

Título: Diseño y desarrollo de un láser de fibra óptica en configuración de anillo basado en un absorbedor saturable con lófina.

Responsable Técnico: Dr. Rubén Grajales Coutiño

El grupo de investigadores de la línea de sistemas optomecatrónicos están interesados en la generación de tecnología propia, por lo cual se ha empezado a desarrollar dispositivos con fibra óptica, principalmente sensores y dispositivos optomecatrónicos que tienen la función de procesar la fibra para modificarla geoméricamente, tal es el caso del adelgazamiento de una sección de la guía de onda. Se pueden usar muchos iones diferentes de tierras raras, como el erbio, el neodimio y el iterbio, para fabricar láseres de fibra capaces de operar en un amplio rango de longitudes de onda que se extienden desde 0.4 a 4 μm . El primer láser de fibra, demostrado en 1961, utilizó una fibra dopada con Nd con un diámetro de núcleo de 300 μm [1]. Las fibras de sílice de baja pérdida se utilizaron para fabricar láseres de fibra bombeados por láser de diodo en 1973, poco después de que dichas fibras estuvieran disponibles [2]. Aunque hubo alguna actividad de investigación en el medio [3], no fue hasta finales de la década de 1980 que los láseres de fibra se desarrollaron por completo. Las primeras investigaciones estaban en los láseres de fibra dopados con Nd y Er [4-17], pero también se utilizaron otros dopantes como el holmio, el samario, el tulio y el iterbio [18-21]. Los láseres de fibra pulsados están clasificados en: láseres pulsados Q-switch y amarre de modos [22]. Los láseres de amarre de modos existen dos tipos los pasivos y activos [23, 24]. En este modo existe una diferencia, que en los láseres de amarre de modo activo utilizan moduladores de control externa con frecuencias y emisiones láser que son dependientes de la longitud y material saturable, en cambio los pasivos no utilizan, dentro de los pasivos existe una clasificación, configuración de anillo o configuración de figura ocho [25-27]. En el 2019 se analizan resultados experimentales de un láser de fibra que funciona en régimen pasivo de amarre de modos, la configuración de la cavidad del láser de figura ocho utiliza 4 m de una fibra de doble revestimiento Er/Yb dopada [28]. Posteriormente, en este mismo año estudian nanocapas de antimonio con un espesor de 3 a 6 nm, midiendo la absorción con la técnica de Z-scan, estas capas fueron aplicadas en el arreglo experimental del láser de fibra de anillo [29]. En el 2021 investigan un método con una fibra multimaterial dopada con fosfato, tiene una alta ganancia por unidad de longitud [30].

El interés principal de desarrollar este tipo de láseres de fibra óptica dopada con erbio como medio activo y una técnica llamada amarre de modos pasivo, radica a la capacidad de producir pulsos ópticos en la región espectral de 1.55 μm , por lo cuál son útiles para las comunicaciones ópticas, fenómenos ultrarrápidos y sensores basados en fibra óptica, además que tienen aplicaciones medicas como cirugías oculares, cirugía de la piel para quitar paño y melasma, en la industria como empaquetado de productos y el grabado de imágenes.

Referencias Bibliográficas

- [1] E. Snitzer, *Phys. Rev. Lett.* **7**, 444 (1961).
- [2] J. Stone and C. A. Burrus, *Appl. Phys. Lett.* **23**, 388 (1973); *Appl. Opt.* **13**, 1256 (1974).
- [3] M. I. Dzhibladze, Z. G. Esiashvili, E. S. Teplitskii, S. K. Isaev, and V. R. Sagaradze, *Sov. J. Quantum Electron.* **13**, 245 (1983).
- [4] R. J. Mears, L. Reekie, S. B. Poole, and D. N. Payne, *Electron. Lett.* **21**, 738 (1985).
- [5] L. Reekie, R. J. Mears, S. B. Poole, and D. N. Payne, *J. Lightwave Technol.* **4**, 956 (1986).
- [6] I. M. Jauncey, L. Reekie, R. J. Mears, D. N. Payne, C. J. Rowe, D. C. J. Reid, I. Bennion, and C. Edge, *Electron. Lett.* **22**, 987 (1986).
- [7] I. P. Alcock, A. I. Ferguson, D. C. Hanna, and A. C. Tropper, *Opt. Lett.* **11**, 709 (1986); *Electron. Lett.* **22**, 268 (1986).

- [8] M. Shimizu, H. Suda, and M. Horiguchi, *Electron. Lett.* **23**, 768 (1987).
- [9] L. Reekie, I. M. Jauncey, S. B. Poole, and D. N. Payne, *Electron. Lett.* **23**, 884 (1987).
- [10] W. J. Miniscalco, L. J. Andrews, B. A. Thompson, R. S. Quimby, L. J. B. Vacha, and M. G. Drexhage, *Electron. Lett.* **24**, 28 (1988).
- [11] I. M. Jauncey, L. Reekie, J. E. Townsend, D. N. Payne, and C. J. Rowe, *Electron. Lett.* **24**, 24 (1988).
- [12] K. Liu, M. Digonnet, K. Fesler, B. Y. Kim, and H. J. Shaw, *Electron. Lett.* **24**, 838 (1988).
- [13] Y. Kimura and M. Nakazawa, *J. Appl. Phys.* **64**, 518 (1988).
- [14] D. C. Hanna, R. M. Percival, I. M. Perry, R. G. Smart, and A. C. Trooper, *Electron. Lett.* **24**, 1068 (1988).
- [15] M. E. Fermann, D. C. Hanna, D. P. Shepherd, and J. E. Townsend, *Electron. Lett.* **24**, 1135 (1988).
- [16] G. T. Maker and A. I. Ferguson, *Electron. Lett.* **24**, 1160 (1988).
- [17] I. N. Duling, L. Goldberg, and J. F. Weller, *Electron. Lett.* **24**, 1333 (1988).
- [18] M. C. Brierley, P. W. France, and C. A. Miller, *Electron. Lett.* **24**, 539 (1988).
- [19] M. C. Farries, P. R. Morkel, and J. E. Townsend, *Electron. Lett.* **24**, 709 (1988).
- [20] L. Esterowitz, R. Allen, and I. Aggarwal, *Electron. Lett.* **24**, 1104 (1988).
- [21] D. C. Hanna, R. M. Percival, I. R. Perry, R. G. Smart, P. J. Suni, J. E. Townsend, and A. C. Trooper, *Electron. Lett.* **24**, 1111 (1988).
- [22] S. A. Akhmanov, V. A. Vysloukh, and A. S. Chirkin, "Optics of femtosecond laser pulses," Moscow Izdatel Nauka, 1988.
- [23] W. Kaiser, "Ultrashort laser pulses—generation and application," *Top. Appl. Phys.*, vol. 60, 1988.
- [24] C. Rulliere et al., *Femtosecond laser pulses*. Springer, 2005.
- [25] T. Tsun, M. Islam, and P. Chu, *Optics communications*, **141**, 65 (1997).
- [26] A. Grudinin and S. Gray, *JOSA B*, **14**, 144 (1997).
- [27] I. N. Duling, *Optics letters*, **16**, 539 (1991).
- [28] C. Ma, A. Khanolkar and A. Chong, "High-performance tunable, self-similar fiber laser", *Opt. Lett.* **44** (5), 1234 (2019), [doi:10.1364/OL.44.001234](https://doi.org/10.1364/OL.44.001234)
- [29] G. Tanisali et al., "21 fs Cr:LiSAF laser mode locked with a single-walled carbon nanotube saturable absorber", *Opt. Lett.* **44**(19), 4662 (2019).
- [30] G. Tang et al., "Silicate-clad heavily Yb³⁺ doped phosphate core multimaterial fiber with a high gain per unit length for mode-locked fiber laser applications", *Opt. Lett.* **46** (9), 2027 (2021), [doi:10.1364/OL.421925](https://doi.org/10.1364/OL.421925)