indicando se o envio será feito via Sedex e depois a encaminha ao destino desejado.

Para ilustrar melhor nosso exemplo, além das informações de endereço do remetente e destinatário, cada pacote de Sedex deverá carregar consigo códigos que identifiquem as agências de Correios de origem e destino. Estes códigos serão utilizados pela rede de transporte dos Correios para auxiliar o processo de encaminhamento e entrega do pacote.

Vamos imaginar também que toda agência tenha caminhos programados para envio dos pacotes entre agências situadas em diferentes localidades. Com base na informação do código da agência de destino, a agência de origem deverá determinar que caminho o pacote percorrerá para alcançar a agência de destino.

Para cada caminho entre agências, deve existir um acordo entre elas para estabelecer a quantidade mínima de pacotes que podem ser enviados diariamente de uma agência à outra.

Os principais elementos de uma rede Frame Relay são:

- Frads – Frame Relay Access Device.
- PVCs – Permanent Virtual Circuit.
- DLCIs – Data Link Connection Identifier.
- CIR – Committed Information Rate.

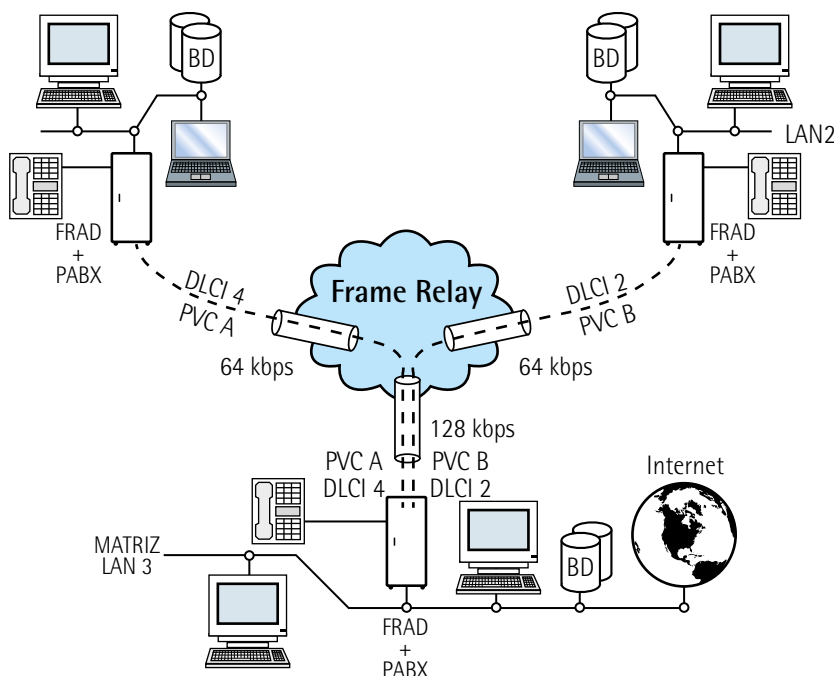


Figura 50 – Rede de Voz sobre Frame Relay

As agências de Correios corresponderiam aos Frads, que são os dispositivos de acesso a uma rede Frame Relay responsáveis por entregar os pacotes à nuvem FR, em um formato predeterminado por este protocolo. Os Frads também têm o dever de recebê-los na outra extremidade, passando-os ao usuário final.

Os caminhos escolhidos pelas agências de Correios para a entrega dos pacotes, ou melhor, pelos Frads, corresponderiam aos PVCs numa rede Frame Relay, que são os circuitos permanentes virtuais programados para interconectar Frads remotamente.

Como descrevemos no exemplo do Sedex, cada agência de Correios teria um identificador utilizado para sua verificação dentro da rede de agências de Correios. Ele corresponderia aos DLCIs, que são caracterizadores para cada Frad conectado a uma rede Frame Relay.

A quantidade mínima permitida para o transporte de pacotes entre as agências equivaleria ao CIR, que é a largura de banda mínima garantida, contratada junto a uma operadora para transmissão de dados em um determinado PVC.

A utilização do Frame Relay é considerada a técnica mais recomendada para a implementação de redes locais remotamente interconectadas, as chamadas WANs. Além de suas peculiaridades técnicas, que tornam o Frame Relay flexível e eficiente para o transporte de dados, ele alavancou seu crescimento ao satisfazer a necessidade de interconectar estas várias localidades com uma melhor relação custo-benefício. Isso é ressaltado ao comparar os custos do Frame Relay ao das Linhas Privativas de Comunicação de Dados, as chamadas LPCDs, que são serviços oferecidos pelas operadoras de telefonia, usados em especial para a execução de WANs.

Assim, o Frame Relay facilmente ganhou o mercado, tornando-se a melhor alternativa para a transmissão de voz sobre pacotes.

Quando falarmos em Voz sobre Frame Relay, trataremos sobre a transmissão de voz em forma de dados sobre uma rede Frame Relay. Ou seja, quando gerado, o sinal de voz, após ser digitalizado e comprimido, alcançará seu destino utilizando facilidades de rede definidas pelo protocolo Frame Relay.



Saiba mais

Veja o tutorial sobre Frame Relay a seguir:

BERNAL FILHO, H. Frame Relay. *Teleco*, 21 jul. 2003. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialfr/default.asp>>. Acesso em: 6 ago. 2018.

8.3 Voz sobre ATM (VoATM)

Quando o ATM entrou no mercado, em meados de 1990, foi considerado como o início de uma nova era das redes de comunicação de dados.

ATM, Asynchronous Transfer Mode, é mais um protocolo padronizado pelo ITU que foi contemplado por muitos especialistas como sendo o protocolo "perfeito", pois foi projetado para executar um ambiente multimídia e multisserviços com elevada qualidade de serviço na comunicação.

Contudo, seu custo de implantação é considerado alto, o que limitou sua utilização às grandes operadoras e aos grandes provedores de serviço de internet.

A estrutura de uma rede ATM consiste basicamente em terminais que são conectados a centrais ATMs, e os pacotes aplicados para a transmissão da informação são no formato de células ATM.

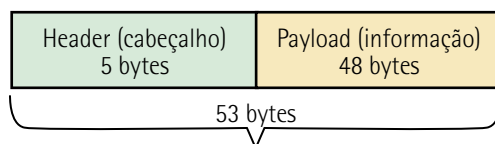


Figura 51 – Cabeçalho de rede ATM

Essas células possuem um tamanho fixo e relativamente pequeno (53 bytes). Foram projetadas dessa forma para serem facilmente gerenciadas pelos equipamentos de rede e trazer velocidade ao tráfego da informação dentro de uma rede ATM.

Como o Frame Relay, o ATM é baseado no estabelecimento de circuitos virtuais e, para a execução de WANs, estes circuitos também são contratados junto de uma operadora.

Em relação ao VoATM, este é o serviço de voz transportado sobre uma rede de dados ATM. O sinal de voz será digitalizado e também transformado em pacotes no formato de células, conforme ilustrado na imagem anterior, para trafegar numa rede ATM.

Apesar da ênfase dada aos serviços de dados em altas velocidades sobre o ATM, as grandes redes de voz também podem se beneficiar do desenvolvimento das eficientes infraestruturas baseadas em ATM, devido a um melhor desempenho e qualidade de serviço que uma rede ATM pode garantir.

Existem alguns métodos aplicados para o transporte da voz numa rede ATM. Eles são chamados de AAL, ATM Adaptation Layer, dentre os quais citaremos:

- AAL1: utiliza a alocação estática da banda de transmissão contratada junto de uma operadora, podendo não ser eficiente devido à inutilização desta banda quando não há dados a transmitir.
- AAL2: usa a alocação dinâmica ou variável da banda de transmissão, sendo, portanto, mais eficiente que o AAL1, pois pode otimizar o emprego da banda contratada.

Para conhecimento, existem outros métodos que também usam alocação dinâmica de banda, os AAL3, AAL4, AAL5 e AAL6, e sua utilização varia conforme o tipo de mídia a ser transmitido e as necessidades específicas de otimização de banda desejada para uma implementação de VoATM.

8.4 Comparação entre tecnologia de voz

Nos últimos anos, as redes de dados têm crescido muito mais rápido do que as de voz. Muito em breve a quantidade de tráfego de dados excederá consideravelmente a quantidade de voz, aumentando-se a busca por convergência.

Uma das principais características desse processo é que cada vez mais a voz será transportada sobre as redes de dados, seja via Frame Relay, ATM ou IP em vez dos dados serem transportados através das redes de voz, como é o exemplo do fax e conexões discadas para acesso à internet utilizando *modems*.

Existem muitos defensores para as três tecnologias vistas anteriormente, Voz sobre IP, Voz sobre Frame Relay e Voz sobre ATM. Todas atendem seus requisitos e objetivos de funcionamento, mas o nível de satisfação inerente a cada uma delas está diretamente relacionado com os seguintes fatores:

- as necessidades de execução em um determinado ambiente (confiabilidade, banda, segurança etc.);
- os custos envolvidos numa implementação.

Quanto ao formato dos pacotes, o Frame Relay e o IP transportam dados em pacotes de tamanhos variáveis. Já o ATM transmite os dados em pequenas células de tamanho fixo, o que facilita a sua rápida transferência através da rede.

No tocante ao modo de entrega e roteamento dos dados, o Frame Relay e o ATM utilizam o estabelecimento prévio de caminhos para o transporte da informação entre dois pontos, chamados de circuitos virtuais. O IP emprega a forma de endereçamento provida pelo protocolo IP. Para a definição de circuitos virtuais em redes IP, é necessária a efetivação de uma solução MPLS, como pontuado anteriormente.

Sobre o tipo de rede, o ATM e o IP podem ser aplicados em LANs e WANs, porém o ATM é mais usado para implementação de *backbones* de alta velocidade. O Frame Relay, por sua vez, tem melhor aplicação em WANs.

Quanto à QoS, tem reserva de banda e priorização dos tráfegos de voz. O Frame Relay possui reserva de banda através dos PVCs e os Frads executam priorização dos pacotes, atribuindo alta prioridade para os pacotes de voz. A tecnologia ATM foi projetada para garantir integração de voz, dados e imagem com alta qualidade, atendendo os parâmetros de QoS e garantindo qualidade de serviço, reserva de banda e priorização de serviços sensíveis à transmissão em tempo real, por exemplo, o serviço de voz e o de vídeo. O IP, como destacamos, foi desenvolvido para trabalhar sobre o **melhor esforço**, precisando de tecnologias adicionais para executar QoS numa rede IP, sendo elas os **serviços integrados** através do protocolo RSVP, **serviços diferenciados** e o MPLS.

A respeito da compressão de voz, o Frame Relay pode utilizar algoritmos de compressão de voz G.729, garantindo uma compressão de 64 kbps para 8 kbps e também o G.723.1, que possui uma compressão mais acentuada, para aproximadamente 6 kbps. Em redes ATM, não é necessária a compressão dos pacotes de voz, pois largura de banda não é um problema para o ATM. Para redes IP, a necessidade de compressão do sinal de voz vai depender de onde ele está sendo transportado, podendo variar conforme o ATM, que não necessita de compressão, e o Frame Relay utilizado nas compressões mencionadas.

Quanto aos custos de implementação, o ATM é o mais dispendioso, ficando dependente apenas dos grandes provedores de serviço e grandes operadoras. O Frame Relay possui boa relação custo-benefício de acordo com os objetivos de efetivação. O IP vai depender da execução. Existem soluções nas quais o IP não possui QoS, trabalhando sobre o melhor esforço da rede. Há outras em que o IP pode ser transportado utilizando a infraestrutura do ATM, provendo confiabilidade e velocidade. Ademais, existem soluções nas quais o IP é transportado sobre o próprio Frame Relay, provendo WANs conectadas através do protocolo IP.

Quadro 5 – Comparativo entre as diferentes tecnologias de voz sobre dados

Quesitos	VoIP	VoFR	VoATM
Formato dos pacotes	Pacotes de tamanho variável	Pacotes de tamanho variável	Células de tamanho fixo (53 bytes)
Entrega dos dados	Baseada no protocolo IP	Pautada em circuitos virtuais	Baseada em circuitos virtuais
Tipo de rede	LANs e WANs	Em geral WANs	LANs e WANs
QoS	Melhor esforço. Não possui QoS	Possui reserva de banda e priorização, mas não é baseada nos parâmetros de QoS	Possui QoS
Custos	Depende da implementação	Possui boa relação custo-benefício de acordo com os objetivos de implementação	Alto custo

8.5 Considerações, aplicações e tendências

Agora faremos algumas considerações sobre os principais aspectos que estudamos até aqui.

Abordando as vantagens do uso de redes convergentes, podemos destacar:

- otimização dos recursos de telefonia e dados, pois teríamos uma única rede;
- economia de custos – média de 40% em telefonia DDD.



Lembrete

A qualidade de serviço está diretamente associada à satisfação do usuário e que, portanto, vai depender de muitos parâmetros relacionados ao projeto de rede, como topologia de rede, segurança, alocação de recursos, custos e outros.

Os parâmetros que merecem atenção especial em redes convergentes são:

- largura de banda de transmissão necessária para uma aplicação específica;
- atrasos fixos e flutuações mínimas de atraso (*jitter* mínimo).

Os atrasos sofridos pelos pacotes ao longo do caminho desde a origem devem ser compensados pela aplicação no destino e pela infraestrutura, de forma que a reprodução da informação transmitida seja realizada com a menor distorção possível, garantindo inteligibilidade.

As tecnologias mais usadas são VoIP, VoFR e VoATM, mas não se pode definir a melhor implementação tecnológica de voz em redes de dados. Em geral, a melhor é a que já existe para o transporte de dados, mas não se deve deixar de analisar "corporativamente" outras opções.

Então, o que priorizar no projeto de redes convergentes?

Existem tecnologias consolidadas para uma determinada aplicação, por exemplo, voz nas redes legadas de telefonia. Para optar por uma implementação de convergência de redes, deve-se avaliar parâmetros como:

- confiabilidade;
- gerenciamento e reserva de banda;
- otimização de custos; e
- escalabilidade.

Quando falamos em otimização de custos, devemos ter em mente que lucro é a razão da existência da maioria das empresas e, portanto, este está diretamente relacionado aos custos. Logo, a escolha da tecnologia e a definição dos parâmetros devem ser feitas de forma adequada, considerando qual é o que melhor se aplica aos negócios de uma organização.



Resumo

Estudamos nesta unidade os principais protocolos para VoIP: RTP (Real-Time Transport Protocol), RTCP (Real-Time Transport Control Protocol), H.323, que contempla uma série de padrões, SIP (Session Initiation Protocol), MGCP (Media Gateway Control Protocol) e Megapro (Media Gateway Control Protocol).

O protocolo RTP tem como objetivo fornecer um mecanismo para levar dados sensíveis ao atraso, por exemplo, vídeo e áudio, de uma extremidade a outra na rede, em "tempo real", fornecendo um meio uniforme para

transmitir dados. Já o RTCP baseia-se em transmissões periódicas de pacotes de controle por todos os participantes da sessão.

A recomendação H.323 visa especificar sistemas de comunicação multimídia em redes pautadas em pacotes e que não fornecem uma Qualidade de Serviço (QoS) garantida. Esse protocolo possui funções de sinalização e é composto de H.450.X, H.235, H.225.0 (Q.931), H.245 e H.225.0 ou RAS.

Acentuamos que um protocolo que pode substituir o H.323 é o SIP, que possui funções de sinalização baseadas em texto para criar e controlar sessões multimídias com dois ou mais participantes. O SIP almeja criar o padrão de sinalização e controle para chamadas entre terminais que não utilizam o padrão H.323. Também possui seus próprios mecanismos de segurança e confiabilidade.

Os protocolos MGCP e Megaco têm funções de controle de *gateway*. O MGCP é usado por controladores de *gateways* e *gateways* voltados para controle, estabelecimento e término de chamadas. Utiliza transações do tipo comando – respostas que criam, auditam e controlam as chamadas nos *gateways*.

O Frame Relay e o IP são protocolos que se destinam a aplicações completamente distintas, servindo apenas como invólucros para o encapsulamento da informação, seja ela voz, dados ou imagem. A escolha de um ou outro para o transporte da informação através de uma rede de comunicação irá depender da aplicação final, e não o contrário.

Em uma rede privada, com conexões ponto a ponto, o Frame Relay pode ser usado como protocolo básico para a conexão de voz e dados entre duas localidades quaisquer, sendo transparente ao usuário. O mesmo vale para o protocolo IP.

A utilização de Voz sobre IP em uma aplicação tipicamente corporativa, integração de PABX ou ramais remotos para tráfego de voz interno à empresa, por exemplo, irá certamente demandar maiores investimentos em banda a fim de garantir a mesma qualidade que seria obtida com Voz sobre Frame Relay.



Exercícios

Questão 1. (FCC 2010) O envio de pacotes de controle aos participantes de uma chamada, fornecendo um *feedback* da qualidade dos serviços de envio de áudio e vídeos pela internet (Volp), é realizado pelo protocolo:

- A) SIP.
- B) SDP.
- C) RTCP.
- D) RTP.
- E) H323.

Resposta correta: alternativa C.

Análise das alternativas

A) Alternativa incorreta.

Justificativa: o Protocolo de Iniciação de Sessão (Session Initiation Protocol – SIP) é um protocolo de código aberto de aplicação que utiliza o modelo “requisição-resposta”, similar ao HTTP, para iniciar sessões de comunicação interativa entre utilizadores.

B) Alternativa incorreta.

Justificativa: o Session Description Protocol (SDP) é um formato para descrever *streaming media*, um *string* de parâmetros de inicialização em ASCII.

C) Alternativa correta.

Justificativa: o RTCP (Real-Time Transport Control Protocol), definido também através da recomendação RFC3550 do IETF, é baseado no envio periódico de pacotes de controle a todos os participantes da conexão (chamada), usando o mesmo mecanismo de distribuição dos pacotes de mídia (voz). Dessa forma, com um controle mínimo, é feita a transmissão de dados em tempo real usando o suporte dos pacotes UDP (para voz e controle) da rede IP.

D) Alternativa incorreta.

Justificativa: RTC (Real-Time Clock), é um relógio de computador (geralmente sob a forma de um circuito integrado) que mantém o controle do tempo presente.

E) Alternativa incorreta.

Justificativa: o padrão H.323 é parte da família de recomendações ITU-T (International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector) H.32x, que pertence à série H da ITU-T e que trata de “Sistemas Audiovisuais e Multimídia”.

Questão 2. (FCC 2007) No Frame Relay:

- A) Tanto o roteamento quanto a multiplexação de caminhos virtuais ocorrem em nível de enlace.
- B) Um usuário conecta-se diretamente a outro, permitindo que a rede tenha maior desempenho.
- C) Somente a multiplexação ocorre em nível de enlace.
- D) A excessiva quantidade de campos de controle é um fator de restrição ao seu uso.
- E) O roteamento ocorre em nível de enlace e a multiplexação em nível de transporte.

Resolução desta questão na plataforma.

FIGURAS E ILUSTRAÇÕES

Figura 1

OLIFER, N.; OLIFER, V. *Redes de computadores: princípios, tecnologias e protocolos para o projeto de redes*. São Paulo: LTC, 2008. p. 37.

Figura 2

ALENCAR, M. de. *Telefonia digital*. 5. ed. São Paulo: Érica, 2011. p. 96.

Figura 3

Grupo UNIP-Objetivo.

Figura 4

Grupo UNIP-Objetivo.

Figura 5

INTERNATIONAL ENGINEERING CONSORTIUM (IEC). Convergence switching and the next-generation carrier. *Web ProForum Tutorials*, 2002. Disponível em: <http://intra.itilt-d-india.com/quality/TelecomBasics/con_switch.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2018.

Figura 8

MOULTON, P. *Telecommunications Survival Guide*. EUA: Prentice Hall PTR, 2001.

Figura 9

PLEVYAK, T.; SAHIN, V. *Next generation telecommunications networks, services, and management*. EUA: IEEE Press, 2010. p. 6.

Figura 10

PINHEIRO, J. M. S. *Projeto de redes*. Fundação Oswaldo Aranha. Rio de Janeiro: Centro Universitário de Volta Redonda, [s.d.]. p. 1.

Figura 11

BATES, R. J. *Broadband Telecommunications Handbook*. 2. ed. EUA: McGraw-Hill, 2004.

Figura 12

WILKINSON, N. *Next Generation Network Services: Technologies & Strategies*. 2. ed. Reino Unido: John Wiley & Sons, 2002.

Figura 13

PINHEIRO, J. M. S. *Projeto de redes*. Fundação Oswaldo Aranha. Rio de Janeiro: Centro Universitário de Volta Redonda, [s.d.]. p. 3.

Figura 14

PLEVYAK, T.; SAHIN, V. *Next generation telecommunications networks, services, and management*. EUA: IEEE Press, 2010. p. 7.

Figura 15

SOUZA, M. A. de; CARVALHO, R. D. T. de. *Benefícios de se utilizar IMS em uma rede NGN*. V SRST – SEMINÁRIO DE REDES E SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES. Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel), set. 2016.

Figura 16

SOUZA, M. A. de; CARVALHO, R. D. T. de. *Benefícios de se utilizar IMS em uma rede NGN*. V SRST – SEMINÁRIO DE REDES E SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES. Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel), set. 2016. p. 3.

Figura 17

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). *Recommendation Y.2012*. Series Y: Global Information Infrastructure, Internet Protocol Aspects and Next-Generation Networks. Suíça, set. 2006. p. 8. Disponível em: <https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-Y.2012-200609-S!!PDF-E&type=items>. Acesso em: 7 ago. 2018.

Figura 22

PINHEIRO, J. M. S. *Projeto de redes*. Fundação Oswaldo Aranha. Rio de Janeiro: Centro Universitário de Volta Redonda, [s.d.]. p. 1.

Figura 23

PINHEIRO, J. M. S. *Projeto de redes*. Fundação Oswaldo Aranha. Rio de Janeiro: Centro Universitário de Volta Redonda, [s.d.]. p. 2.

Figura 24

PINHEIRO, J. M. S. *Projeto de redes*. Fundação Oswaldo Aranha. Rio de Janeiro: Centro Universitário de Volta Redonda, [s.d.]. p. 3.

Figura 25

CROCETTI, H L. *O impacto do QoS nas comunicações Voip*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012. p. 32.

Figura 26

Grupo UNIP-Objetivo.

Figura 29

OLIFER, N.; OLIFER, V. *Redes de computadores: princípios, tecnologias e protocolos para o projeto de redes*. São Paulo: LTC, 2008. p. 121.

Figura 32

PETERS, J. *et al. Fundamentos de VoIP*. São Paulo: Bookman, 2008. p. 48.

Figura 34

Grupo UNIP-Objetivo.

Figura 35

Grupo UNIP-Objetivo.

Figura 36

BERNAL FILHO, H. O que esperar dos serviços VoIP. *Teleco*, 8 maio 2017. p. 2. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialvoip2/default.asp>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

Figura 37

BERNAL FILHO, H. O que esperar dos serviços VoIP. *Teleco*, 8 maio 2017. p. 3. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialvoip2/default.asp>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

Figura 38

BERNAL FILHO, H. O que esperar dos serviços VoIP. *Teleco*, 8 maio 2017. p. 4. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialvoip2/default.asp>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

Figura 39

Grupo UNIP-Objetivo.

Figura 40

JESZNSKY, P. J. E. *Sistemas telefônicos*. Barueri, SP: Manole: 2004. p. 433.

Figura 43

JESZNSKY, P. J. E. *Sistemas telefônicos*. Barueri, SP: Manole: 2004. p. 413.

Figura 44

JESZNSKY, P. J. E. *Sistemas telefônicos*. Barueri, SP: Manole: 2004. p. 424.

Figura 45

JESZNSKY, P. J. E. *Sistemas telefônicos*. Barueri, SP: Manole: 2004. p. 427.

Figura 47

DE OLIVEIRA, J. C. M. MeGaCo: conheça o protocolo de sinalização de Mídia Gateways VoIP. *Teleco*, 20 nov. 2006. p. 2. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialmegaco/default.asp>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

REFERÊNCIAS

Textuais

ALENCAR, M. de. *Telefonia digital*. 5. ed. São Paulo: Érica, 2011.

BATES, R. J. *Broadband Telecommunications Handbook*. 2. ed. EUA: McGraw-Hill, 2004.

BERNAL FILHO, H. O que esperar dos serviços VoIP. *Teleco*, 8 maio 2017. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialvoip2/default.asp>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

BERNAL, P. M. *Voz sobre protocolo IP: a nova realidade da telefonia*. São Paulo: Érica, 2007.

BURGESS, M. *Princípios de administração de redes e sistemas*. 2. ed. São Paulo: LTC, 2006.

CISCO SYSTEMS. *Implementing Cisco Quality of Service*. EUA, 2006. v. 1-2 (versão 2.2).

COHEN, D. *Specifications for the Network Voice Protocol (NVP) – RFC 741*. Califórnia: IETF, 1976.

CONVERGÊNCIA. In: NOVO Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. 2009. CD-ROM.

CROCETTI, H. L. *O impacto do QoS nas comunicações Voip*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012.

DE OLIVEIRA, J. C. M. MeGaCo: conheça o protocolo de sinalização de Mídia Gateways VoIP. *Teleco*, 20 nov. 2006. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialmegaco/default.asp>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

FOROUZAN, B. A.; MOSHARRAF, F. *Redes de computadores: uma abordagem top-down*. São Paulo: AMGH, 2013.

HERSENT, O.; GURLE, D.; PETIT, J. P. *Telefonia IP*. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

HISTÓRIA DAS TELECOMUNICAÇÕES. *Telecomunicações do Brasil*, [s.d.]. Disponível em: <<http://telecomunicacoesdobrasil.org.br/voce-conectado/historia-das-telecomunicacoes/>>. Acesso em: 6 jul. 2018.

INTERNATIONAL ENGINEERING CONSORTIUM (IEC). Convergence switching and the next-generation carrier. *Web ProForum Tutorials*, 2002. Disponível em: <http://intra.itild-india.com/quality/TelecomBasics/con_switch.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2018.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). *ITU-T Recommendations*. [on-line:], [s.d.]. Disponível em: <<https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/index.aspx?ser=Y>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

____. *Recommendation E.800*. Terms and definitions related to quality of service and network performance including dependability. Suíça, 12 ago. 1994. 53 p. Disponível em: <https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.800-199408-S!!PDF-E&type=items>. Acesso em: 6 ago. 2018.

____. *Recommendation Y.2012*. Series Y: Global Information Infrastructure, Internet Protocol Aspects and Next-Generation Networks. Suíça, set. 2006. Disponível em: <https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-Y.2012-200609-S!!PDF-E&type=items>. Acesso em: 7 ago. 2018.

JESZNSKY, P. J. E. *Sistemas telefônicos*. Barueri, SP: Manole: 2004.

KAKIHARA, C. M. *Avaliação e comparação de desempenho entre a arquitetura IP e a arquitetura IP sobre MPLS*. Dissertação (Mestrado em Física Aplicada). Instituto de Física de São Carlos, São Carlos (SP), 2006 Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76132/tde-22112006-102117/pt-br.php>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

KUROSE, J.; ROSS, K. W. *Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down*. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

MORAES, A. de. *Telemática: convergência de dados, voz e imagem*. São Paulo: Érica, 2014.

NASSIF, A. T. *Redes da próxima geração: aspectos econômicos, técnicos e cenários de migração*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, 2004, Brasília. 164 p.

OI FUTURO. História das telecomunicações. Programa educativo. Museu das Telecomunicações. *Oi*, 6 jul. 2007. Disponível em: <<http://www.oifuturo.org.br/wp-content/uploads/2012/12/HistoriadasTelecomunicacoes.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2018.

OLIFER, N.; OLIFER, V. *Redes de computadores: princípios, tecnologias e protocolos para o projeto de redes*. São Paulo: LTC, 2008.

OLIVEIRA, L. *VoIP: o futuro da telefonia*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Telecomunicações). IFCE (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará), Ceará, [s.d.].

PETERS, J. et al. *Fundamentos de VoIP*. São Paulo: Bookman, 2008.

PINOTTI, F. L. *Simulação e emulação de tráfego multimídia em redes IP*. Limeira (SP): [s.n.], 2011.

PLEVYAK, T.; SAHIN, V. *Next generation telecommunications networks, services, and management*. EUA: IEEE Press, 2010.

RIBEIRO, G. da S. Voz sobre IP I: a convergência de dados e voz. *Teleco*, 14 nov. 2011. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialvoipconv/default.asp>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

ROCHA, A. S. Estudo básico do MPLS (Multi Protocol Label Switching) – I. *Teleco*, 24 jan. 2011. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/pdfs/tutorialmplseb1.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

SILVA, M. B. F. da. *Ferramentas de gerenciamento*. São Paulo: Editora Sol, 2018. 116 p.

SOUZA, M. A. de; CARVALHO, R. D. T. de. *Benefícios de se utilizar IMS em uma rede NGN*. V SRST – SEMINÁRIO DE REDES E SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES. Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel), set. 2016.

TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. *Redes de computadores*. São Paulo: Pearson, 2011.

TELEFONIA. In: NOVO Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. 2009. CD-ROM.

WHITE, C. M. *Redes de computadores*. Tradução da 6ª ed. norte-americana. São Paulo: Cengage Learning Editores, 2013.

Sites

<<http://moodle.digitro.com.br>>.

<<http://museudatelecomunicacoes.org.br>>.

<<https://www.3cx.com>>.

<<http://www.adoresoftphone.com>>.

<<http://www.counterpath.com>>.

<<https://www.skype.com/pt-br>>.

<<https://www.zoiper.com>>.

<www.cablelabs.com>.

Exercícios

Unidade I – Questão 1: TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE GOIÁS (TCE/GO). *Concurso Público para Provimento de Cargos 2009*: Analista de Controle Externo – Tecnologia da Informação. Conhecimentos Específicos I. Questão 65. Disponível em: <https://arquivo.pciconcursos.com.br/provas/12941193/aec1148ef520/prova_j10_tipo_001.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2018.

Unidade I – Questão 2: TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO PIAUÍ (TJ/PI). *Concurso Público 2015*: Analista Judiciário – Analista de Sistemas/Telecomunicações. Conhecimentos Específicos. Tipo 1 – Branca. Questão 92. Adaptada. Disponível em: <https://arquivo.pciconcursos.com.br/provas/23853598/75dfe4c7f037/analista_judic_apoio_especial_analista_sistemas_telecomun_tipo_1.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2018.

Unidade II – Questão 1: MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO SERGIPE (MPE/SE). *Concurso Público para Provimento de Cargos 2009*: Analista do Ministério Público – Análise de Sistemas. Conhecimentos Específicos. Questão 51. Disponível em: <<https://arquivo.pciconcursos.com.br/provas/11549505/972502ba1eaa/prova.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2018.

Unidade II – Questão 2: TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE GOIÁS (TCE/GO). *Concurso Público para Provimento de Cargos 2014*: Analista de Controle Externo – Tecnologia da Informação. Conhecimentos Específicos I. Questão 69. Disponível em: <https://arquivo.pciconcursos.com.br/provas/21436934/e1434049af42/analista_cont_ext_tec_inf_h08_tipo_001.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2018.

Unidade III – Questão 1: CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISA EM AVALIAÇÃO E SELEÇÃO E DE PROMOÇÃO DE EVENTOS (CEBRASPE). *Concurso Público TRT 8 2016*: Analista Judiciário – Apoio Especializado – Tecnologia da Informação. Prova Objetiva. Questão 14. Disponível em: <https://arquivo.pciconcursos.com.br/provas/24375082/b4aad1488d60/pv_objetiva_cargo_11.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2018.

Unidade III – Questão 2: PROCESSAMENTO DE DADOS DO AMAZONAS S.A. (PRODAM). *Concurso Público 2014*: Engenheiro Eletricista. Conhecimento Específico II. Questão 37. Disponível em: <https://arquivo.pciconcursos.com.br/provas/20648177/cdca81fb26ba/s15_t_engenharia_eletrica.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2018.

Unidade IV – Questão 1: MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE (MPE-RN). *Concurso Público 2010: Analista de Tecnologia da Informação – Redes/Segurança/Conectividade. Conhecimentos Específicos. Prova C03. Questão 73.* Disponível em: <<https://s3.amazonaws.com/files-s3.iesde.com.br/resolucaoq/prova/prova/23933.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2018.

Unidade IV – Questão 2: TRIBUNAL REGIONAL FEDERAL DA 4ª REGIÃO (TRF). *Concurso Público para Provimento de Cargos 2007: Técnico Judiciário – Área Apoio Especializado (Operação de Computadores). Conhecimentos Específicos. Questão 59.* Disponível em: <https://arquivo.pciconcursos.com.br/provas/10426763/cc44e4a2b068/prova_x_tipo_001.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2018.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



Handwriting practice lines consisting of 30 horizontal lines. Each line is preceded by a small blue dot on the left margin, serving as a starting point for letter formation. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page.



A series of horizontal lines for writing, consisting of 30 evenly spaced lines across the page.



Handwriting practice lines consisting of 30 horizontal blue lines. Each line is preceded by a small blue dot on the left margin, serving as a starting point for letter formation. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page.



Handwriting practice lines consisting of 30 horizontal blue lines. Each line is preceded by a small blue dot, serving as a starting point for letter formation. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page.



Interativa

Informações:
www.sepi.unip.br ou 0800 010 9000