

Unidad: metro (m).
 Materialización: láser estabilizado en frecuencia por medio de espectroscopia saturada de la molécula de yodo $^{127}\text{I}_2$ operando a una longitud de onda de $\lambda = 632,991\,398\,22\text{ nm}$
 Incertidumbre expandida: $\pm 5 \times 10^{-11}$ (para un factor de cobertura $k=2$).

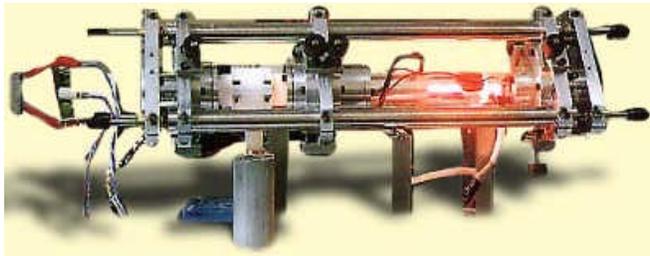


Figura 1 - Láser estabilizado en frecuencia al $^{127}\text{I}_2$ desarrollado en el CENAM

APLICACIÓN

El CENAM cuenta con un conjunto de tres instrumentos de este tipo, con el fin de mantener a lo largo del tiempo, mediante comparaciones periódicas entre ellos, la frecuencia de referencia y por lo tanto, la longitud de onda de referencia en el vacío.
 Con los láseres estabilizados que conforman el patrón nacional de longitud, se realizan calibraciones de láseres He-Ne a 633 nm cuya estabilidad es inferior a la del patrón. Esta calibración se realiza por el método heterodino para la comparación de frecuencia, lo cual permite obtener alta exactitud en los valores de calibración. A su vez, los láseres calibrados con el patrón nacional realizan mediciones interferométricas de bloques patrón plano paralelos, maquinas de medición por coordenadas, maquinas de redondez, rugosidad superficial, patrones industriales y calibres de alta exactitud.

De tal forma que todas las mediciones de longitud y ángulo, se refieren al patrón nacional mediante una cadena de trazabilidad y diseminación de la unidad de longitud (figura 2).

ALCANCE

Con métodos de comparación de frecuencia, los láseres estabilizados al yodo calibran láseres a la misma longitud de onda nominal, sin embargo empleando arreglos interferométricos (lambdámetro) se extiende el intervalo de calibración a toda la región visible del espectro electromagnético permitiendo de esta manera la calibración de láseres estabilizados de diferentes longitudes de onda. Una vez que se tiene la posibilidad de transferir la exactitud a estos láseres, se garantiza el respaldo del patrón nacional a las mediciones de longitud más frecuentes en la industria e investigación.

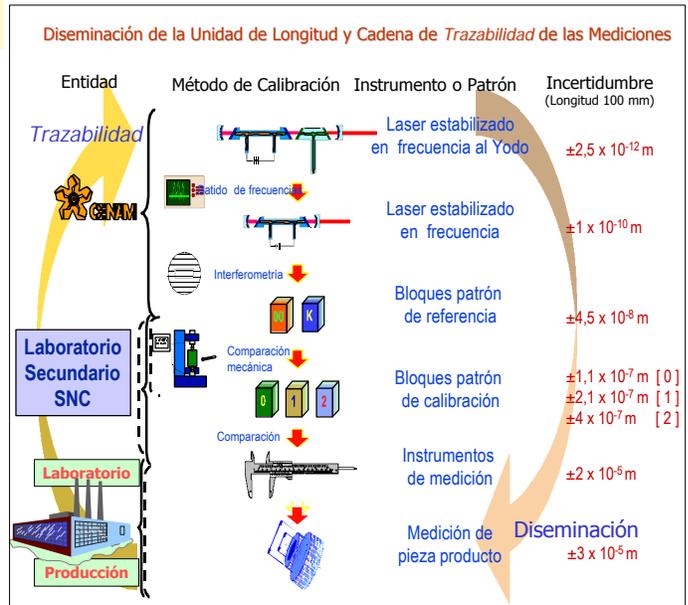


Figura 2 - Diseminación de la unidad de longitud.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Trazabilidad

La unidad de longitud depende de una constante de la naturaleza ya que los niveles energéticos (equivalentes a valores definidos de frecuencia) de las transiciones de la molécula de yodo no cambian con el tiempo, sin embargo, para asegurar su reproducibilidad es necesario mantener condiciones controladas en los láseres estabilizados (presión del vapor de yodo, potencia óptica de láser y sistema electrónico de control). El valor de la frecuencia de las transiciones es medido directamente con relojes atómicos y por lo tanto la unidad de longitud es trazable al patrón nacional de tiempo.

Mantenimiento

El Comité Consultivo de Longitud (CCL, antes CCDM, Comité Consultivo para la Definición del Metro), en sus recomendaciones de 1992, adoptadas por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), enuncia varias fuentes de radiación láser apropiadas para la realización del metro. Estas radiaciones son de diversos tipos y longitudes de onda, sin embargo la más ampliamente utilizada es la del láser de Helio-Neón estabilizado a una frecuencia de $\approx 473\text{ THz}$, cuya longitud de onda en el vacío (λ) correspondiente a esta frecuencia es la longitud patrón y su valor es de $\approx 633\text{ nm}$.

El programa de conservación y mantenimiento de los láseres patrón se basa en mediciones periódicas de la frecuencia de estos láseres. Para tal efecto, se desarrollan los métodos y mediciones necesarias para determinar si alguna variable del láser ha cambiado reflejándose en pequeñas desviaciones en frecuencia.