

SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES ÓPTICOS BASEADOS NA TECNOLOGIA DE ACESSO MÚLTIPLO POR DIVISÃO DE CÓDIGO (OCDMA)

Fernando Teles da Cruz ⁽¹⁾; Gustavo Eduardo Silva Machado ⁽²⁾; Nadyne Talesca de Souza ⁽³⁾; Pedro Luiz Lima Bertarini ⁽⁴⁾

⁽¹⁾Graduando em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações - Universidade Federal de Uberlândia - UFU.
fernandoteles07@gmail.com.

⁽²⁾Graduando em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações - Universidade Federal de Uberlândia - UFU.
gugusns@gmail.com.

⁽³⁾Graduanda em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações - Universidade Federal de Uberlândia - UFU.
nadyneSouzaa@gmail.com

⁽⁴⁾ Professor do curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações - Universidade Federal de Uberlândia - UFU. bertarini@ufu.br

1. INTRODUÇÃO

Sistemas de comunicações ópticos tem ganhado grande destaque em telecomunicações porque as fibras ópticas possuem algumas vantagens em relação aos cabos coaxiais, tais como: maior capacidade de transmissão, imunidade eletromagnética a ruídos externo e maior segurança (JAGDEEP SHAH, 2003). Atualmente as fibras ópticas têm sido empregadas em meios de comunicação que necessitam de altas taxas de transmissão bem como maior número de usuários. Para tal, é indispensável o emprego de técnicas de múltiplo acesso que supram tais requisitos. Dentre tais técnicas, podem ser citados três grupos amplos de tecnologia de múltiplo acesso: acesso múltiplo por divisão de código (CDMA), acesso múltiplo por divisão no tempo (TDMA) e acesso múltiplo por divisão de comprimento de onda (WDMA) (KAY IVERSEN; DIRK HAMPICKE, 2015). Em contraste com as demais, o OCDMA possui características únicas tais como capacidade flexível sob demanda, alta velocidade de processamento óptico dos dados, transmissão assíncrona com acesso de baixa latência, além do fornecimento de segurança às informações transmitidas (ANDREW STOCK; EDWARD H. SARGENT, 2002).

Uma vez que na tecnologia CDMA cada usuário é associado a uma sequência de código, que espalha o sinal no tempo e no espectro, é possível colocar um grande número de usuários em uma mesma rede óptica, pois pressupõe-se que as sequências de códigos são ortogonais. Entretanto, tal ortogonalidade ideal não se mantém em cenários realistas, causando a ocorrência de interferências de múltiplo acesso (MAI) (PEDRO LUIZ BERTARINI, et. al, 2012). Dessa forma, a medida que o número de usuários aumenta, a influência da MAI é também aumenta, o que deteriora o desempenho do sistema em termos

da taxa de erro de bit (BER). Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo analisar o desempenho de redes ópticas baseadas na tecnologia OCDMA em função do comprimento da fibra óptica e a taxa de transmissão empregados no link.

2. MATERIALE MÉTODOS

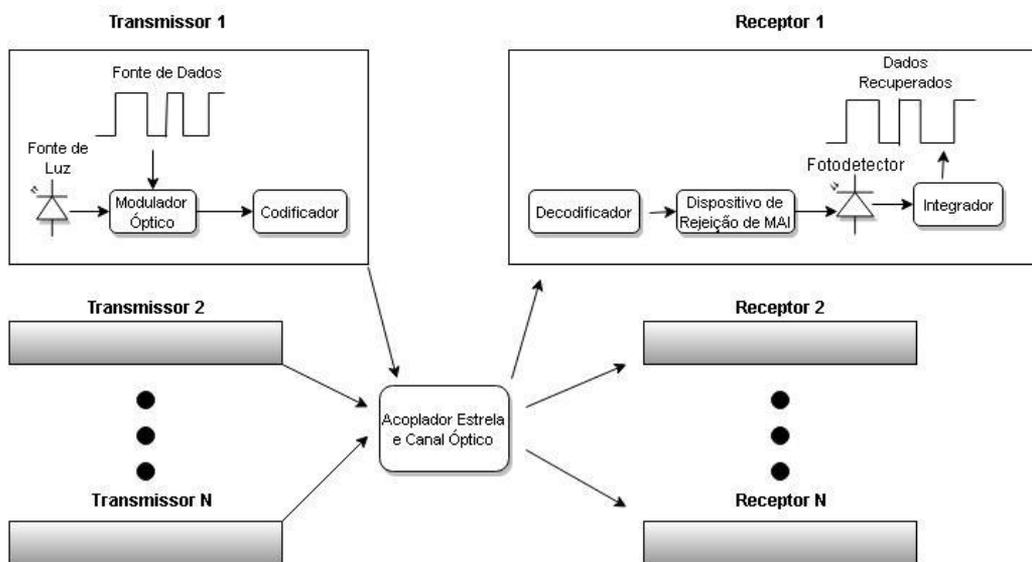


Figura 1 - Representação da configuração de um sistema OCDMA

A Figura 1 representa o sistema OCDMA por meio de diagrama de blocos, onde podem-se destacar os principais elementos que compõem este sistema. Os dados de cada usuário são transmitidos utilizando, primeiramente, um modulador óptico que converte o sinal elétrico em sinal óptico. Posteriormente este sinal chega a um codificador onde o sinal pode ser codificado no domínio do tempo ou da frequência. Uma vez codificado, o sinal pode ser passivamente combinado com outros sinais OCDMA, sendo que cada um deles possui suas características únicas de codificação. Os sinais dos N usuários presentes no sistema são então acoplados em uma fibra óptica até os receptores do sistema. No receptor, utiliza-se um decodificador semelhante ao localizado no transmissor, o sinal agora decodificado passa por um dispositivo de rejeição de MAI que garantirá com que o usuário receba somente o sinal desejado. Este sinal passará por um fotodetector que converterá o sinal óptico em elétrico



novamente possibilitando que este sinal seja recebido pelo usuário de interesse. Os resultados de uma simulação em software de um sistema OCDMA são demonstrados a seguir.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aplicando os conceitos apresentados anteriormente foi implementado um sistema OCDMA utilizando o software de simulação Optisystem (Optisystem, 2014), no qual sete usuários estão transmitindo simultaneamente utilizando códigos Walsh-Hadamard 8. Visando a análise do comportamento da rede óptica em função da BER foram alterados a taxa de transmissão por usuário (TX) e o comprimento da fibra (L). Foram analisados três cenários: (1) TX = 200 Mbps e L = 10 km; (2) TX = 400 Mbps e L = 10 km; e (3) TX = 200 Mbps e L = 60 km. Os resultados das simulações estão mostrados na Tabela 1, onde é possível verificar o aumento da BER com a taxa de transmissão e o comprimento da fibra. Isso acontece porque, ao se aumentar a taxa de transmissão, o pulso óptico fica mais curto no tempo e sofre mais influência da dispersão da fibra óptica. Técnicas de compensação de dispersão poderiam ajudar a solucionar esse problema. No segundo cenário, a queda de desempenho devido ao aumento do comprimento da fibra acontece devido à atenuação da fibra óptica que se torna muito relevante. Isso poderia ser resolvido por meio do uso de um amplificador óptico. Ainda assim, este estudo está em andamento em busca do melhor cenário que possibilite ao mesmo tempo a maior taxa de transmissão e o maior comprimento da fibra com valores aceitáveis de BER ($BER < 2,8 \times 10^{-2}$, quando são utilizados códigos corretores de erros).

Tabela 1 - Resultados das simulações para um sistema OCDMA com 7 usuários ativos.

Nº de usuários ativos	Comprimento da fibra	Taxa de transmissão	BER
7	10 km	200 Mbps	3.43×10^{-10}
7	10 km	400 Mbps	5.59×10^{-3}
7	60 km	200 Mbps	2.19×10^{-3}

A Figura 2 ilustra o diagrama de olho da recepção do sistema vinculado ao usuário que obteve o melhor valor de BER contido na Tabela 1. Este diagrama pode ser descrito como uma ferramenta importante para se avaliar o desempenho de um sistema óptico digital no domínio do tempo, pois permite uma visualização da distorção na forma do sinal transmitido. Desta forma quanto mais aberto e limpo a “forma do olho” contida no diagrama, melhor é o desempenho do



sistema em questão. Para a configuração que gerou essa imagem temos uma taxa de transmissão igual a 200 Mbps e um comprimento de fibra igual a 10 km. Assim por

meio do diagrama de olho obtido verificou-se que “olho” contido no mesmo está limpo, o que caracteriza um bom desempenho do sistema, do qual foi obtido um valor de BER aceitável.

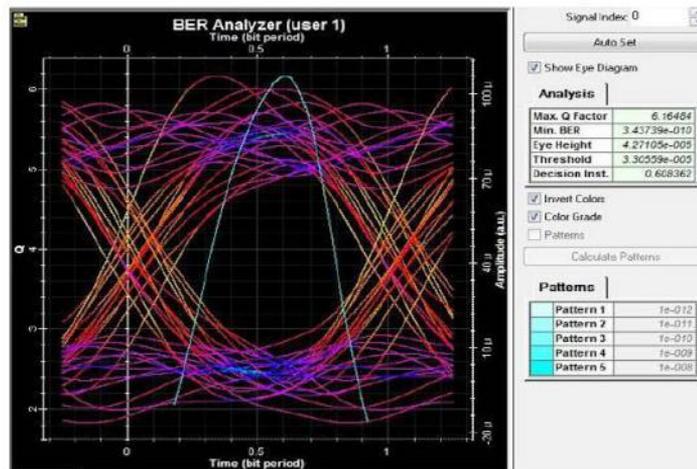


Figura 2 - Simulação de um sistema OCDMA no Software Optisystem com 7 usuários transmitido a 200 Mbps em 10 Km de fibra.

4. CONCLUSÕES

- i) foi possível investigar o sistema OCDMA e suas principais características;
- ii) foi feita uma análise de cada componente de configuração do sistema permitindo entender como tal sistema se comporta em uma rede local (LAN).
- iii) as simulações em softwares permitiram uma análise do desempenho do sistema em função da taxa de erro de bit onde foi verificado que parâmetros de projeto como o comprimento da fibra e a taxa de transmissão de dados refletem diretamente no desempenho do mesmo.

REFERÊNCIAS

- JAGDEEP SHAH, “ **Optical OCDMA**”, Optics & Photonics News, Optical Society of America, April 2003.
- KAY IVERSEN; DIRK HAMPICKE, “**Comparison and classification of all-optical CDMA systems for future telecommunication network**”, Technical University of Ilmenau, Department of Communication and Measurement 98684 Ilmenau, P.O. Box 565, Germany, 2015.
- ANDREW STOCK; EDWARD H. SARGENT, “**The Role of Optical CDMA in Access Networks**”, University of Toronto, Packet-Oriented Photonic Networks, IEEE Communications Magazine, September 2002.
- PEDRO LUIZ BERTARINI, ANDERSON L. SANCHES, and BEN-HUR V. BORGES, “**Optimal Code Set Selection and Security Issues in Spectral Phase-Encoded Time Spreading (SPECTS) OCDMA Systems**”, Journal of Lightwave Technology, Piscataway, v. 30, n. 12, supl. 1, Part 3, pp. 1882-1890, 42156, 2012.
- Optisystem 14.** Ottawa, ON, Canada: Optiwave Systems Inc., 2014.