

EL LÁSER DE NITRÓGENO (N₂)

Desarrollo de un prototipo didáctico de Láser

J. Serratos, R. Trujillo, J. Vázquez, A. Camacho¹.

¹Universidad Tecnológica de León, León, Guanajuato, 37670, México,
adriene_mmii@yahoo.com.mx

RESUMEN Se presenta el diseño, construcción y prototipo funcionando del láser de nitrógeno, los cuales son económicos y fáciles de instrumentar por estudiantes sin experiencia previa. Se mencionarán algunas aplicaciones didácticas de estos láseres que pueden construirse a muy bajo costo. En resumen es la aplicación tecnológica de principios científicos en el ámbito del hacer.

1. INTRODUCCIÓN

La finalidad de las Universidades Tecnológicas es que el alumno se lleve herramientas prácticas para resolver problemas sociales y productivos, por lo que la aplicación de las diversas teorías del conocimiento humano se confirman en la práctica, como es el caso de involucrar a los jóvenes al conocimiento científico, para convertirlo en tecnología aplicada, de tal manera vinculamos las teorías con la tecnología, para satisfacer necesidades de algunas empresas del ramo de la transformación.

La construcción de este láser viene a solucionar un problema de índole didáctico, es decir aprender como funciona, elementos que lo componen, modificaciones a realizar etc. Esto para la mejor comprensión de esta fuente de energía y aplicarlo en fotografía de alta velocidad, fotoquímica, espectroscopia, diagnóstico de plasmas.

Algunas de las aplicaciones donde se encuentran los láseres en general son: industrial, alineamiento, medida y control, procesamiento de materiales, aplicaciones de artes gráficas, comunicaciones, procesamiento de la información, holografía e interferometría, medida de distancias, visión nocturna, espectáculos como el cine, discotecas y conciertos de música entre otras¹. Con ello proporcionará al alumno un panorama amplio de acción donde laborar.

2. DESCRIPCIÓN Y APLICACIÓN

El láser es un equipo que genera y amplifica luz extremadamente coherente y monocromática. El haz de luz generado es uniforme y fácil de enfocar. La intensidad de la radiación puede variarse mediante la fuente de alimentación o la óptica del láser. El haz puede dirigirse por medio de espejos y guías de ondas ópticos, así como conducirse a puntos no accesibles².

Las características inherentes de un material determinan el modo y la naturaleza de la radiación y la absorción de la luz. Por este motivo, la potencia y los parámetros de funcionamiento de un láser siempre tienen que adecuarse al material y la aplicación. El láser de potencia media (de 20 a 350W) utiliza para grabar o cortar materiales de poco espesor. El corte o la soldadura de materiales de mayor espesor requiere potencia superiores a los 400 W¹.

El haz láser se enfoca y se orienta hacia la pieza o lugar donde se desea trabajar, por medio de un sistema de espejos y lentes. La mancha enfocada tiene un diámetro de 0.15 a 15 mm, cuanto menor es esta mancha, tanto mayor es la densidad de energía concentrada en la pieza. Con una elevada densidad de energía se obtienen productos limpios, sin virutas y reducida pérdida de material. De ello también resulta una reducción de los costos. Existen láseres muy diversos, dependiendo de la aplicación para la cual están diseñados. Hay láseres de muy baja potencia para leer códigos de barras en supermercados, los utilizados en los lectores de Compact Disc, CD-ROM para computadoras, punteros láser para la presentación durante conferencias, hasta láseres de muy alta potencia para cortar acero, taladrar cerámica y soldar carrocerías. Como no es más que una luz muy intensa, tiene la ventaja de que no se embota ni se atasca, como las sierras y brocas mecánicas. Para cada aplicación hay un láser, la potencia y la longitud de onda deben ser las adecuadas para cada trabajo a realizar.

3. PROCESO DE ELABORACIÓN

Se han desarrollado láseres de N_2 que si bien emiten en el ultravioleta en forma pulsada, cuya longitud de onda es 337.1 nm. Su construcción es relativamente simple, rápida, compacta y económica con componentes de fácil adquisición y al construirlos permite a los estudiantes familiarizarse con diversos temas de física sobre descargas gaseosas y de ingeniería en las consideraciones de diseño para su estudio y comprensión.³ Todo láser consta de tres partes fundamentales: el medio amplificador o medio activo, la fuente de excitación y la cavidad óptica. En el caso del láser de Nitrógeno que se desea construir, el medio activo es el nitrógeno contenido en la cámara de descarga. La fuente junto con un circuito de excitación, genera una descarga eléctrica pulsada de alta tensión que excita al gas.

La descarga puede ser axial o transversal, es decir, dependiendo de la configuración de los electrodos y, por lo tanto, del campo eléctrico, la emisión puede tener una dirección igual a la del campo (axial), o perpendicular al mismo (transversal o de campo cruzado). Las partes fundamentales para la construcción de estos láseres de N_2 son: la cámara, los capacitores, el disparador (o spark gap), la fuente de alto voltaje; estas partes formarán, junto con la base, el cuerpo del láser.

4. INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Las formas más simples de instrumentar los componentes de estos láseres se esquematizan en la siguiente Fig. 1 y se presenta en el proceso de construcción y operación.

Los electrodos son de tubo de cobre de 27 cm de largo y 6 mm de diámetro, estos tienen separación variable de 0.1 a 5 mm y están sujetos por tornillos que permiten su alineación para ubicarlos paralelos a una cámara de acrílico por donde se hace fluir homogéneamente nitrógeno comercial. Si bien se han utilizado electrodos más largos, se recomienda comenzar con los de 6 cm porque se facilita la alineación de los mismos. Los capacitores planos fueron placas de cobre de doble cara de 30 cm de ancho por 30 cm de largo. La inductancia es de 13.8 mH. La llave rápida (spark-gap) puede ser construida con una bujía de ignición y un tornillo de ajuste para controlar la distancia de descarga de los capacitores⁴⁻⁵.

Fuente de alta tensión

Alimenta al circuito de excitación del láser, puede ser construida simplemente con un transformador de alta tensión, rectificando con un puente de diodos. La fuente que aquí se describe es de tensión y frecuencia variable esquematizada en la Fig 2. Está diseñada basándose en un circuito de salida horizontal de un televisor, donde se hace oscilar a un transformador (fly-back) a una frecuencia de 20 KHz, que es establecida por un generador de onda cuadrada alimentado por una fuente rectificada en onda completa y estabilizada por un regulador de voltaje. La tensión de salida del transformador se eleva para finalmente aplicar una tensión, sobre los capacitores del circuito Blumlein, variable de 0 a 13.8 kV

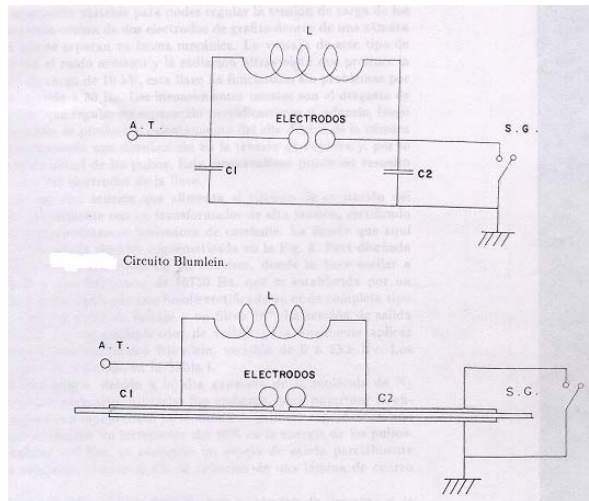


Fig. 1 Circuito Blumlein, Esquema del láser construido

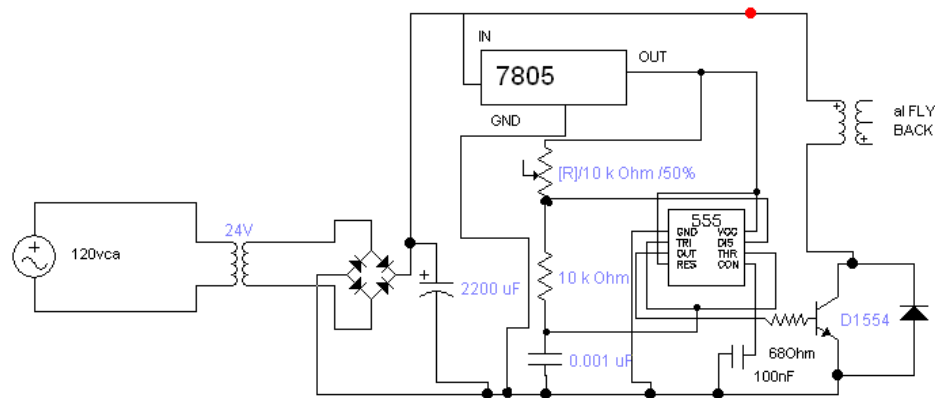


Fig. 2 Fuente de alta tensión variable.

Cavidad Óptica

Con respecto a la cavidad óptica, debido a la alta ganancia de la molécula de N_2 (50 dB/m) no es estrictamente necesario utilizarla. Como sugerencia, para aumentar la eficiencia, resulta útil colocar un espejo plano de aluminio de primera superficie en uno de los extremos, con lo que se obtiene un incremento del 80% en la energía de los pulsos.

Modo de operación

La forma de operación es simple, se hace fluir N_2 por la cámara de descarga y se enciende la fuente de alimentación a una tensión de 10 kV. Los electrodos deben estar alineados, porque de lo contrario se establecen arcos entre ellos que consumen toda la energía, evitando la amplificación. Otra causa de la

aparición de arcos, son irregularidades en los electrodos, por lo que se recomienda pulirlos antes de instalarlos. Debe lograrse una descarga uniforme plana de color violeta que debe verse a través de una lámina de vidrio o algún otro material transparente que absorba el ultravioleta para evitar daño en los ojos. Una vez obtenida esta descarga el sistema comienza a funcionar.

Mantenimiento

Para el desgaste de los electrodos es conveniente monitorear periódicamente la separación entre los mismos. Después de un tiempo prolongado de uso, se produce un calentamiento del aire dentro de la cámara que reduce la resistencia provocando una disminución de la tensión de ruptura y, por lo tanto, inestabilidades en la amplitud de los pulsos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 V. Aboites, El láser, No. 157 Fondo de Cultura Económica. México. 1998. págs. 93
- 2 V. Aboites, Láseres, Una Introducción, Centro de Investigaciones en Optica A.C. México, 1991, págs 226
3. M.Villagrán “Láseres de N₂ para fines didácticos”, Rev. Méx Fis 40 No. 6 (1994) págs. 935-945.
4. A. A.Huerta, E. Bautista, L.J.Villegas , and M.Villagrán, “High voltaje pulse generators and spark gap for gaseous discharge control”, Rev. Méx. Fis. 41 No. 3 (1995) 408 - 418
- 5.A. Vázquez Martínez , V.Aboites, “Experimental optimization of a nitrogen laser”., Rev. Méx. Fís 39 No.3 (1993) págs 396 - 408