

JOSÉ LUIS MOLPECERES CRIADO.

Licenciado en Ciencias Físicas

FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA TECNOLOGÍA LÁSER

INTRODUCCION.

El láser, luz de características tremendamente peculiares, ha sido definido tradicionalmente como una gran solución en busca de problemas a resolver.

Desde la aparición de las primeras fuentes de luz láser (1960), quedó patente su enorme potencial práctico sin que hasta el momento se haya establecido el límite de sus aplicaciones.

LA NATURALEZA DE LA LUZ

Los estudios encaminados a explicar la naturaleza de la luz fueron objeto de debate durante años entre filósofos y científicos. Dos hipótesis se desarrollaron de forma paralela desde mediados del siglo XVII. La primera de ellas se denominó teoría corpuscular, por considerar que la luz debía ser el resultado de la proyección o emisión de partículas luminosas. La segunda, teoría ondulatoria, consideraba la luz como una perturbación de tipo ondulatorio que se propaga desde el foco luminoso hasta el receptor.

El desarrollo de la teoría electromagnética contribuyó a resaltar esa aparente doble naturaleza de la luz, según la cual ésta se comporta en su propagación como una perturbación ondulatoria, pero sus interacciones con la materia son fenómenos de tipo corpuscular. La síntesis de las dos viejas hipótesis, al parecer irreconciliables, fue la obra revolucionaria de Luis de Broglie (1924), autor de la teoría de la dualidad onda-corpúsculo que explica la naturaleza de la luz y de la radiación electromagnética en general.

LA LUZ LASER

La radiación electromagnética es una forma de energía cuyas manifestaciones más fácilmente reconocibles son la luz (radiación visible) y el calor radiante (radiación infrarroja). Otras manifestaciones menos conocidas son la radiación ultravioleta, los rayos X o las microondas.

Su manifestación en forma de radiación láser se caracteriza por estar compuesta de paquetes de ondas electromagnéticas que tienen todos la misma longitud de onda (monocromaticidad), la misma frecuencia de vibración y están en fase unos con respecto a otros

(coherencia). Una fuente de radiación láser emite un haz de rayos luminosos que se propaga en una única dirección del espacio. La alta energía asociada al haz se puede concentrar, por tanto, en una pequeña zona del espacio. La densidad de energía en esa zona puede ser tan grande, que un haz láser de la apropiada longitud de onda puede ser utilizado, por ejemplo, para realizar finos cortes en una plancha de acero.

CARACTERIZACION DE UN HAZ LASER

Podemos caracterizar un haz láser por los siguientes aspectos:

- Longitud de onda de emisión
- Duración de la emisión, que puede ser continua o pulsada.
- Potencia o energía de salida.
- Diámetro del haz.
- Divergencia

FUENTES DE LUZ LASER Y MECANISMOS DE FUNCIONAMIENTO

El termino láser es el acrónimo de las palabras inglesas Light Ampification by Stimulated Emission of Radiation (Amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación). Para comprender el funcionamiento debemos considerar los elementos básicos de los que consta un láser:

El sistema de bombeo, encargado de suministrar energía al material que va a producir la emisión estimulada, siendo los más comunes:

- a) Bombeo óptico.
- b) Bombeo por descarga eléctrica

El medio activo, en el cual se producirá la emisión estimulada de radiación.

La cavidad óptica, que es el recinto donde se amplificará la radiación.

TIPOS DE LASERES

Los diferentes tipos de láseres se clasifican atendiendo a la naturaleza de su medio activo:

- **Láseres de medio activo gaseoso:** láseres de He-Ne, de CO₂, de N₂, de excímeros
- **Láseres de estado sólido**, cuyo medio activo consiste en un cristal dopado artificialmente con iones de otro material. Láser de Nd: YAG.
- **Láseres de semiconductores:** El medio activo está constituido por un diodo con una elevada concentración de impurezas.
- **Láseres de colorantes:** El medio activo es generalmente una solución alcohólica de sustancias orgánicas (colorantes).

INSTALACIONES LASER PARA EL PROCESADO DE MATERIALES

Cuando la energía de un haz láser se focaliza sobre una pieza de trabajo, una parte de la misma es absorbida, produciéndose calor que puede vaporizar, fundir o transformar el material que compone la pieza. Este tipo de efectos se conoce como procesamiento de materiales. Actualmente destacan en este campo el corte, la soldadura, los tratamientos superficiales, el marcado y la limpieza de materiales.

Los elementos principales de una instalación para el procesamiento de materiales con láser son:

- La fuente láser, incluido su sistema de refrigeración, alimentación eléctrica y control
- La vía óptica de transporte del haz, mediante un sistema periscopio de espejos o mediante fibra óptica
- El sistema de focalización o colimación.
- El puntero láser visible de baja potencia.
- El sistema de movimiento del haz sobre la pieza.
- El equipo auxiliar para el proceso.
- Los sistemas de seguridad en el equipo.

SEGURIDAD EN INSTALACIONES LASER

Igual que sucede con cualquier herramienta, el láser exige guardar ciertas normas de seguridad. La alta energía asociada al haz láser puede causar daños importantes en los tejidos oculares y en la piel, en caso de producirse contacto con ellos. En muchas ocasiones, el proceso de bombeo necesario para producir la emisión láser se realiza con la ayuda de fuentes de alta tensión que implican riesgos de

tipo eléctrico. Los procesos de refrigeración del medio activo llevan asociados riesgos de tipo criogénico.

Los láseres no forman un grupo homogéneo al que se puedan aplicar normas de seguridad comunes. Una forma de simplificar el problema es clasificarlos en grupos de riesgo.

- Láseres de clase 1: Son láseres intrínsecamente seguros.
- Láseres de clase 2: Láseres de poca potencia que emiten radiación visible.
- Láseres de clase 3A: La visión directa de un haz láser de clase 3A con ayuda de dispositivos ópticos puede ser peligrosa.
- Láseres de clase 3B: La visión del haz desenfocado por reflexión difusa no es peligrosa.
- Láseres de clase 4: Estos láseres producen reflexiones difusas peligrosas.

El uso de fuentes láser de la clase 3B y 4 exige el establecimiento de medidas de protección ocular. Adicionalmente, se prestará atención a la protección de la piel cuando se trabaje con láseres de clase 4.

APLICACIÓN DE LOS LASERES A LA RESTAURACION

En los últimos años se ha demostrado que la radiación láser de una cierta longitud de onda y emitida en pulsos de muy corta duración tiene efecto no destructivo en la limpieza de ciertos materiales, entre ellos la piedra.

El efecto de la radiación láser sobre el material depende, entre otros factores, del tipo de emisión de la fuente láser. Así, un láser de emisión continua o de pulsos muy largos puede producir evaporación, combustión o disociación química de los materiales, mientras que los láseres de pulsos cortos (del orden del nanosegundo) producen fundamentalmente ondas de choque y fenómenos mecánicos.

El mecanismo mediante el cual se produce la desincrustación de la suciedad se basa en la diferencia de absorción óptica de distintos materiales. La capa de suciedad depositada en el sustrato absorbe prácticamente toda la energía que le llega en forma de radiación, mientras que la piedra absorbe una cantidad despreciable de energía. Esto hace que, usando una densidad de energía adecuada, podamos eliminar la costra sin dañar la piedra.

La limpieza tiene lugar por la combinación de varias acciones. Estas son las más importantes:

- Vaporización explosiva.
- Expansión térmica.

El proceso de limpieza es tal que una vez eliminada la suciedad, la interacción del láser con la piedra es muy débil, no se elimina más material y la limpieza termina.

Para alcanzar una limpieza óptima mediante radiación láser, es necesario encontrar los parámetros más adecuados: longitud de onda, la duración del pulso, la densidad de energía y la frecuencia de repetición de los pulsos.

CONCLUSION

Desde la invención del láser en los años 60, las aplicaciones del láser se han ido ampliando alcanzando al mundo del arte, y sobre todo al de la restauración. Capaz de confinar en una región muy concreta del espacio toda su energía, un láser puede emitir elevados picos de potencia, en pulsos breves, que permitan el proceso de limpieza de la piedra.