



Estratégias de Alocação de Bandas para Redes Ópticas Multibandas

Alex Armênio Xavier Ramos ¹, Helder Alves Pereira ²

RESUMO

O tráfego de dados nas redes ópticas tem crescido rapidamente, impulsionado por serviços digitais intensivos. Apesar dos avanços em transmissão e comutação, as redes baseadas em fibras monomodo estão próximas dos seus limites de eficiência espectral, restringidas por barreiras físicas como o limite de Shannon. Essas limitações impõem desafios para aumentar a capacidade das redes de forma eficiente, exigindo novas soluções para lidar com o crescimento contínuo da demanda. Neste projeto, foram propostas estratégias de alocação de bandas de transmissão em redes ópticas multibandas com foco na otimização da probabilidade de bloqueio de chamadas. A metodologia envolveu uma revisão abrangente da literatura sobre o tema, além da implementação de cenários de simulação e de técnicas de otimização em uma plataforma de código aberto disponível na literatura. As simulações foram realizadas e os resultados validados com dados de artigos científicos publicados. A métrica de avaliação foi a probabilidade de bloqueio de chamadas, considerando bloqueio tanto por falta de recursos como por degradação da qualidade do sinal óptico recebido. Para minimizar essa probabilidade, foram propostas três heurísticas: duas baseadas no número de encaixes – o número de encaixes normalizado (NE) e o número de possibilidades (NP) – e uma terceira baseada na relação sinal-ruído óptica (OSNR – *Optical Signal-to-Noise Ratio*). Essas estratégias foram aplicadas em cenários que utilizavam de forma conjunta as bandas S, C, L e E, visando a maximização da eficiência na alocação de banda. Os resultados mostraram que a estratégia baseada na OSNR, que usa a menor margem da relação sinal-ruído, foi a mais eficaz na redução da probabilidade de bloqueio. Essa abordagem superou as outras heurísticas, oferecendo o melhor desempenho para a alocação de bandas.

Palavras-chave: Alocação de Bandas, Heurística, Probabilidade de Bloqueio de Chamadas, Redes Ópticas, Relação Sinal-Ruído.

¹ Aluno do curso de Engenharia Elétrica, Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica, UFCG, Campina Grande, PB, e-mail: alex.ramos@ee.ufcg.edu.br

² Professor Adjunto IV, Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica, UFCG, Campina Grande, PB, email: helder.pereira@dee.ufcg.edu.br

Estratégias de Alocação de Bandas para Redes Ópticas Multibandas

ABSTRACT

Data traffic in optical networks has been growing rapidly, driven by data-intensive digital services. Despite advancements in transmission and switching, single-mode fiber networks are nearing their spectral efficiency limits, constrained by physical barriers such as the Shannon limit. These limitations pose challenges for increasing network capacity efficiently, requiring new solutions to address the ongoing demand growth. This project proposed strategies for bandwidth assignment in multi-band optical networks, focusing on optimizing calls blocking probability. The methodology involved a comprehensive literature review on the topic, along with the implementation of simulation scenarios and optimization techniques using an open-source software available in the literature. Simulations were conducted, and results were validated with data from published scientific papers. The primary evaluation metric was the calls blocking probability, considering blocking due to both resource scarcity and transmission quality degradation. To minimize this probability, three heuristics were proposed: two based on the number of slots – the normalized number of slot and the number of possibilities – and a third based on the optical signal-to-noise ratio (OSNR), which assesses signal quality relative to the overlapping noise. The OSNR margin was calculated as the difference between the observed value and the threshold value. These strategies were applied in scenarios that use the S, C, L, and E bands together, aiming to maximize bandwidth assignment efficiency. The results showed that the OSNR-based strategy, which uses the lowest margin of signal-to-noise ratio, was the most effective in reducing the calls blocking probability. This approach outperformed the other heuristics, providing the best performance for bandwidth assignment.

Keywords: Bandwidth Assignment, Calls Blocking Probability, Heuristic, Optical Network, Signal-to-Noise Ratio.