Láser de Fibra Óptica con Doble Revestimiento

Jesús Emmanuel Gómez Correa
INAOE
22 de abril de 2010

Amplificadores

- Fibra Óptica
- Amplificadores
- Fibra dopada con Erbio
- Sistema de tres niveles
- Bombeo óptico

Sistema de tres niveles

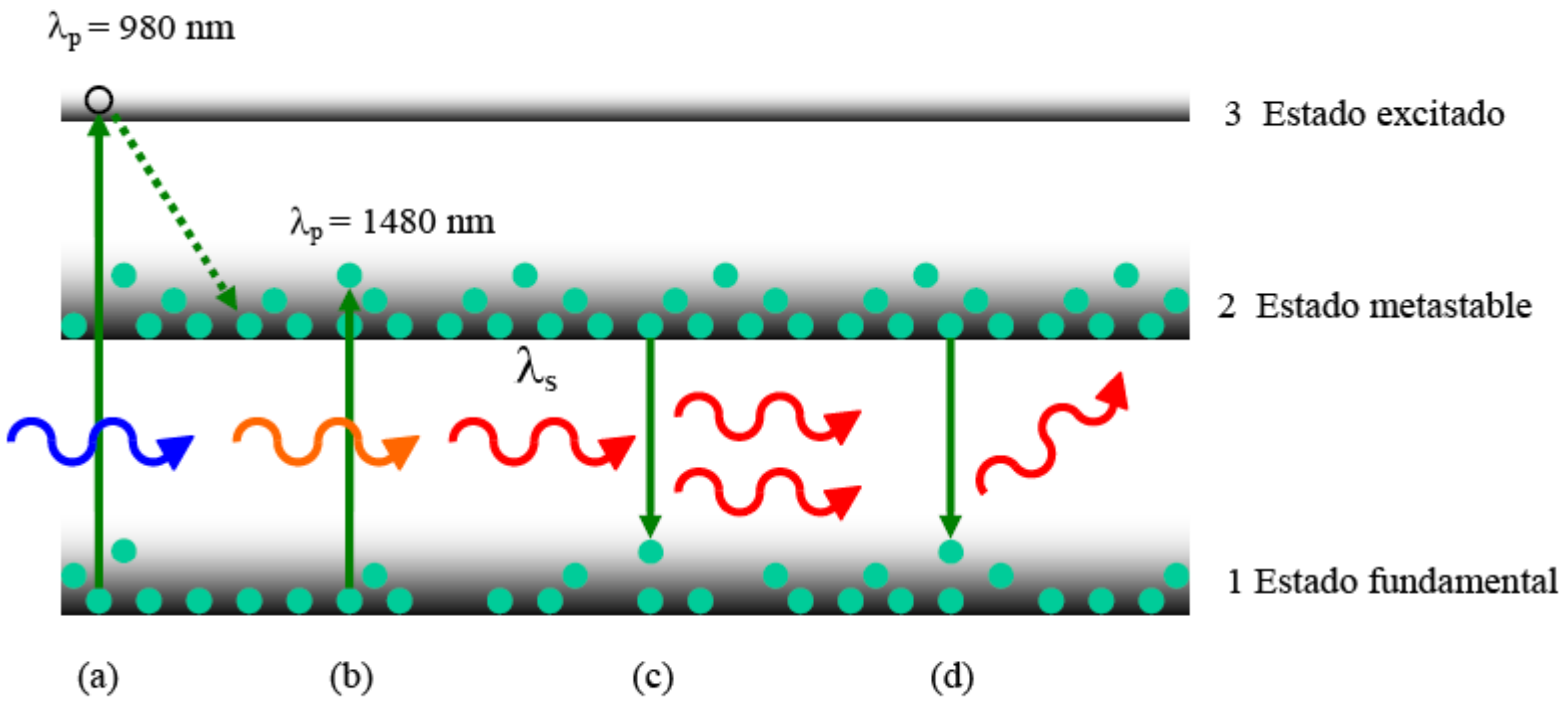


Fig. 1 – Estructura de 3 niveles de los iones de erbio en Sílice amorfo. La energía crece desde abajo hacia arriba. (a) Bombeo por absorción estimulada de un fotón a 980 nm seguida por una desexcitación no radiativa. (b) Bombeo directo por absorción de un fotón a 1480 nm. (c) Emisión estimulada de un fotón de señal. (d) Emisión espontánea de un fotón de ruido.

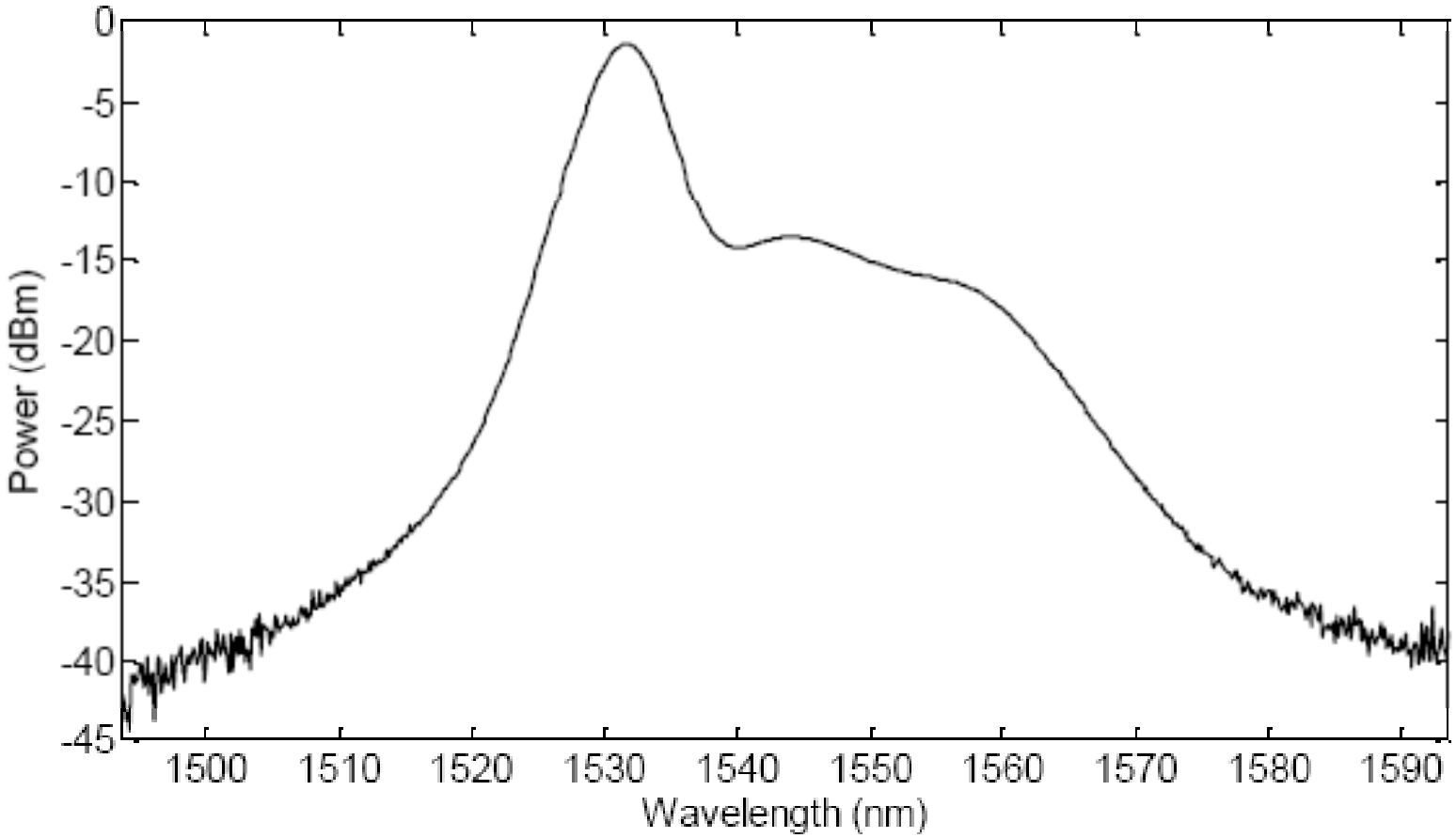
Condiciones para la amplificación

- Diferencias de energías entre los niveles fundamental y Excitado.
- Diferencia de energías entre los niveles metastable y fundamental.
- Inversión de población.

Ruidos del amplificador

- Tiempo de vida de los iones de Erbio (10 ms)
- Fotones sin iguales propiedades a los fotones de la señal
- Emisión Espontanea Amplificada (Amplified spontaneous emission ASE)

Espectro del ASE para bajas frecuencias



Láser de fibra óptica

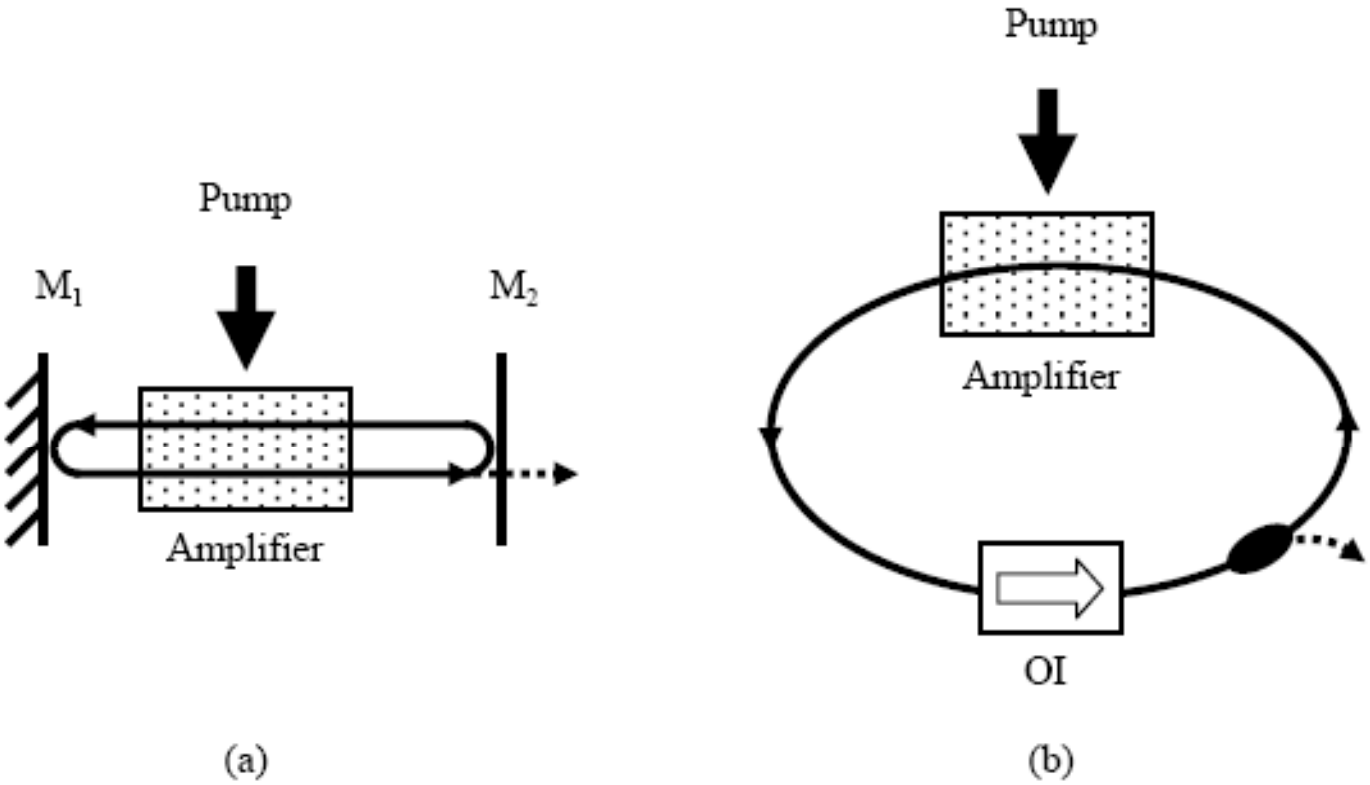


Fig. 1 – Cavidad Fabry-Perot (a) y cavidad de anillo unidireccional (b). M_1: espejo completamente reflexivo; M_1: espejo parcialmente reflexivo; OI: Aislador óptico [1].

Amarre de modos

- Amarre de modos Activo
- Amarre de modos activo armónico
- Amarre de modos pasivo

Amarre de modos

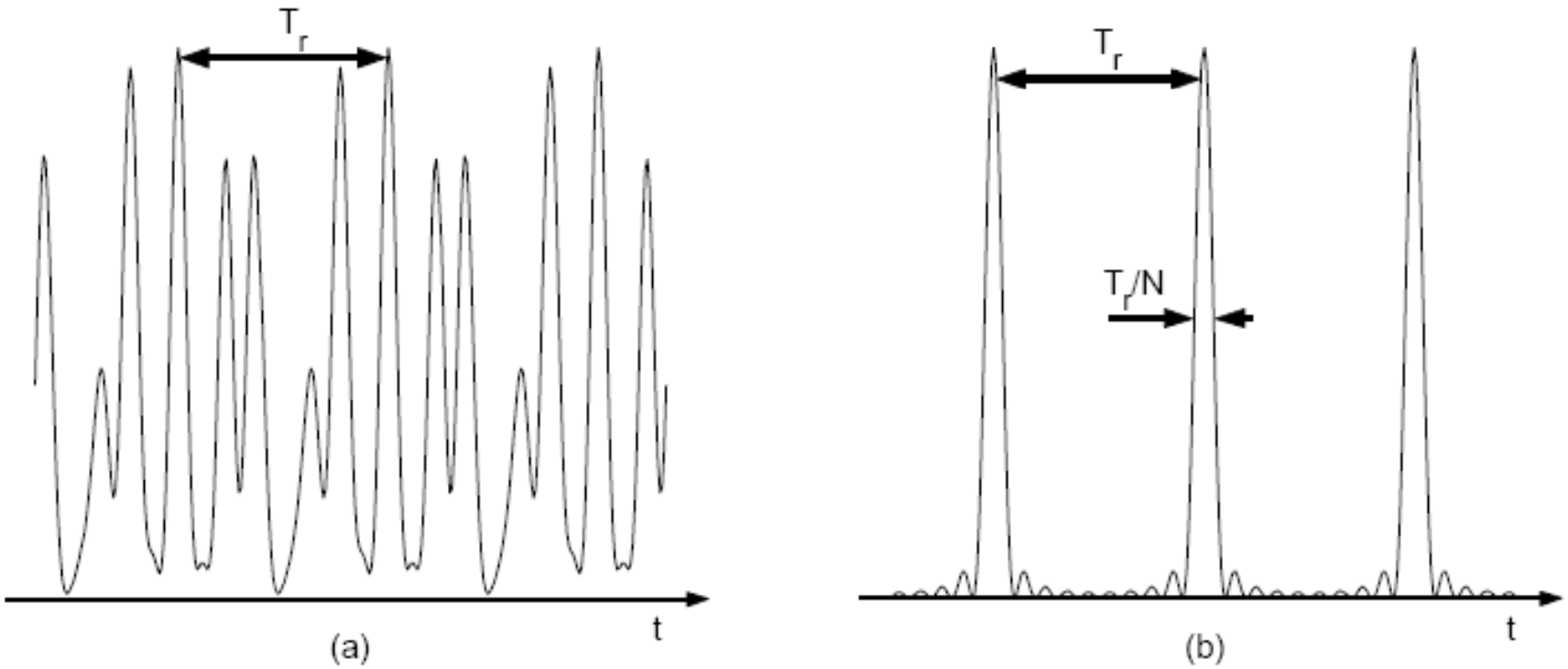


Fig. 3 – (a) Evolución temporal de la intensidad óptica cuando los modos no son amarrados (las fases tienen una distribución aleatoria uniforme), y (b) tren de pulsos periódico que resulta de la suma de M modos amarrados (M = 10 en este ejemplo) [1].

Amarre de modos Activo

La formación de pulsos se debe a la introducción en la cavidad del laser de perdidas variables en el tiempo, con una cadencia impuestas por un oscilados eléctrico externo

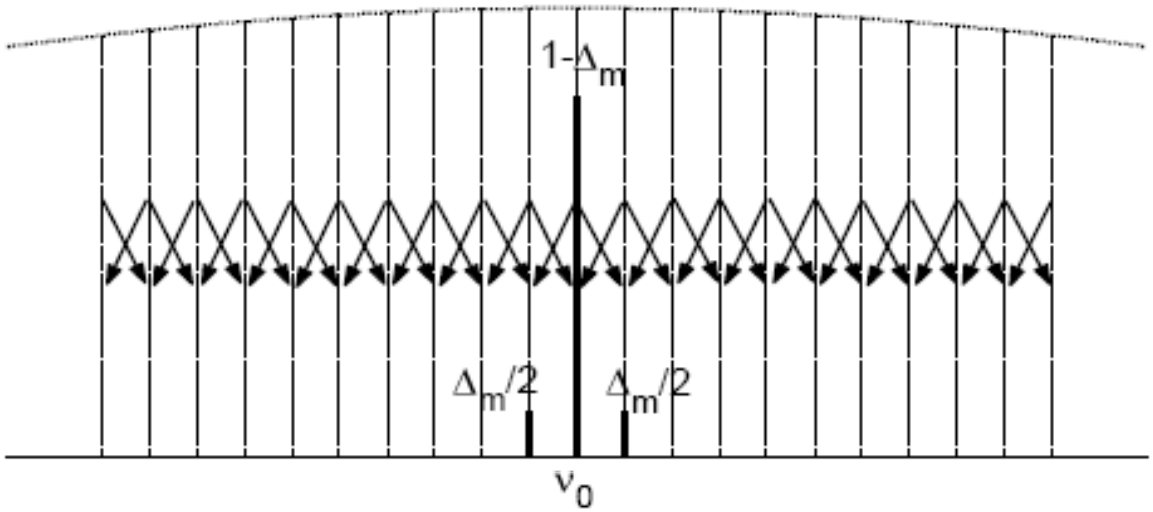


Fig. 4 – La interferencia constructiva entre modos adyacentes esta representada por flechas. Una fracción Δ_m de la energía de cada modo está inyectada en los modos vecinos por la modulación de amplitud [1].

Amarre de modos activos armónicos

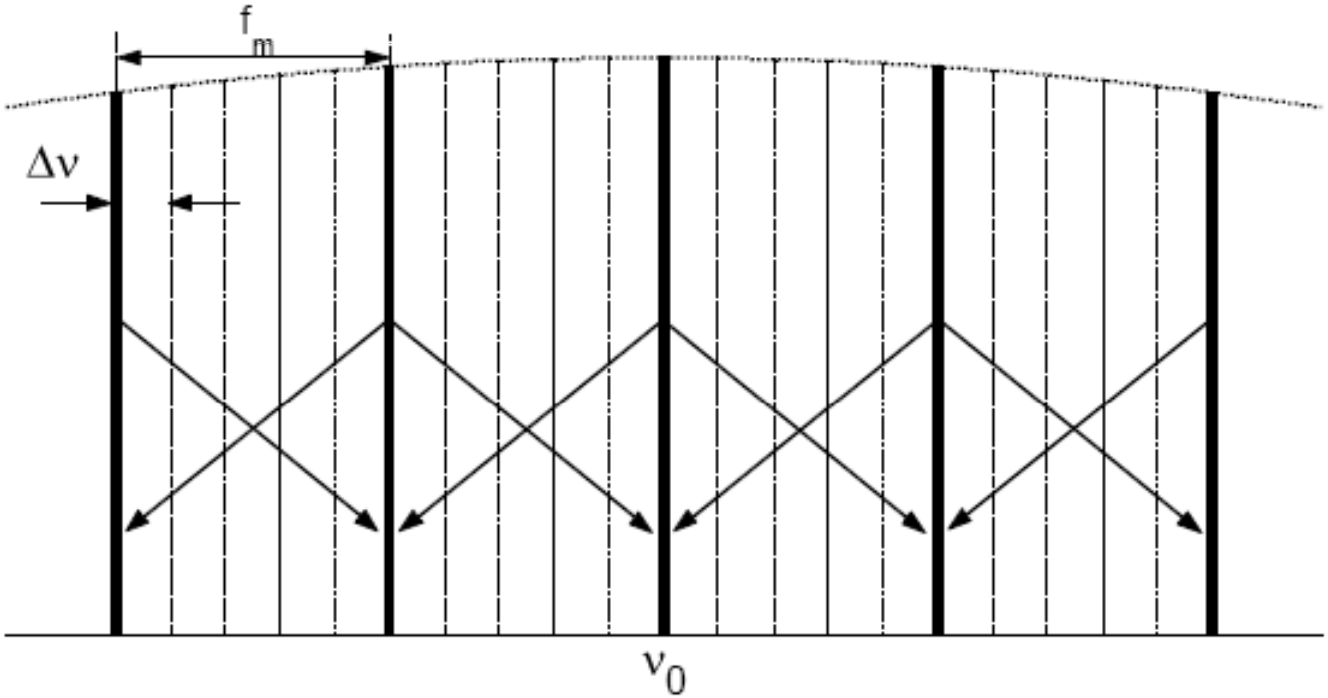
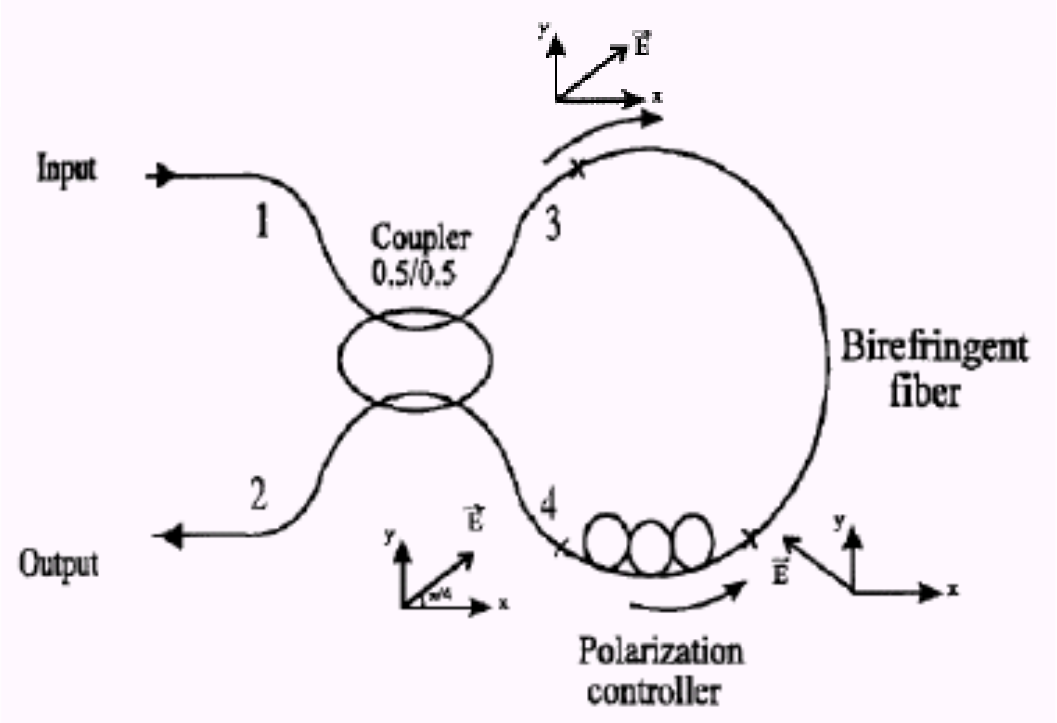


Fig. 6 – Interferencia constructiva entre modos lejanos en un láser de amarre de modos activo armónico. Aunque N = 5 en esta figura, el orden del amarre de modos armónico es con mucho superior en la práctica. Cada supermodo esta representado con un estilo de línea especifico. Los modos de línea gruesa corresponden al supermodo de ganancia máxima [1].

Amarre de modos pasivo

Se genera por un absorvedor saturable, la cual absorve potencias bajas y satura para potencias altas



- Ejemplo del NOLM utilizado en un láser de fibra para obtener el amarre de modos pasivo

NOLM: Nonlinear Optical Loop Mirror

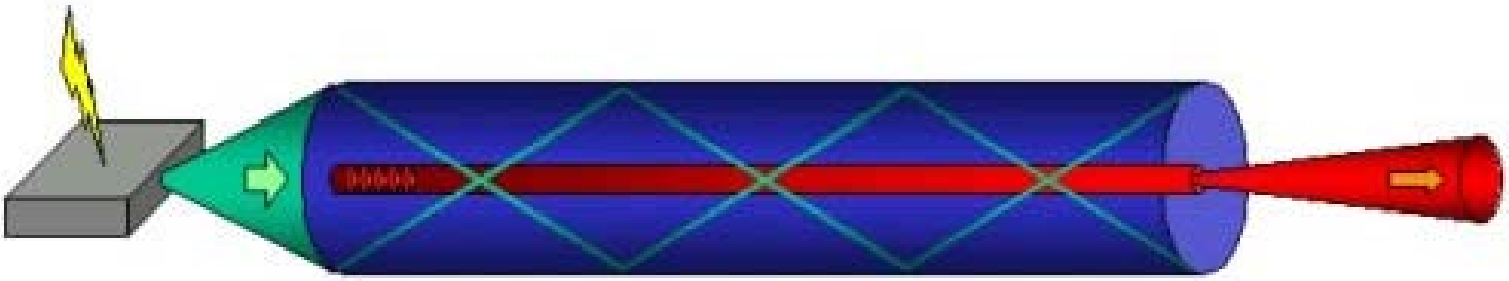
Láseres de fibra de alta potencia

- El láser de fibras ópticas de alta potencia es una innovación tecnológica muy importante que está pasando rápidamente de los laboratorios de investigación científica a distintas aplicaciones notables en la industria.

- Alcanza niveles de potencia de decenas, centenas e incluso miles de watts.

Láseres de fibra de alta potencia

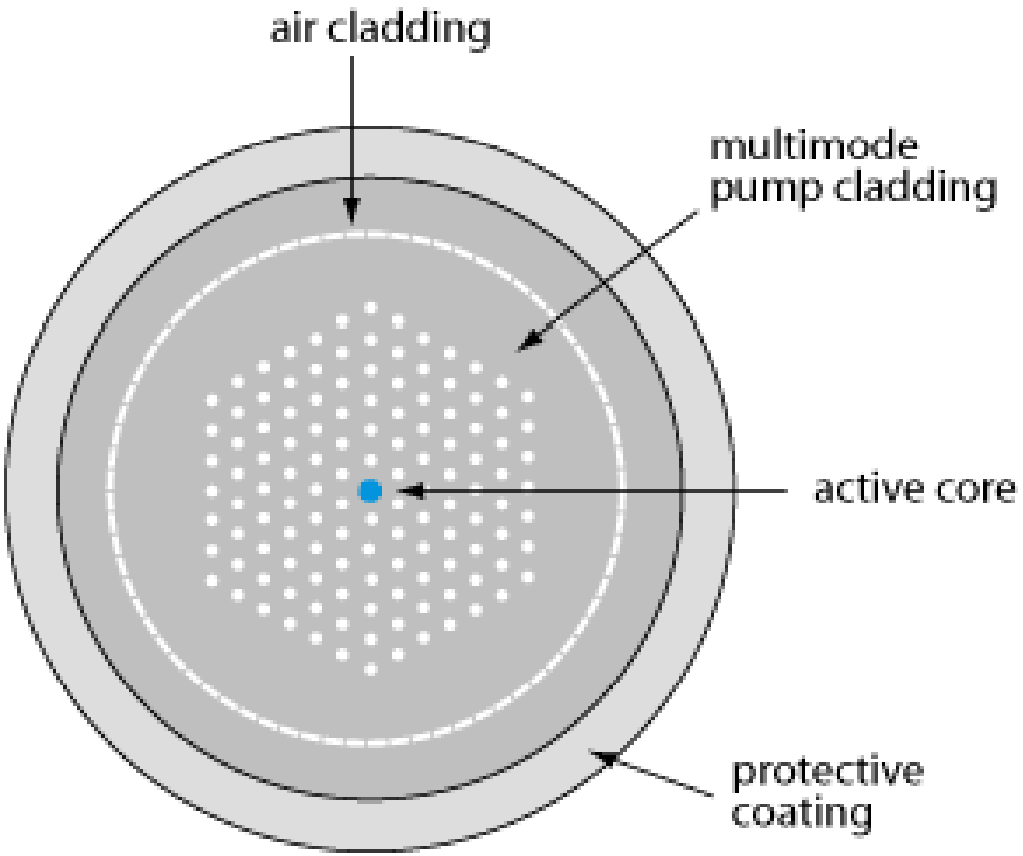
- La fuente de bombeo está integrada por barras de diodos láser de semiconductor que se acoplan a una o a las dos caras de la fibra óptica.



Doble revestimiento

- El uso del concepto de doble revestimiento es clave para mejorar la eficiencia del láser de fibras ópticas. Por lo general, el primer revestimiento guía la luz láser generada, mientras que el segundo revestimiento conduce la luz láser de la fuente de bombeo.

Fibra con doble revestimiento



Aplicaciones

- Los láseres de fibra óptica con potencias de decenas de watts pueden aplicarse para el marcado de productos metálicos, cerámicos, plásticos o de polímeros, micromaquinado, microsoldadura o cortado.

Aplicaciones

- Los láseres de fibra óptica cuya potencia es mayor –de centenas y miles de watts– pueden utilizarse en los procesos de soldadura directa y soldadura remota o en corte de alta velocidad.

- Este tipo de láseres puede emplearse también en aplicaciones de soldadura aeroespacial y automotriz.