

LÁSER ESTABILIZADO
Desarrollado en el Centro
Nacional de Metrología
Julio, 1997

STABILIZED LASER
Developed at CENAM
July, 1997

Jorge Blancas Núñez

Centro Nacional de Metrología (CENAM)

Email: jblancas@cenam.mx

En la División Tecnológica del Cenam, se ha desarrollado un láser helio-neón estabilizado al yodo, el cual es la base de la definición actual del metro. Sin duda, este proyecto es un gran avance tecnológico para México, ya que lo pone al mismo nivel que los países desarrollados en materia de metrología dimensional.

Se trata de un láser estabilizado en longitud de onda, mediante el método conocido como de la tercera armónica o tercera derivada. Este método consiste en detectar la potencia de salida, a una frecuencia tres veces mayor que la aplicada en la modulación de la cavidad. La celda de yodo dentro de la cavidad láser, cuando se encuentra en los $15 \pm 0,2$ C, opera como un filtro muy selectivo, generando espigas de absorción con un ancho de banda de alrededor de los 5 MHz, ancho de banda pequeño comparado con el ancho de banda de la emisión láser que oscila en las decenas de megahertz. La potencia de estos láseres se encuentra alrededor de los 100 milliwatts, así que la componente de tercera armónica no sobrepasa el milliwatt de potencia; esta componente debe ser captada por un fotodiodo de alta sensibilidad para posteriormente, extraerle la frecuencia fundamental y los armónicos no deseados, y pueda ser recuperada mediante un amplificador selectivo a la fase. La señal obtenida se utiliza para compensar la longitud de la cavidad, cuyo valor nominal es de 330 mm, ya que esta señal varía proporcionalmente a la desviación en longitud de onda.

Para su realización, se diseñaron y construyeron los circuitos electrónicos de control utilizando la moderna tecnología digital, lo que se traduce en una mayor inmunidad al ruido y a los cambios térmicos, logrando así el desempeño y la confiabilidad requerida de un patrón de longitud.

In the Technology Division of CENAM, a He-Ne stabilized laser has been developed, which is currently the basis for the definition of the Meter. This project is, no doubt, a great technological advance for Mexico, because it sets the country at a similar technological level as that of industrialized nations, in the field of dimensional metrology.

This is a laser stabilized for wavelength, by means of a method known as the third harmonic or the third derivative. This method consists of the detection of the output power at a frequency three times greater than that applied for the modulation of the laser cavity. The iodine cell within the laser cavity, when it is set at a temperature of $15 \pm 0,2$ °C, operates as a very selective filter, which generates absorption spikes with a band width of about 5 MHz, which is a small band width, when compared to the band width of the laser emission, which oscillates in the MHz decades. The power of these lasers is of about 100 mW, so the third harmonic component is always within the milliwatt power range. This component must be sensed by a high sensitivity photodiode, in order to extract from it the fundamental frequency as well as the undesirable harmonics, and then recovered by means of an amplifier selective to phase. The signal obtained is used to compensate for cavity length, which has a nominal value of 330 mm, because this signal has a variation that is proportional to the wavelength deviation.

For its realization, the control electrical circuits were designed and built using spear-head digital technology, which results in a better immunity to noise and thermal changes, thus achieving the reliability and performance necessary for this kind of length measurement standards.

La cavidad láser que se construyó en el CENAM, tiene la particularidad de ser una estructura mecánica fabricada con barras de invar, que es un metal de bajo coeficiente de expansión térmica; la estructura aloja y permite la alineación precisa de los espejos, la celda de yodo y el tubo de helio-neón.

Este sistema láser (CENAM 3) se ha comparado satisfactoriamente, mediante el método de modulación de frecuencias, con los otros dos láseres con que cuenta el CENAM; el primero de ellos (CENAM 1) se adquirió a un proveedor comercial, el segundo (CENAM 2) es una versión híbrida en el que una estructura mecánica y una óptica fabricadas en el CENAM son controladas por una electrónica comercial.

El proyecto fue sin duda, además de una agradable experiencia por el trabajo en equipo que representa, un reto sobre todo en los requerimientos de diseño de la mecánica de precisión, el delicado manejo de señales eléctricas de bajo nivel y la óptica involucrada. Por lo que nos sentimos orgullosos de haber participado en el primer sistema láser estabilizado hecho totalmente en Iberoamérica.

The laser cavity built at CENAM, has the particular characteristic of being a mechanical structure for which invar bars was used in its construction, which is a metal of very low thermal expansion coefficient. This structure houses and allows for a precise alignment of mirrors, of the iodine cell and of the He-Ne tube.

This laser system (CENAM 3) has compared satisfactorily when the frequency modulation method is used, with the other two lasers available at CENAMÉ; the first of them (CENAM 1) was purchased from a commercial supplier, the second (CENAM 2) is a hybrid where a mechanical and an optical structure, both built at CENAM, are controlled by a commercial electrical circuit.

Aside from being a delightful experience in regard to team-work, this project was undoubtedly a challenge in terms of precision mechanical design, in terms of the delicate management of low power electrical signals and the optics involved. Thus, we are proud of having participated in the construction of the first stabilized laser system ever built completely in Latin America.

