

Láser Raman para Terapia Láser

C. Sifuentes G, M. Araiza E. G. Miramontes de L.
Laboratorio de Procesamiento Digital de Señales
Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, Zac. CP-98000.
TEL: +(492)9239407, ext. 1518, correo-e: cgsifuen@cantera.reduaz.mx

A. Martinez R, F. Mendoza S,
Centro de Investigaciones en Óptica A. C.,
León, Gto. CP-37150.
TEL: +(477)7731017, ext. correo-e: amr6@cio.mx,

J. J. Villa H. I. de la Rosa V. E. García D.
Laboratorio de Procesamiento Digital de Señales
Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, Zac. CP-98000
TEL: +(492)9239407, ext. 1518, correo-e: jvillah@cantera.reduaz.mx

Resumen — Las fibras láser ofrecen grandes ventajas sobre otros tipos de láseres, por lo que en la actualidad los láseres de fibra son muy utilizados en áreas tales como: telecomunicaciones, procesamiento de materiales, procesamiento de señales y medicina, usando diferentes medios de ganancia, esquemas de bombeo y diseño de cavidades. Las características de este tipo de láseres los hacen sumamente atractivos entre las que se pueden mencionar: su tamaño pequeño debido a que las fibras son del tamaño de un cabello, tienen un umbral de daño muy alto, ofrecen una excelente disipación del calor, además de no tener límites de ancho de banda lo cual permite mayor eficiencia en el uso de la luz de bombeo, presentan una gran calidad de haz, así como una muy buena estabilidad con respecto a los cambios de temperatura y la longitud de onda de emisión.

Abstract — The laser fiber offers advantages in comparison with other type of lasers, so they are very often used in different fields such as telecommunications, materials processing, signal processing and medicine, using different gain media, bumping schemes, and desing of cavities. These type of lasers are very attractive because of their characteristics, among we can mention the following: small thickness, of the order of a human hair, high damage threshold, excellent heat dissipation, in addition of an unlimited bandwidth, giving them high efficiency for using the bumping light, high beam quality, and high stability with respect to temperature changes and wavelength of the emission.

Palabras clave — Láseres de Fibra, Láseres Raman, Terapia Láser.

I. INTRODUCCIÓN

Tecnológicamente, los amplificadores de fibra han sido dispositivos muy útiles en todos los esquemas de las redes de comunicaciones ópticas, al reemplazar a los repetidores electrónicos en las líneas de transmisión ópticas. Cuando un amplificador se complementa con un resonador y una fuente de bombeo, se puede obtener emisión laser [1]. El esparcimiento Raman Estimulado es un proceso inelástico en el cual la luz de bombeo es convertida en luz a otra longitud de onda

acompañada por la excitación y desexcitación de un modo interno del medio. A esos modos excitados o desexcitados se les conoce como Stokes y Anti-Stokes, respectivamente. Desde la primera demostración de los láseres Raman se han observado muchos órdenes de radiación Stokes estimulados, con lo cual se obtienen muchas longitudes de onda de emisión [2]-[3]. Los láseres han sido usados en forma segura como una herramienta terapéutica desde hace aproximadamente 30 años. Actualmente las fuentes son ampliamente utilizadas en la medicina, en especial nuestro interés se enfoca en la rehabilitación por medio de la láser terapia o bioestimulación[4]. La radiación láser puede alterar el funcionamiento de las células y los tejidos, estudios sugieren que la radiación estimula la producción de colágeno, altera la síntesis del ADN y mejora el funcionamiento de los tejidos neurológicos dañados. La eficiencia del efecto láser sobre tejidos biológicos es determinada, principalmente, por la absorción o esparcimiento del tejido a la longitud de emisión [5]-[6]. La ventaja de la terapia láser es que no es invasiva, no es tóxica y en algunos casos puede reemplazar las intervenciones quirúrgicas. Este tipo de terapia es utilizada frecuentemente por Dentistas, Quiroprácticos, Acupunturistas, Terapistas Físicos, Oncólogos, etc [7].

II. DISEÑO DEL LASER

Se propone el diseño de un láser basado en una cavidad Raman para medir las propiedades de transmisión de tejidos biológicos. La emisión láser que se obtiene es a 1064, 1121 y 1180 nm. Este método permite obtener emisión láser prácticamente en cualquier longitud de onda de la región del infrarrojo cercano. El diagrama experimental que se utilizó para desarrollar el láser se muestra en la Figura 1. Para bombear la cavidad Raman se utilizó un láser de fibra de doble revestimiento dopada con Iterbio el cual tiene una longitud de onda de emisión de 1064 nm con una potencia de salida de 10W. Para crear la cavidad Raman se utilizó fibra monomodo estándar. Las rejillas de Bragg que se utilizaron como resonadores se acoplaron por medio de empalmes ópticos a la fibra de la cavidad. Las rejillas fueron fabricadas por medio de un esquema interferométrico. Para medir la potencia de los Stokes se utilizó en un principio una cámara CCD pero finalmente por simplicidad del arreglo y economía se recurrió a un fotodiodo.

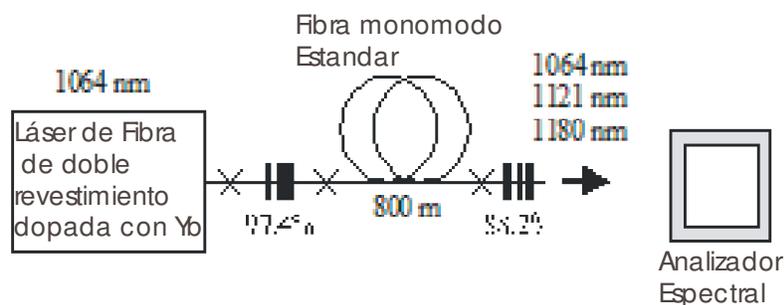


Figura 1. Diagrama Experimental de la fuente láser

III. RESULTADOS

La Figura 2 muestra la dependencia de la salida de potencia para las longitudes de emisión con respecto de la potencia de entrada a la cavidad. La potencia máxima de bombeo que se aplicó fue de 9W y se obtuvo una potencia de salida de 1.6W, esta potencia estaba concentrada principalmente

en el primer Stokes, mientras que para el segundo se obtuvieron solo 0.5W. Se considera que se puede obtener mayor potencia si las rejillas que se utilizan como resonadores se graban directamente en la fibra que se utiliza como cavidad, para evitar la mayor cantidad de pérdidas debidas a los empalmes de las fibras. No se observaron cambios importantes en los resultados por utilizar la cámara CCD o el fotodiodo.

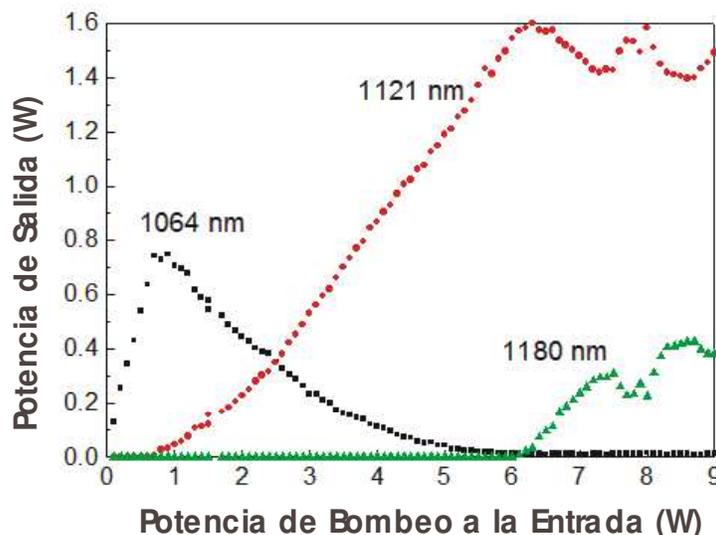


Figura 2. Potencias de salida relativas para las longitudes de onda 1064 (cuadros), 1121(círculos) y 1180 (triángulos) en función de la potencia de bombeo.

IV. CONCLUSIONES

Se realizó una fuente láser Raman con longitudes de onda de emisión de 1064, 1121 y 1180 nm con una potencia de salida de más de 1.6 W, la mayoría de esta potencia concentrada en la longitud de emisión de 1121 nm. Se considera que el láser ideal para aplicarse en medicina debe tener varias longitudes de onda, facilidad para su acoplamiento y uso con fibras ópticas, así como capacidad para intercambiar las diferentes longitudes de onda y un intervalo amplio de potencias, por lo tanto se considera que este tipo de fuentes láser puede ser una muy buena alternativa para su aplicación en terapia láser, ya sea de baja potencia (LLTL) o Fotodinámica (PDT) y en cirugía convencional.

REFERENCIAS

- [1] Q. L. William, J. García-Ojalvo, and R. Roy, "Fast Intracavity polarization dynamics of erbium-doped fiber ring laser: Inclusion of effects" *Phys. Rev. A* **55**, 2376 (1997).
- [2] Grubb S. G., Erdogan T., Mizrahi Y., Strasser T., Cheung W. Y., Reed W. A., Lemaire p. J., Miller A. E., Krosinski S. G., Nikolak G., Becker P. C. And Peckham D. W., "1.3 cascade Ramn amplifierin germanosilicate fibers", *Proc. Optical Amplifiers and Their Applications*, 3-5 August 1994, Breckendridge, CO, paper PD3.
- [3] Basiev T. T. and Powell R. C., "Introduction Special Issue on Solid State Raman Lasers", *Opt. Materials*, **11**, 301 (1999)
- [4] Topaz O., McIvor M., Stone G. W., Krucoff M. W., Perin E. C., Foschi A.E., Sutton J., Nair R., and de Marchena E., "Acute results, complications, and effect on lesion characteristics on outcome with the solid-state, pulsed-wave, mid-infrared laser angioplasty system." *Lasers in Surgery and Medicine*, **22**, pp. 228-239, 1998.
- [5] Gur Ali, et al. "Efficacy of low Power Laser Therapy and Exercise on Pain and Functions in Chronic Low Back Pain" *Lasers in Surgery and Medicine*, pp. 233-238, **32** (2003).
- [6] Chen J. Kelmer L. Christophersen J. et al. "New Technology for deep light distribution in tissue for phototherapy. *J. Cancer* **8**, pp 154-163.
- [7] T. J. Vogl, K. Eichler, M. G.Mack, S. Zangos, C. Herzog, A. Thalhammer, K. Engelmann, "Interstitial Photodynamic Laser Therapy in Interventional Oncology", *European Radiology* (Febrero 2004).