



TREINAMENTO TECNOLÓGICO

REDES ÓPTICAS DE ALTA CAPACIDADE

Fundamentos, Tecnologia, Testes e Atualidades

ROADM, DWDM, CWDM, Sistemas Ópticos Coerentes & Amplificação Raman

Objetivo: Suprir a necessidade de informações estratégicas dos profissionais de decisão do setor Capacitar os participantes para tomar decisões de investimentos em transmissão óptica embasadas em conhecimentos tecnológicos atualizados.

Resumo: Neste treinamento, você irá conhecer as tecnologias ROADM, DWDM, CWDM, Óptica Coerente, Amplificação Óptica Raman, as principais avaliações necessárias em projetos de redes ópticas de alta capacidade, as limitações sistêmicas, os elementos, padronizações e arquiteturas de rede, testes WDM, novas fibras ópticas para WDM, atualidades tecnológicas como super-channels e alien wavelength, convivência com tecnologias antigas e muito mais!

Público-alvo: Diretores, gerentes, coordenadores e tomadores de decisão dos mercados de *datacenters*, operadoras de telecomunicações tradicionais, novos players competitivos, operadoras de serviços móveis, *utilities* dos setores elétrico e de óleo/gás, operadoras de CATV, fabricantes de sistemas de telecom.

O instrutor, Dr. Sergio Barcelos, CTO da FiberWork Comunicações Ópticas, é titulado PhD pelo Optoelectronics Research Centre, Southampton University, Reino Unido, mestre pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), e graduado em Engenharia Eletrônica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA. Além de formação tecnológica, o Dr. Barcelos possui longa e profunda experiência junto ao mundo real do setor de telecomunicações ópticas.

Carga Horária: 24 Horas

DESCRIÇÃO DO TREINAMENTO:

Estamos evoluindo rapidamente do mundo dos elétrons para o novo mundo dos fótons. A comunicação óptica é um exemplo disto, sendo constantemente inundada por inovações tecnológicas que transferem gradativamente operações do mundo eletrônico para o domínio fotônico. Como consequência,

ganha-se com redução de custos, aumento da capacidade de comunicação e de processamento, aumento da QoS, melhoria de eficiência dentre outras vantagens. Cada inovação óptica traz em seu bojo ganho de lucratividade.

A tecnologia DWDM (Multiplexagem Densa por Divisão de Comprimento de Onda), inovação introduzida comercialmente em 1995, revolucionou o mercado das telecomunicações por reduzir o custo da transmissão de dados ao mesmo tempo em que oferecia aumentos fenomenais na capacidade de transmissão das fibras ópticas. Posteriormente, outras inovações tecnológicas aportaram no mundo das comunicações ópticas, incluindo: ROADM (reconfigurable optical add-drop multiplexing), amplificação Raman e sistemas ópticos coerentes. Conjuntamente, estas tecnologias vieram ampliar cada vez mais o horizonte da oferta de largura de banda e, principalmente, trazer reduções cada vez maiores nos custos de transmissão de informação.

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; amplificação óptica e compensação de dispersão em sistemas de alta capacidade, 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; Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexing (ROADM) e aplicações de ROADM em projetos de redes óptica; Comunicações Ópticas Coerentes; novos esquemas de modulação para 40Gb/s, 100Gb/s, 200Gb/s e 400Gb/s, tais como DP-QPSK e outros; o conceito de Super-Channels; amplificação óptica Raman, soluções híbridas Raman-EDFA e ROPA (Remote Optically Pumped Amplifiers); atualidades tecnológicas tais como Alien-Wave, DWDM em fibras DS, FEC, Internet óptica, GMPLS, ASON etc; e também os principais parâmetros e equipamentos de testes requeridos por estas novas tecnologias. Como introdução, é feita uma revisão na área de comunicações ópticas, onde inclui aspectos sobre componentes essenciais, considerações sistêmicas, ruídos e modulação óptica, técnicas de multiplexação e Hierarquia Digital Síncrona (SDH). É dada atenção especial aos “impairments ópticos”, visto que estes limitam a capacidade de transmissão dos sistemas ópticos, impactam no projeto sistêmico dos backbones de altas-taxas e representam os gargalos que cada nova tecnologia óptica precisa ser capaz de superar para se viabilizar comercialmente. Os temas atenuação óptica, dispersão cromática, dispersão do modo de polarização-PMD, não-linearidades ópticas da fibra, ruído ASE dos amplificadores ópticos e OSNR (relação sinal-ruído óptica) são percorridos e discutidos. Note, entretanto, que, por tratar de disciplinas extensas e

complexas, não existe a presunção de que este curso cubra por completo todos os temas em questão.

EMENTA DO CURSO:

Breve Revisão de Comunicações Ópticas

- Introdução
- Evolução das Comunicações Ópticas
- Alguns Componentes Essenciais
 - Fibras (Tipos, Características de Atenuação e Dispersão)
 - Derivadores, Combinadores, Acopladores
 - Filtros Ópticos, Multiplexadores, Demultiplexadores
 - Transmissores, receptores
- Técnicas Usuais de Multiplexagem em Comunicações Ópticas
 - TDM - Time-Division Multiplexing
 - WDM - Wavelength Division Multiplexing
- Hierarquia SDH / SONET - Características Gerais
- Outros protocolos de transmissão e suas taxas de dados

Limitações em Redes Ópticas de Alta Capacidade

- Atenuação
- Dispersão Cromática
- Dispersão do Modo de Polarização - PMD
- Não-Linearidades Ópticas da Fibra
- Relação Sinal-Ruído Óptica (OSNR) - Ruído do EDFA
- Amplificação Óptica
 - Características Fundamentais
 - Configurações Básicas
 - Amplificadores Semicondutores
 - Amplificadores a Fibra Dopada com Praseodímio
 - Amplificadores a Fibra Dopada com Érbio - EDFA
 - Aplicações
 - Amplificadores Ópticos Raman
- Compensação de Dispersão Cromática em Sistemas Ópticos de Alta Capacidade
- Desafios para Implantação das Novas Tecnologias de Comunicações Ópticas

Tecnologia WDM

- Fatores Alavancadores da Tecnologia WDM
- Alternativas para Aumento da Capacidade de Transmissão
- Evolução da Tecnologia WDM

- WDM Banda-larga (WWDM), WDM Coarse/Grosseiro (CWDM) e WDM Denso (DWDM)
- Vantagens Técnicas, Econômicas e Logísticas de DWDM
 - Banda-Passante, Escalabilidade, Transparência a Taxa de Bit e Formato de Modulação
 - Custo, Riscos, Instalação, Consonância com Futuro
- Tecnologias que Viabilizaram a Tecnologia DWDM
 - Amplificadores Ópticos EDFA
 - Lasers DFB com Largura de Linha Estreita e Estáveis
 - Grades de Bragg em Fibra
 - AWG – Arrayed Waveguide Grating
- Principais Componentes de Redes DWDM
 - Transmissores Fixos e Sintonizáveis
 - Receptores Ópticos
 - Amplificador EDFA de Ganho Plano e Constante
 - Multiplexadores e Demultiplexadores de Comprimento de Onda
 - Add-Drop Fixo e Configurável
 - Chave CrossConnect Óptica
- DWDM Bidirecional
- Considerações Sobre Seleção e Separação de Canais
 - Seleção de Canais, Crosstalk
 - Espaçamento de Canais, Número de Canais
- Padronização UIT-T e Grade de Freqüências para DWDM
- Gerenciamento de Dispersão e Compensação de Dispersão em Sistemas DWDM
- Limitações Impostas por Não-Linearidades Ópticas da Fibra em DWDM
 - Espalhamento Raman, Espalhamento Brillouin
 - Auto-Modulação de Fase, Modulação Cruzada de Fase
 - Mistura de 4 Ondas
- CWDM – Características, Padronização e Aplicações
- CWDM – Vantagens Técnicas, Econômicas e Logísticas
- Comparações CWDM X DWDM
- Avaliações Importantes na Tomada de Decisões
- Novas Fibras Ópticas para Redes C&D WDM - Qual Escolher?
 - Características de Dispersão, Área Efetiva e Dispersão de Segunda Ordem
 - Vantagens e Desvantagens em C&D WDM
- TDM versus WDM e TDM-x versus TDM-4x em WDM: Quando e/ou Qual Alternativa é Melhor
- Arquiteturas Aberta e Fechada & Wavelength Converting Transponders
- Proteção, Restauração e Confiabilidade na Camada Óptica
- Interoperabilidade entre Fornecedores
- Metodologia de Projeto & Estudo de casos

ROADM, Comunicações Ópticas Coerentes & Amplificação Raman

- ROADM – Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexing
 - A Evolução Para Redes Totalmente Ópticas ou Fotônicas
 - Roteamento Óptico: Arquiteturas e Camada Óptica
 - Elementos de Redes de 2ª Geração
 - Introdução a ROADM
- Comunicações Ópticas Coerentes
 - Introdução a Comunicações Ópticas Coerentes
 - Novos esquemas de modulação para 40Gb/s, 100Gb/s, 200Gb/s e 400Gb/s
 - Transmissão Óptica Coerente Acima de 100Gb/s
 - O Conceito de Super-Channels
- Amplificação Óptica Raman
 - Características, Vantagens e Desvantagens
 - Comparações com Amplificação Óptica Tradicional (EDFA)
 - Amplificação Híbrida Raman+EDFA
 - ROPA – Remote Optically Pumped Amplification Systems
 - Aspectos de Projeto de Amplificação Raman
 - Cuidados na Operação & Manutenção de Redes Empregando Raman

Testes e Medidas em Redes WDM

- Medidas Espectrais em WDM
- Características Essenciais do OSA
- Tecnologias de Análise Espectral:
 - Analisador de Espectro Óptico (OSA), Wavelength Meter e Filtro Sintonizável
- Testes e Parâmetros de Medida em Nível de:
 - Componentes, Performance do Sistema, Instalação e Manutenção em Campo
- OSA na Instalação, Manutenção Preventiva e Reparo de Falhas em Redes WDM
- Caracterização Avançada de Redes de Fibras Ópticas
- Auditorias de PMD nas Plantas Ópticas Americana e Brasileira

Atualidades Tecnológicas em Redes Ópticas WDM

- Redes Centradas em Serviços de Voz X Redes Centradas em Serviços de Dados
- IP sobre DWDM, Internet Óptica, GMPLS e ASON
- A LAN invade a WAN, a WAN invade a LAN
- Amplificador Óptico EDFA da Banda L (1570-1620nm) e Banda Ultra-larga (1530-1620nm)
- DWDM em Fibras DS

- TDM de 40 Gb/s, 100Gb/s, 200Gb/s, 400Gb/s
- Desafios para Implantação de 100+ Gb/s
- FEC – Forward Error Correction
- Alien Wave

Notas Sobre o Mercado de WDM

- Fatores Alavancadores e Justificativas Econômicas de WDM
- Euforia, Crise e Retomada do Mercado
- Cenário Atual

Comentários Finais

A IMPORTÂNCIA DESTE TREINAMENTO PARA O MERCADO DE TELECOMUNICAÇÕES:

Constituído a partir de processos de consultoria do iTech – instituto de Inovações Fotônicas, este curso visa apoiar o processo de tomada de decisão e planejamento de investimentos em redes ópticas de transmissão, novas ou upgrades. Este objetivo é alcançado instruindo-se tecnologias e conhecimentos atualizados, de forma imparcial, e mostrando como as novas tecnologias ópticas reduzem custos e aumentam lucratividade e como pequenos deslizos hoje podem levar a grandes prejuízos financeiros no futuro. Tratando de um ambiente que muda tecnologicamente de forma muito rápida, aumentar o ROI, desacelerar o envelhecimento e, assim, estender a vida útil de redes ópticas, são desafios que este curso aborda e colabora para superar.

iTech: Technology Expert Supporting Market Decision Leaders!

Este treinamento é voltado para os profissionais de decisão do mercado de telecomunicações ópticas, o que inclui datacenters, operadoras tradicionais, novos players competitivos, operadoras de serviços móveis, utilities dos setores elétrico e de óleo/gás, operadoras de CATV, fabricantes de sistemas de telecom.

Treinamentos Tecnológicos iTech: O Serviço de Consultoria mais Cost-Effective do Mercado de Telecom!

No setor de telecomunicações, conhecimento tecnológico atualizado é essencial para manter-se competitivo. Por isso, o treinamento do *iTech* não é apenas um investimento, mas uma necessidade imperativa e diferencial estratégico, tanto para as empresas como para os profissionais de decisão do mercado de telecomunicações. Para os profissionais, este treinamento é estratégico como ferramenta de qualificação profissional e como diferencial de carreira no mercado de trabalho, o qual vem se tornando cada vez mais competitivo. Além disso, contribui para o networking entre os profissionais que fazem acontecer o setor de telecomunicações ópticas do Brasil, propiciando

oportunidades para discussões de swap de fibras, parcerias, troca de experiências etc.

Renove seu Conhecimento com o *iTech* e Supere seus Limites!

O conteúdo do curso é extenso, pois visa oferecer uma vasta e profunda compreensão do tema em uma única oportunidade. O curso concentra vários tópicos interrelacionados que, de outra forma, estariam dispersos e o participante demandaria muito mais tempo e esforço para absorver. Certamente, muitos profissionais de decisão encontrarão na carta horária do treinamento (isto é, 3 dias) uma limitação para sua participação. O *iTech* compreende como o tempo destes profissionais é valioso e escasso. No entanto, outros profissionais de decisão que estiveram na mesma situação, e que decidiram por realizar o treinamento, enfatizam que a extensão do curso deve ser mantida face à completude e importância da abordagem oferecida pelo *iTech*.

BIOGRAFIA DO INSTRUTOR:

O Dr. Sérgio Barcelos é engenheiro eletrônico formado pelo Instituto Tecnológico da Aeronáutica, ITA, mestre em comunicações ópticas coerentes pela Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp e PhD em comunicações ópticas pelo "Optoelectronics Research Centre", ORC, da "Southampton University", Inglaterra. Foi engenheiro de P&D da Elebra Telecom, pesquisador do ORC/Southampton, professor assistente em eletricidade e magnetismo do Dept. of Electronics and Computer Science/University of Southampton e professor visitante do Depto. de Comunicações, Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp. É fundador e dirige atualmente a Fiberwork Comunicações Ópticas Ltda., empresa voltada para o desenvolvimento de inovações tecnológicas na área de comunicações por fibras ópticas. Possui mais de 50 publicações internacionais em revistas técnicas e conferências, 3 patentes internacionais e um prêmio britânico por invenção na área de fibras ópticas ("Metrology for World Class Manufacturing Award"). Foi coordenador do grupo de trabalho em elementos de redes ópticas GTB-CE 86.3/4 do Comitê Brasileiro de Eletricidade (COBEI-CB-3) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). É membro do IEEE-LEOS (Institute of Electronics and Electrical Engineers, Laser and Electro-Optics Society), IEEE-COMSOC (IEEE Communications Society), OSA (Optical Society of America) e SPIE (Society of Optical Engineers), tendo sido fundador e presidente do 'Southampton Chapter da OSA'. O Dr. Barcelos foi organizador e chairman da workshop "40Gb/s Transmission and the Polarization Mode Dispersion Challenge", evento ocorrido durante a OFC/NFOEC-2007 (Optical Fiber Communication Conference), o principal congresso mundial na área de comunicações por fibras ópticas. Entre suas áreas de expertise incluem: redes ópticas DWDM e CWDM; redes ópticas de longa distância e alta capacidade; reconfigurable add-drop multiplexing,

sistemas ópticos coerentes; amplificadores, filtros e demais elementos de redes ópticas; limitações em enlaces ópticos; testes, diagnósticos e metrologia em redes ópticas; planejamento, especificação, projeto e otimização de redes ópticas; supervisão, disponibilidade, confiabilidade e mecanismos de proteção de redes ópticas; Fiber To The Home (FTTH) e demais tecnologias de acesso faixa-larga FTTx; Free Space Optical communication systems (FSO); hierarquia digital síncrona - SDH/SONET; GBE (GigaBit Ethernet) e 10GBE; redes HFC de CATV; redes locais de fibras ópticas; sensores a fibra óptica etc.

itech

Instituto de Inovações Fotônicas
Photonics Innovation Institute

Rua Latino Coelho, 304 - Parque Taquaral Zip: 13087-010 - Campinas/SP



itech

Phone: +55 19 3383 6631

e-mail: itech@itech.org.br