

Estudio y caracterización de un láser de neodimio en una cavidad resonante

Facundo Otero Zappa, Marco Hassan & Matías Silva (Grupo 6)



Laboratorio 5, 2°C. 2023 | Jue. de 8:00 a 14:00 hs.

Índice

1 Introducción

- Motivación
- Interacciones materia-luz
- Funcionamiento del láser
- Objetivos

2 Láser de bombeo

- Desarrollo experimental
- Resultados obtenidos

3 Cavidad láser

- Desarrollo experimental
- Resultados obtenidos

4 Perfil de intensidad del láser

- Desarrollo experimental
- Resultados obtenidos

5 Conclusiones

- Recomendaciones

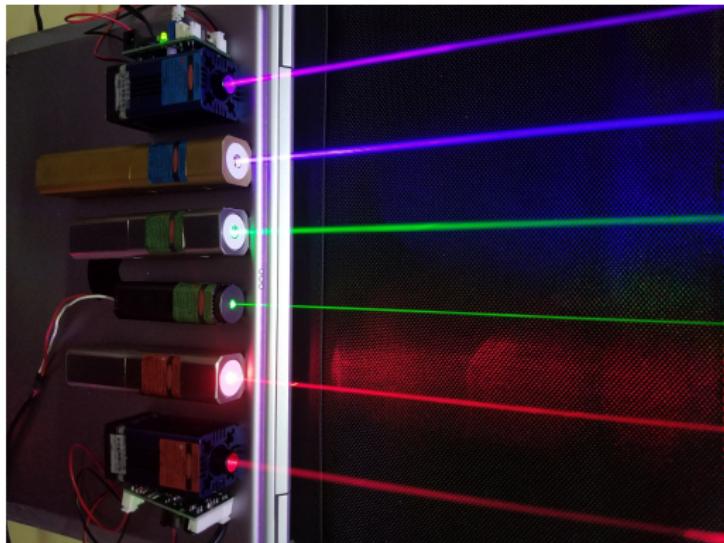
Motivación

¿Qué es un láser?

- Light
- Amplification by
- Stimulated
- Emission of
- Radiation

Características:

- Brillo.
- Colimación.
- Coherencia
(espacial o temporal).



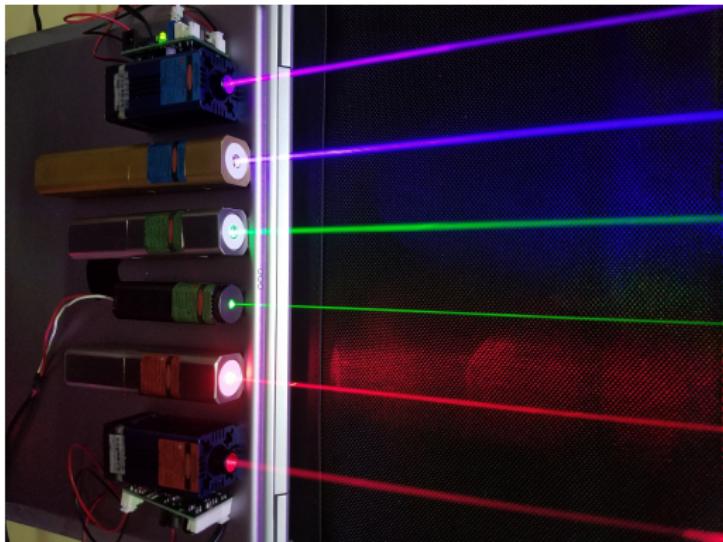
Motivación

¿Qué es un láser?

- Light
- Amplification by
- Stimulated
- Emission of
- Radiation

Características:

- Brillo.
- Colimación.
- Coherencia
(espacial o temporal).



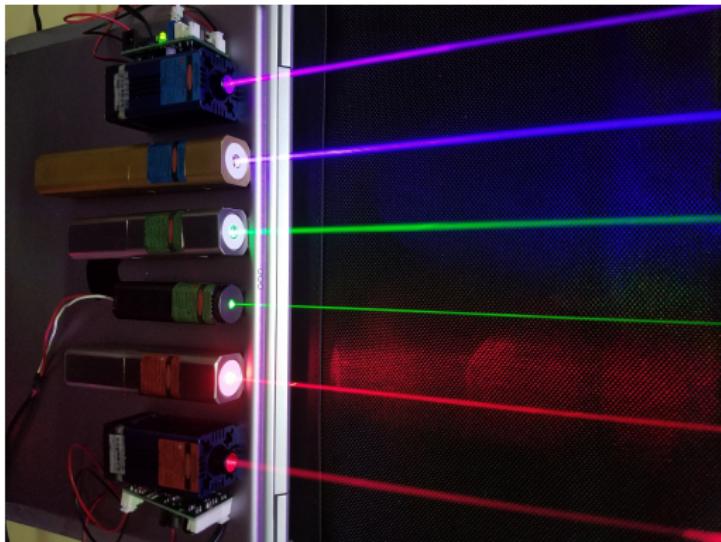
Motivación

¿Qué es un láser?

- Light
- Amplification by
- Stimulated
- Emission of
- Radiation

Características:

- Brillo.
- Colimación.
- Coherencia
(espacial o temporal).



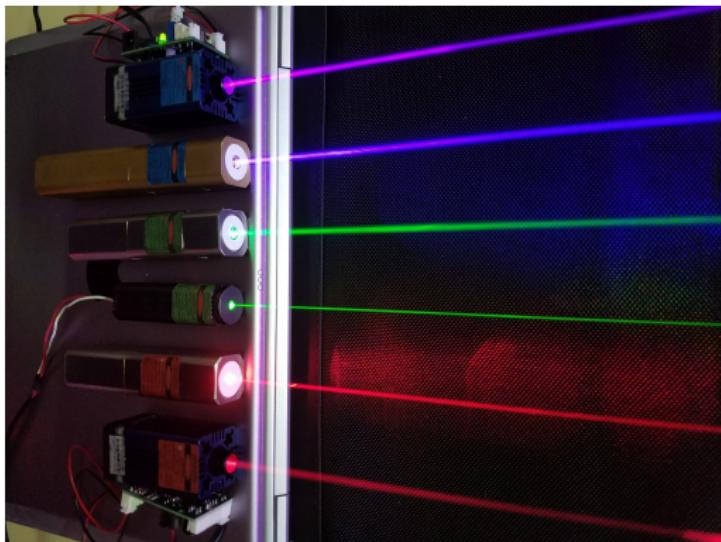
Motivación

¿Qué es un láser?

- Light
- Amplification by
- Stimulated
- Emission of
- Radiation

Características:

- Brillo.
- Colimación.
- Coherencia
(espacial o temporal).



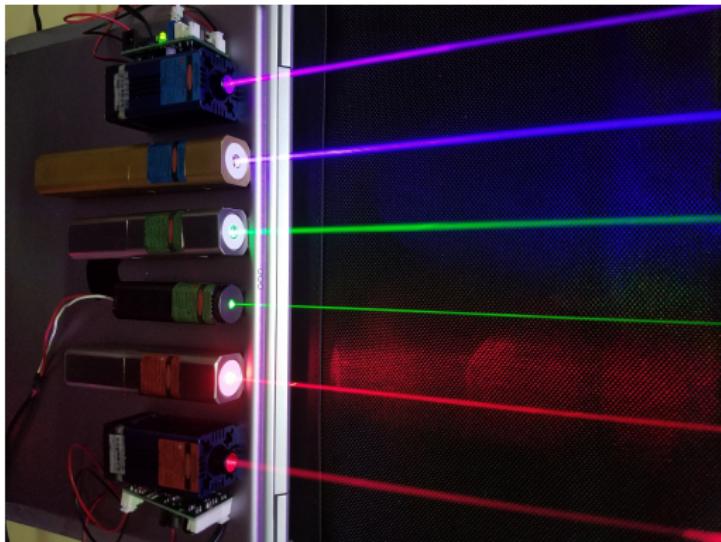
Motivación

¿Qué es un láser?

- Light
- Amplification by
- Stimulated
- Emission of
- Radiation

Características:

- Brillo.
- Colimación.
- Coherencia
(espacial o temporal).



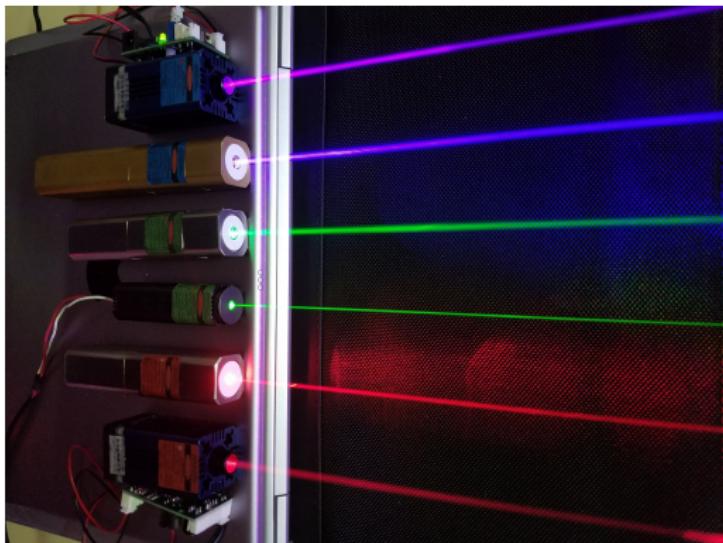
Motivación

¿Qué es un láser?

- Light
- Amplification by
- Stimulated
- Emission of
- Radiation

Características:

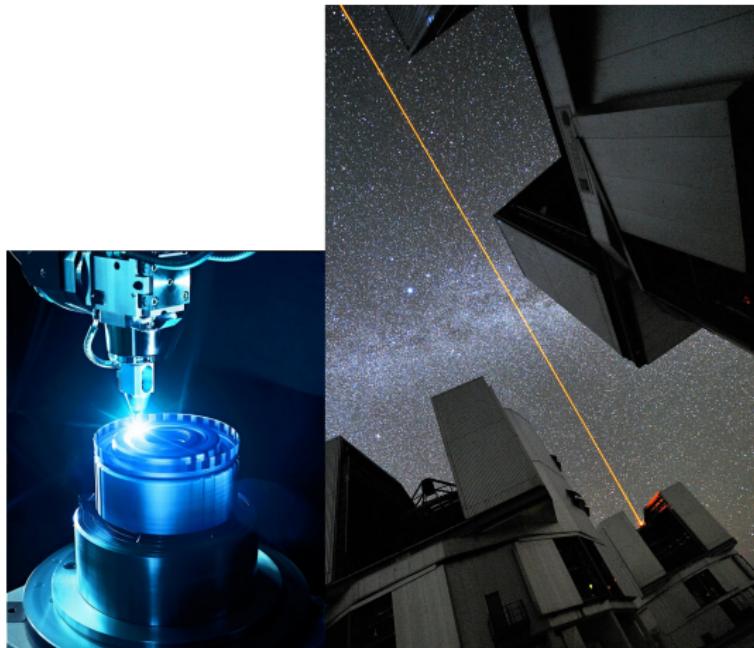
- Brillo.
- Colimación.
- Coherencia
(espacial o temporal).



Motivación

Aplicaciones:

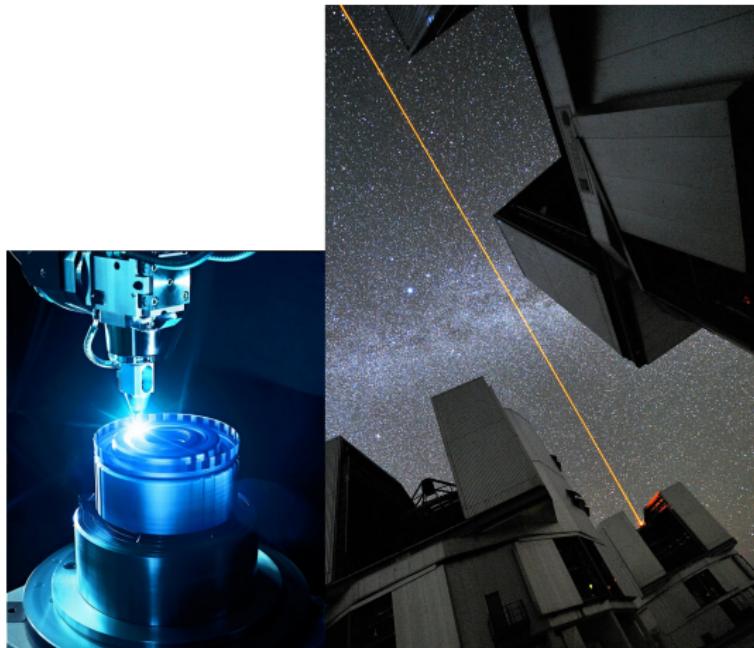
- **Industria:**
corte, soldadura,
impresoras, fabricación
de chips, lectores
de código de barras.
- **Medicina:**
cirugía, tratamientos
dermatológicos,
instrumentos de
secuenciación de ADN.
- **Telecomunicaciones:**
fibra óptica,
comunicación óptica.



Motivación

Aplicaciones:

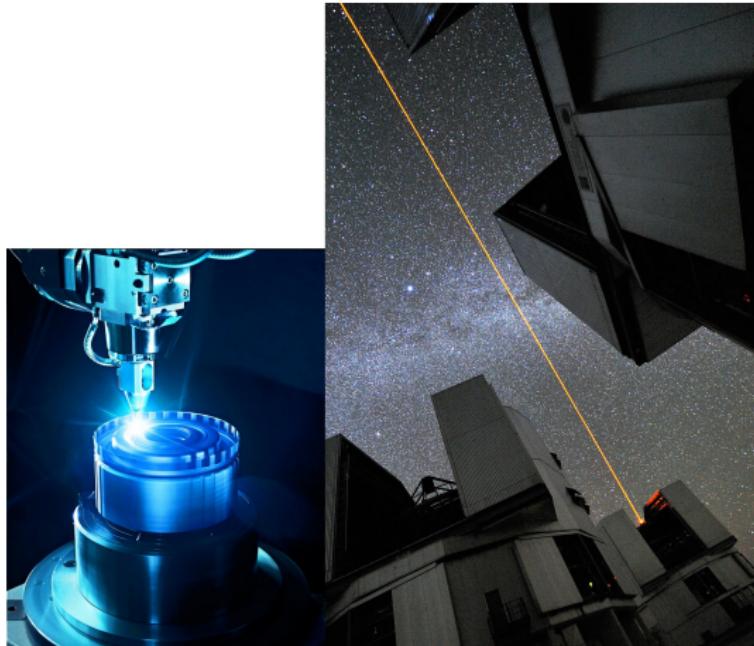
- **Industria:**
corte, soldadura,
impresoras, fabricación
de chips, lectores
de código de barras.
- **Medicina:**
cirugía, tratamientos
dermatológicos,
instrumentos de
secuenciación de ADN.
- **Telecomunicaciones:**
fibra óptica,
comunicación óptica.



Motivación

Aplicaciones:

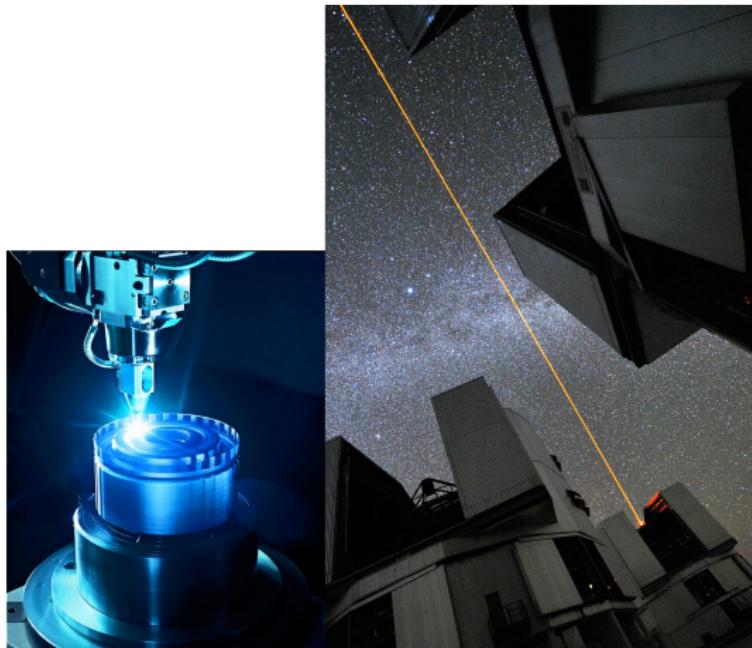
- **Industria:**
corte, soldadura,
impresoras, fabricación
de chips, lectores
de código de barras.
- **Medicina:**
cirugía, tratamientos
dermatológicos,
instrumentos de
secuenciación de ADN.
- **Telecomunicaciones:**
fibra óptica,
comunicación óptica.



Motivación

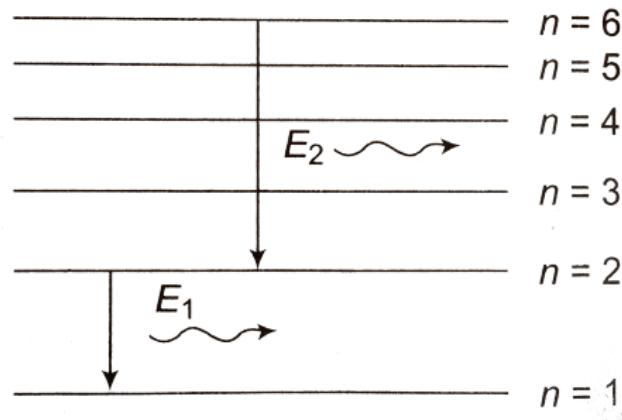
Aplicaciones:

- **Industria:**
corte, soldadura,
impresoras, fabricación
de chips, lectores
de código de barras.
- **Medicina:**
cirugía, tratamientos
dermatológicos,
instrumentos de
secuenciación de ADN.
- **Telecomunicaciones:**
fibra óptica,
comunicación óptica.



Introducción

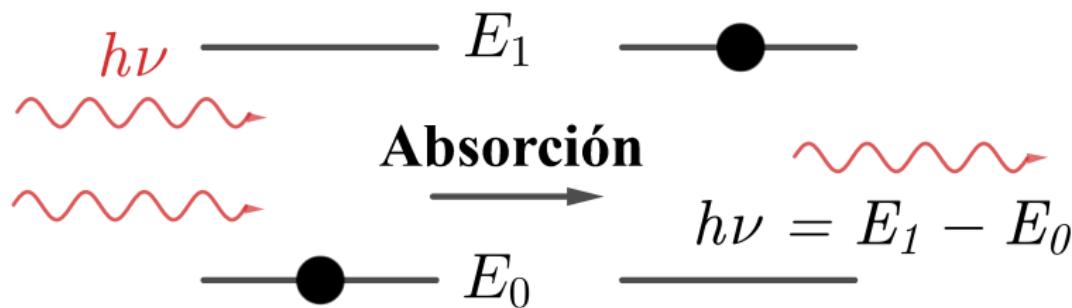
Interacciones materia-luz:



Los átomos, moléculas o iones ocupan niveles de energía discretizados.

Introducción

Absorción inducida:

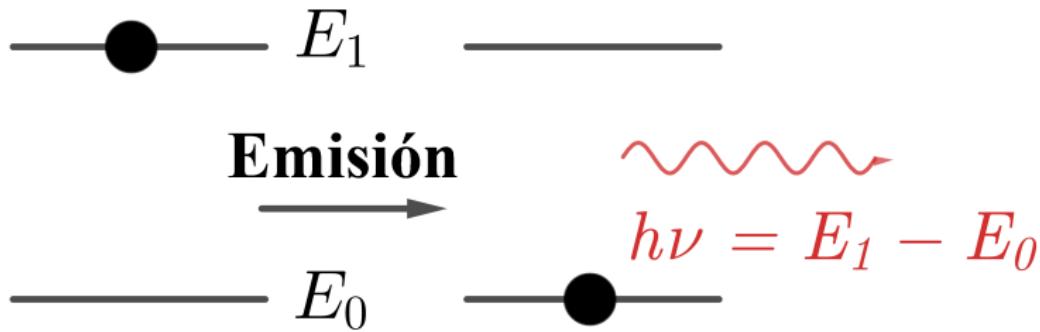


Un fotón con energía $h\nu$ es absorbido, excitando un átomo del material.

Introducción

Emisión espontánea:

Se produce sin interacción con la luz.

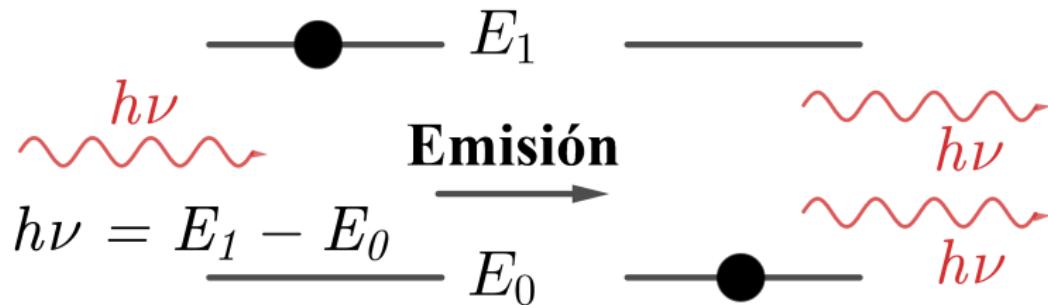


Emite un fotón de energía $h\nu$ con dirección y polarización aleatorias.

Introducción

Emisión inducida:

El fotón con energía $h\nu$ induce a que un átomo excitado decaiga emitiendo otro fotón.

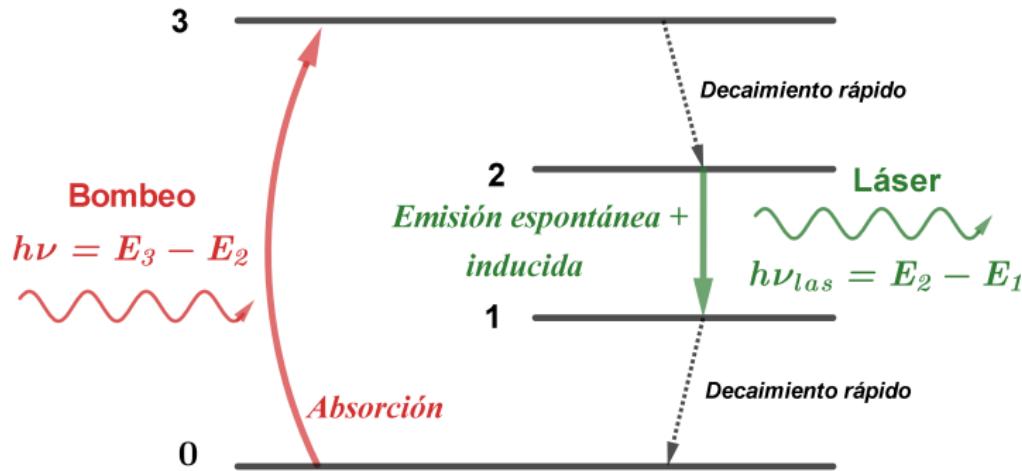


Los fotones tienen la misma polarización, fase y dirección.

Introducción

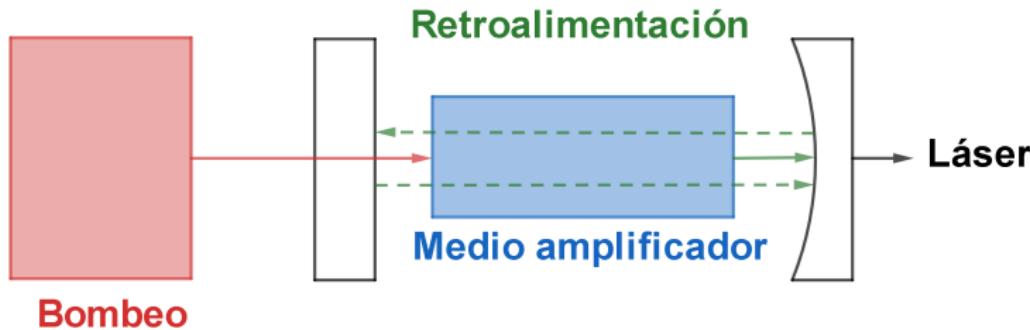
Idea del láser:

Aprovechar los mecanismos de absorción, emisión espontánea y estimulada.



Introducción

Componentes básicos:



Existe una relación entre la potencia del láser y la potencia de bombeo:

$$P_{\text{lás.}} = \eta(P_{\text{bom.}} - P_{\text{umb.}})$$

Introducción

Objetivos:

- Armar una cavidad estable para lograr la emisión láser.
- Caracterizar la potencia del láser obtenido con respecto al bombeo.
- Analizar el perfil transversal de intensidad de potencia del haz obtenido.

Introducción

Objetivos:

- Armar una cavidad estable para lograr la emisión láser.
- Caracterizar la potencia del láser obtenido con respecto al bombeo.
- Analizar el perfil transversal de intensidad de potencia del haz obtenido.

Introducción

Objetivos:

- Armar una cavidad estable para lograr la emisión láser.
- Caracterizar la potencia del láser obtenido con respecto al bombeo.
- Analizar el perfil transversal de intensidad de potencia del haz obtenido.

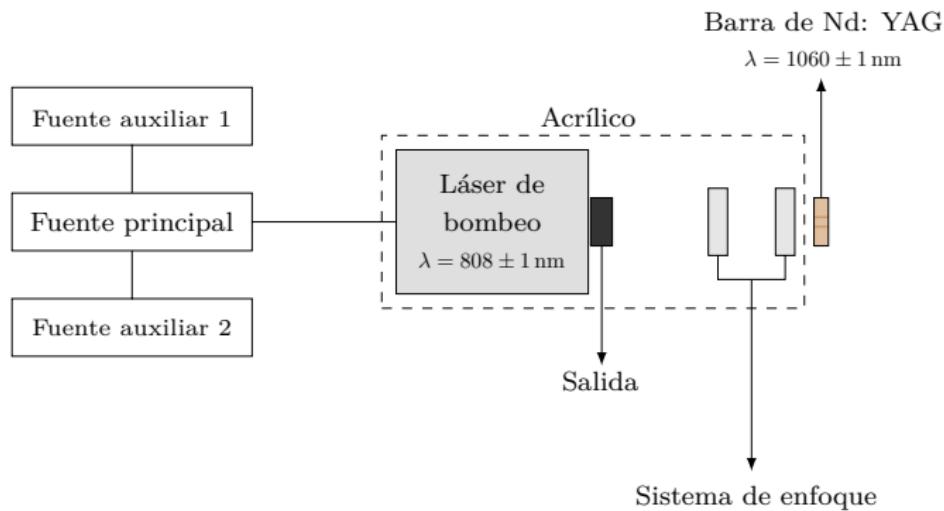
Introducción

Objetivos:

- Armar una cavidad estable para lograr la emisión láser.
- Caracterizar la potencia del láser obtenido con respecto al bombeo.
- Analizar el perfil transversal de intensidad de potencia del haz obtenido.

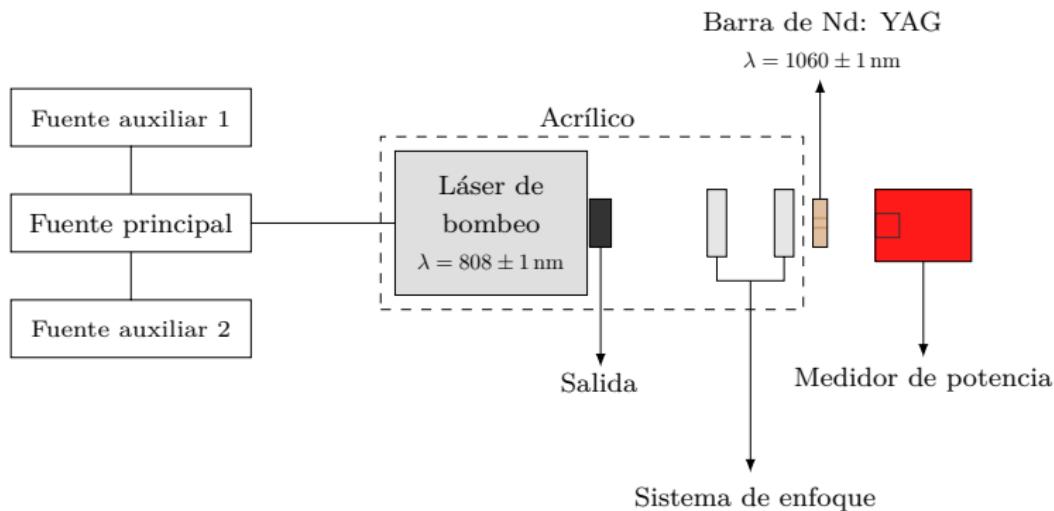
Caracterización del láser de bombeo

Desarrollo experimental:



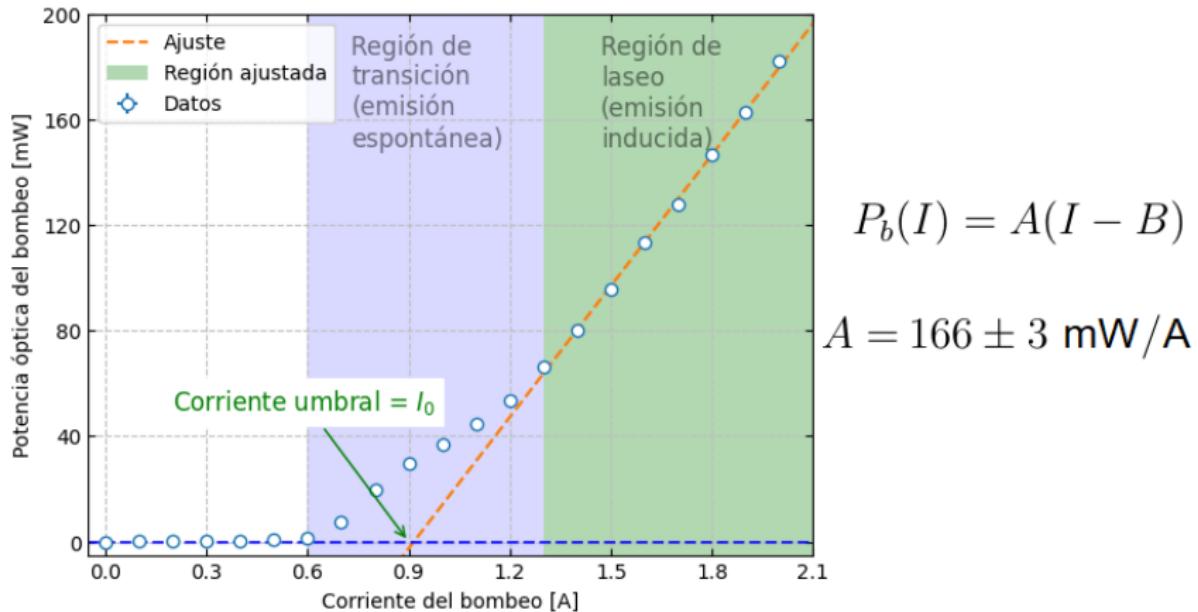
Caracterización del láser de bombeo

Desarrollo experimental: medición de potencia óptica (bombeo)



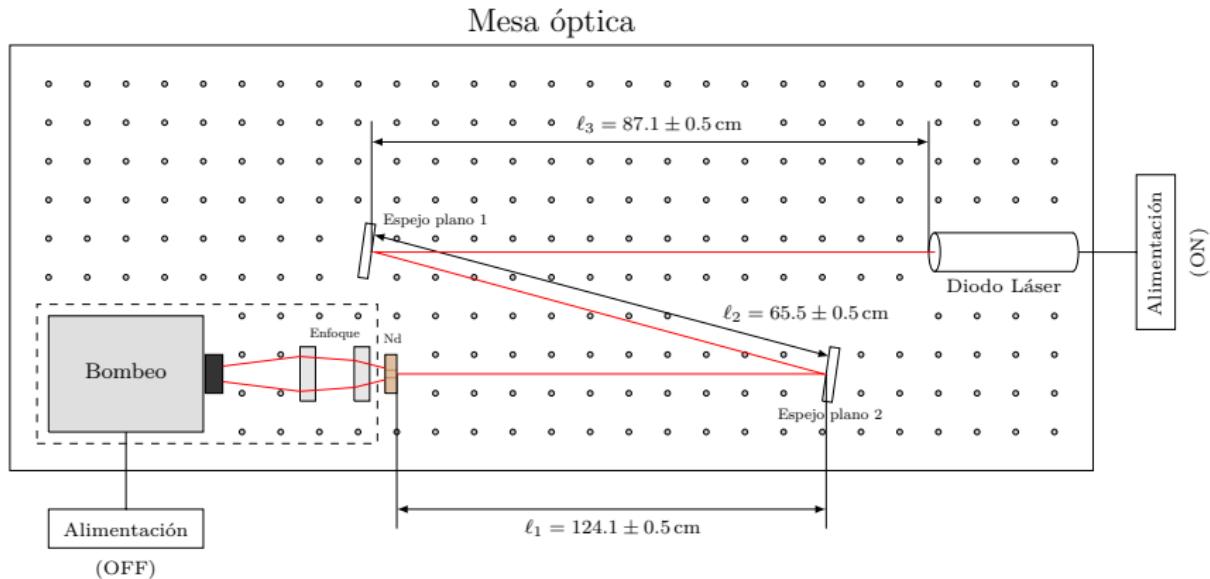
Resultados obtenidos

Potencia óptica del mecanismo de bombeo:



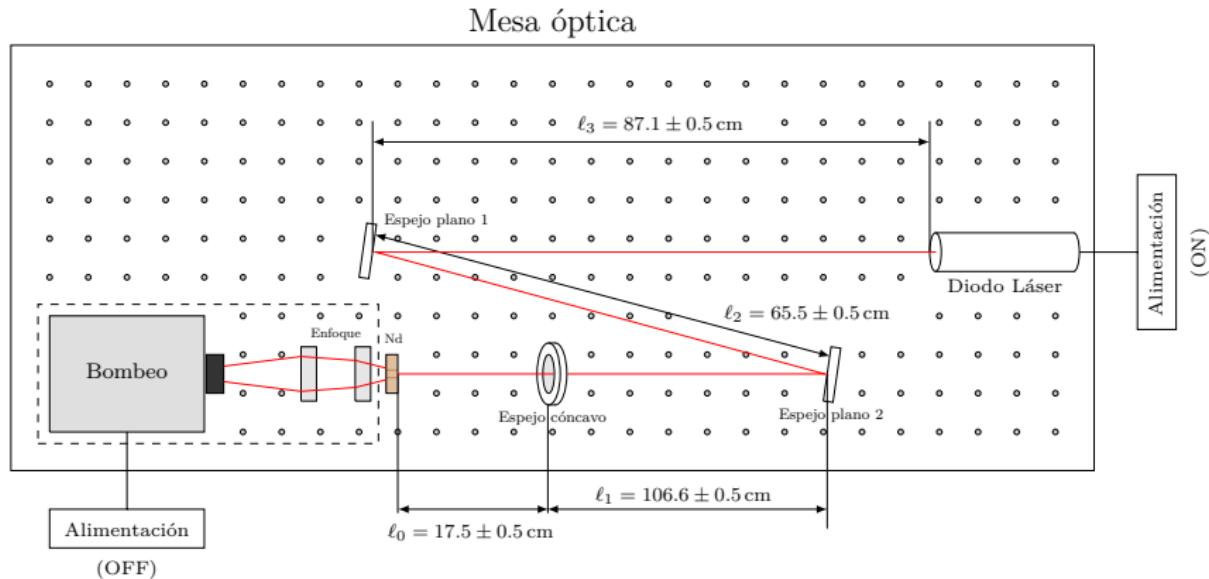
Obtención de una cavidad semiesférica

Desarrollo experimental: alineación de los espejos planos



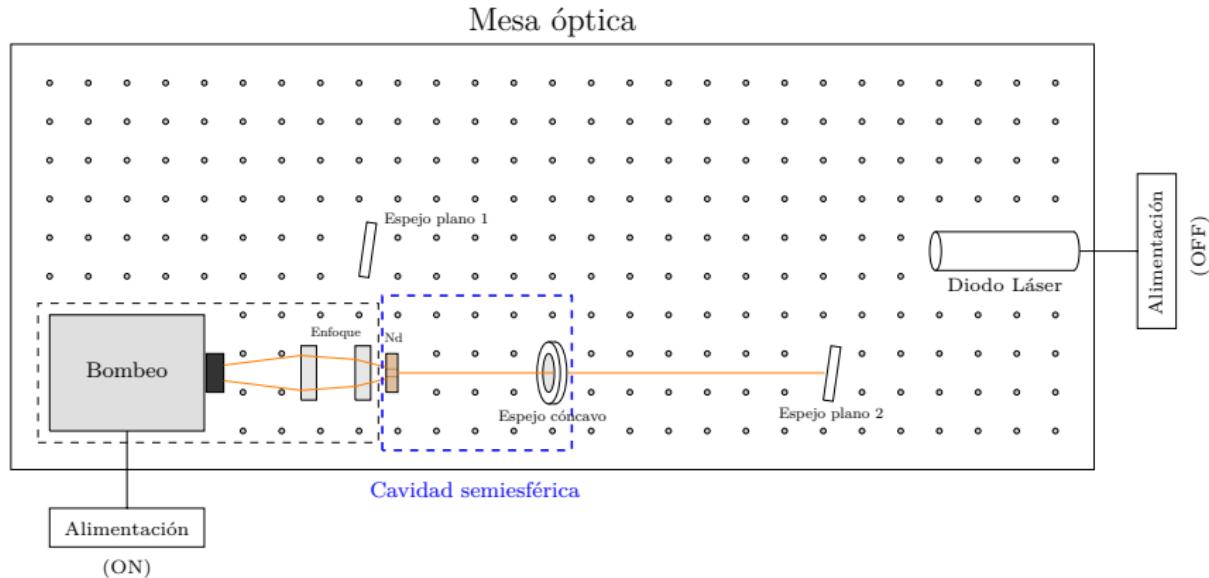
Obtención de una cavidad semiesférica

Desarrollo experimental: alineación de la cavidad



Obtención de una cavidad semiesférica

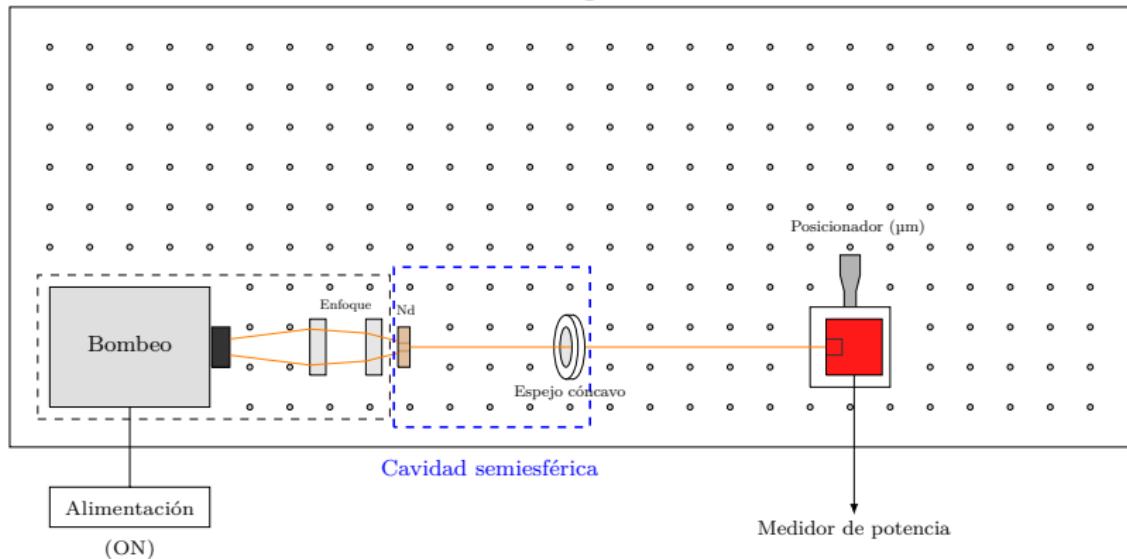
Desarrollo experimental: obtención del láser



Obtención de una cavidad semiesférica

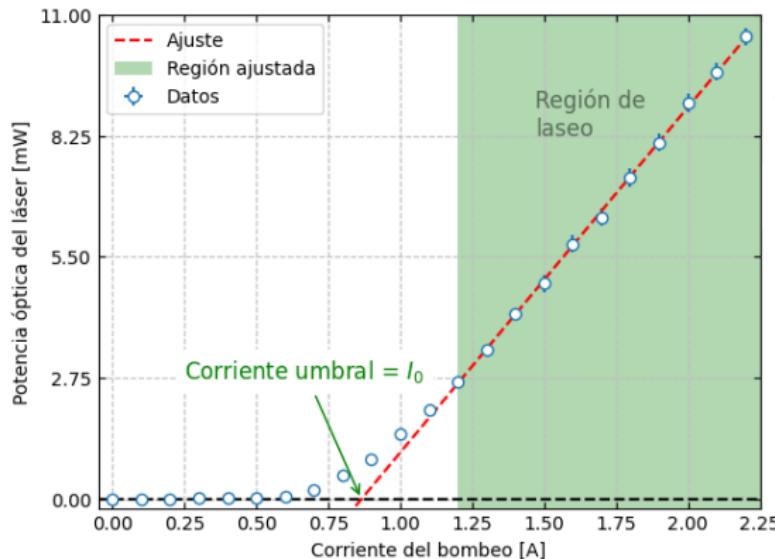
Desarrollo experimental: medición de potencia óptica (láser)

Mesa óptica



Resultados obtenidos

Potencia óptica del láser:



$$P_l = \eta(P_b - P_u)$$

$$\Rightarrow P_l = \underbrace{\eta A}_{\alpha} I + \beta$$

$$\alpha = 7.84 \pm 0.05 \text{ mW/A}$$

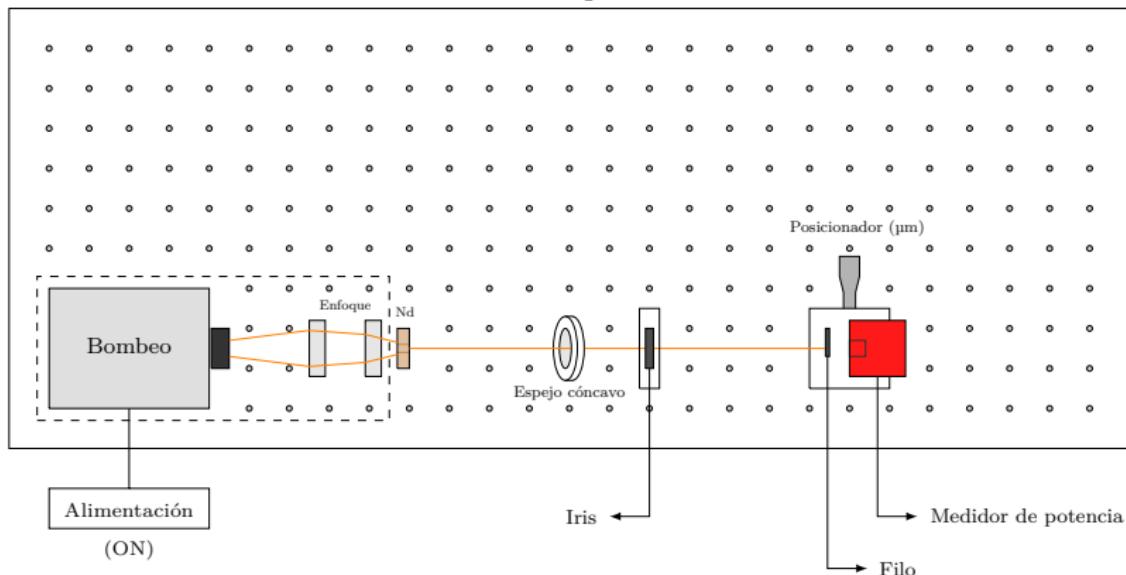
$$\Rightarrow \eta = 0.047 \pm 0.001$$

$$\eta = 4.7 \pm 0.1 \%$$

Medición del perfil de intensidad del láser

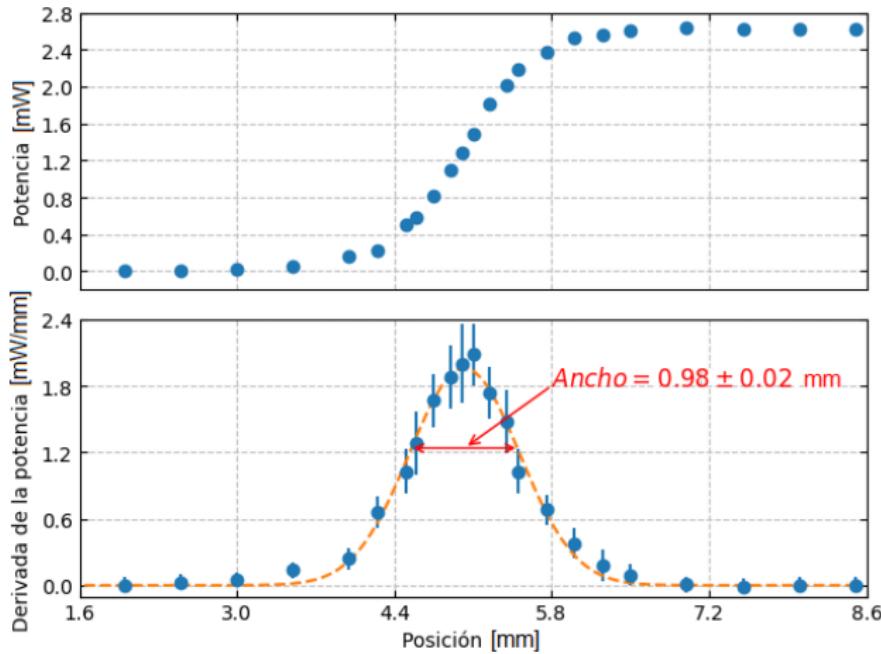
Desarrollo experimental: iris y filo

Mesa óptica



Resultados obtenidos

Perfil transversal de intensidad de potencia (filo):



Conclusiones

- Caracterizamos la potencia eléctrica y óptica del láser de bombeo.
- Armamos una cavidad láser entre el Nd Yag y un espejo esférico con la cual obtuvimos un haz de luz definido y caracterizamos su potencia.
- Obtuvimos el perfil transversal de intensidad del láser cuyo patrón tenía forma de campana.

Conclusiones

- Caracterizamos la potencia eléctrica y óptica del láser de bombeo.
- Armamos una cavidad láser entre el Nd Yag y un espejo esférico con la cual obtuvimos un haz de luz definido y caracterizamos su potencia.
- Obtuvimos el perfil transversal de intensidad del láser cuyo patrón tenía forma de campana.

Conclusiones

- Caracterizamos la potencia eléctrica y óptica del láser de bombeo.
- Armamos una cavidad láser entre el Nd Yag y un espejo esférico con la cual obtuvimos un haz de luz definido y caracterizamos su potencia.
- Obtuvimos el perfil transversal de intensidad del láser cuyo patrón tenía forma de campana.

Conclusiones

- Caracterizamos la potencia eléctrica y óptica del láser de bombeo.
- Armamos una cavidad láser entre el Nd Yag y un espejo esférico con la cual obtuvimos un haz de luz definido y caracterizamos su potencia.
- Obtuvimos el perfil transversal de intensidad del láser cuyo patrón tenía forma de campana.

Fin

¿Preguntas?

Recomendaciones

- Empezar con la cavidad semiesférica.
- Reducir lo máximo posible la luz de fuentes externas al utilizar el medidor de potencia (aislar o cubrir el láser). Esto incluye la luz proveniente directamente del bombeo, sin laser.
- Armado de una cavidad en “V” y estudio del espectro de emisión de la radiación (no llegamos).

Recomendaciones

- Empezar con la cavidad semiesférica.
- Reducir lo máximo posible la luz de fuentes externas al utilizar el medidor de potencia (aislar o cubrir el láser). Esto incluye la luz proveniente directamente del bombeo, sin laser.
- Armado de una cavidad en “V” y estudio del espectro de emisión de la radiación (no llegamos).

Recomendaciones

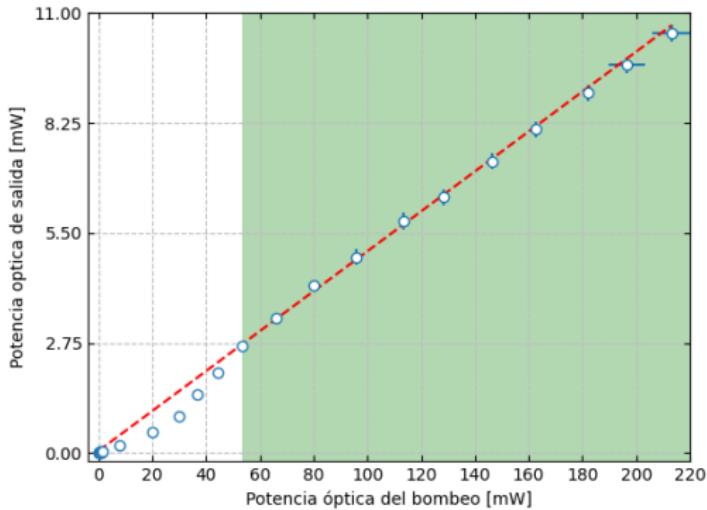
- Empezar con la cavidad semiesférica.
- Reducir lo máximo posible la luz de fuentes externas al utilizar el medidor de potencia (aislar o cubrir el láser). Esto incluye la luz proveniente directamente del bombeo, sin laser.
- Armado de una cavidad en “V” y estudio del espectro de emisión de la radiación (no llegamos).

Recomendaciones

- Empezar con la cavidad semiesférica.
- Reducir lo máximo posible la luz de fuentes externas al utilizar el medidor de potencia (aislar o cubrir el láser). Esto incluye la luz proveniente directamente del bombeo, sin lasear.
- Armado de una cavidad en “V” y estudio del espectro de emisión de la radiación (no llegamos).

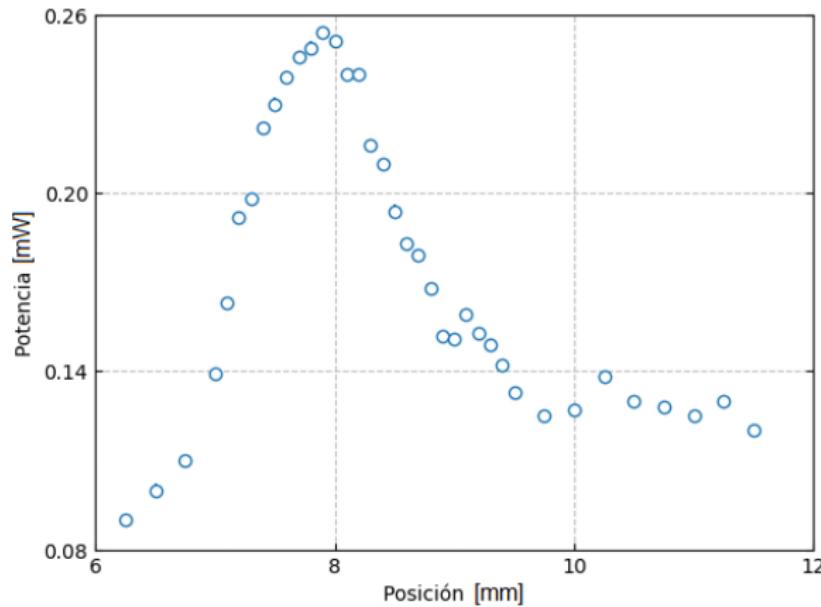
Apéndice

Potencia de salida en función de potencia de bombeo:



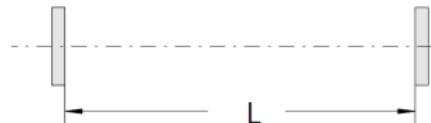
Apéndice

Perfil de intensidad de potencia con diafragma:



Apéndice

Tipos de cavidades estables:



A. Cavidad plano-paralela



B. Cavidad hemiesférica



C. Cavidad esférica

Condición de estabilidad de la cavidad para dos espejos:

$$0 \leq g_1 \cdot g_2 \leq 1, \text{ con } g_i = 1 - \frac{L}{R_i}$$

Apéndice

Modos transversales:

