

CAVIDAD RESONANTE EN UN LÁSER Nd:YAG



F. BELLORA[†], G. MAZZEI[‡]

[†]fernando.bellora@gmail.com, [‡]gastonmazzei95@gmail.com

Laboratorio 5, Departamento de Física, FCEN-UBA

INTRODUCCIÓN

Un láser se forma a partir de tres componentes: un mecanismo de aporte de energía llamado bombeo o *Pump*; un medio activo con ganancia óptica encargado de amplificar la emisión y una cavidad óptica resonante que envuelva al medio activo. La cavidad óptica actúa como medio de realimentación del láser para que con cada paso por el medio activo se obtenga una amplificación mayor, además de generar las propiedades de alta coherencia y colimación del haz.

ALINEACIÓN CAVIDAD LINEAL

Para alinear una cavidad resonante se busca que el haz del láser vuelva sobre su camino óptico y pase por el medio activo amplificador. Dado que la luz emitida por excitación por el cristal Nd:YAG posee una longitud de onda $\lambda = 1064nm$ (es decir en el infrarrojo), se utilizó un láser He-Ne y dos espejos de plata para realizar la alineación.

En primer lugar, se alinea el espejo construido directamente sobre la cara del cristal, colocando el cristal en el camino del haz, se busca que la altura del haz de alineación sea constante y que al reflejarse en el espejo del cristal vuelva sobre su camino.

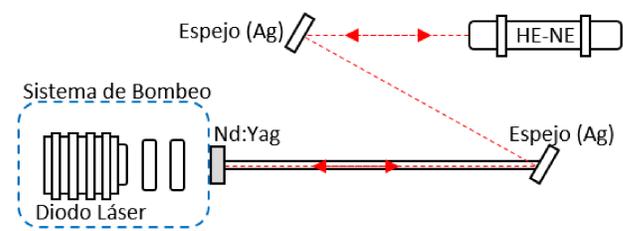


Fig. 1: Alineación de espejo en la cara del medio activo.

Luego se coloca un espejo dieléctrico (que actuará como acoplador) y se repite el procedimiento anterior.

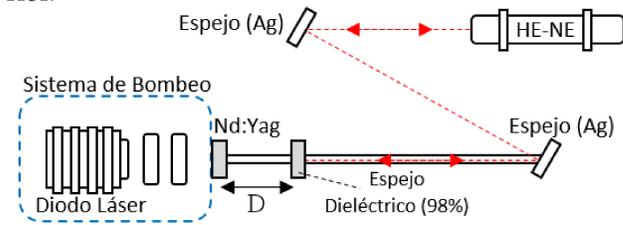


Fig. 2: Alineación de espejo acoplador

Realizado esto, ambos espejos planos deberían estar paralelos entre sí y por lo tanto se puede quitar el láser de alineación y encender el mecanismo de bombeo para lograr el laseo.

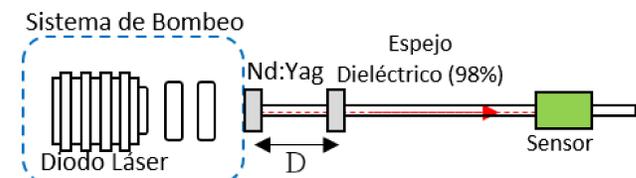


Fig. 3: Cavidad lineal en láser Nd:YAG

Q-SWITCH ACTIVO

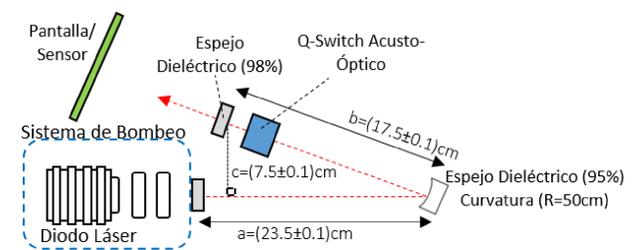


Fig. 7: Diagrama de la cavidad en 'V' utilizada para armar un láser con modulador acusto-óptico

Al excitar el modulador con una señal de radiofrecuencia, las deformaciones del cristal piezoeléctrico actúan como una red de difracción dentro de la cavidad resonante del láser. Esto provoca pérdidas y por lo tanto no se detecta un haz de salida. Sin embargo la energía proporcionada por el mecanismo de bombeo se acumula estimulando los electrones de valencia del

POTENCIA EN FUNCIÓN DE CORRIENTE - CAVIDAD LINEAL

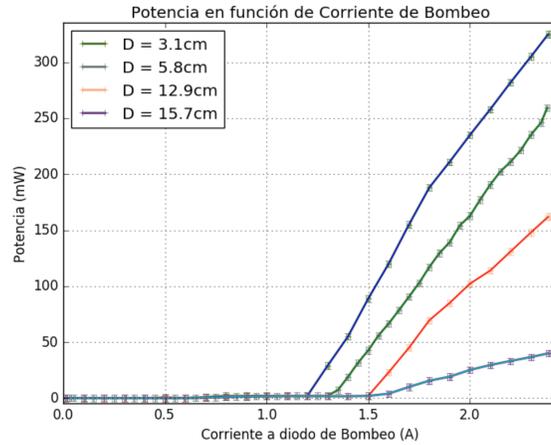


Fig. 4: Potencia del haz de láser de salida en función de la corriente suministrada al diodo de bombeo para distintas longitudes de la cavidad lineal.

En primer lugar se observa que para existe un umbral de corriente para el cual el láser comienza a emitir un haz de potencia no despreciable, dicho umbral es menor para longitudes de cavidad más pequeñas.

Se observa que una vez cruzado dicho umbral la potencia del haz en función de la corriente es aproximadamente lineal, pero a mayores longitudes de la cavidad lineal la pendiente de dicha relación es menor, resultando en una menor potencia.

Estos efectos se atribuyen a que la cavidad lineal no es completamente estable salvo por un punto en el cual los espejos están perfectamente alineados. Al agrandar la cavidad la alineación se agranda el camino óptico a recorrer por el haz y por lo tanto conseguir una cavidad estable tiene mayor dificultad, dado que cualquier desalineación pequeña produce pérdidas.

MODOS TRANSVERSALES

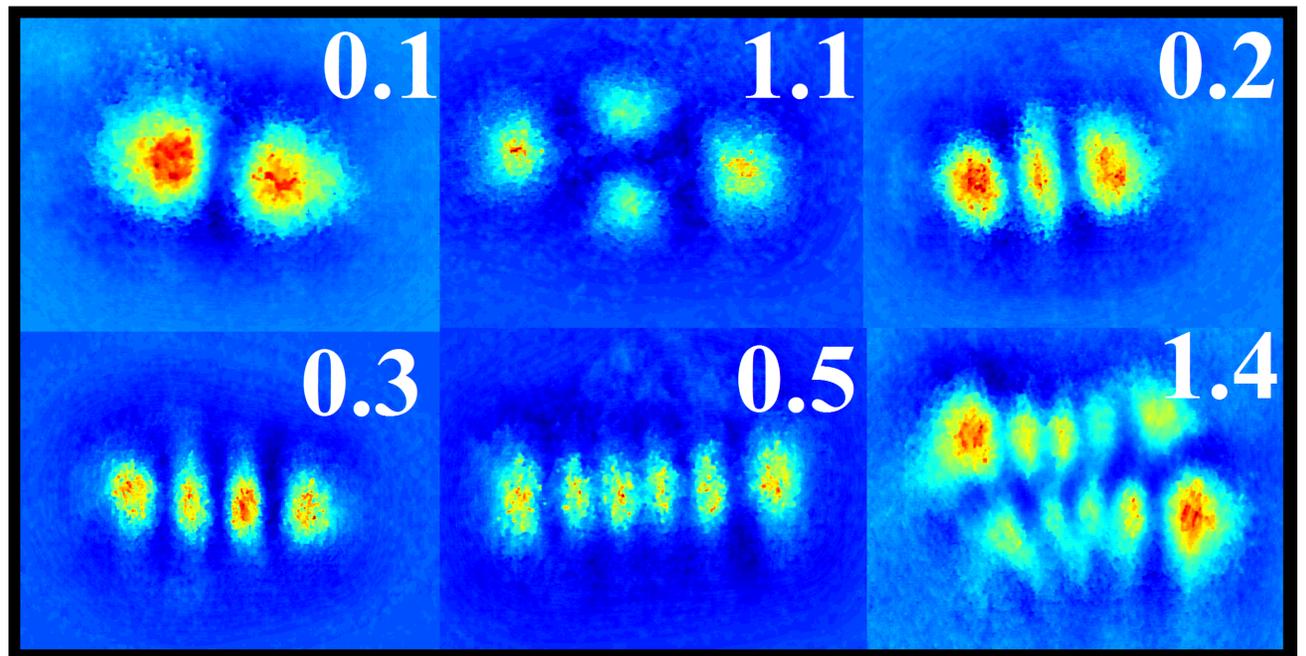


Fig. 5: colormap de distintos Modos Transverso-Electromagnéticos (TEM) obtenidos con el láser.

Los perfiles que se pueden obtener son una campana gaussiana modulada por polinomios de Hermite (Ec. 1), cuyos índices son a lo que se hace referencia en la convención TEM-n.m. Estos proveen con sus raíces de las zonas de intensidad nula que caracterizan a los TEM.

En la (Fig. 6) se proyectó el colormap sobre una curva y se pudo obtener un r cuadrado de 0.87 ajustando los datos con la función para el caso del TEM-0.5.

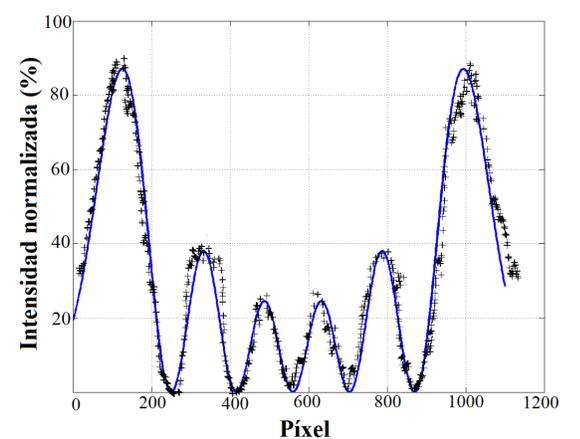


Fig. 6: proyección del colormap. En negro lo medido, en azul un ajuste según la Ec. 1

$$Intensidad(x) \propto \left(H_y^n H_x^m \right)^2 e^{-\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{\sigma}} \quad (1)$$

medio activo aumentando la población en los niveles altos.

Luego la señal de radiofrecuencia se corta, y la cavidad resonante queda liberada, con lo cual se produce un pulso de emisión.

A continuación se midieron los voltajes máximos alcanzados en dichos pulsos en función del período con el que se corta la señal de radiofrecuencia.

Se observa que a mayores períodos mayor el voltaje alcanzado, no obstante el incremento en voltaje es cada vez menor. Esto se atribuye a que al incorporar el modulador, se llega a un nuevo equilibrio con electrones acumulados en niveles más altos de energía. Una vez alcanzado este equilibrio entre la emisión espontánea y la acumulación por el bombeo, no se continuará acumulando energía y por lo tanto el voltaje máximo alcanzado por el pulso emitido no presentará cambios significativos.

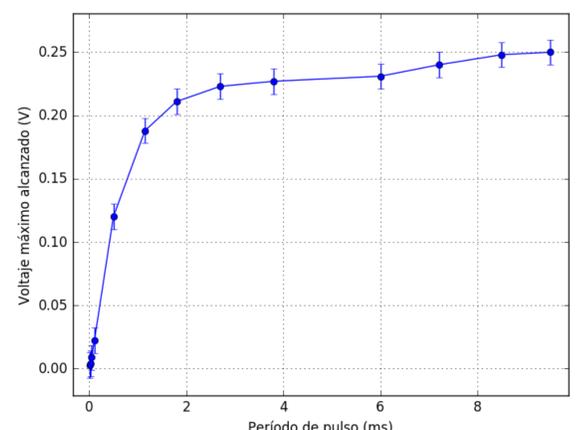


Fig. 8: Voltaje máximo alcanzado por el pulso, para distintos períodos de relajación del modulador.