

Arquiteturas e Protocolos de Redes Ópticas

William F. Giozza
Núcleo de Redes de Computadores (NUPERC)
Universidade Salvador (UNIFACS)
giozza@unifacs.br

Os trabalhos desenvolvidos no âmbito do Grupo de Redes Ópticas no NUPERC/UNIFACS sob o tema arquitetura e protocolos de redes ópticas envolvem estudos tecnológicos prospectivos, dissertações de mestrado e trabalhos de iniciação científica.

Os seguintes sub-temas estão atualmente sendo desenvolvidos por uma equipe composta por 1 doutor, 3 mestrandos e 5 alunos de IC:

1) Estudo e avaliação de desempenho de alternativas para o roteamento óptico e alocação de comprimentos de onda em redes ópticas transparentes.

Atualmente, a maioria das redes ópticas utiliza mecanismos de conversão opto-eletrônica que possibilitam o roteamento no nível eletrônico, mas também são responsáveis por adicionar atrasos além de impactar o preço dos equipamentos. Por esse motivo, esforços estão sendo feitos para se realizar o roteamento no nível óptico, eliminando o *overhead* da conversão opto-eletrônica. Entretanto, para a concretização do roteamento no nível óptico são necessários algoritmos de controle para alocação de comprimento de onda e de rotas. O problema de controle de alocação de comprimento de onda (λ) surge da necessidade de se otimizar o desempenho de redes ópticas na ausência de conversores de λ . Conversores de λ permitem que uma rede possa mudar de um λ_x para um λ_y em uma mesma transmissão possibilitando um aumento na quantidade de conexões simultâneas atendidas. Entretanto esses dispositivos ópticos são caros impactando negativamente seu uso nas redes atuais. Na ausência de conversão de λ um caminho óptico deve permanecer no mesmo λ . Assim sendo, a atribuição de um determinado λ para um caminho óptico pode impactar significativamente a capacidade de rede disponível para futuras demandas de caminhos ópticos. Em redes sem conversão de λ , o uso de algoritmos de controle para alocação de λ permite otimizar a capacidade de rede óptica através de uma diminuição da probabilidade de bloqueio.

O controle e a sinalização de redes ópticas transparentes é um problema novo envolvendo o uso de algoritmos de roteamento e alocação de comprimentos de onda. Esse trabalho visa estudar e comparar as alternativas de algoritmos propostos (*Random Wavelength Assignment*, *First-Fit*, *Least-Used*, *Most Used*, *Max-Sum*, *Relative Capacity Loss*, *Minimal Blocking*, dentre outros) do ponto de vista de eficiência e facilidade de implementação, levando em consideração as diferentes topologias de rede.

2) Estudo e Avaliação de Protocolos de Controle GMPLS em Redes SONET/SDH

As redes de nova geração evoluem num cenário onde o IP é a plataforma básica, as redes ópticas uma realidade e a arquitetura GMPLS (*Generalized MultiProtocol Label Switching*) um *framework* necessário para a implementação de mecanismos de engenharia de tráfego e garantia de QOS (*Quality-Of-Service*) nestas redes. As particularidades das redes ópticas existentes e daquelas em fase de especificação e/ou desenvolvimento têm gerado diferentes propostas de estratégias e protocolos de controle para a implementação de mecanismos de engenharia de tráfego e garantia de QOS no contexto da arquitetura GMPLS. Essas propostas tem diferido em termos de suas implicações práticas, por exemplo, quanto à flexibilidade de serviços e dificuldades de implementação o que exige uma análise criteriosa antes de optar uma ou outra solução. Em particular as redes ópticas opacas com tecnologia SONET/SDH que são atualmente predominantes como infraestrutura de comunicação em redes metropolitanas e de longa distância tem sido objeto de estudo para as extensões GMPLS. Uma avaliação criteriosa das alternativas técnicas de implementação GMPLS sobre SONET/SDH permite estabelecer estratégias mais eficientes para a evolução dos provedores de serviços telecom cuja infraestrutura é baseada em SONET/SDH.

Este trabalho tem por objetivo geral caracterizar e avaliar as redes ópticas opacas baseadas em tecnologia SONET/SDH no contexto GMPLS. Busca-se uma caracterização desse tipo de rede óptica em termos de funcionalidades, padronização, limitações e restrições, escalabilidade, tendências, etc, e a identificação de implicações para sua aplicabilidade no contexto das extensões do MPLS que caracterizam a arquitetura de controle GMPLS (*Generalized MPLS*). Em particular, um dos objetivos específicos deste trabalho é caracterizar e avaliar estratégias e parâmetros de tráfego para a concatenação de circuitos em redes ópticas opacas em termos de seus requisitos, parâmetros, grau de complexidade, flexibilidade e outras implicações na implementação das extensões GMPLS para o SONET/SDH. Finalmente, à luz dessa caracterização da tecnologia de rede óptica opaca SONET/SDH pretende-se avaliar as principais alternativas técnicas e destacar os principais desafios e problemas potenciais na implantação dessa solução por empresas provedoras de telecomunicações que se preparam para atender à evolução da demanda de tráfego e serviços das redes de próxima geração.

3) Estudo, caracterização e avaliação de arquiteturas e protocolos de redes ópticas

Um dos objetivos desta atividade é a caracterização da tecnologia de redes ópticas identificando os diferentes tipos de arquiteturas, funcionalidades, requisitos de desempenho, restrições, escalabilidade, aplicabilidades, etc; em particular, as tecnologias DWDM, SONET/SDH, *OC-digital wrapper*, 10 GbE, RPR e outras serão caracterizadas à luz das arquiteturas OTN/ASON (*Optical Transport Network/Automatically Switched Optical Network*) e GMPLS (*Generalized MPLS*).

Outro objetivo é o estudo e identificação das funcionalidades de redes ópticas opacas (interfaces TDM) e transparentes (interfaces LSC e FSC) no contexto da arquitetura GMPLS. Em particular, serão analisadas as extensões necessárias aos protocolos de roteamento e sinalização MPLS (OSPF-TE, IS-IS-TE, CR-LDP e RSVP-TE) relativas

às implicações de endereçamento de enlaces e interfaces ópticas, de agrupamento de enlaces e λ 's, bem como os requisitos para o novo protocolo de gerência de enlaces (LMP).

4) Estudo, caracterização e identificação de tendências na evolução da tecnologia dos componentes das redes ópticas.

O objetivo desta atividade é a caracterização do *status* tecnológico e a identificação de tendências na evolução da implementação dos elementos de rede (p.ex.: facilidades de reconfiguração de OADMs e OXCs) e na superação de restrições relativas aos componentes e dispositivos de redes ópticas (p.ex: restrições de tempos de resposta de lasers sintonizáveis, não-uniformidade de ganhos de amplificação, equidade da PMD, *crossstalk* em filtros e conversores de λ , etc). Além disso, serão estudados e comparados os diferentes tipos de comutadores ópticos e as diferentes arquiteturas envolvendo os comutadores ópticos do ponto de vista das tecnologias básicas de implementação (tecnologia MEMS- *Micro Electro Mechanical System* e outras).

5) Avaliação de estratégias e parâmetros para o uso de técnicas de proteção e restauração em redes ópticas transparentes.

O objetivo desta atividade é avaliar alternativas técnicas de proteção e restauração em redes ópticas transparentes em termos de seus requisitos, parâmetros, grau de complexidade, flexibilidade e outras implicações na implementação das extensões GMPLS.

6) Avaliação de topologias (físicas e virtuais) para redes ópticas transparentes.

O objetivo desta atividade é avaliar e caracterizar configurações topológicas (físicas e virtuais) em redes ópticas transparentes em termos de seus requisitos, desempenho, flexibilidade, complexidade, etc.

As parcerias atuais incluem a Fundação CPqD, a EPUSP (Eng. Elétrica/Laboratório de Comunicações Ópticas) e a UNB (Departamento de Engenharia Elétrica).