



O professor Felipe Rudge, orientador, e Indayara Bertoldi Martins, autora da tese: ganho de tempo, agilidade e ampliação da capacidade de transmissão

A rede do futuro

Estudo analisa desempenho de sistemas que utilizam pacotes ópticos

CARMO GALLO NETTO
carmo@reitoria.unicamp.br

Sobrecarga decorrente do aumento do tráfego na internet, segurança, acesso rápido, sinais persistentes e que não escapam aos receptores mesmo móveis e imagens sem distorção são alguns dos problemas que o usuário dos meios de transmissão de dados, áudio e vídeo esperam resolvidos no futuro, com o progresso das tecnologias. Esse futuro pode não estar distante, conforme sugere tese apresentada na Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) da Unicamp, pelo Departamento de Semicondutores, Instrumentos e Fotônica (DSIF). O estudo desenvolvido por Indayara Bertoldi Martins, que foi orientada pelos professores Felipe Rudge e Edson Moschim, analisa o desempenho de redes ópticas avançadas que utilizam pacotes ópticos de comutação fotônica.

Os atuais sistemas de comunicação óptica são constituídos por redes de fibras ópticas em nível interurbano e metropolitano. Nas redes de acesso, que conectam o usuário à central telefônica, são utilizadas múltiplas tecnologias, entre as quais, e mais recentemente, a fibra óptica. Além disso, há a superposição de múltiplas redes de vários provedores que precisam manter interconexão com essas redes, a exemplo do que ocorre com as operadoras telefônicas. Para atender à complexidade desse sistema de comunicação foram desenvolvidas tecnologias específicas. Uma das tecnologias emergentes de intersecção de sinais nos nós das redes envolve a comutação fotônica, que permite o chaveamento e roteamento – separação e encaminhamento – dos sinais ópticos sem necessidade de conversão eletrônica, como ocorre atualmente.

Isso leva ao ganho de velocidade e flexibilidade, além da redução de custos com equipamentos. O trabalho, integralmente desenvolvido no Labo-

ratório de Tecnologia Fotônica (LTF) da FEEC, mostra que nesses nós há possibilidade de roteamento do sinal óptico sem necessidade da conversão óptico-elétrica. Disto resulta ganho de tempo, agilidade e consequente ampliação da capacidade efetiva de transmissão, além de maior qualidade e disponibilidade dos serviços.

Nesses projetos devem também ser previstos estudos sobre as condições adversas de operação das redes, tais como falhas de linha ou dos nós. Esta necessidade determinou a verificação de como quebras de linha ou problemas em um nó afetam a distribuição de tráfego de pacotes na rede.

Indayara enfatiza que se deteve em investigar, por meio de simulação computacional no âmbito de redes metropolitanas, o desempenho dessas redes ópticas avançadas, usando tecnologia de Chaveamento de Pacotes Ópticos (*Optical Packet Switching – OPS*), com arquiteturas de redes baseadas em malha e em anel, e dos nós ópticos com roteamento sem conversão opto-elétrica dos pacotes. O estudo visou simplificar o caminho entre dois usuários finais da rede óptica, objetivando conexão mais simples, mais rápida e confiável.

As arquiteturas de redes metropolitanas hoje são as de anel, para a rede tronco, e de estrela, para rede de acesso do usuário. Assim, a rede tronco une as centrais metropolitanas, e a rede de acesso liga o usuário às centrais. Existe, porém, outra interconexão possível entre os nós, que é a arquitetura em malha, à semelhança de uma rede de pesca. Ela permite chegar de um nó a outro por diferentes caminhos, oferecendo grande possibilidade de alternativas. Embora de implantação mais cara, a rede em malha é mais segura, mais robusta e de melhor solução para atender aos avanços tecnológicos e às necessidades e exigências cada vez maiores dos usuários.

O professor Rudge destaca a originalidade do trabalho de Indayara, que compara as alternativas de anel e malha, utiliza chaveamento fotônico nos nós, estuda como o conjunto se comporta para resolver problemas que já existem e atende necessidades vislumbradas para o futuro.

Para tanto, a pesquisadora verificou através de simulações computacionais desenvolvidas no LTF o desempenho desse tipo de tecnologia e propôs modelos de configurações que melhorassem parâmetros de qualidade e fluxo de tráfego. “Estudamos então a capacidade desta arquitetura de entregar dados ao cliente, mesmo quando ocorre uma falha no sistema. Verificamos quais as alternativas que a rede pode oferecer

como mecanismos de proteção, que são os caminhos de redundância. Constatamos que a estrutura de malha dispõe de mais opções sem que haja sobrecarga excessiva em nenhum caminho específico, com o tráfego de dados se redistribuindo suavemente”.

Indayara explica que, ao passar dos sistemas com conversão opto-elétrica para os sistemas com roteamento óptico puro, o padrão de qualidade aumenta, pois quanto menos etapas, conversões e processamentos de sinais, maior a rapidez. A vantagem do novo sistema é o da utilização apenas da camada óptica, embora sua implantação ainda esteja no futuro e necessite de novas configurações dos nós e a demanda de novos equipamentos.

O professor Felipe Rudge acrescenta que a inovação esbarra na compatibilidade entre a nova tecnologia e as que estão em uso. “Certas tecnologias não conversam diretamente entre si. Muitas vezes são necessárias interfaces para essa compatibilização. A comutação de sinais diretamente no plano óptico constitui uma quebra de paradigma. Estamos propondo uma tecnologia muito à frente, que ainda requer algum tempo para implementação prática”.

Segundo o docente, existem entretanto algumas soluções intermediárias, não tão radicais, que começam a ser comercialmente implantadas em alguns países. Elas compatibilizam inovações com tecnologias usuais, estabelecendo uma interface entre os sistemas novos e os existentes”.

Desempenho

Constituiu objetivo geral da pesquisa investigar a importância de novas tecnologia de chaveamento fotônico, em especial OPS e OBS (*packet switching e burst switching*), no comportamento dinâmico de redes ópticas avançadas e analisar o desempenho de redes de transmissão de dados quanto à confiabilidade, capacidade de sobrevivência de transmissão e o estudo da compatibilidade de tráfego para futuras convergências de redes *wireless-fiber*.

Focalizada em âmbito metropolitano, mostra o desempenho de tráfego digital de alta capacidade, que percorre as redes atuais, em várias configurações de redes, levando em conta inclusive falhas, rupturas de enlaces e problemas em nós. A tese trouxe um conjunto de contribuições originais e relevantes, apresentadas em congressos nacionais e internacionais – Espanha, França, Itália, Áustria, Austrália, Nova Zelândia e EUA – além de artigos submetidos a periódicos de prestígio.

Os pesquisadores alinhavam algumas das conclusões mais significativas

que extraem do trabalho. Constatam que a configuração em malha é bem mais robusta e oferece uma qualidade de serviços bem superior que a de estrela. Entendem que o estudo apresenta alternativas de soluções futuras de altíssima capacidade, ainda não demandadas em uma série de usos e situações atuais. Eles consideram que o processo aumenta a capacidade efetiva da rede, diminui o tempo de espera, de atraso, e garante maior satisfação do cliente, o que futuramente deve incentivar investimentos de corporações. Além de tudo, garante o aumento de proteção contra problemas físicos que podem ocorrer na rede.

Para os pesquisadores, o estudo traz a contribuição em metodologia e em simulação com base em sistemas realistas, passíveis de serem implantados. Trata-se, segundo eles, de uma contribuição metodológica bastante significativa e de simulação facilmente reproduzida. Rudge mostra na tela do computador um diagrama obtido através da simulação para um nó e uma montagem experimental em laboratório, com os respectivos equipamentos demandados.

Indayara acrescenta: “Tivemos a preocupação de pensar o futuro. Com a explosão de mercados e de tecnologias, a tendência é que aumente substancialmente o tráfego na internet e a nossa preocupação foi a de analisar o comportamento desse fluxo para as redes existentes”. A pesquisadora conclui que as exigências e necessidades futuras determinarão investimentos e implantações de novas tecnologias. “Estamos criando soluções para problemas reais e específicos apontando para o futuro, embora o estudo ofereça desdobramentos para aplicações imediatas”, afirma.

O trabalho foi totalmente desenvolvido no Laboratório de Tecnologia Fotônica (LTF), concebido e criado há mais de doze anos pelo professor Edson Moschim. Nele têm sido realizados trabalhos experimentais e de simulação computacionais originais, de forma autônoma e em cooperação com empresas e universidades nacionais e internacionais, o que tem propiciado a contínua formação de profissionais qualificados nas suas áreas de atuação.

Publicação

Tese: “Análise de desempenho e sobrevivência de redes ópticas convergentes com chaveamento fotônico em topologias de anel e malha”.

Autor: Indayara Bertoldi Martins

Orientadores: Felipe Rudge Barbosa e Edson Moschim

Unidade: Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC)