

Emulação de Circuitos E1 para a Interoperação de PBXs em Redes ATM

Paulo Henrique Aguiar Rodrigues [IM/NCE/UFRJ], Cesar Augusto C. Marcondes [IM/NCE/UFRJ], João Carlos Peixoto de Almeida da Costa [IM/NCE/UFRJ], Cláudia Medronho Naumann [IM/NCE/UFRJ]

Núcleo de Computação Eletrônica – UFRJ Caixa Postal 2324, CEP 20001 – 970, Rio de Janeiro – RJ – Brasil

Email : peixoto@nce.ufrj.br

Área WNRP2 : Aplicações – Voice and Telephony Over ATM

Introdução

O Grupo de Telefonia IP do Núcleo de Computação Eletrônica/UFRJ vem desenvolvendo trabalhos na área de telefonia em redes ATM e IP. Neste experimento, procuramos viabilizar a interligação de PBXs através da emulação de circuitos E1 numa rede ATM. Na prática, este estudo viabilizará a conexão de PBXs localizados nos campi da Cidade Universitária e Praia Vermelha da UFRJ, fazendo uso da infraestrutura ATM da RedeRio de Computadores.

O grupo de trabalho de *Voice and Telephony over ATM* (VTOA) do ATM Forum apresenta várias especificações sobre emulação de circuitos (CES – Circuit Emulation Service) em redes ATM. Entende-se por emulação de circuitos a tecnologia que permite implantar na rede ATM uma característica de tráfego semelhante ao dos canais usados na interligação de centrais telefônicas. Na especificação [ATM97] são utilizados circuitos virtuais (VC) com taxa constante de bits (CBR) para o transporte de tráfego de canais estruturados e não estruturados E1/E3/DS1/DS3/J2 ou frações de Nx64Kbps, mantendo a sincronização nas duas extremidades.

No Brasil, assim como na Europa, os canais de voz de chamadas telefônicas são agrupados em um único circuito E1 (*Tronco Digital Especial – 2048 kbit/s divididos em 32 canais*) que tem 30 canais de voz, cada um com 64 kbps de banda disponível (voz sem compressão usando PCM – *Pulse Code Modulation*) e dois canais reservados para sincronização e sinalização [ATM96].

A sincronização do tráfego de voz é uma questão importante. O ATM é assíncrono por natureza, mas o transporte de voz demanda que os dados estejam sincronizados para manter o relacionamento temporal entre quem fala e quem escuta.

A fim de manter a sincronização ponto-a-ponto, como requerido por canais E1, é necessário prover mecanismos de recuperação de relógio dentro da rede ATM. Dois mecanismos são utilizados: relógio adaptativo e SRTS (Synchronous Residual Time Stamp). No relógio adaptativo, o destino recupera uma estimativa da frequência do relógio da fonte através do espaçamento entre células do fluxo recebido no buffer de remontagem, fazendo um controle efetivo do jitter para a recuperação do relógio da fonte. Este método é sensível a congestionamentos onde há uma variação grande nos tempos de chegada de células, podendo ultrapassar a tolerância permitida na multiplexação dos segmentos. No SRTS, são necessárias referências precisas de relógio em ambas as extremidades. O SRTS mede a diferença entre o relógio local e a referência da rede, transmitindo o resultado desta comparação para o destino, o que se chama de *Residual Time Stamps*, onde é utilizada para recriar o relógio da fonte. O ponto crítico deste método é que o relógio de referência deve ser comum em toda a rede. A complexidade e alternativas no estabelecimento de sincronismo através da rede ATM são pontos abordados em nosso trabalho.

Uma outra questão investigada é a sinalização no circuito telefônico. Esta informação de sinalização inclui número discado, status do aparelho telefônico (fora/no gancho), e outras informações sobre roteamento e controle. Existem duas formas de trafegar esta sinalização em um canal E: junto com a voz em um mesmo canal (CAS - *Channel Associated Signaling*, como o protocolo R2 da ITU-T [ITU-T98]), sendo utilizados 4 Kbps dos 64 Kbps da banda para este

fim; ou em um canal independente de 64 Kbps (*CCS - Common Channel Signaling*). Dificuldades operacionais práticas com interoperabilidade, planejamento de testes e busca de soluções são tópicos cobertos em nossa apresentação.

Nosso objetivo é compartilhar nossa experiência com outros grupos interessados e propor experiências conjuntas através do backbone da RNP2, com o intuito de facilitar no futuro a integração de vários sistemas telefônicos através da emulação de circuitos no ATM.

Experimento de interoperação entre circuitos emulados E1 em redes ATM

Na condução do estudo em Emulação de Circuitos, procuramos explorar os conceitos teóricos nas implementações de circuitos emulados de equipamentos de diferentes fabricantes, a fim de que num passo futuro, possamos estender este ambiente para uma rede ATM mais complexa e heterogênea. O trabalho desenvolvido foi, num primeiro momento, verificar a interoperabilidade entre interfaces com emulação de circuitos E1 de dois fabricantes e viabilizar uma conexão operacional entre centrais telefônicas digitais NEC NEAX-2400 da UFRJ.

Os equipamentos utilizados nestes experimentos foram:

- Comutador ASX-1000 da Marconi [FORE98], com placa de Emulação E1 VoicePlus[®];
- Comutador CoreBuilder 7000HD da 3COM interligado através de uma interface ATM em fibra multimodo (OC-3) a um AccessBuilder 9600 com portas CES E1, de propriedade da RedeRio. [3COM98]

Os testes iniciais foram efetuados usando roteadores Cisco 2501 ligados a conversores RAD V.35/G.703 [FCD93] operando como geradores de tráfego E1, o que permitiu efetuar análises em relação ao sincronismo nas duas extremidades dos circuitos emulados. Estes circuitos foram estabelecidos inicialmente usando somente o comutador ASX-1000, sendo depois efetuados testes de interoperação com o 3Com.

A necessidade de se manter uma única base de relógio de referência foi avaliada. Quando o relógio de referência da rede era comum, ou seja quando era gerado por somente um dos conversores, os equipamentos ASX-1000 e AccessBuilder 9600 repassavam o canal E1 estruturado sem problemas, fazendo a recuperação de relógio via SRTS nas interfaces CES ou via método adaptativo. Entretanto, ao configurarmos os dois conversores como geradores de relógio de referência, este arranjo acabou resultando em alarmes de erros de sincronismo nos conversores, e conseqüentemente em erro de transmissão de dados. Não tivemos ainda condições de testar o uso de sincronismo externo a partir de relógio de referência único provido por uma operadora.

Dessa forma, se tivermos condições de adotar um relógio de referência único na rede, seja porque nossa rede é pequena ou seja porque estamos utilizando um relógio padrão externo comum a toda a rede, usaremos o método SRTS e o método adaptativo em todos os outros casos. Testes de campo devem consolidar a robustez e eficácia desta solução. Devemos observar que os comutadores em si possuem diferentes formas de configuração de relógio de transmissão para a interface física, podendo trabalhar com relógio interno próprio, recuperado a partir de alguma interface ou relógio externo. Em alguns casos, pode-se fazer com que os equipamentos de um mesmo fabricante usem processos automáticos de eleição de fonte de relógio única. A melhor forma de se instalar a seleção de relógio em uma rede extensa heterogênea tem que ser avaliada e constitui uma extensão natural do trabalho em curso.

No tocante às sinalizações, testamos canais E1 estruturados e não-estruturados. Num canal estruturado E1, o segmento 16 pode ter dois significados: transportar sinalização CAS, ou transportar dados do usuário. Os conversores em conjunto com os comutadores possibilitaram a efetivação dos vários cenários de estruturação de canais, garantindo que as interfaces de

emulação de circuitos suportassem e interoperassem em todas as configurações possíveis, desde que mantida a mesma configuração entre as interfaces nas pontas.

A próxima etapa do experimento envolveu a substituição dos conversores por placas de entroncamento E1, disponíveis nas centrais telefônicas. As placas estavam conectadas à mesma central, e eram sincronizadas pelo relógio de referência da Telemar. Os circuitos emulados foram estabelecidos tanto com relógio adaptativo como com SRTS. Testamos diversas configurações de relógio de referência: vindo da Telemar, gerado pelo próprio ATM, sendo ou não transportado. Quando tínhamos duas fontes de relógio na rede, nossos resultados mostraram que os telefones ainda se comunicavam, mas alarmes foram vistos nas placas E1.

Testamos configuração de chamadas sobre um circuito emulado não-estruturado entre dois telefones e foi possível verificar o perfeito funcionamento, em termos de sincronização, sinalização e qualidade de voz (Fig. 1). Em nossa apresentação descreveremos a metodologia adotada e as medidas detalhadas efetuadas, com a análise dos resultados.

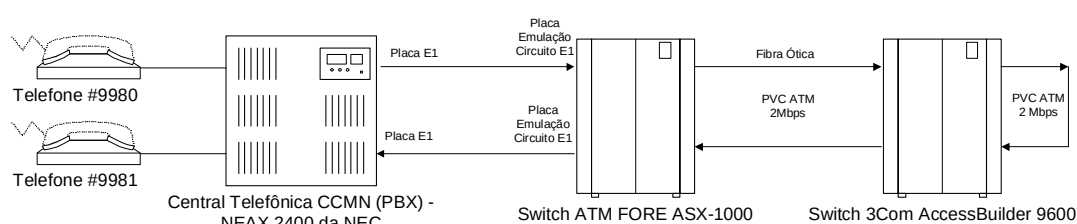


Figura 1 – Interoperação entre Placas E1 do PBX via ATM

Em seguida, iniciamos a investigação de configuração de chamadas sobre um circuito emulado estruturado, nos ambientes 3COM e Marconi. O ambiente da 3COM diferencia o circuito estruturado em voz ou dados. O circuito estruturado de dados do equipamento 3COM não leva em consideração a sinalização, passando-a transparentemente entre as interfaces. Ou seja, quando as interfaces emulam circuitos E1 estruturados de dados, a rede ATM transporta os bits da conexão sem efetuar nenhuma interpretação do significado deles. O ATM, neste caso, é um duto estruturado de 1920 Kbps a 1984 Kbps. Entretanto, ao utilizarmos o estruturado de voz com sinalização R2, obtivemos uma série de alarmes de erros de sinalização nas placas E1. Isto tende a demonstrar que um ou ambos os equipamentos (PBX e comutador 3COM) não aderem ao padrão. Entretanto, como a central opera em R2 com a rede pública, suspeitamos da aderência do equipamento 3COM. No caso do ambiente da Marconi, ele só dispunha de circuito emulado estruturado de dados como o da 3COM, mas caso o usuário quisesse poderia habilitar interpretação de CAS R2, e os resultados obtidos foram os mesmos que os do 3Com, ou seja, também obtivemos uma série de alarmes de erros de sinalização. Pretendemos, no próximo passo, utilizar um analisador de protocolo entre a central telefônica e os comutadores 3Com e Marconi, para identificação precisa das falhas e sugestão de correções nas implementações dos fabricantes. Estamos em contato com o laboratório de aferição de equipamentos da Embratel localizado no Fundão para a realização de experimentos nesta direção, dentro do programa de cooperação estabelecido entre a UFRJ e a Embratel. Adicionalmente, a aderência ao R2 brasileiro não está explicitada nas especificações das interfaces de emulação dos circuitos, que podem estar adotando outras regionalizações do protocolo de sinalização R2 da ITU-T. Com a R2 operacional espera-se ser viável fazer uso dinâmico da banda do canal estruturado, abrindo somente SVCs de $N \times 64\text{kbps}$ quando houver uma chamada sendo efetuada naquele caminho. Esta versatilidade terá que ser comprovada operacionalmente, pela falta de interoperabilidade detectada acima.

Proposta para Extensão do Experimento na RNP2

Esta prevista a interconexão operacional dos PBXs localizados nos campi da Cidade Universitária e Praia Vermelha da UFRJ utilizando a rede ATM da RedeRio. Isso será efetivado com a habilitação de um circuito E1 AAL-1 através dos equipamentos do backbone ATM da RedeRio. Esta interconexão pioneira representará um passo importante para dominar a tecnologia e estabelecer uma recomendação de procedimentos para a viabilização, teste e monitoração de conexões entre PBXs via ATM.

Pretendemos obter a aderência de outras instituições a um plano maior de integração de centrais telefônicas via ATM através do backbone da RNP2. A vantagem a curto prazo do uso da rede ATM diretamente se justifica pela qualidade garantida que se pode obter com o uso desta tecnologia para os canais de voz, que trafegam em banda reservada e prioritária.

Entretanto, existem aspectos técnicos a serem estudados. Como a RNP2 está baseada em VP VBR, não está claro de imediato como será possível a alocação de um circuito emulado através destes túneis. Teremos que efetuar alguns testes em nosso laboratório simulando o mais próximo possível o ambiente RNP2, mas testes de campo serão essenciais. Como a UFRJ está pleiteando um conexão ATM direta com a RNP2, a viabilização desta conexão possibilitará a realização destes experimentos de uma forma conclusiva.

A implantação experimental de telefonia sobre ATM exige a infra-estrutura de comutadores ATM no backbone da RNP2, o que está de fato implantado. Enquanto não haja alteração desta infra-estrutura, a implantação de uma aplicação de telefonia através do backbone da RNP2, se viável, parece ser uma aplicação bastante interessante, útil e com potencial de economia de custos. Um ponto essencial para tanto reside na disponibilidade de portas E1 em comutadores locais das instituições envolvidas. Nosso entendimento é que estes comutadores ATM de ponta sejam os únicos com requisitos de suporte a AAL1. Interação do projeto de telefonia ATM e a engenharia de tráfego da RNP seria necessária para habilitar/monitorar circuitos ou caminhos virtuais ponto a ponto necessários para suporte à arquitetura dos PBXs interconectados. Experiência enriquecedora seria adquirida com o trabalho de administrar a convivência de tráfego de tempo real com reserva de banda e o tráfego sem garantias, hoje UBR.

Referências Bibliográficas

- [ATM96] ATM FORUM Specification AF-PHY-0064.000 *E1 Physical Interface Specification*, Setembro 1996.
- [ATM97] ATM FORUM Specification AF-VTOA-0078.000 *Circuit Emulation Service Interoperability Specification* Version 2.0, Janeiro 1997.
- [FCD93] FCD-2 : *Fractional E1 (CEPT) Rate & Interface Converter, Operator's Manual*. RAD Data Communications 1993, Pub. No. 206-20-08/93.
- [FORE98] *FORE ATM Switch Network Configuration Manual*. MANU0148-05 - Rev. A – Software Version 5.3.x, Agosto 1998.
- [ITU-T98] ITU-T Recommendations Q.400 to Q.490 – *Specifications Of Signaling System R2*, 1988.
- [3COM98] Website : <http://www.3com.com>