



Láser de fibra

Curso: Láseres

Montserrat Huerta Sandoval

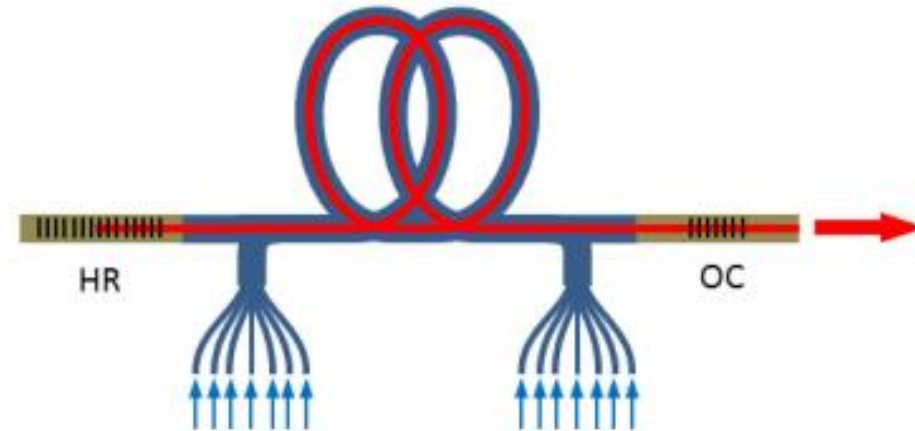
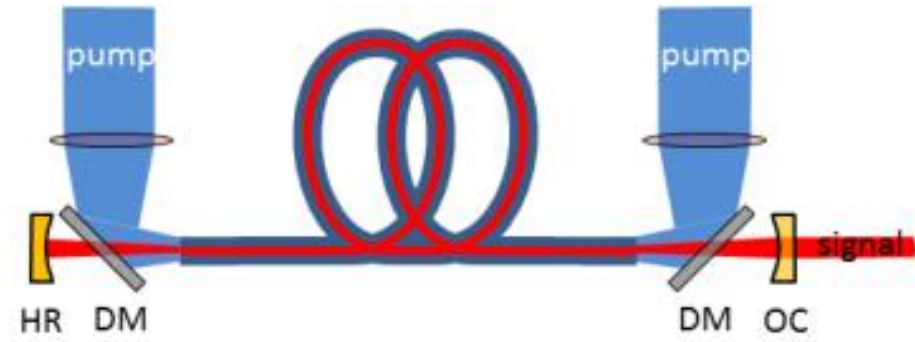
Introducción

Un láser de fibra es un tipo de láser de estado sólido cuyo medio activo es una fibra óptica dopada con elementos como erbio, neodimio, iterbio, disprosio, holmio, praseodimio y tulio que sirven como medio amplificador del haz de luz.

Existen características que hacen que el funcionamiento del láser de fibra sea muy diferente en comparación con el láser de estado sólido bombeado por diodos (DPSSL) tradicional o las tecnologías tradicionales de láser de gas.

Configuraciones de la cavidad

Configuraciones más comunes de la cavidad del láser de fibra



Bombeo de revestimiento

En este esquema, la fuente de luz de bombeo es multimodal y se lanza a todo el revestimiento. A medida que los rayos de luz de la bomba se propagan por el revestimiento de fibra, cruzan y son absorbidos gradualmente por el núcleo activo.

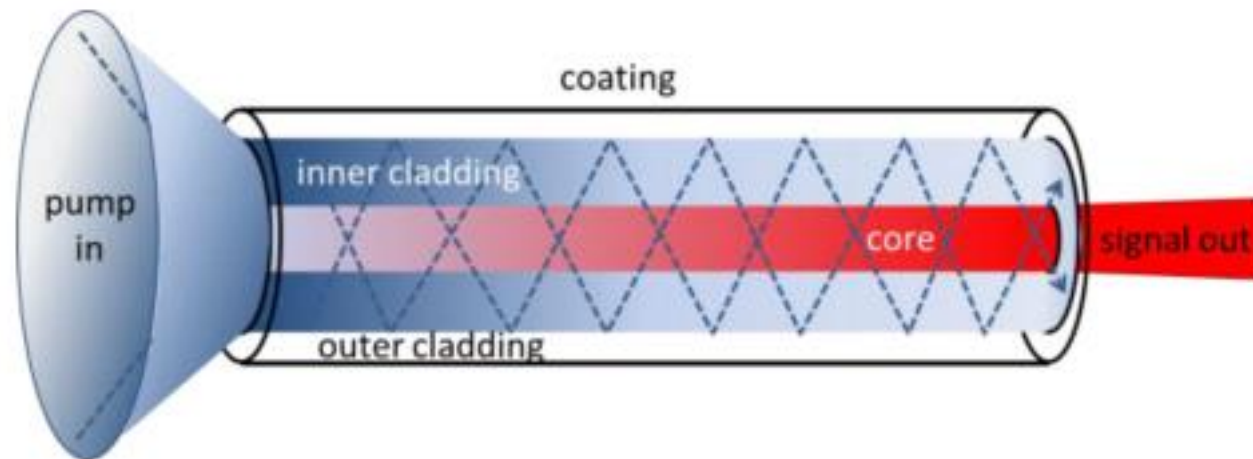


Fig. 2. Schematic of cladding pumping principle of operation.

Bombeo de revestimiento

Rayo sesgado

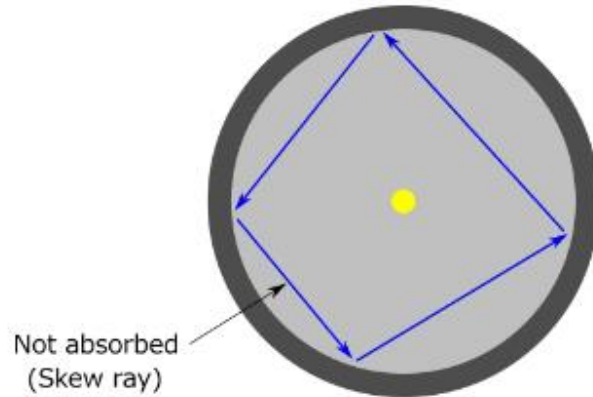


Figura 2: Revestimiento circular y rayo sesgado.

Este rayo sesgado se puede mitigar rompiendo la simetría circular en la estructura de la fibra

Dada la simetría de las fibras ópticas, algunos de los rayos del bombeo lanzados al revestimiento no cruzan el núcleo debido al alto grado de simetría en la estructura de la fibra y, como resultado, el bombeo no se absorbe de manera eficiente.

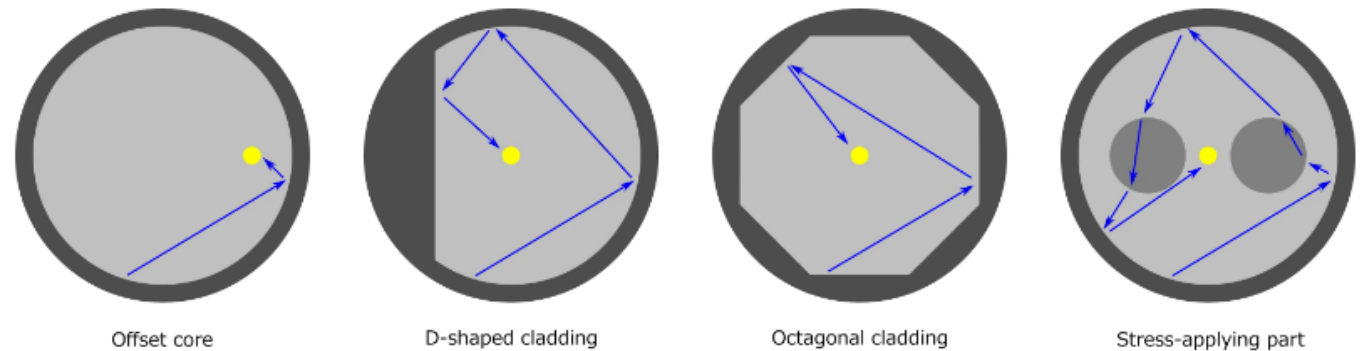


Figura 3: Mitigación del rayo sesgado en fibra bombeada con revestimiento.

Bombeo de revestimiento

Esquemas de bombeo de revestimiento

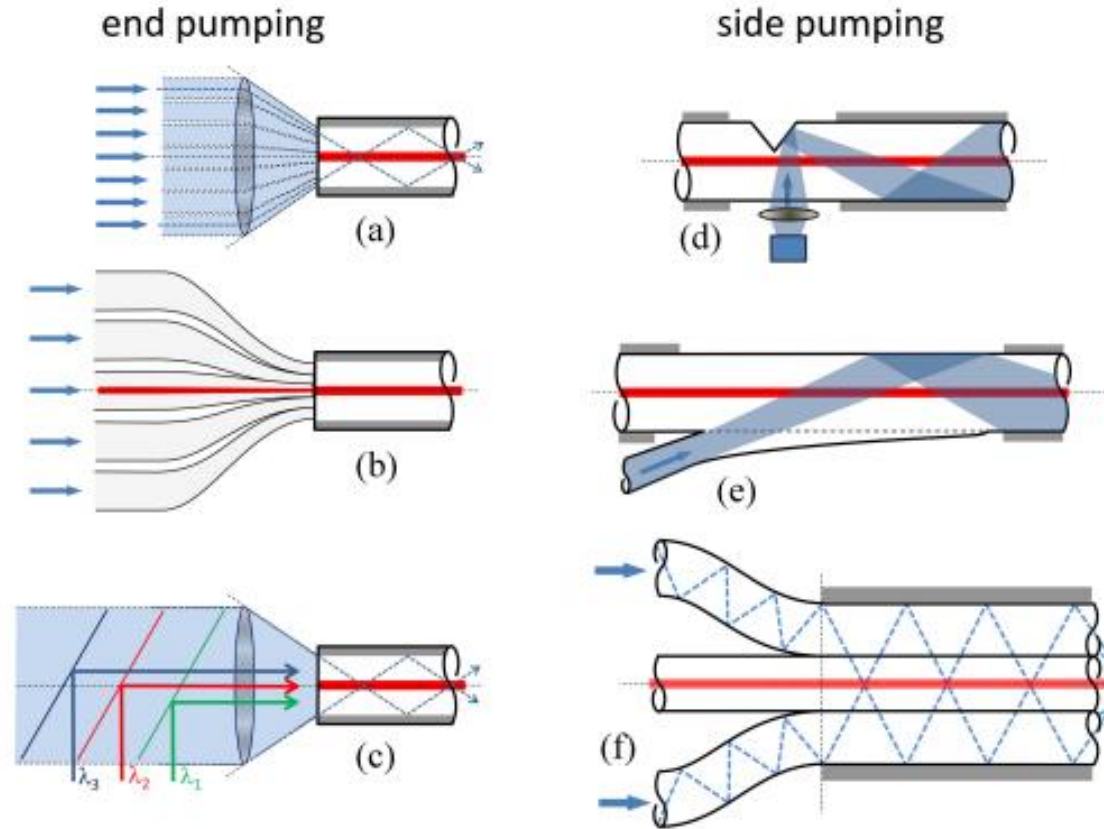


Fig. 7. Main cladding-pumping schemes for (a)–(c) end-pumping, and (d)–(f) side-pumping.

Selección de longitud de onda de bombeo

De la amplia gama de dopantes utilizados en los láseres de fibra, consideramos aquí solo los iones Yb^{3+} y Tm^{3+} , que hasta ahora han mostrado una excelente escala de potencia con potencias de salida superiores a 1 kW

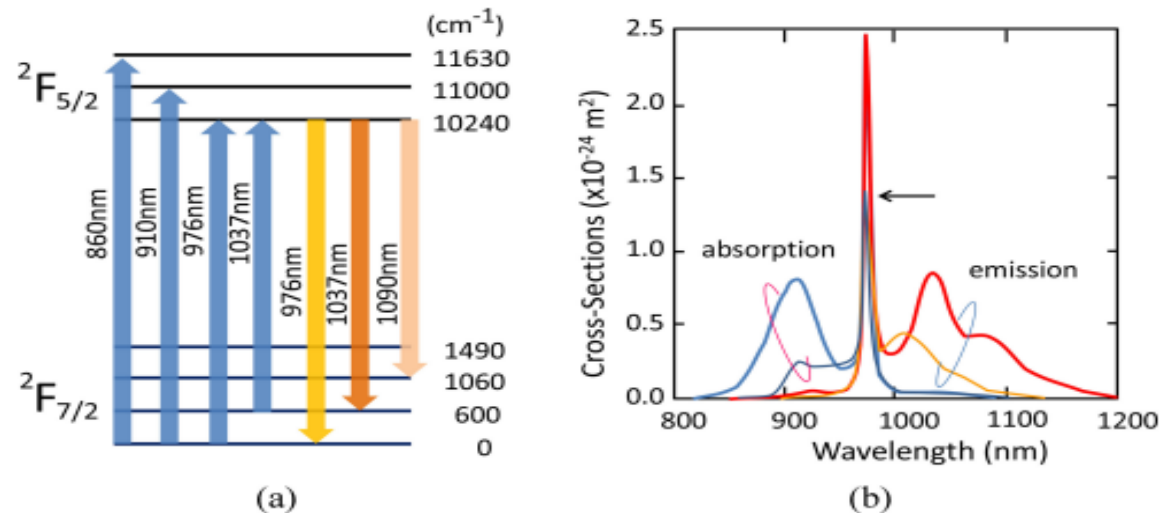


Fig. 9. (a) Typical energy level diagram of Yb^{3+} ions in silica, (b) typical emission and absorption cross-sections in aluminosilicate (thicker lines) and phosphosilicate (thinner lines) fibers (the arrow shows the peak emission and absorption for phosphosilicate fibers).

- Elimina efectos como la absorción en estado excitado, la descomposición no radiativa de multifonones y la extinción por concentración.
- Permite esquemas de bombeo de múltiples longitudes de onda.
- El espectro de emisión permite una amplia cobertura y sintonizabilidad de longitud de onda, desde 980 nm hasta aproximadamente 1100 nm y pulso corto.

Selección de longitud de onda de bombeo

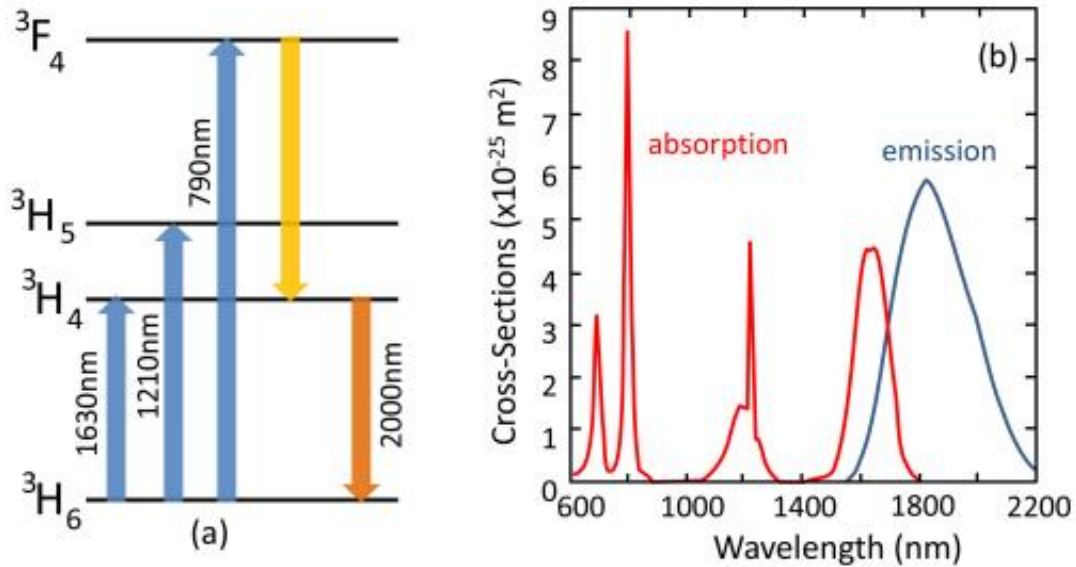


Fig. 10. (a) Typical energy level diagram of Tm^{3+} ions (only lower levels are shown), and (b) typical emission and absorption cross-sections in aluminosilicate fibers [96].

- Transición de láser alrededor de 2 μm .
- Las bandas de absorción tecnológicamente más importantes son la de alrededor de 1600 nm.

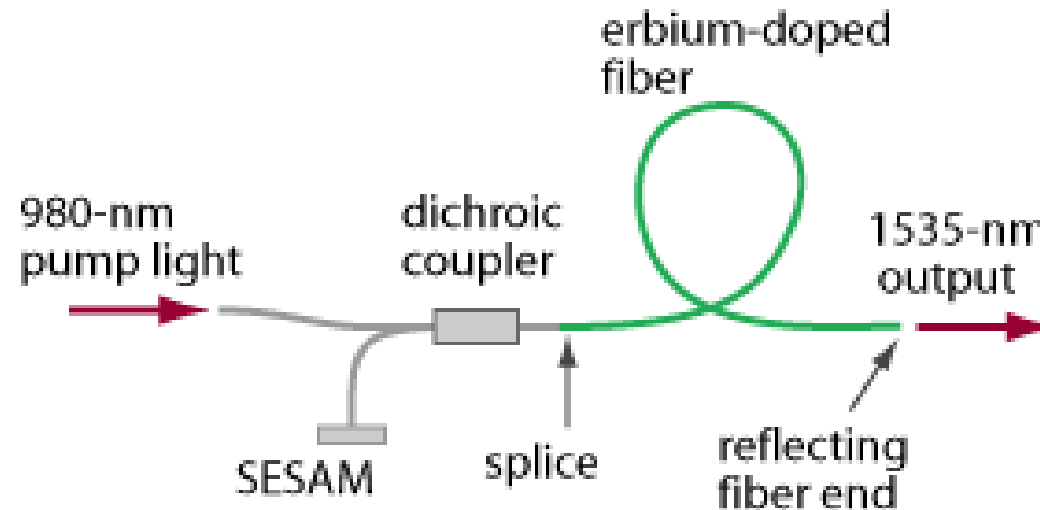
Efectos no lineales

Los efectos no lineales son uno de los factores más limitantes a la hora de aumentar la potencia de los láseres de fibra. En general, transfieren energía en regiones espectrales no deseadas y pueden potencialmente desestabilizar el funcionamiento del láser.

- *Dispersión Raman y Brillouin estimulada*: están relacionados con procesos no lineales inelásticos e involucran interacciones de potencia con fonones acústicos y ópticos, respectivamente.
- *Daño óptico*: El daño óptico para pulsos ns y sub-ns es un efecto catastrófico asociado generalmente con efectos de avalancha de electrones.
- *Foto-oscurcimiento*: pérdidas ópticas inducidas por la luz.

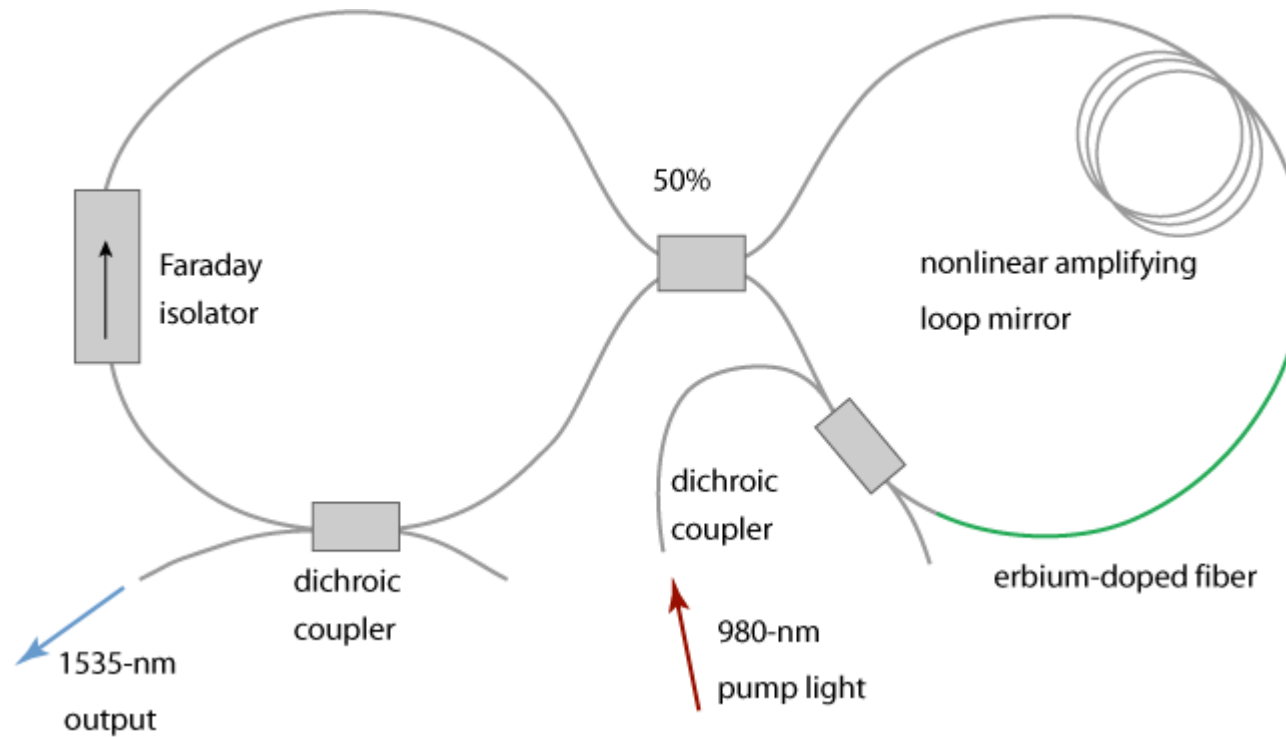
Láser de fibra Q-switched

Con varios métodos de [conmutación Q](#) activa o pasiva , los láseres de fibra se pueden utilizar para generar [pulsos](#) con [duraciones](#) que normalmente oscilan entre decenas y cientos de nanosegundos



Láser de fibra Mode-locked

Generación de pulsos ultracortos en la región de picosegundos o femtosegundos a través del bloqueo de modo activo o pasivo.



Aplicaciones

- Corte por láser, la soldadura y el plegado de metales y polímeros
- Procesamiento de materiales
- Telecomunicaciones
- Espectroscopía
- Medicina
- Armas de energía dirigida



Gracias

Referencias

- High Power Fiber Lasers: A Review. (2014). *IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS*, 20(5), 0904123. http://www.ieee.org/publications_standards/publications/rights/index.html
- Paschotta, R. (2023, 10 abril). *Fiber Lasers*. 2023 RP Photonics AG. https://www.rp-photonics.com/fiber_lasers.html