

# GUÍA TÉCNICA LÁSER

UNA INTRODUCCIÓN

¿Qué son los láseres? | Aprenda los principios del láser | Estructura de los osciladores láser

## APRENDIENDO ACERCA DE LOS LÁSERES

Desde su invención, los láseres han evolucionado a un ritmo notable. En estos días, los láseres se utilizan en una amplia variedad de campos, tales como la comunicación, construcción, industria manufacturera, medicina e industria militar. Para elegir el láser correcto para una industria en particular, es importante entender las características y capacidades únicas de cada tipo de láser. Este documento sirve como una guía informativa que detalla lo que los láseres son, las diferencias entre los distintos tipos de láser, y el efecto que estas diferencias tienen sobre el marcado y procesamiento láser.



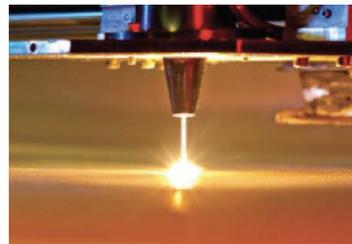
# 1. ¿Qué son los láseres?

## EL SIGNIFICADO DE "LASER"

LÁSER es un acrónimo de Amplificación de Luz por Emisión Estimulada de Radiación. Debido a que los láseres son haces de luz artificial poseen características que difieren de la luz natural, lo que les permite ser utilizados en diversas aplicaciones en una gran variedad de campos.

## 2. Aplicaciones del láser

Los láseres se utilizan ampliamente en muchas industrias gracias a su pequeño punto de enfoque y gran capacidad para recorrer largas distancias. Estos dispositivos están conquistando continuamente nuevos mercados, logrando mejor calidad y eficiencia en la fabricación.



Industria de la transformación



Industria automotriz



Industria alimenticia

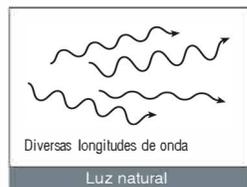


Industria de la salud

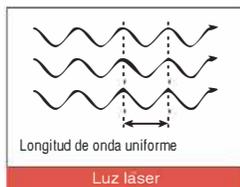
## 3. Características del láser

Los láseres presentan las siguientes características que son muy diferentes a las de la luz natural:

### 1: Monocromaticidad



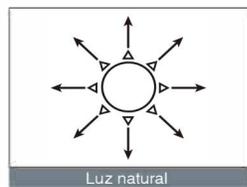
Diversas longitudes de onda  
Luz natural



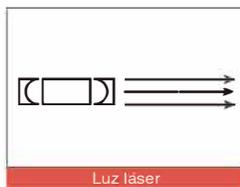
Longitud de onda uniforme  
Luz láser

La luz natural incluye una variedad de longitudes de onda, que van desde los rayos ultravioleta a los infrarrojos. En comparación, el láser es un haz de luz con una única longitud de onda. A esta característica se le llama monocromaticidad. La ventaja de la monocromaticidad es el aumento en la flexibilidad de diseño óptico que ésta permite. El índice de refracción de la luz varía dependiendo de su longitud de onda, lo que genera el fenómeno de que la luz natural que atraviesa un lente se expanda en función de las longitudes de onda de cada luz en particular. A esto se le llama aberración cromática. Dado que un láser sólo presenta una única longitud de onda, sólo se refracta en una dirección. Por ejemplo, los lentes para cámara deben ser diseñados para corregir la distorsión causada por los colores, mientras que los lentes para láser no lo requieren. Esto hace posible diseños precisos que permiten transmitir el rayo láser a través de grandes distancias y concentrar el mismo en un pequeño punto.

### 2: Direccionalidad



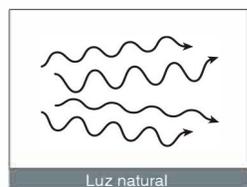
Luz natural



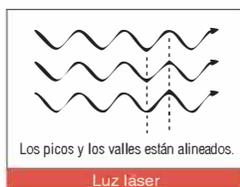
Luz láser

La direccionalidad es la propiedad de mantener la dirección del sonido o de la luz, a medida que éstos viajan a través del espacio. Una alta direccionalidad indica que dicha dirección se mantiene en un alto grado y con poca expansión. La luz natural es una colección de haces de luz que se propagan en cualquiera y todas las direcciones. Para aumentar la direccionalidad de la luz natural, se necesitan sistemas ópticos complicados que eliminan los haces de luz distintos a los que se propagan en la dirección deseada. En comparación, la luz láser tiene una alta direccionalidad, lo que facilita diseñar sistemas ópticos que hacen que la luz avance sin expandirse. Por lo tanto, la luz láser se puede transmitir a través de largas distancias.

### 3: Coherencia



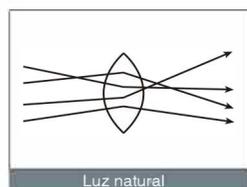
Luz natural



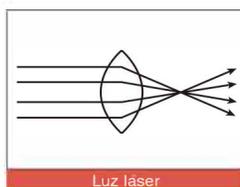
Los picos y los valles están alineados.  
Luz láser

La coherencia describe el grado en que la luz interfiere consigo misma. Teniendo en cuenta que la luz es una onda, se puede decir que cuanto más uniforme sea su fase, mayor será la coherencia de la misma. Esto es similar a la manera en que las ondas que chocan sobre una superficie del agua, hacen que se fortalezcan o anulen entre sí; entre más aleatoria sea una onda, más débil será su grado de interferencia. Debido a que la fase, longitud de onda y dirección de la luz láser es la misma, es posible mantener la onda fuerte y transmitir haces láser sobre una larga distancia sin que sufran difusión. Esto significa que con un lente se puede concentrar la luz en un punto pequeño. La luz emitida se puede transmitir a una ubicación diferente y utilizarse como una luz altamente densa.

### 4: Densidad de alta energía



Luz natural



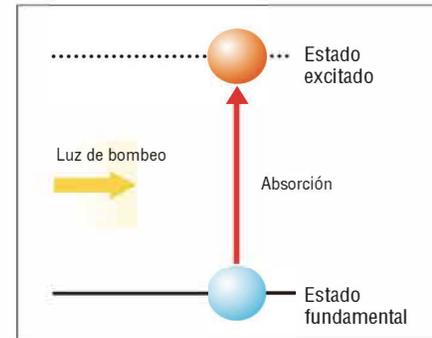
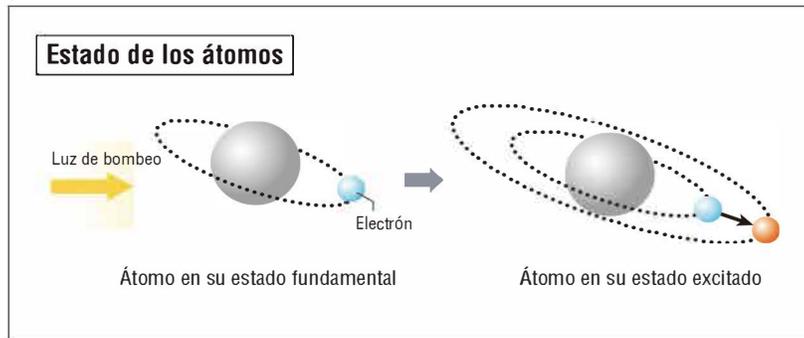
Luz láser

Gracias a que los láseres tienen una excelente monocromaticidad, direccionalidad y coherencia, pueden ser concentrados en un punto de haz extremadamente pequeño, haciendo posible crear luz con una alta densidad de energía. La luz láser se puede concentrar casi hasta su límite de difracción, lo que es imposible con la luz natural. (Existe un límite de difracción, porque es imposible concentrar la luz a menos de su longitud de onda). Al concentrar la luz láser en un haz pequeño se logra aumentar la intensidad (densidad de potencia) de la luz, hasta tal punto donde el láser puede cortar metal.

# 4. Principios del oscilador láser

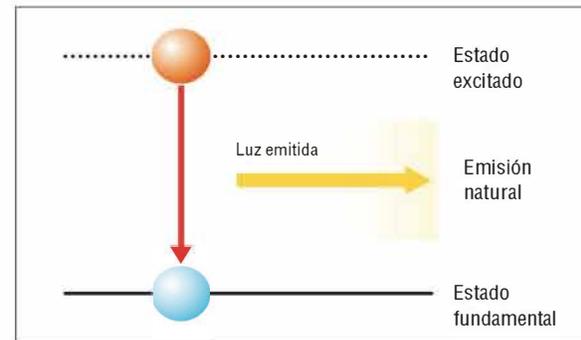
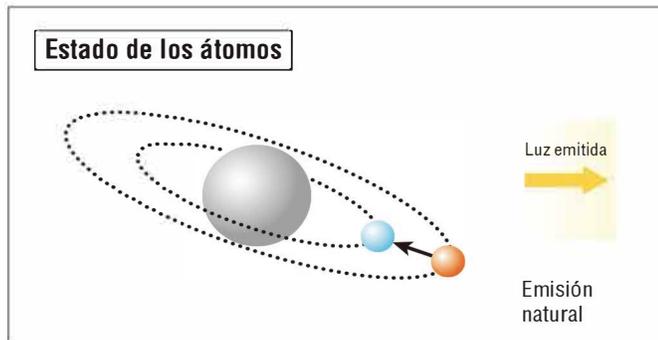
## 1: El principio detrás de la generación del láser

### Excitación



Para generar un láser, se requieren átomos o moléculas conocidas como el medio del láser. La exposición de este medio de láser a energía externa (la luz de bombeo) hace que los átomos pasen de su estado fundamental, en el que tienen baja energía, a un estado excitado, en el que poseen alta energía. En el estado de excitación, los electrones de un átomo se mueven de las capas internas a las exteriores.

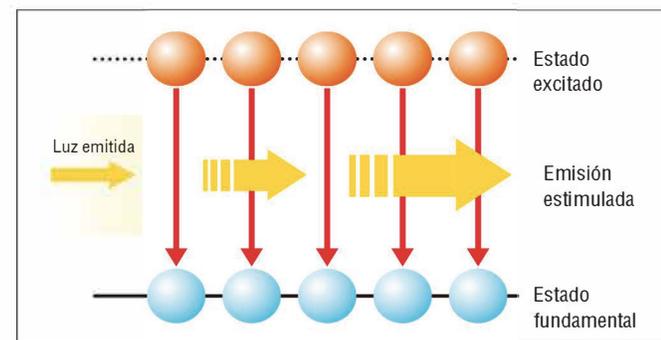
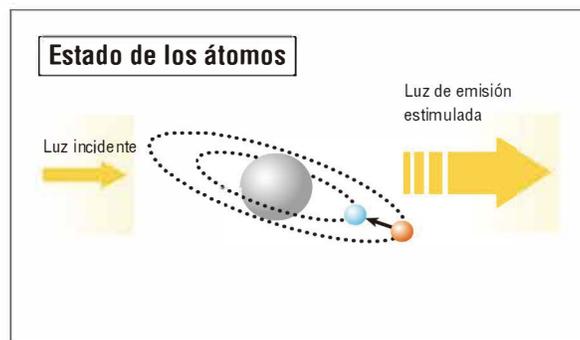
### Emisión natural



Después de transcurrir cierta cantidad de tiempo, el átomo en estado excitado vuelve a su estado fundamental. (Al tiempo que tarda el átomo para pasar de su estado fundamental al excitado, se le llama tiempo de vida de fluorescencia.) En ese momento, la energía conferida al átomo se emite como luz (emisión natural) con una longitud de onda predeterminada. El principio de generación de láser utiliza el proceso de excitación y emisión natural para crear luz láser.

## 2: El principio detrás de la amplificación láser

### Emisión estimulada



Para utilizar luz emitida naturalmente como un láser, ésta debe ser amplificada. Los átomos mantenidos en estado excitado durante un período prescrito de tiempo, liberan luz debido a la emisión natural y luego vuelven a su estado fundamental. Sin embargo, si la luz de bombeo se fortalece, el número de átomos en estado excitado, así como la cantidad de luz emitida de forma natural, aumentan. Esto conduce a un fenómeno conocido como emisión estimulada. La emisión estimulada se produce cuando se aplica luz a un átomo excitado, a fin de estimularlo y generar luz incrementalmente más fuerte. Cuanto mayor sea el número de átomos en estado excitado, mayor será la cantidad de emisión estimulada. Esto genera que la luz se amplifique a alta velocidad, lo que hace posible la obtención de luz coherente, monocromática, la cual conforma un láser.

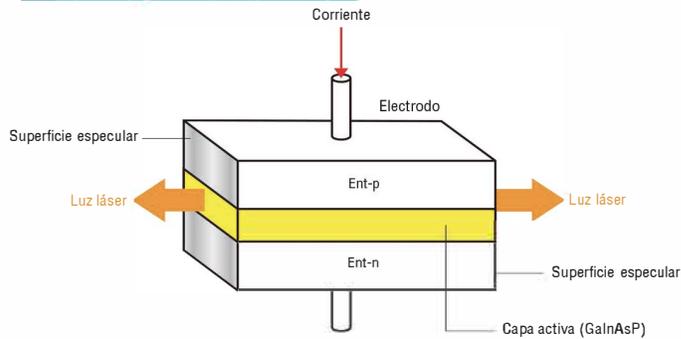
## 5. Estructura de los osciladores láser

Tipo	Medio	Longitud de onda de oscilación (nm)
Láser de estado sólido	Nd: YAG, ND: YVO <sub>4</sub>	1064
Láser de gas	CO <sub>2</sub>	10600
Láser de semiconductor	AlGaAs, AlGaInP, GaN, etc.	Varios
Láser de fibra	Fibra dopada Nd/Yb	1000 a 1150

Los láseres se clasifican de acuerdo con su medio y se separan en general en cuatro grupos principales. Algunos componentes que varían dependiendo de la clasificación del láser son el medio del láser, la estructura, longitud de onda de oscilación y la fuente de excitación. El medio del láser es el material que contiene átomos que convierten la luz de bombeo en luz láser.

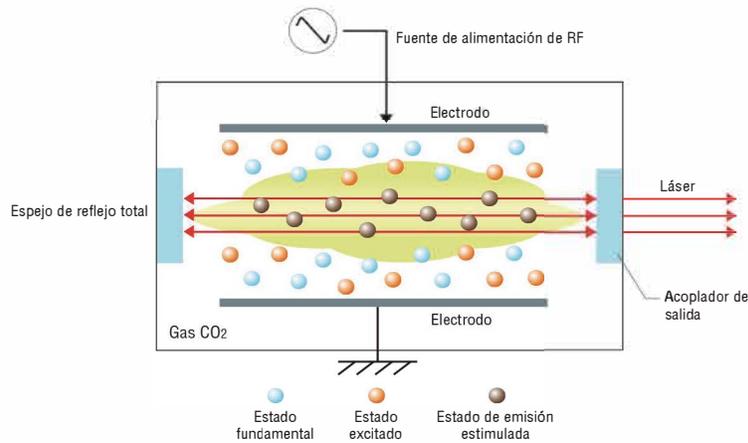
- Láser de estado sólido: Los láseres más comunes son el YAG e YVO<sub>4</sub>, que utilizan cristales YAG e YVO<sub>4</sub> como medio de láser.
- Láser de gas: Los láseres de CO<sub>2</sub>, que utilizan gas CO<sub>2</sub> como su medio, son ampliamente utilizados.
- Láser semiconductor: Estos láseres utilizan semiconductores con una capa activa (capa emisora de luz) como su medio.
- Láser de fibra: Estos láseres se han empezado a utilizar más ampliamente desde el 2000. Como su nombre lo indica, utilizan fibras ópticas como su medio.

### 1: Láser de semiconductor



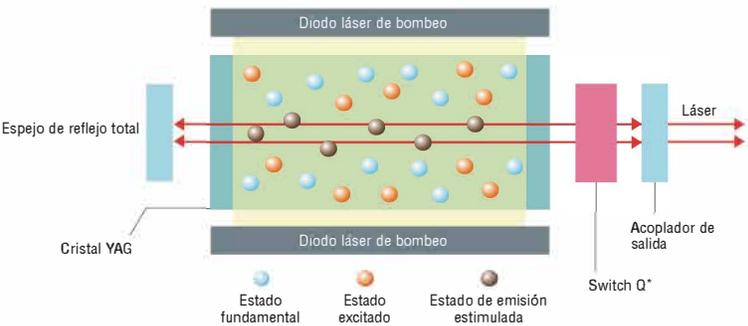
Para construir la capa activa (capa emisora de luz) se colocan cristales semiconductores con diferentes materiales, uno sobre del otro. La luz generada en esta capa se hace viajar hacia adelante y atrás entre dos espejos construidos en ambos extremos, que amplifican la luz y generan el láser.

### 2: Láser de gas (láser de CO<sub>2</sub>)



Los láseres de CO<sub>2</sub> utilizan gas CO<sub>2</sub> como su medio. Los electrodos utilizados para la descarga eléctrica están dispuestos en un tubo cerrado lleno de gas CO<sub>2</sub>. Las placas de electrodos están conectadas a elementos externos a fin de aplicar energía eléctrica de alta frecuencia que actúa como la fuente de excitación. Realizar una descarga eléctrica entre los electrodos hace que se genera plasma dentro del gas, lo que hace que las moléculas de CO<sub>2</sub> cambien a su estado excitado. Conforme el número de estas moléculas excitadas aumenta, se inicia la emisión estimulada. La luz oscila hacia adelante y hacia atrás entre el espejo de reflejo total y el acoplador de salida, hasta que se emite como láser. La longitud de onda de oscilación más común es de 10.6 μm **0.42 Mil**. La composición del gas es como sigue: <10% de CO<sub>2</sub>, aproximadamente 30% de nitrógeno (N<sub>2</sub>), un pequeño porcentaje de xenón (Xe), y el resto es helio (He). Los porcentajes de los componentes difieren entre los gases, y los componentes cambian de acuerdo con la construcción y las características del láser.

### 3: Láser de estado sólido (láser YAG, método de bombeo lateral)

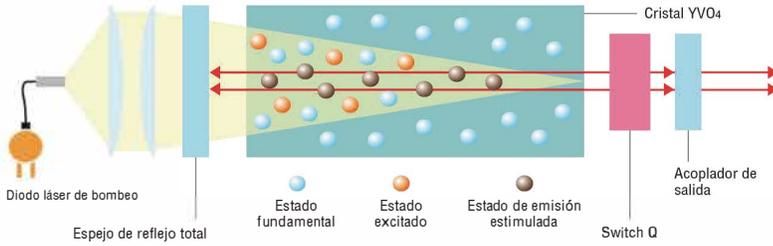


Los láseres YAG de método de bombeo lateral son láseres de estado sólido que utilizan cristales YAG como su medio de láser. El YAG (granate de itrio y aluminio) es un cristal que está dopado con Nd (neodimio). El oscilador se construye con diodos de bombeo láser dispuestos en paralelo, a cada lado del eje del cristal YAG. El resonador está construido con un par de espejos y un switch Q dispuesto entre ellos. La longitud de onda de oscilación es de 1064 nm. Gracias al método de bombeo lateral, la luz de bombeo se aplica sobre una amplia zona, por lo que es posible aplicar una alta cantidad de energía, y por tanto obtener una alta potencia de salida. El ancho de pulso es relativamente largo: de 100 nanosegundos a unos pocos milisegundos, lo que hace posible la generación de pulsos con gran cantidad de energía. Estos láseres se utilizan típicamente para el marcado, corte, grabado y soldadura de metales.

#### \* ¿Qué son los switches Q?

Los switches Q son elementos que pueden cambiar la dirección en la que se propaga la luz. Cuando el switch Q está encendido, la luz dentro del resonador se dobla, lo que previene que las oscilaciones sean liberadas fuera del resonador. En esta situación, no se producen oscilaciones (no hay emisión estimulada), por lo que el número de átomos excitados en el interior aumenta y la ganancia se hace mayor. Al apagar el switch Q, es posible hacer que la luz realice viajes de ida y vuelta dentro del resonador, el cual repentinamente amplificará los átomos excitados. Como resultado, la luz se emi

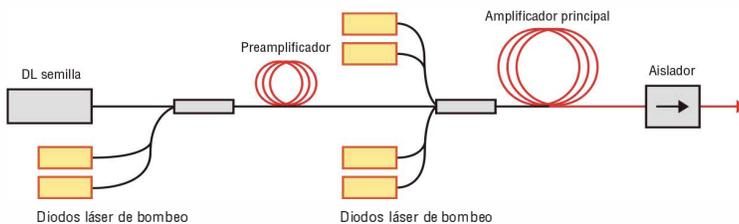
## 4: Láser de estado sólido (láser YVO<sub>4</sub>, método de bombeo fina)



Los láseres YVO<sub>4</sub> de método de bombeo final son láseres de estado sólido que utilizan cristales YVO<sub>4</sub> como su medio de láser. YVO<sub>4</sub> es un cristal de vanadato de itrio que se dopa con Nd (neodimio) de la misma manera como los láseres YAG. En este método, la luz de bombeo se aplica desde una cara del extremo del cristal YVO<sub>4</sub>. El resonador se compone de un par de espejos, con el cristal y el switch Q situados entre éstos. La longitud de onda de oscilación es de 1064 nm, la misma que la de Nd: Láser YAG. El alto factor de amplificación permite el uso de pequeños cristales, lo que hace que las oscilaciones sean más cortas que las de los láseres YAG. Por lo tanto, la luz realiza viajes de ida y vuelta a través del cristal en una duración más corta de tiempo, lo que conduce a aumentos repentinos en la intensidad de la luz. La ventaja de este tipo de láseres es que obtienen un alto pico y pulso corto, con una mayor eficiencia que los láseres YAG. Además, el grado de amplificación en el centro del cristal es grande y la luz láser generada es de modo único\*, lo que hace posible una emisión de láseres de alta calidad.

\* El modo único es el estado láser ideal en el que la luz se puede concentrar en el punto más pequeño en la posición del punto focal.

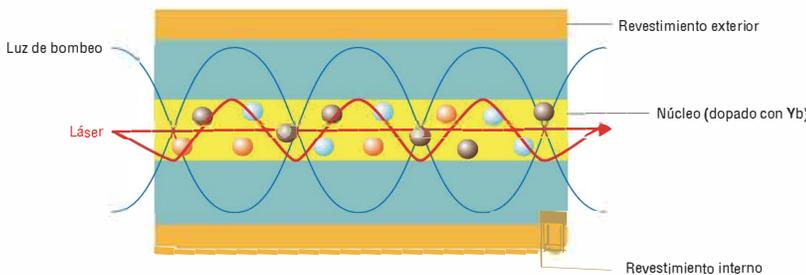
## 5: Láser de fibra



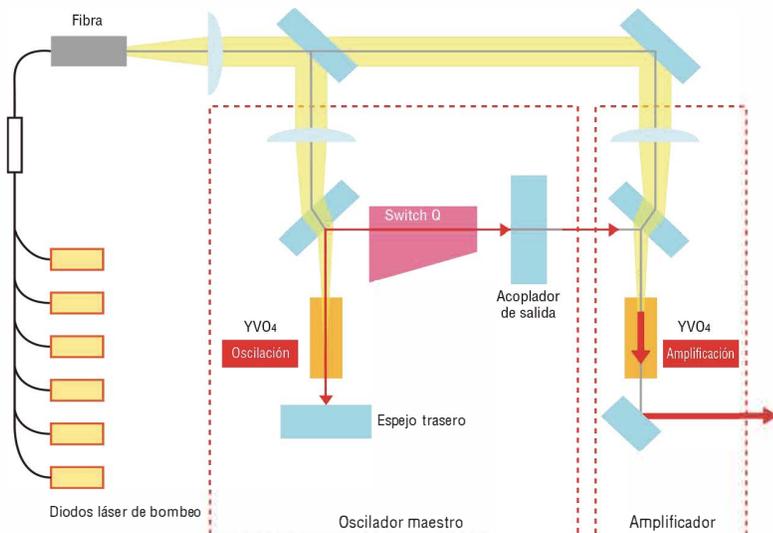
Los láseres de fibra utilizan fibras como su medio y emplean tecnología de amplificación de relé de comunicaciones de larga distancia, que se ha desarrollado para los láseres de alta potencia. Las fibras ópticas están compuestas por un núcleo que propaga la luz a lo largo del centro de la fibra y del revestimiento que envuelve concéntricamente al núcleo. Los láseres de fibra utilizan este núcleo como el medio de láser para amplificar la luz. El núcleo está dopado con Yb (iterbio).

En la composición general de un láser de fibra, se utiliza un diodo láser (DL semilla) para generar la luz de pulsos conocida como luz semilla, y dos o más etapas de amplificadores de fibra para amplificar la luz. Los diodos láser de bombeo se componen de múltiples diodos láser de emisor único (los cuales tienen cada uno una sola capa de emisión de luz). Los diodos láser entregan una potencia de salida baja, por lo que este sistema tiene la ventaja de disminuir la carga de calor, que permite una vida de servicio larga. Asimismo, el aumentar el número de diodos láser aumenta la potencia de salida del láser. Los láseres de fibra presentan una eficiencia de oscilación mayor y un consumo de energía menor que los láseres de estado sólido y de gas. Las fibras de amplificación (preamplificador y amplificador principal) se componen de tres capas: el núcleo y dos capas de revestimiento. La luz de bombeo viaja a lo largo del revestimiento interior y el núcleo dopado con Yb, que cambia los átomos dentro del núcleo a sus estados excitados. El láser se propaga mientras está encerrado en el núcleo. Cuanto más lejos viaje el láser, al tiempo que es amplificado por los átomos excitados, más intenso se convierte el mismo. La luz viaja en un solo sentido, sin realizar ningún viaje de regreso, lo que es diferente en los láseres de estado sólido y de gas.

### Construcción de fibra amplificadora



## 6: S-MOPA\* (original de KEYENCE)



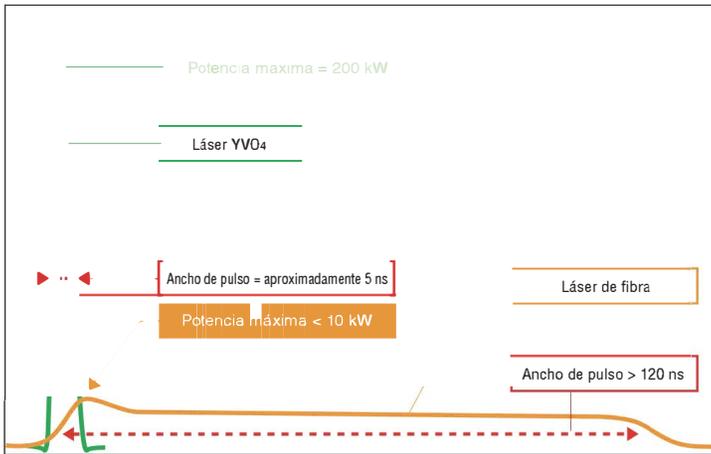
El S-MOPA de KEYENCE es un oscilador láser de siguiente generación, que combina la alta calidad y alta intensidad de los láseres YVO<sub>4</sub> con la larga vida útil y excelentes características de radiación de los láseres de fibra. Una característica única de los S-MOPA es su construcción de dos etapas, en la que un oscilador láser YVO<sub>4</sub> (oscilador maestro) se utiliza para generar el pulso, que después es amplificado por un amplificador YVO<sub>4</sub>. Esto hace posible amplificar el pulso generado por el oscilador maestro, mientras se mantiene la alta potencia de pico y alta calidad del pulso. Se utilizan además diodos láser de bombeo de un solo emisor —una ventaja de los láseres de fibra—, que proporcionan una densidad de calor menor que los diodos láser multiemisor (diodos láser que contienen múltiples superficies emisoras de luz en un solo chip semiconductor) de los láseres de estado sólido. Esto permite que el S-MOPA de KEYENCE tenga una larga vida útil, a pesar de ser un láser de estado sólido.

### \* Amplificador de potencia de oscilador maestro de estado sólido:

El haz de alta calidad de los osciladores láser YVO<sub>4</sub> se utiliza tal cual, y una salida de alta potencia se hace posible gracias a la combinación de este haz con la tecnología de amplificación utilizada por los láseres de fibra. Una larga vida de servicio se logra mediante el uso de un solo emisor, que tiene una alta disipación de calor, como el diodo láser (DL).

# 6. Características del pulso y efectos en piezas de trabajo

## 1: Pulsos de láseres YVO4 y de fibra



Hasta ahora, hemos hablado de una amplia variedad de estructuras láser. A continuación, veamos la diferencia entre los pulsos de láseres YVO4 y de láseres de fibra. Las principales diferencias entre los láseres YVO4 y los de fibra son sus potencias pico y anchos de pulso. La potencia pico es la intensidad de la luz. El ancho de pulso es la duración de la luz. Los láseres YVO4 tienen la característica de crear fácilmente luz con un pico alto y pulso corto. Los láseres de fibra tienen la característica de crear fácilmente luz con un pico bajo y pulso largo. Al someter materiales a un láser, los resultados del procesamiento varían considerablemente, dependiendo de las diferencias del pulso.

## 2: Efectos sobre materiales

	Láser YVO4	Láser de fibra
<b>Marcado de contraste en resina blanca</b>		
<b>Marcado de niquelado</b>		
<b>Grabado en acero inoxidable</b>	 	 

• Debido a que los pulsos del láser YVO4 someten el material a luz de alta intensidad durante períodos cortos de tiempo, una zona poco profunda de la capa superficial se eleva rápidamente a una temperatura alta, que luego se enfría inmediatamente. Esto conduce a la formación de burbujas y a un grabado de poca profundidad gracias a la evaporación. Dado que la exposición a la luz termina antes de que el calor se transfiera a la superficie adyacente, el efecto del calor sobre las zonas circundantes es pequeño.

• Los pulsos de los láseres de fibra someten el material a luz de baja intensidad durante períodos de tiempo más largos. La temperatura del material se eleva lentamente, por lo que el material se mantiene en un estado líquido, en el que el material se evapora durante un período de tiempo más largo. Este tipo de láseres sobresale en el grabado profundo, la oxidación del metal a través de la aplicación de grandes cantidades de calor, y el marcado de caracteres negros.

# PRUEBAS DE MARCADO Y PROCESAMIENTO DISPONIBLES DE FORMA GRATUITA

---



Nuestros clientes tienen acceso a estos servicios de prueba, proporcionados por personal dedicado. Para solicitar una prueba, visite el sitio web de Vitalmax o póngase en contacto con la oficina Vitalmax más cercana.



MARCADO



PROCESAMIENTO