

Demultiplexadores para WDM sobre fibras ópticas plásticas com base em filtros gel

Rafaella D. Oliveira, Michele C. Zanon, Leonardo Campos, Ricardo M. Ribeiro e Vinícius N. H. Silva

Resumo — Este trabalho de Iniciação Científica, descreve a construção de demultiplexadores (DEMUXs) WDM (multiplexação por divisão em comprimento de onda) para uso em enlaces com fibras ópticas plásticas de PMMA (poli-metil-metacrilato) usando lasers de diodo operando no visível. Os DEMUXs foram construídos com a combinação de divisores com filtros ópticos em plásticos gel. Estes últimos atuam como filtro óptico passa-alta ou passa-banda, são bastante práticos, simples, maleáveis e de baixo custo. Suas características espectrais de transmissão permitem algum ajuste a partir da cor do plástico, combinações e de sua espessura.

Palavras-chave—Redes de comunicação de dados, fibras ópticas plásticas, filme plástico gel, WDM, filtros ópticos.

Abstract — This work of Scientific Initiation describes the development of demultiplexers (DEMUXs) for wavelength-division multiplexing (WDM) over PMMA (poly-methyl-metacrylate) plastic optical fibre links using visible laser diodes. The DEMUXs were built from the combination of POF-splitters with gel plastic filters. The latter operates as high-pass or band-pass optical filters, are practical, simple, malleable and cost-effective. The filters can be spectrally tuned by mixing and stacking plastic layers with different colors and thickness.

Keywords—Data communication networks, Plastic optical fibres, Plastic films, WDM, Optical filters.

I. INTRODUÇÃO

Nos enlaces de telecomunicações em médias e longas distâncias, as fibras ópticas de sílica têm sido tradicionalmente utilizadas [1]. Entretanto, para distâncias curtas (< 1 km), as fibras ópticas poliméricas (POFs) constituem-se numa solução tecnológica interessante, pois são fáceis e seguras de manipular e conectar. Além disto, a tecnologia como um todo é de custo relativamente baixo, incluindo os dispositivos optoeletrônicos necessários [2]. Sistemas WDM sobre POFs de PMMA tem sido desenvolvidos e operam com poucos canais visíveis [2] utilizando LEDs ou LDs como fontes ópticas [3,4].

Plásticos coloridos tipo gel são utilizados na área de fotografia. Estão disponíveis a baixo custo e são maleáveis. Foram então selecionados para sua possível utilização como filtro WDM no visível.

Este artigo, descreve a transmissão espectral dos filmes plásticos gel e a sua utilização na construção de demultiplexadores para enlaces WDM de 2 canais sobre POFs de PMMA.

II. EXPERIMENTAL

Inicialmente, os plásticos tipo celofane foram caracterizados e usados como filtros. No entanto, não são adequados pois tendem a perder sua cor com o tempo, sua espessura (0,02 mm) o torna difícil de manusear e pode ser requerido o uso de várias camadas para obter um espectro de transmitância aceitável. Foram então escolhidos os filmes plásticos tipo gel (base polietileno) [5] pois são de baixo custo, mais robustos, possuem espessura até 10 vezes maior do que dos celofanes, podendo evitar o uso de grande número de camadas, mas ainda mantendo a maleabilidade.

A Figura 1 mostra esquematicamente o sistema experimental utilizado na medida da transmissão espectral. Uma fonte de luz “fria” injeta luz em um feixe de fibra óptica, que, por sua vez, está conectada a um suporte onde é inserido o filme plástico. A luz transmitida através do filme (filtro) é capturada por uma fibra óptica de sílica com 50 μ m de diâmetro de núcleo ligada à fenda de entrada de um espectrômetro-CCD (400-800 nm) controlado por computador.

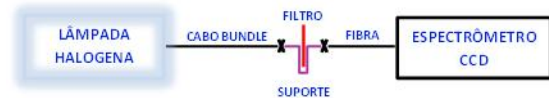


Figura 1. Diagrama esquemático da montagem experimental de caracterização da transmitância dos filtros plásticos.

A Figura 2 mostra a foto do sistema experimental utilizado na medida da transmissão espectral dos filtros.

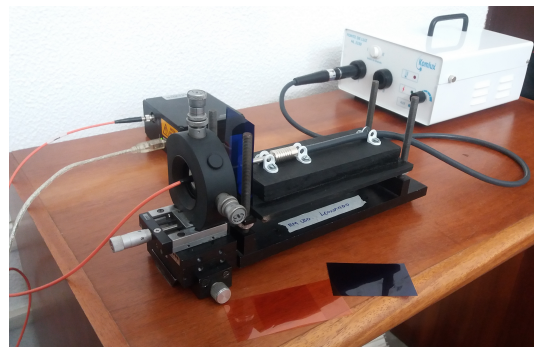


Figura 2. Foto da montagem experimental de caracterização da transmitância dos filtros plásticos.

Neste trabalho, foram selecionados os filtros vermelho e verde pois correspondem às duas das principais janelas de transmissão das POFs de PMMA: 650 nm e 520 nm.

Rafaella D. Oliveira, Michele C. Zanon, Leonardo Campos, Ricardo M. Ribeiro e Vinícius N. H. Silva, Laboratório de Comunicações Ópticas do Departamento de Engenharia de Telecomunicações, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói-RJ, Brasil, E-mail: rafaelladiniz@id.uff.br

Foi construído um demultiplexador (DEMUX) consistindo num divisor (*splitter*) 1x2 de POF, onde em cada uma das 2 extremidades de saída havia 2 camadas de filme plástico colados. Numa das saídas plástico vermelho, e na outra, verde (Figura 3).

A potência óptica injetada do laser (referência) é medida (P_{ref}). São então medidas as potências de saída em cada braço do divisor sem e com a inserção dos filtros. Com isto, pode-se verificar os parâmetros do divisor e depois do DEMUX, ou seja, a eficiência de transmitância em cada canal e o nível de rejeição do canal cruzado.

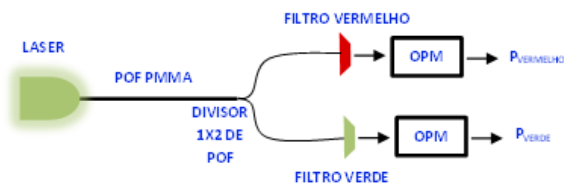


Fig 3. Diagrama esquemático do DEMUX.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O gráfico da Fig. 4 mostra a transmitância espectral dos filmes gel vermelho (passa-alta) e verde (passa-banda). O filtro verde exibe um pico em torno de 517 nm e largura espectral de 58 nm, portanto transmite 520 nm e bloqueia 650 nm. O filtro vermelho transmite sinais com comprimento de onda > 600 nm e bloqueia 520 nm.

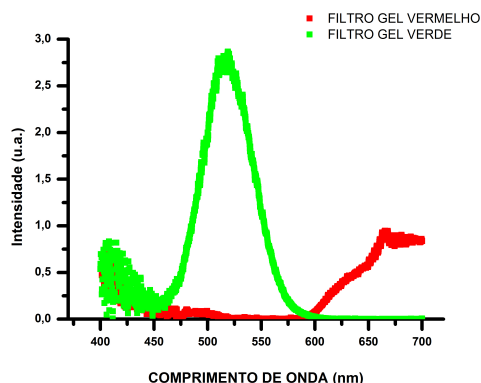


Fig 4. Espectro de transmissão do filtro gel vermelho e do verde.

Nas Tabelas 1 e 2, estão relacionados os valores experimentais promediados dos parâmetros clássicos de operação do divisor e do DEMUX, respectivamente.

TABELA I. PARÂMETROS MEDIDOS DO DIVISOR (VER FIG.3 SEM OS FILTROS).

λ (nm)	EL (dB)	IL ₁ (dB)	IL ₂ (dB)	CR
633	- 1,53	- 4,28	- 4,81	53/47
520	- 1,00	- 3,70	- 4,35	~54/46

TABELA II. PARÂMETROS MEDIDOS DO DEMUX (VER FIG.3).

λ (nm)	IL ₁ (dB) filtro verde	IL ₂ (dB) filtro vermelho
633	- 44,2	- 9,17
520	- 9,80	- ∞

Nas Tabelas: EL = Perda total, IL = Perda no braço e CR = Razão de acoplamento.

Pode-se notar da Tab.1, que o CR é praticamente independente do comprimento de onda, conforme o esperado, e de valor próximo a 50/50 de acordo com o fabricante. Obteve-se EL igual ou melhor que 1,50 dB, o que pode ser considerado um excelente valor para um divisor de POF.

Pode-se notar da Tab.2 que a IL fica menor que 10 dB para cada braço com o respectivo filtro, enquanto que a rejeição (IL₁) ao 633 nm usando o filtro verde é de 44,2 dB, o que resulta em uma razão sinal-ruído de $-9,80 - (-44,2) = 34,4$ dB. Esta última pode ser considerada satisfatória, ainda mais levando-se em conta o caráter preliminar deste desenvolvimento. O sinal em 520 nm é totalmente bloqueado pelo filtro vermelho, pois o medidor de potência óptica possui sensibilidade limitada em -60 dBm (1 nW).

A Fig. 5, ilustra um exemplo de uso do DEMUX aqui apresentado em um enlace bidirecional WDM com dois canais contra-direcionais, no qual as fontes ópticas são lasers de diodo.

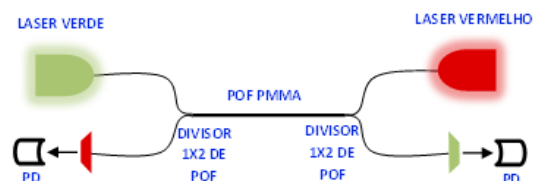


Figura 5. Esquema de um enlace bidirecional usando POF com 2 canais WDM.

O filtro vermelho bloqueia com eficiência a luz verde refletida pelo divisor e retro-espalhada (espalhamento Rayleigh) pela POF. De forma similar, o filtro verde atua na outra extremidade do enlace. A este fenômeno dá-se o nome de NEXT (*Near-End-Cross-Talk*) [2].

IV. CONCLUSÕES

Os plásticos gel coloridos disponíveis comercialmente para uso em fotografia, podem servir como filtros ópticos do tipo passa-banda e passa-alta no espectro visível. São de baixo custo, maleáveis e exibem características ópticas interessantes para construir DEMUXs WDM na faixa visível com foco nas fibras ópticas de plástico de PMMA, em particular para enlaces com lasers de diodo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e à Faperj pelo apoio financeiro recebido nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] G. P. Agrawal, "Fiber-Optic Communication System", 3rd edition, John Wiley & Sons, New York, 2002.
- [2] O. Ziemann, J. Krauser, P.E. Zamzow and W. Daum, "POF Handbook: Optical Short Range Transmission Systems", 2nd edition, Springer-Verlag, Berlin, 2008.
- [3] L. V. Bartkiv, H. Poisel and O. Ziemann, "A 3-channel POF-WDM system for transmission of VGA-signals", 12th ICPOF, September 15-17, Seattle, USA, pp. 264-270, 2003.
- [4] M. Kagami, "Visible Optical Fiber Communication", R&D Review of Toyota CRDL, vol. 40, 2, pp. 1-6, 2005.
- [5] https://www.amazon.com/Photography-Studio-Lighting/b/ref=dp_bc_4?ie=UTF8&node=3347871