

DWDM & CWDM - Alternativas Revolucionárias Para Reduzir Custos Em Investimentos de Redes Ópticas

Sergio Barcelos, PhD
Chief Technology Officer, FiberWork Optical Communications
www.fiberwork.com.br

Multiplexagem por Divisão em Comprimento de Onda, WDM, tem sido o foco das atenções na busca por alternativas para aumentar a banda-passante das redes de telecomunicações. A demanda por velocidades de transmissão cada vez maiores forçou os sistemas TDM até seu limite prático de 10 Gbit/s. Agora restam duas alternativas. A instalação de novas fibras é uma delas, porém o alto custo e o tempo de construção envolvidos tornam-na imprática na maioria dos casos. A tecnologia WDM, por outro lado, oferece o potencial de terabit/s, e melhor, com uma relação custo-benefício excelente. Ela pode ser implementada simultaneamente com uma nova rede ou ser usada para re-equipar sistemas sobrecarregados já existentes. Sistemas multi-comprimento de onda vêm, conseqüentemente, tendo uma penetração cada vez maior junto às operadoras de longa distância, regionais, empresariais e de TV a cabo. O mercado de terminais WDM está crescendo dramaticamente em todo o mundo. Segundo a KMI Corp., em 2000, ele movimentou cifras de US\$ 8,9 bilhões, com um crescimento anual (CAGR) superior a 73%. Em 2001, o crescimento anual ficou em 43%.

DWDM (WDM denso) caracteriza-se por utilizar separação entre canais bastante pequena, usualmente de 0,8nm, e por situar todos seus canais na janela de operação do amplificador óptico (EDFA), isto é, entre 1525 e 1620nm. CWDM (WDM esparso) utiliza separação entre canais de 20nm e não restringe-se à janela do EDFA, o que relaxa a tolerância dos componentes e reduz os custos do sistema, mas também reduz sua capacidade de transmissão. DWDM despontou comercialmente em 1995. CWDM aflorou após 2000, sendo impulsionado pela crise no setor de telecom.

DWDM tem sido usado principalmente em redes de longa distância (terrestre e submarina) para expandir a capacidade de enlaces troncais, permitindo que um maior número de sinais (transportados por diferentes comprimentos de onda) sejam transmitidos simultaneamente numa única fibra e, assim, multiplicando a capacidade das fibras. Por outro lado, a demanda crescente por banda-passante também nas operadoras locais e de TV a Cabo tem viabilizado o emprego de CWDM e Metro-DWDM em redes metropolitanas cada vez mais.

DWDM permite que as operadoras adicionem novos comprimentos de onda às suas redes incrementalmente, um de cada vez, um conceito conhecido como escalabilidade. É o caso, p.ex., de quando um fabricante oferece um sistema de 16 canais enquanto que a operadora talvez necessite de apenas 4 ou 6 canais inicialmente e queira adicionar outros quando a demanda aumentar. Esta é uma vantagem fantástica pois oferece às operadoras uma ferramenta para lidar com a incerteza numa época de competição aterrorizante.

A tecnologia WDM (C&D WDM) é transparente à taxa de bit e ao formato de modulação. Isto é, sinais com protocolos (SDH, IP, ATM, Frame Relay, GigaBit Ethernet etc) ou taxas de transmissão (2.5Gbit/s, 10Gbit/s, 40Gbit/s) diferentes podem ser multiplexados numa mesma fibra. Não há, a princípio, a necessidade de convertê-los intermediariamente para o domínio SDH. Isto torna possível segregar grupos de usuários ou de serviços dentro de uma banda-passante maior sem a necessidade de multiplexadores temporais, o que facilita o gerenciamento e a provisão de serviços e reduz os custos da rede de alta capacidade. Add/Drops ópticos também podem ser usados, permitindo que canais (comprimentos de onda) sejam derivados ou inseridos ao longo da fibra, o que introduz uma grande flexibilidade nas redes de longa distância e, também, permite aumentar a confiabilidade da rede.

O tráfego de dados (chaveamento de pacotes - IP, ATM etc), fomentado pelo crescimento explosivo da internet, dos serviços multimídia etc., deve superar cada vez mais o tráfego de voz

(chaveamento de circuitos - SDH, PDH). Em outras palavras, as redes de telecomunicações estão migrando de redes centradas em voz para redes centradas em dados. Conseqüentemente, para maximizar a eficiência e reduzir o custo da rede, convém eliminar a camada SDH intermediária entre as camadas IP (ou ATM) e WDM. Porém, isto deve ser realizado sem sacrificar os ótimos níveis de confiabilidade e disponibilidade proporcionados pelas redes SDH atuais. Vem ocorrendo, entretanto, um rápido desenvolvimento de sistemas de monitoramento, proteção e restauração atuantes diretamente na camada óptica, de forma a viabilizar as arquiteturas IP / ATM sobre WDM.

A tecnologia WDM é apenas o primeiro passo a caminho das redes totalmente ópticas. Combinando WDM com add/drops e chaves comutadoras ópticas, será possível criar redes de alta capacidade, eficientes, flexíveis e com completo gerenciamento de banda-passante a nível óptico - a infra-estrutura capaz de satisfazer as demandas do setor de telecomunicações deste novo milênio.

Neste curso, discutimos: a evolução das tecnologias DWDM & CWDM e seus fatores alavancadores; as características que as tornaram a opção do momento para o aumento da capacidade de transmissão em redes de telecomunicações de longa distância e metropolitanas, incluindo suas vantagens econômicas, técnicas e estratégicas; as principais tecnologias que as viabilizaram; seus elementos constitutivos; as limitações sistêmicas; os mecanismos de supervisão e proteção; as novas fibras que têm sido desenvolvidas para uso com WDM; comparações com a tecnologia TDM (Multiplexagem por Divisão Temporal); evolução para redes totalmente ópticas ou fotônicas; as tendências tecnológicas; e os principais parâmetros e equipamentos de testes requeridos por estas novas tecnologia. Como introdução, é feita uma revisão na área de comunicações ópticas onde inclui: componentes essenciais, considerações sistêmicas, ruídos, modulação, limitações por atenuação, dispersão cromática, dispersão do modo de polarização-PMD, não-linearidades ópticas da fibra, amplificação óptica, compensação de dispersão, técnicas de multiplexação e Hierarquia Digital Síncrona (SDH).