



El Láser, conceptos básicos.



- La empresa desarrolla, fabrica y vende productos que se usan en los sistemas electro-
ópticos en el mercado.
- Fundada en 1976, la empresa cotiza en la Bolsa de Tel Aviv desde 1991.
- La empresa emplea 450 personas – 350 en Israel y 100 en el resto del mundo.
- La empresa tiene una presencia internacional significativa. 80% de las ventas directas son de exportación.
- La empresa tiene instalaciones de fabricación en Jerusalén y en Estados Unidos de Norte-América.



Óptica para el cabezal de corte:

- Lentes Amarillas.
- Black Magic.
- Ventanas

Óptica para la Trayectoria:

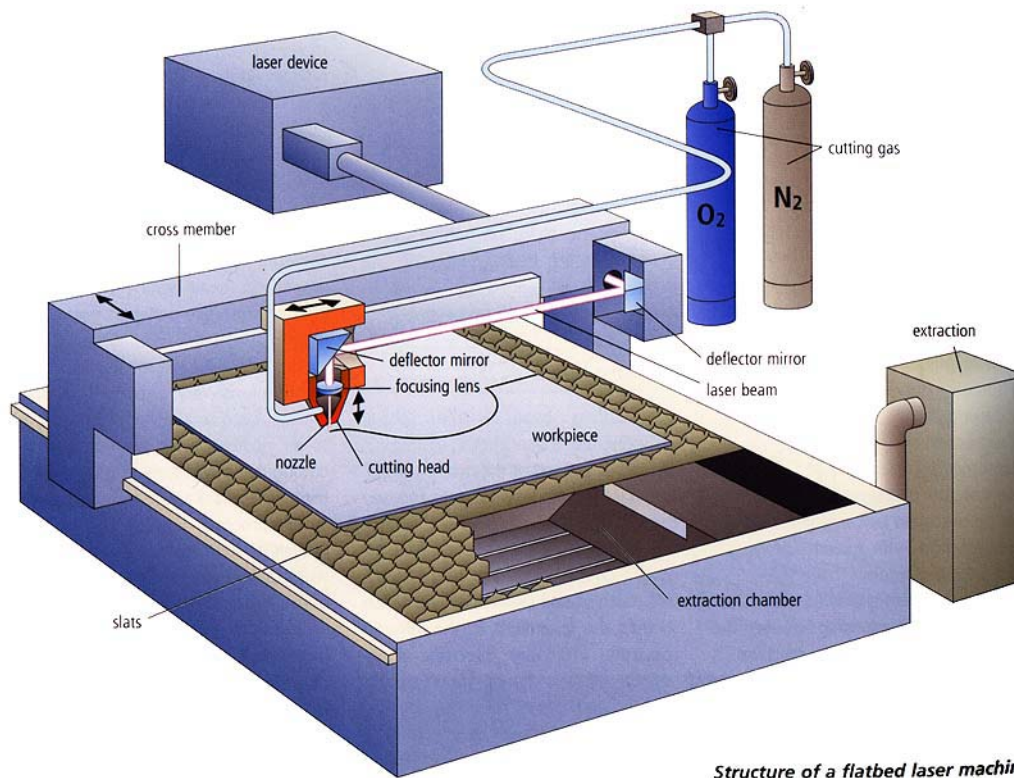
- ATFR
- Espejos de Polarización
- Espejos para Telescopio

Óptica para el Resonador:

- TRZ - MMR
- Espejo Trasero.
- Espejo de Salida.



Estructura de una máquina de corte por láser



Componentes con Elementos ópticos:

- Resonador
- Trayectoria
- Cabezal de enfoque

Picture from Trumpf GmbH + Co.

Corte por fusión a alta presión de acero inoxidable y aluminio:

- El haz de láser enfocado calienta en un punto la pieza de trabajo, a una temperatura arriba del punto de fusión
- Nitrógeno a alta presión remueve el material fundido dejando una entalladura de corte
- Presión típica del gas de corte: 10 a 25 bar
- Espesor del material: hasta aproximadamente 15 mm

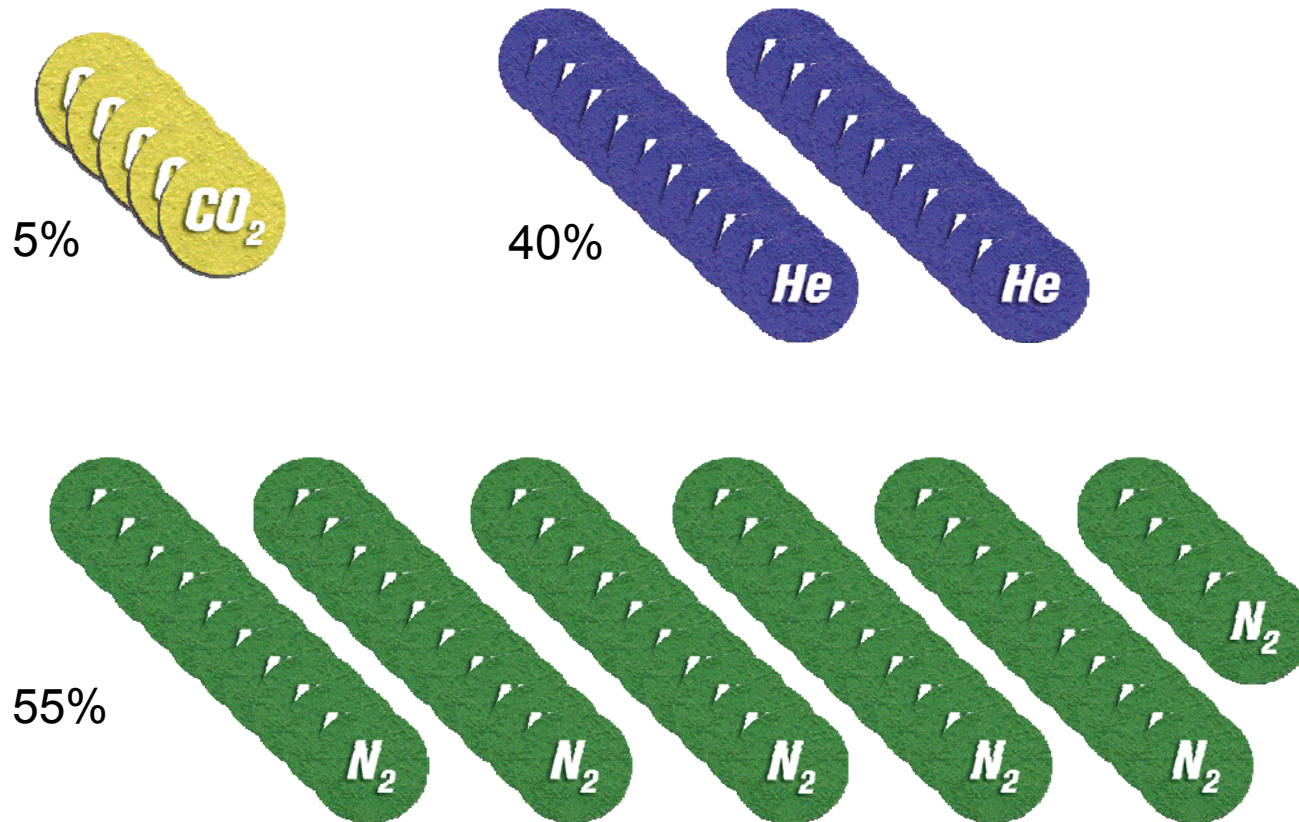
Corte por flama de acero suave con oxígeno:

- El haz de láser enfocado calienta en un punto la pieza de trabajo hasta que se funde y se oxide
- Calor adicional es generado por la oxidación (reacción química exotérmica)
- Se pueden cortar materiales más gruesos y a velocidades más altas
- Presión típica del gas de corte: 3 a 5 bar
- Espesor del material: hasta aproximadamente 30 mm

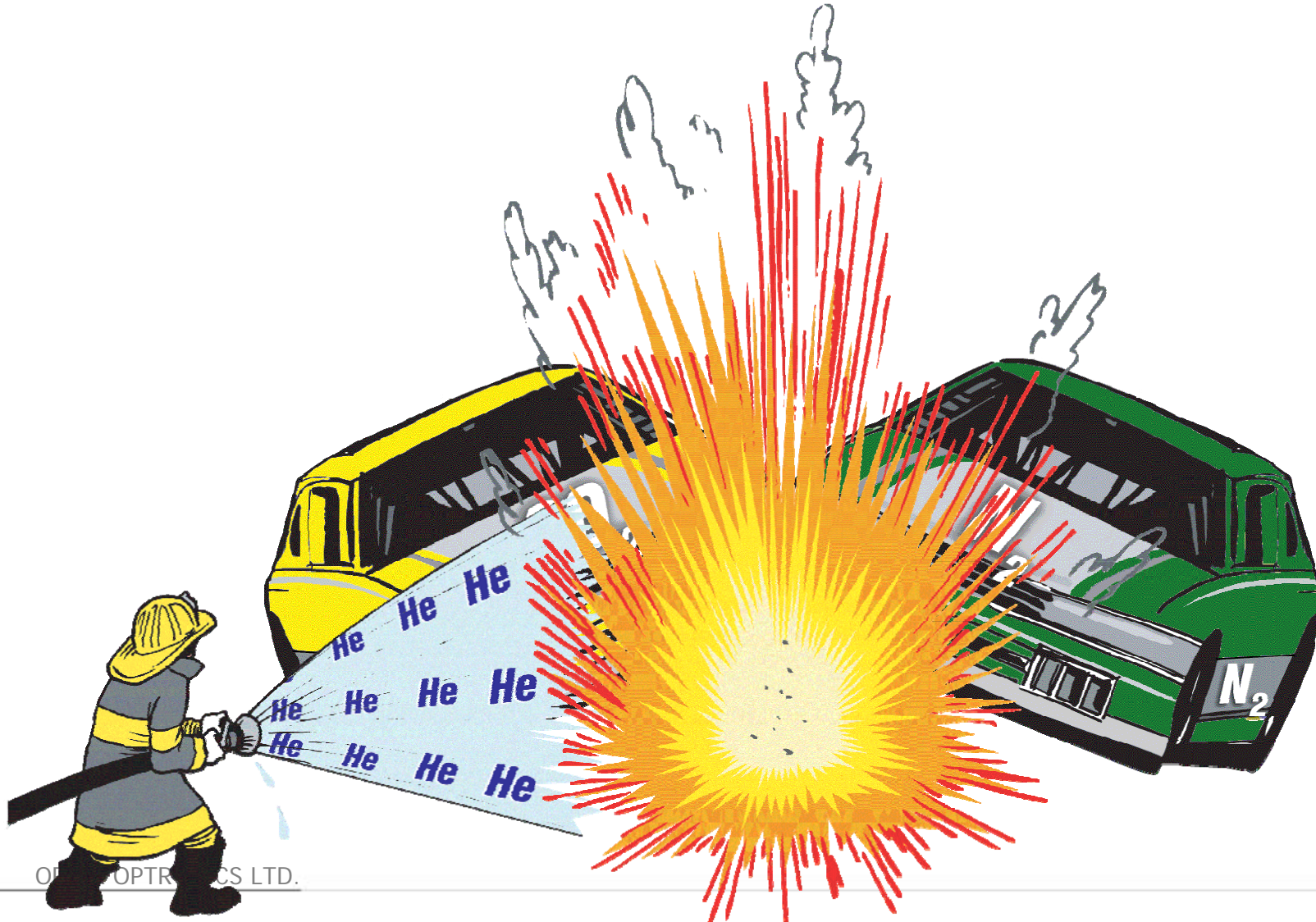
Corte de madera y plásticos:

- Potencia del láser menor que para el corte de metales (500 W hasta aproximadamente 2 kW)
- Menor consumo de lentes
- El mercado de consumibles es pequeño pero no insignificante

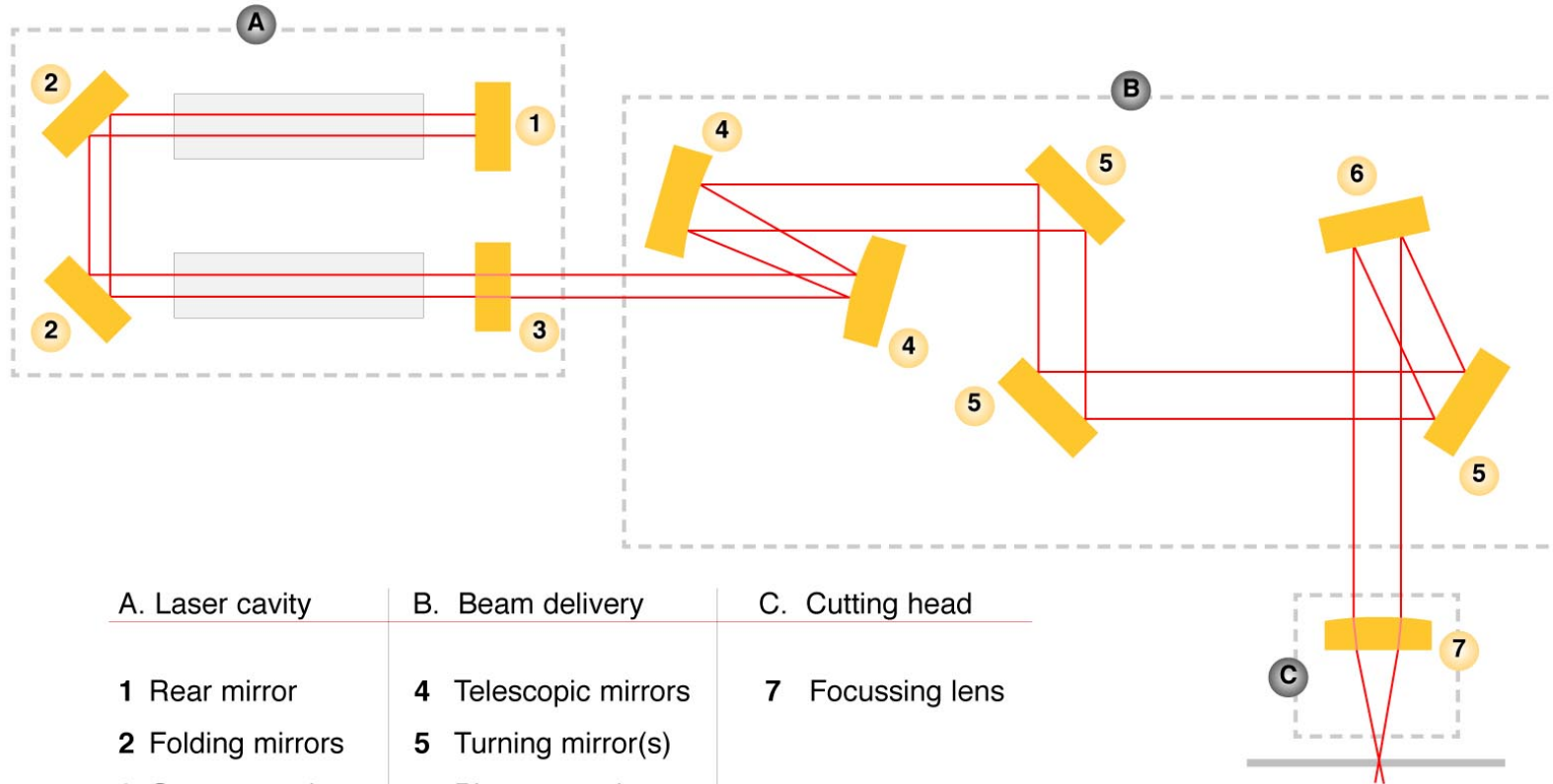
Proporciones de los Gases del Resonador



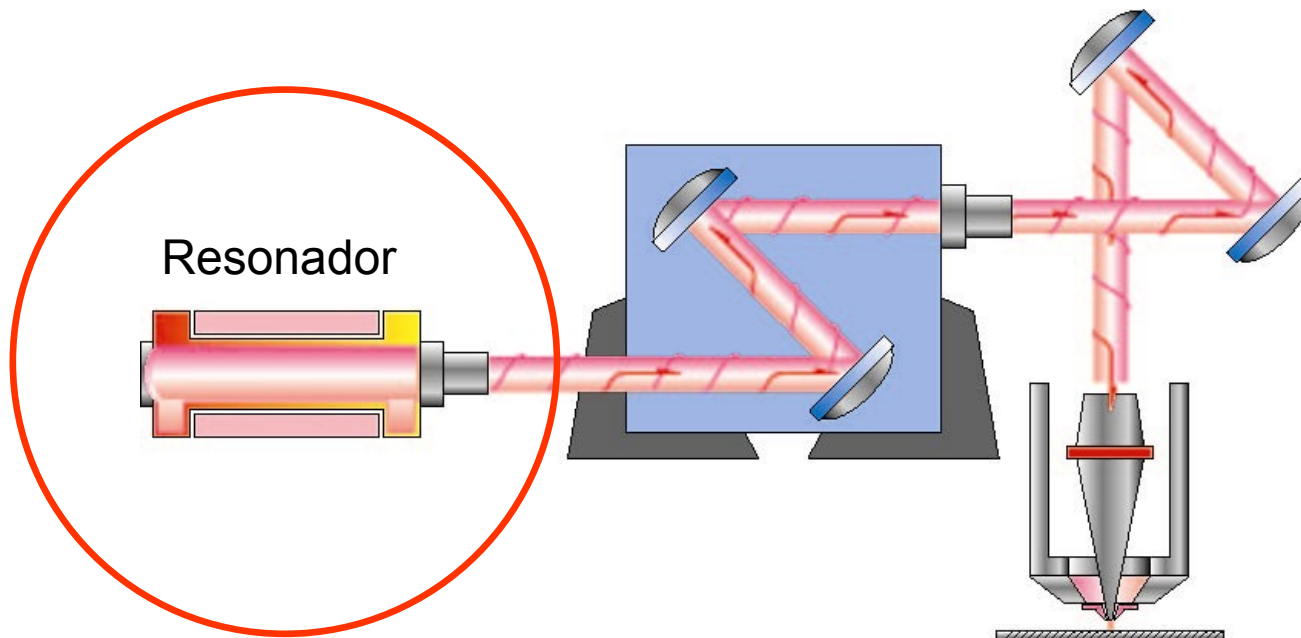
Moléculas Excitadas Chocan y Emiten Photones



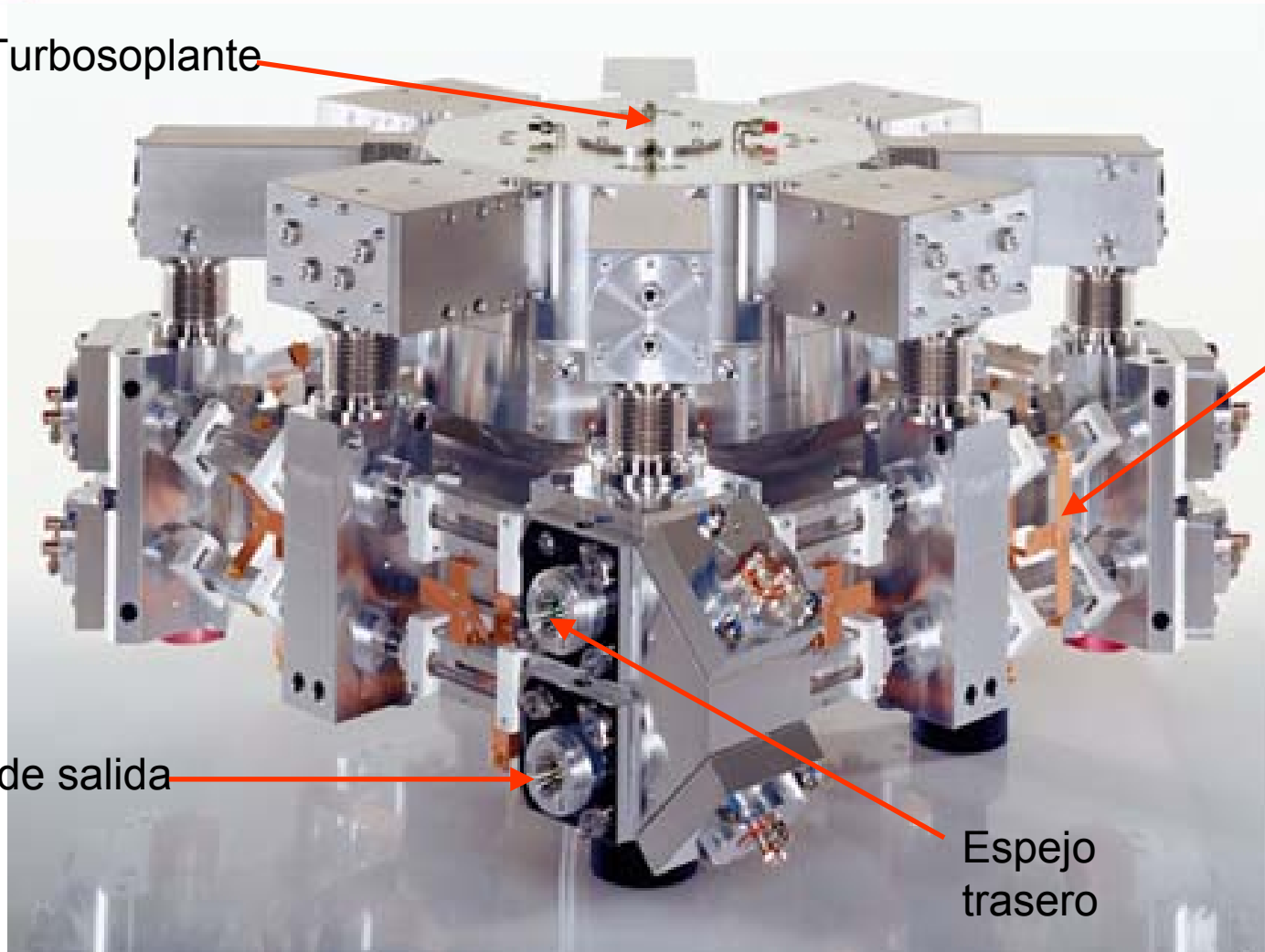
Los Elementos de una Máquina de Corte por Láser



A. Laser cavity	B. Beam delivery	C. Cutting head
1 Rear mirror	4 Telescopic mirrors	7 Focussing lens
2 Folding mirrors	5 Turning mirror(s)	
3 Output coupler	Phase retarder [ATFR mirror]	
	6 Adaptive mirror	



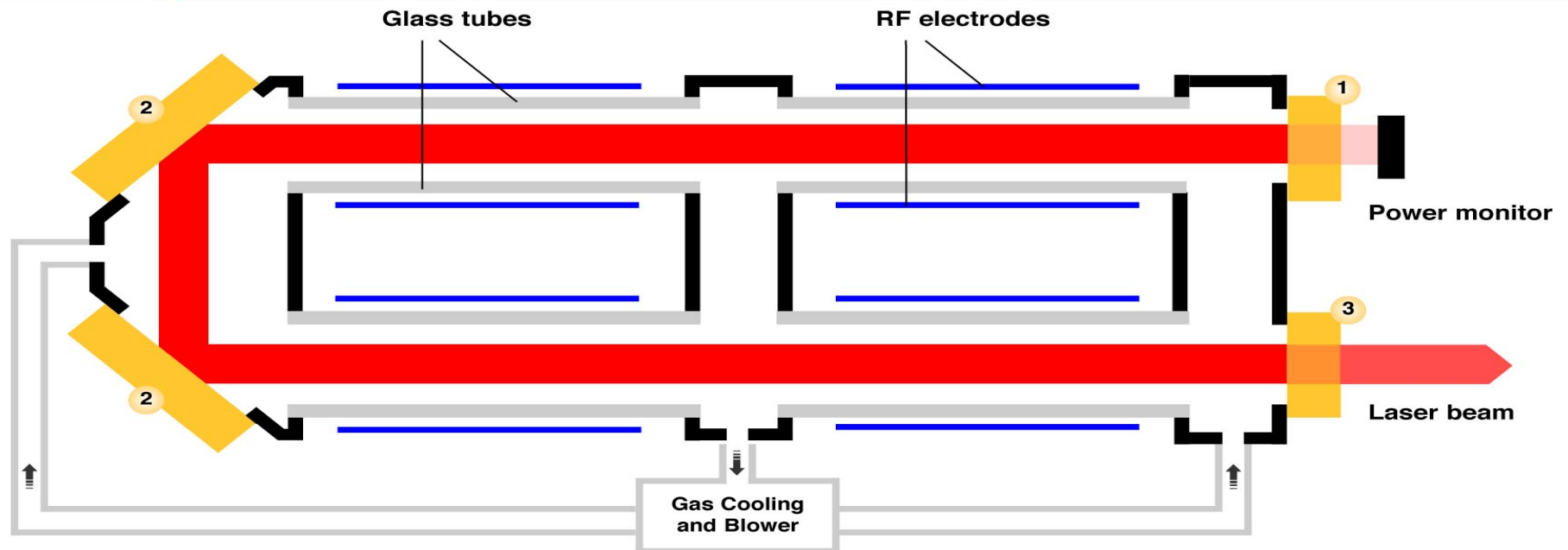
Turbosoplante



Activación
por RF

Espejo de salida

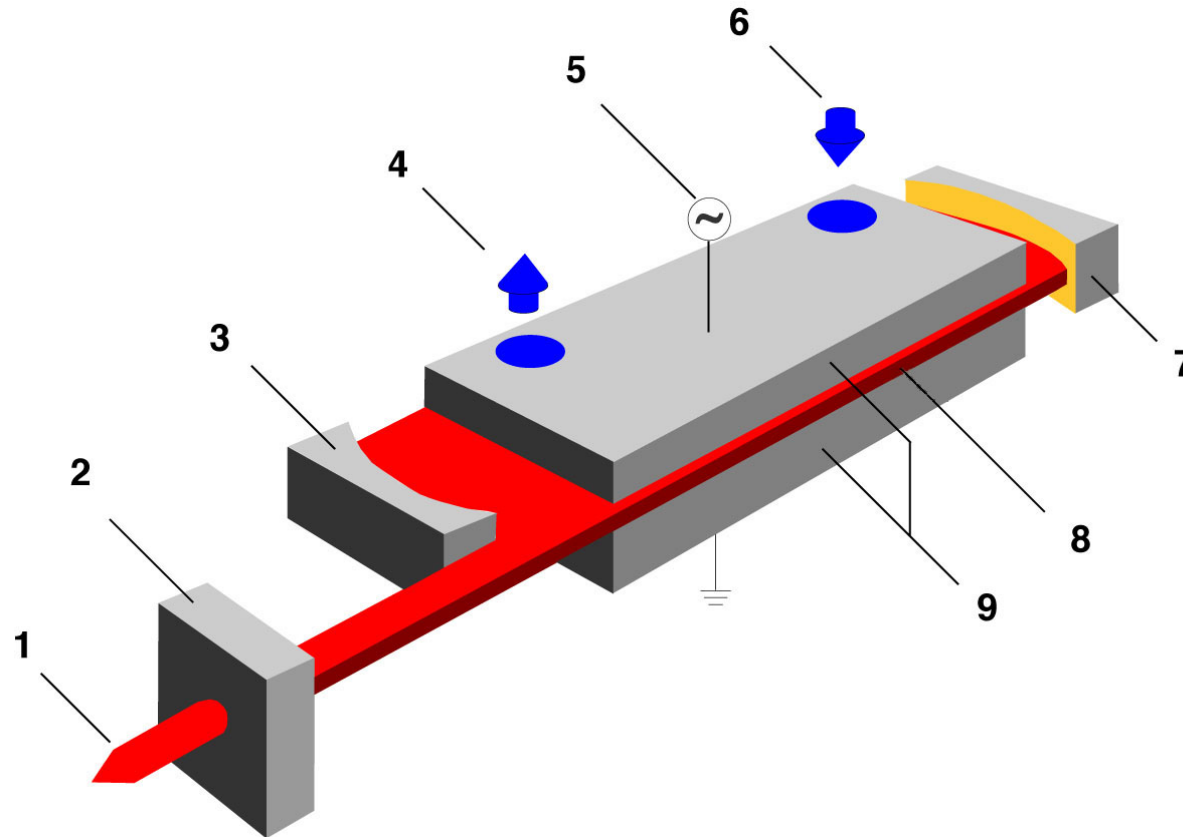
Espejo
trasero



Especificaciones de la óptica del resonador (típico):

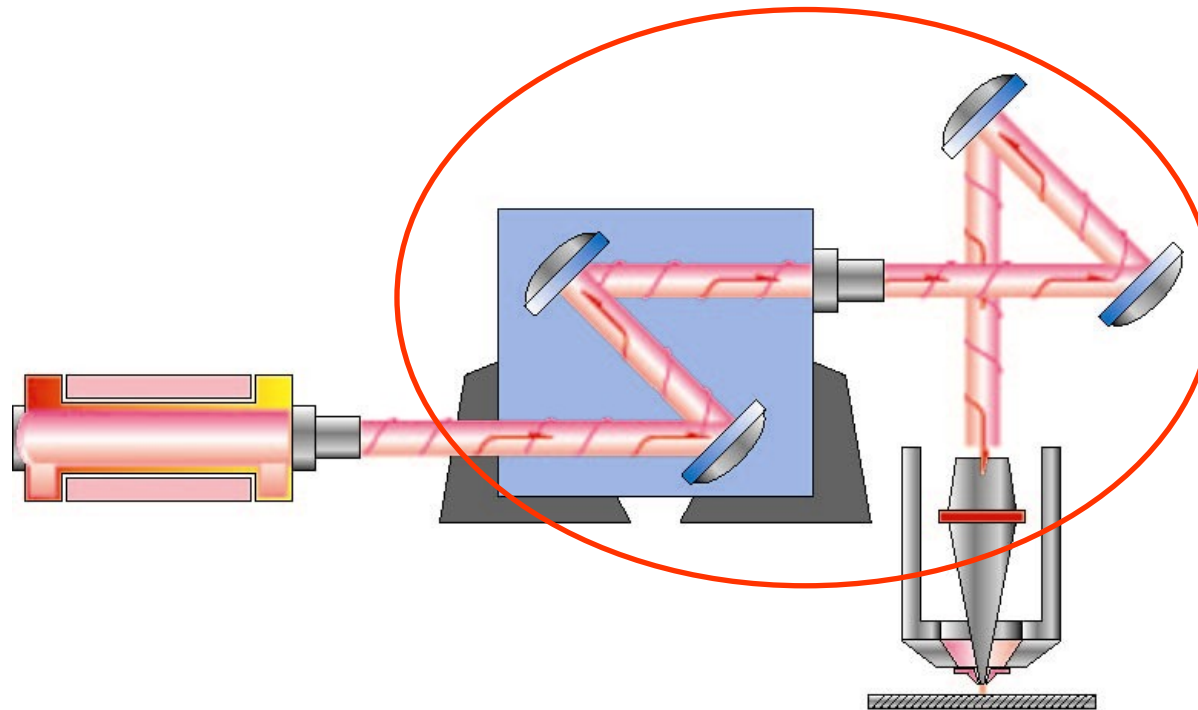
- | | | |
|---|------------------------|--|
| 1 | Espejo trasero: | Ge (a veces GaAs o ZnSe)
Superficie interna: cóncava o plana, $R \approx 99.5\%$
Superficie externa: plana, AR |
| 2 | Espejos de desviación: | Cu or Si
superficie interna: plana, $R > 99.5\%$ |
| 3 | Espejo de salida: | ZnSe (a veces GaAs)
Superficie interna: cóncava o plana, $R =$
40...70%
Superficie externa: convexa o plana, AR |

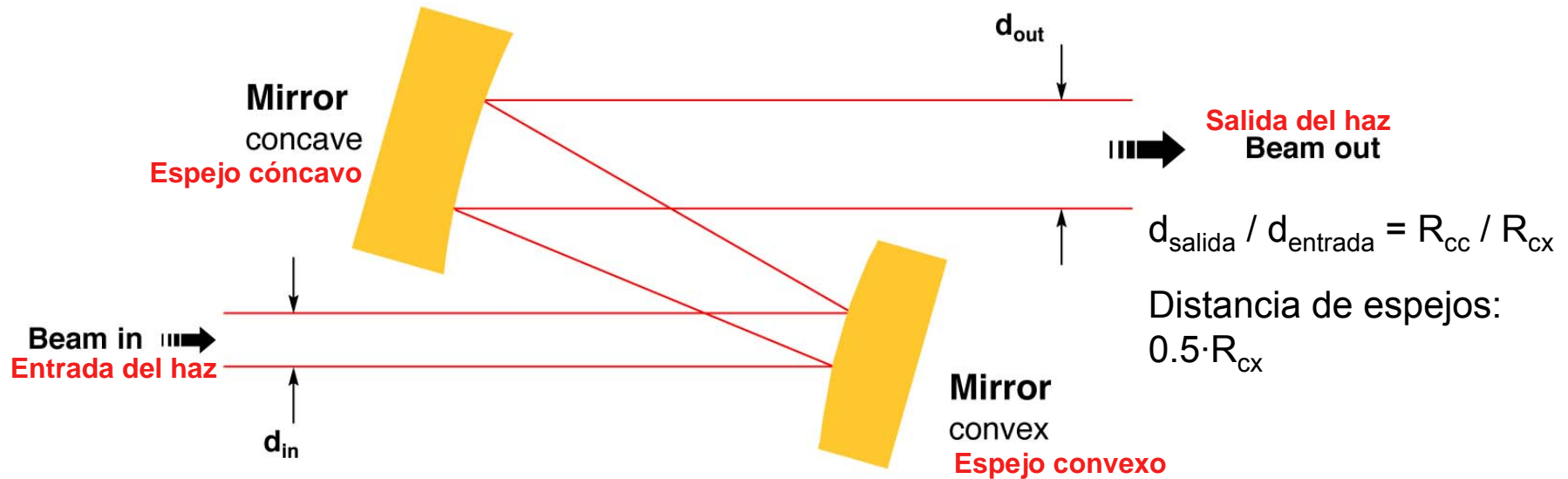
Resonador enfriado por difusión



1. Haz de láser
2. Unidad de formado del haz
3. Espejo de salida
4. Agua de enfriamiento
5. Excitación RF
6. Agua de enfriamiento
7. Espejo trasero
8. Descarga excitada por RF
9. Electrodo guía

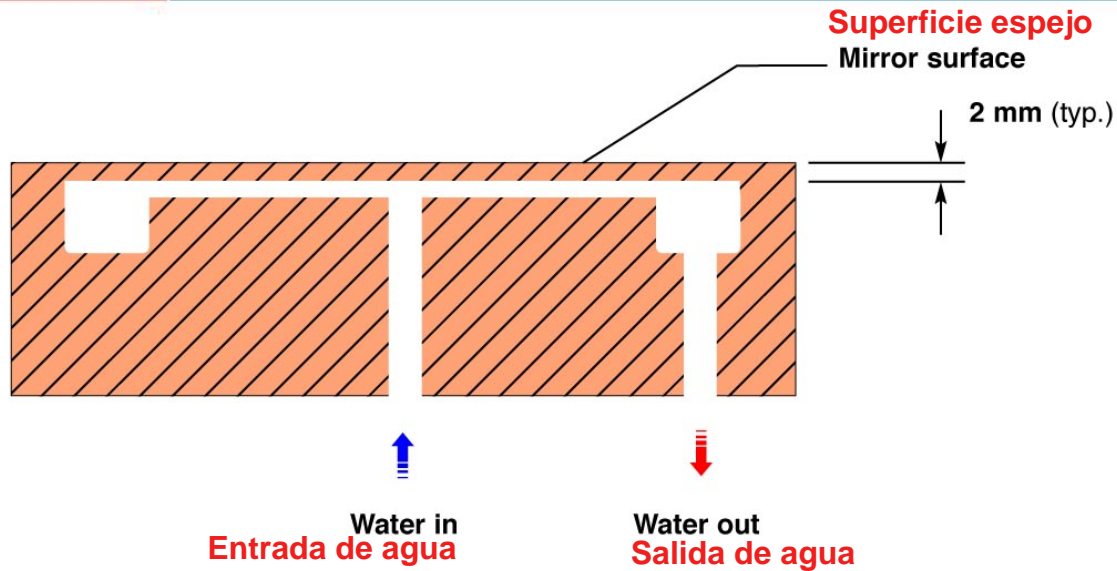
Picture from www.rofin.com





El incremento del diámetro del haz es útil por que,

- la óptica recibe menos intensidad de los rayos de láser
>> Menos deformación, riesgo de daño reducido
- la divergencia del haz es reducida
>> Menos variación del diámetro del haz a distancias largas



Superficie del espejo:

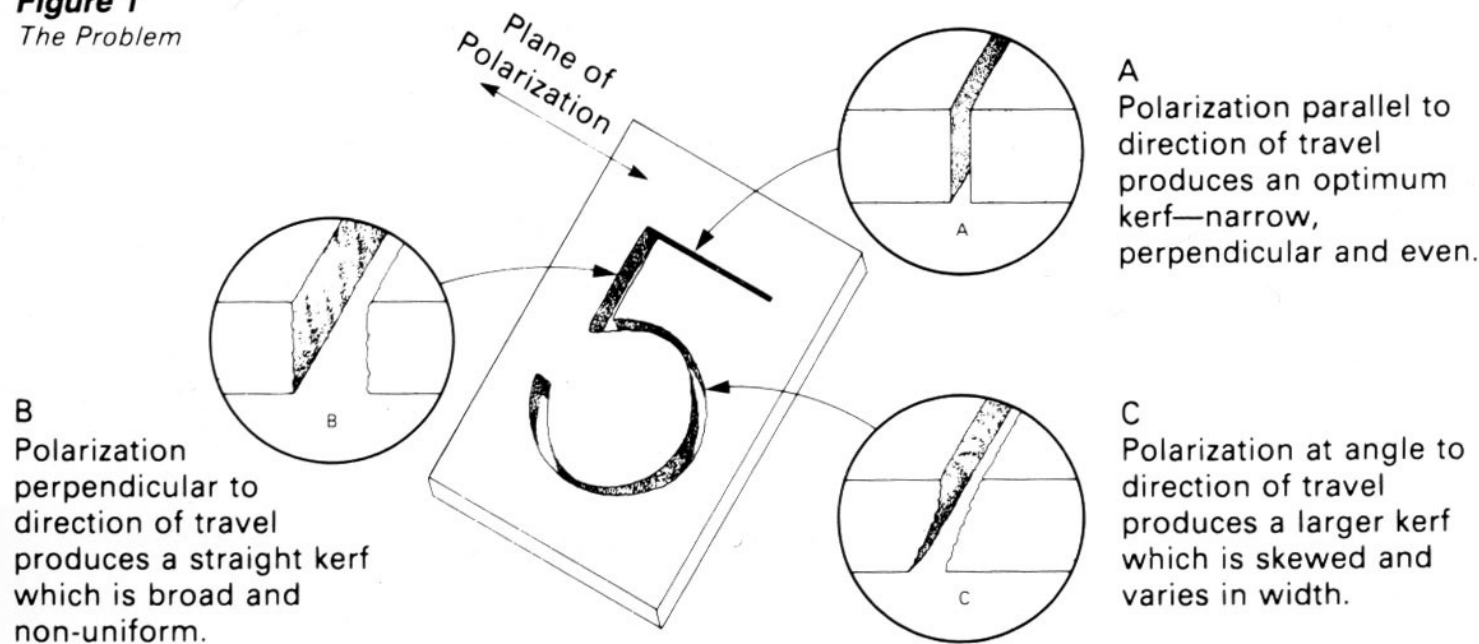
Plano, con baja presión de agua

convexo, con alta presión de agua

Carrera típica en el centro:
hasta 0.1 mm a $\Delta p = 3$ bar
(\gg Radio ≈ 5 m convexo)

- El haz de láser se puede hacer más o menos divergente
- La posición de enfoque vertical puede ser variada sin mover el lente

Figure 1
The Problem

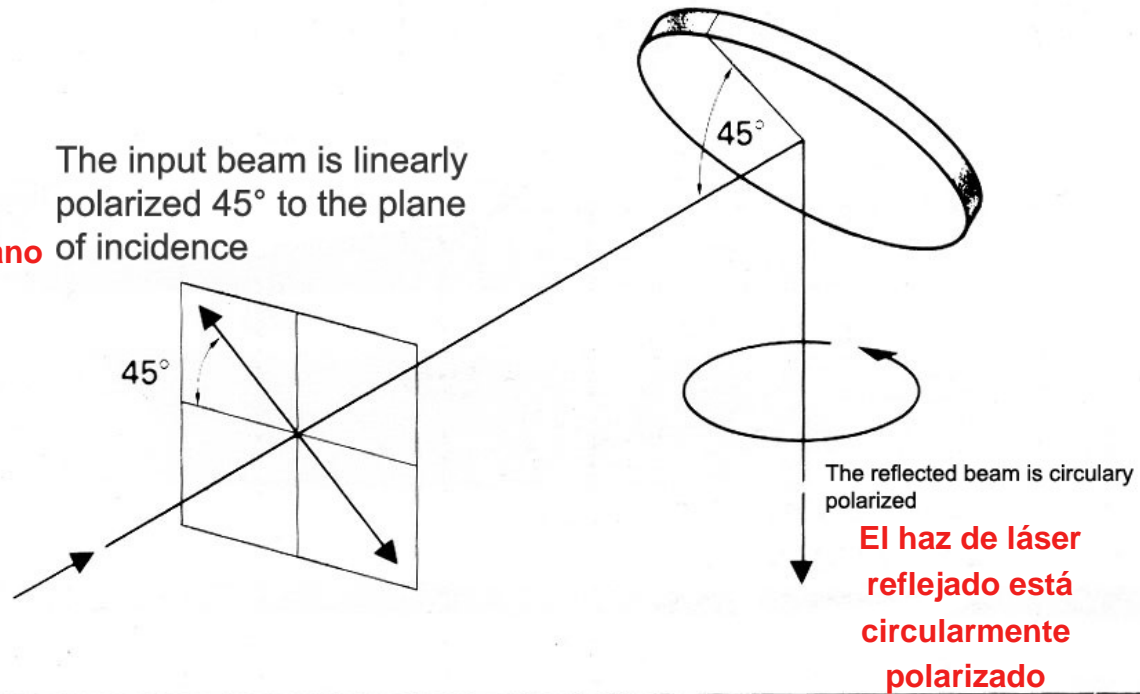


Picture from II-VI Optics Catalog

Figure 3

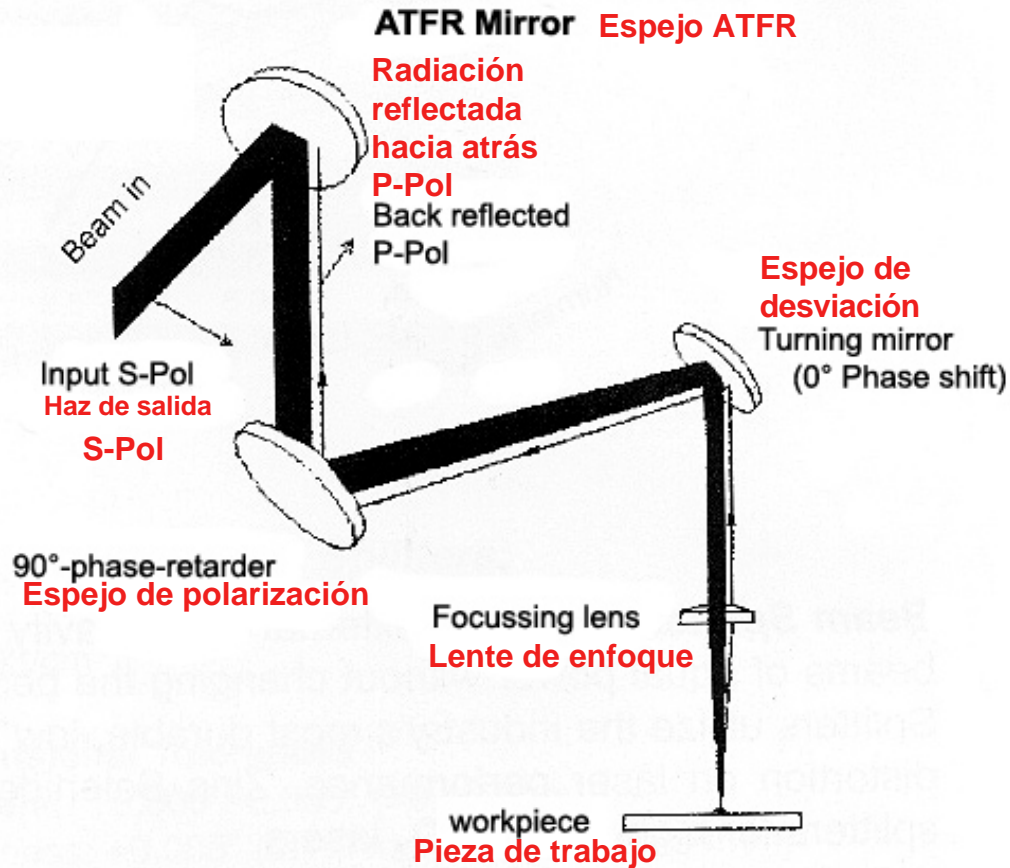
El haz de láser está polarizado linealmente a 45° al plano de incidencia

The input beam is linearly polarized 45° to the plane of incidence



The reflected beam is circularly polarized

El haz de láser reflejado está circularmente polarizado



ATFR = Absorbing Thin Film Reflector

Especificaciones típicas:

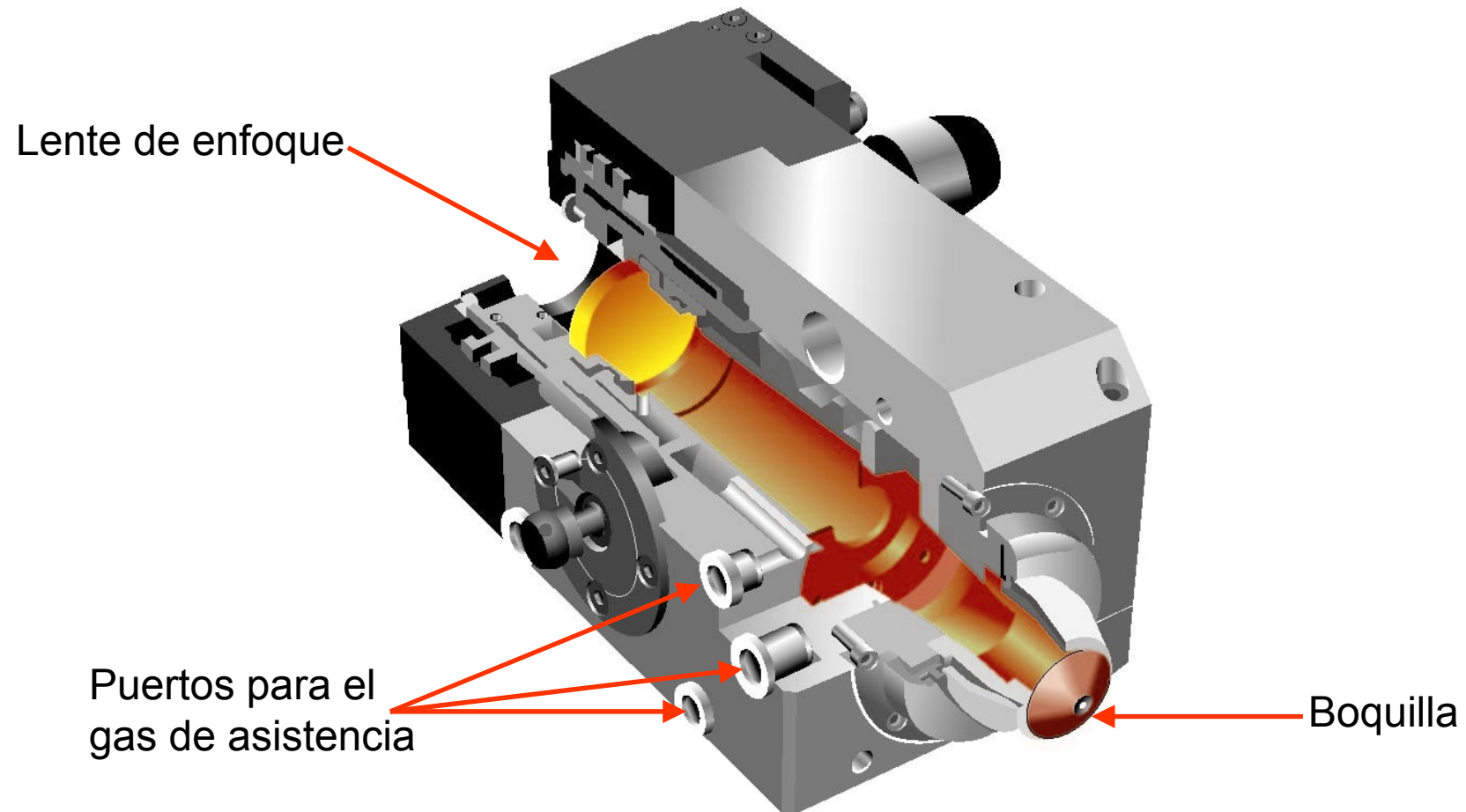
$R_s > 98.5\%$, $R_p < 1.5\%$

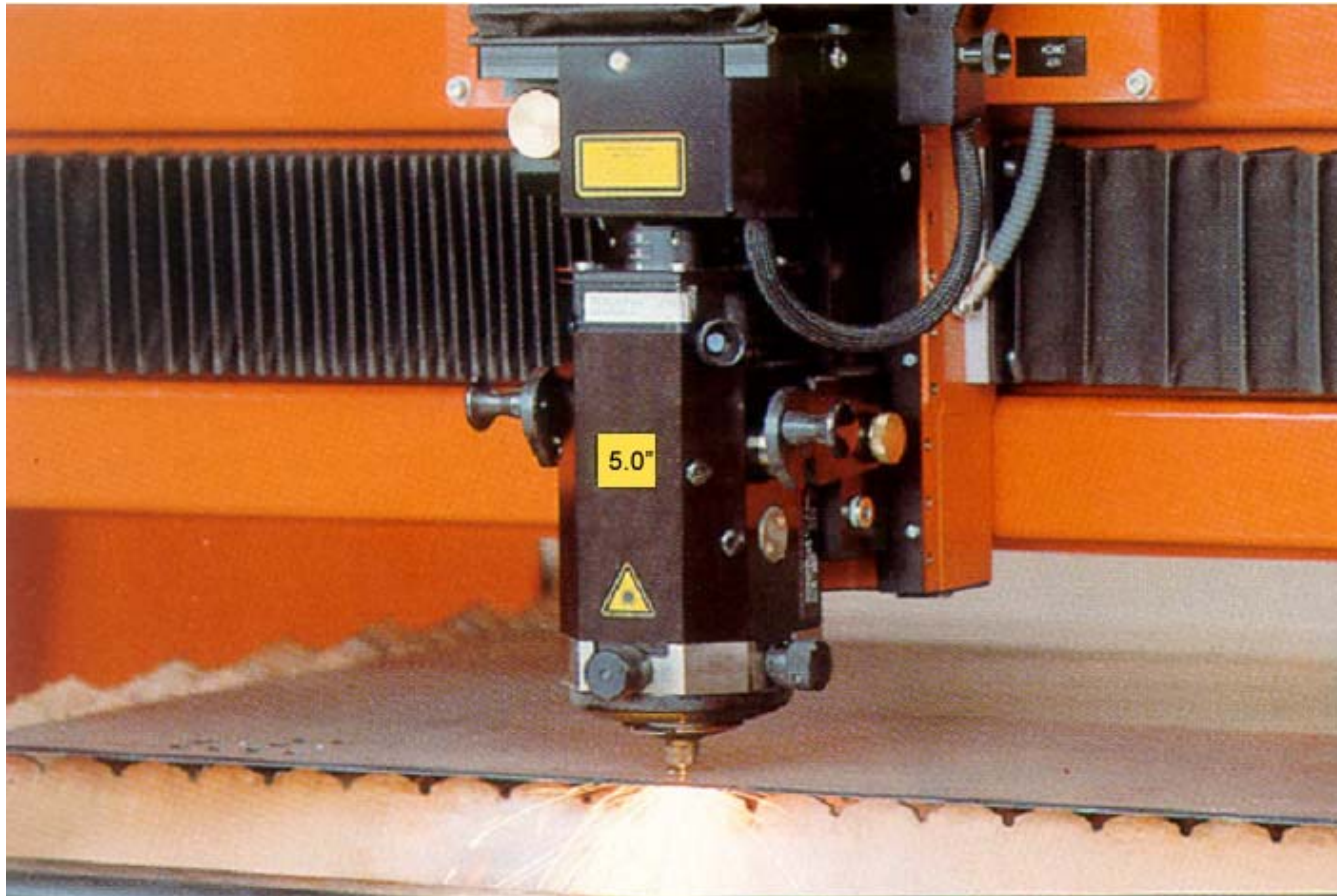
Objetivo:

El espejo ATFR es para prevenir radiación reflejada hacia atrás que entre al resonador.

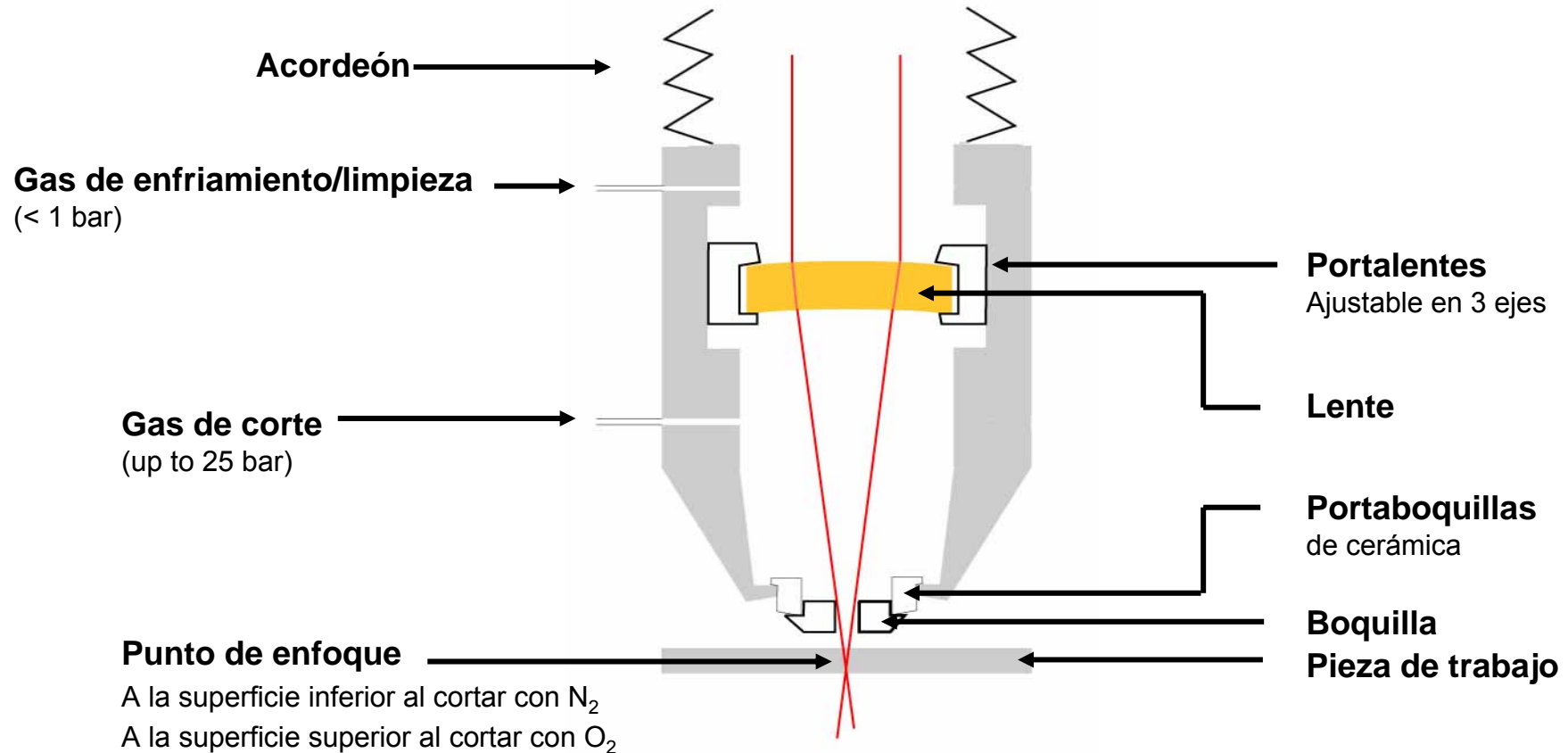
¡Los espejos ATFR son usados por muy pocos fabricantes de equipo original!

Picture from Laser Power Europe Catalog





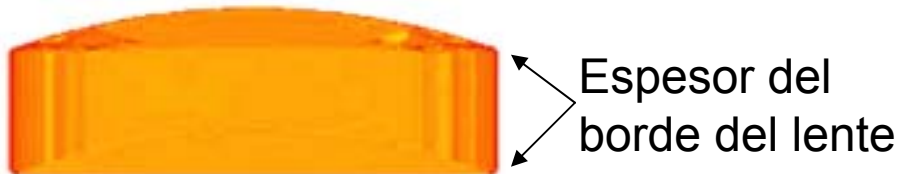
Cabezal de Corte



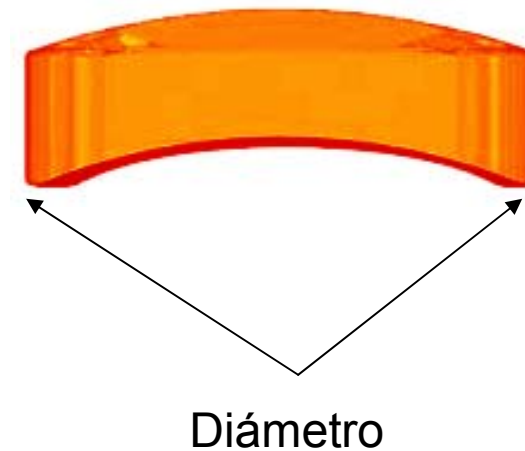
Requerimientos básicos para una operación correcta:

- Espesor de lente suficiente para aguantar la diferencia de presiones
- Posición vertical correcta del punto de enfoque
- Alinamiento coaxial del haz de láser y la boquilla

Plano Convex



Meniscus



Distancia
de enfoque
7.5"



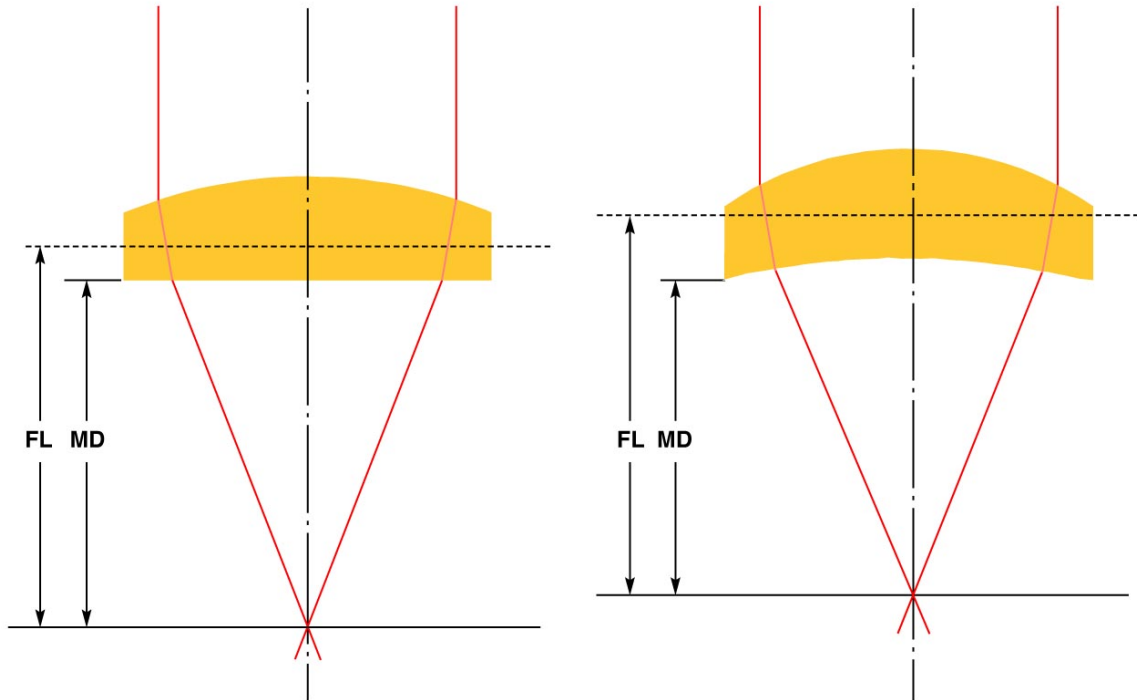
Distancia de
enfoco 5.0"



Distancia de
enfoco 3.75"



Distancia de Enfoque y Distancia de Montaje



FL = Distancia de enfoque
(plano principal < > plano focal)

MD = Distancia de montaje
(filo de la superficie inferior < > plano focal)

Si una lente plano-convexa es sustituida por una lente menisco con la misma FL, el enfoque se mueve hacia arriba.

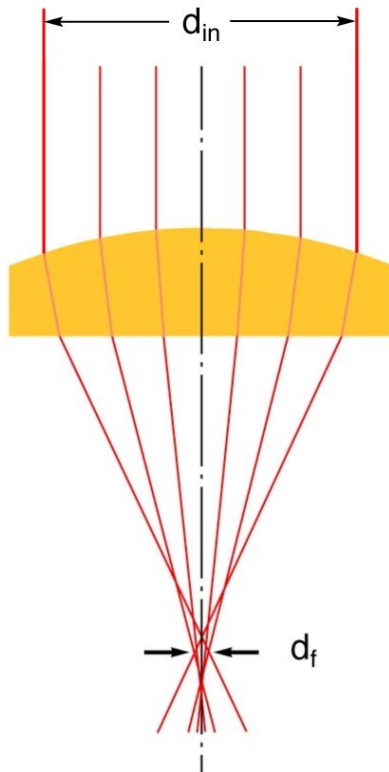
- >> ¡El ajuste del punto de enfoque es necesario!
- >> ¡La posición de enfoque puede salir de su rango!

Ejemplo:

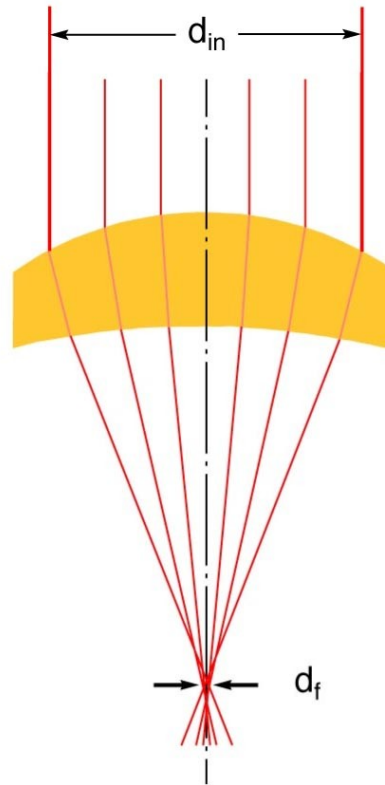
Lente con diá. 2", FL 7.5", ET 9.6:

MD para lente po/cx: 185,7 mm
MD para lente men.: 182,6 mm

Lente plano-convexo



Lente menisco



Para obtener eficiencia óptima de corte, la intensidad del láser sobre la pieza de trabajo debe ser la más alta posible

$$\text{Intensidad} \sim 1 / (d_f)^2$$

Por lo tanto, el tamaño del punto d_f debe ser lo más pequeño posible.

d_f tiene límites inferiores debido a aberración esférica y a difracción.

Tamaño del punto d_f debido a aberración esférica:

$$d_f = 0.0286 (d_{in})^3 / (FL)^2 \quad (\text{lente po-cx})$$

$$d_f = 0.0187 (d_{in})^3 / (FL)^2 \quad (\text{lente menisco})$$

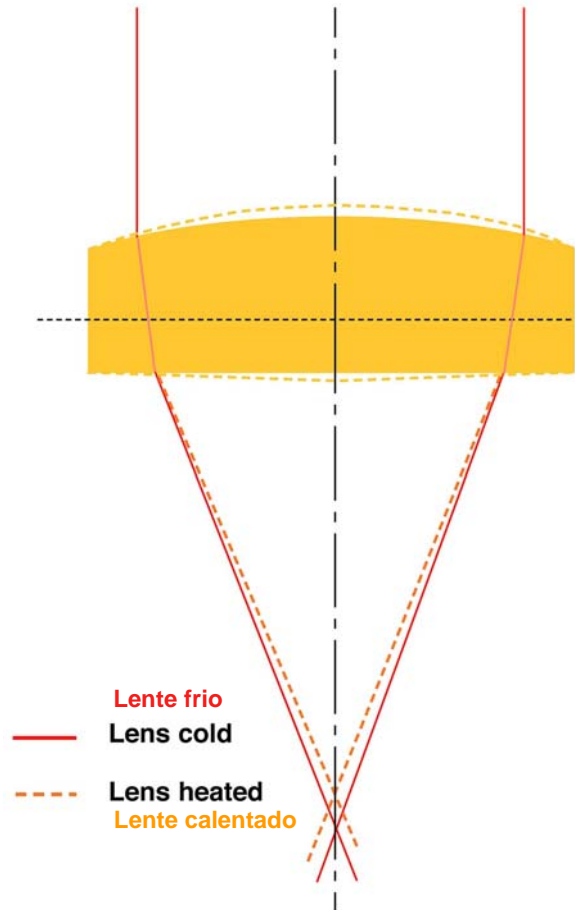
Ejemplo:

$$d_{in} = 20 \text{ mm}, FL = 3.75''$$

$$\gg d_f = 0.025 \text{ mm (lente po-cx)}$$

$$\gg d_f = 0.017 \text{ mm (lente menisco)}$$

Absorción y distorsión térmica



Nivel de absorción de lente nueva con recubrimiento std AR: 0.2%

Nivel de absorción de lente nueva con recubrimiento LA: 0.15%

Nivel de absorción de una lente usado: 0.3...0.4%

Exposición a rayos láser de alta potencia causa:

1. Calentamiento material de la lente en donde el haz pasa.

- >> Curvatura adicional de la superficie debido a expansión térmica
- >> Incremento del índice refractivo (dependiente de la temperatura)
- >> **FL se acorta (hasta varios mm).**

>> **La posición del punto de enfoque no se puede predecir exactamente.**

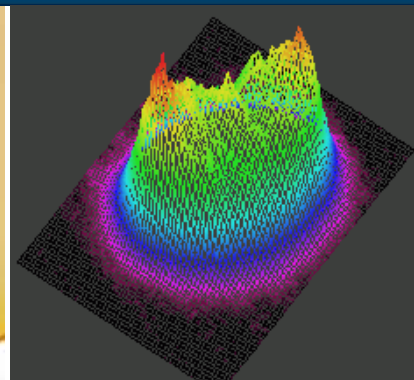
- depende de:**
- Potencia del haz de láser
 - Intervalos de liga/desliga del haz de láser
 - Estado de limpieza del lente

2. Calentamiento de partículas de suciedades y de áreas adyacentes sobre la superficie de la lente.

- >> Deformación local de la curvatura de la superficie y del índice refractivo
- >> Propiedades de enfoque irregulares
- >> **Tamaño del punto de enfoque se incrementa, la calidad de corte se disminuye**
- >> **Funcionalidad correcta solamente con una disminución de la potencia del láser**



Ophir Optronics Ltd.



¡Gracias!

Mecos Ibérica, s.l.

Tel: 93 474 07 71 Fax: 93 474 08 31

Email : ms.consumibles@mecos.es

www.mecos.es