

Patrón Primario de Frecuencia de Átomos Fríos, CENAM CsF-1



División de Tiempo y Frecuencia
CENAM



Tiempo y Frecuencia

Contenido

Introducción

Trampa Magneto Óptica de Cs

Región de Vuelo

Sistema Óptico

Oscilador Local

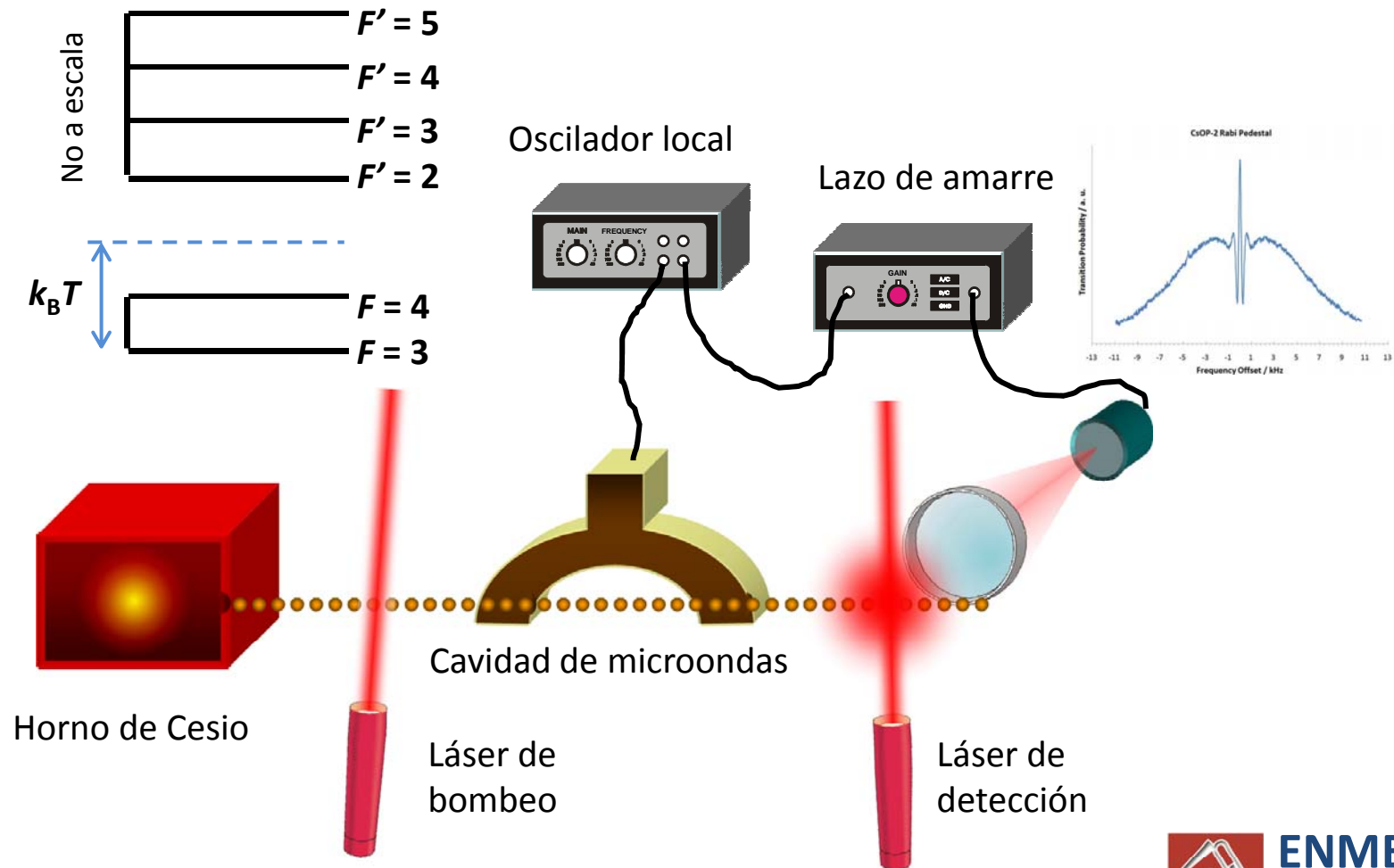
Conclusiones



Tiempo y Frecuencia

Introducción

Reloj atómico de haz térmico con bombeo óptico





Tiempo y Frecuencia

Limitaciones de un Patrón Primario de Frecuencia

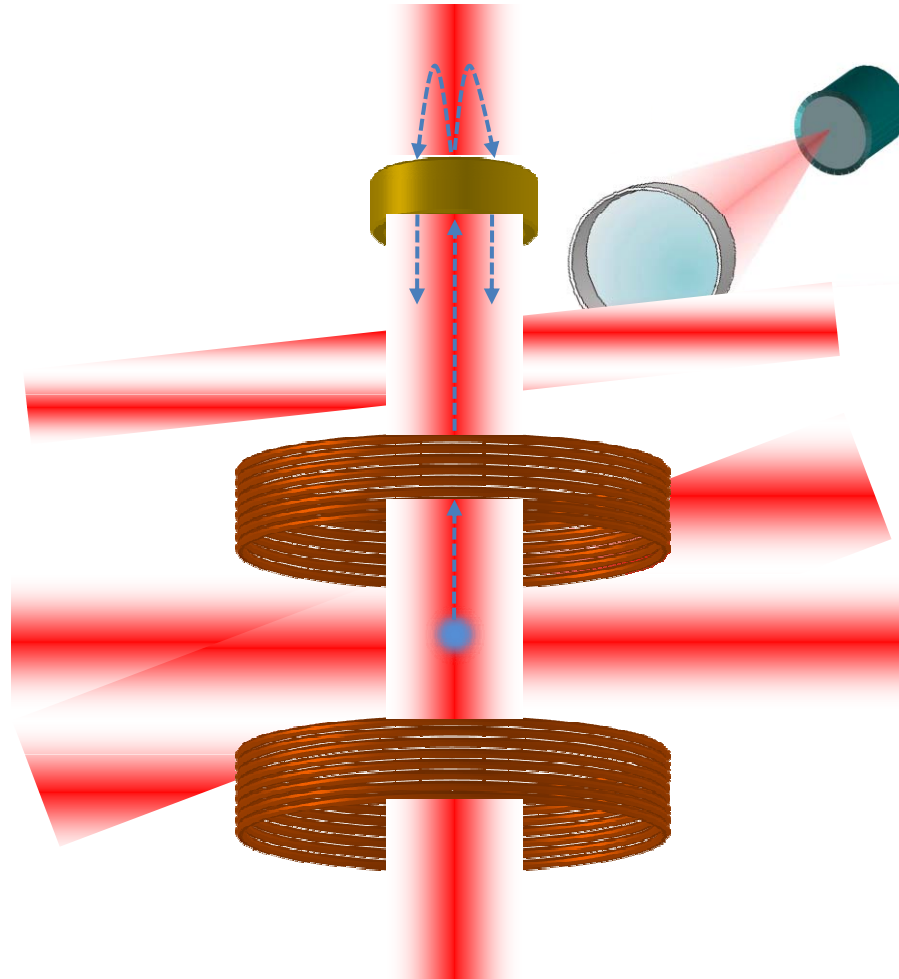
El principio de incertidumbre de Heisenberg

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2} \quad E = h\nu$$

$$\Delta \nu \approx 100 \text{ Hz}$$

Incertidumbre en la reproducción del segundo $\approx 1 \times 10^{-13} - 1 \times 10^{-14}$

Cavidades más grandes o átomos más lentos?



$$\Delta\nu \approx 1 \text{ Hz}$$

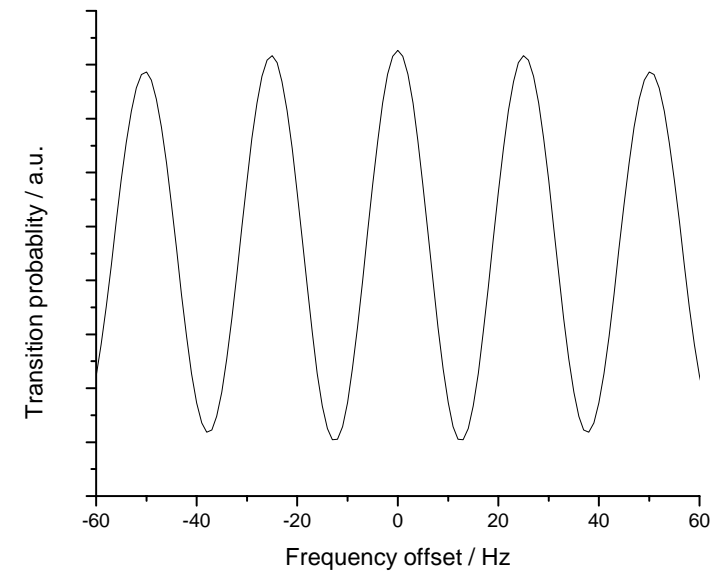
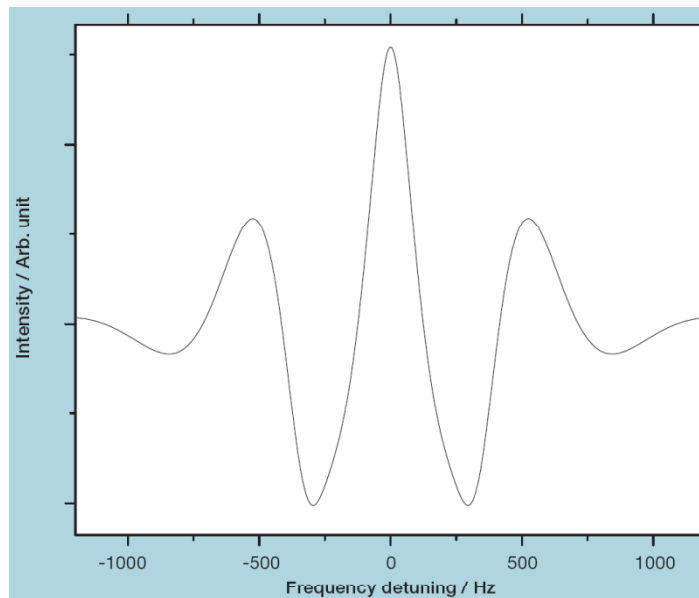
Incertidumbre

$$\approx 1 \times 10^{-15} - 1 \times 10^{-16}$$

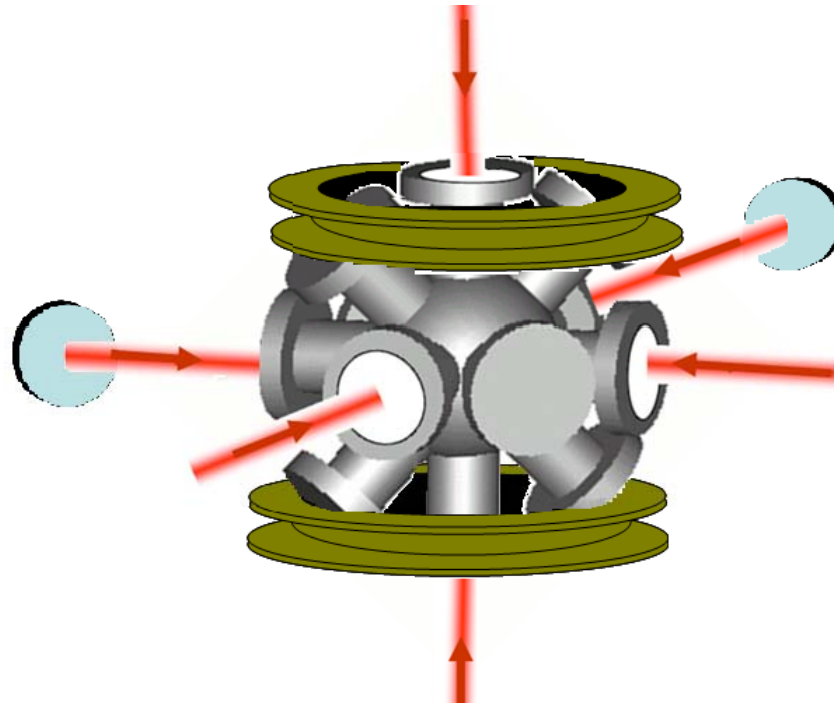


Tiempo y Frecuencia

Reloj de Haz Térmico Vs Fuente Atómica



CENAM CsF-1: Trampa Magneto Óptica



Características:

Esfera de 15 cm de diámetro de acero inoxidable de 12 puertos.

Ventanas con cubierta antirreflejante, transmisión mayor a 99 % para 852 nm.

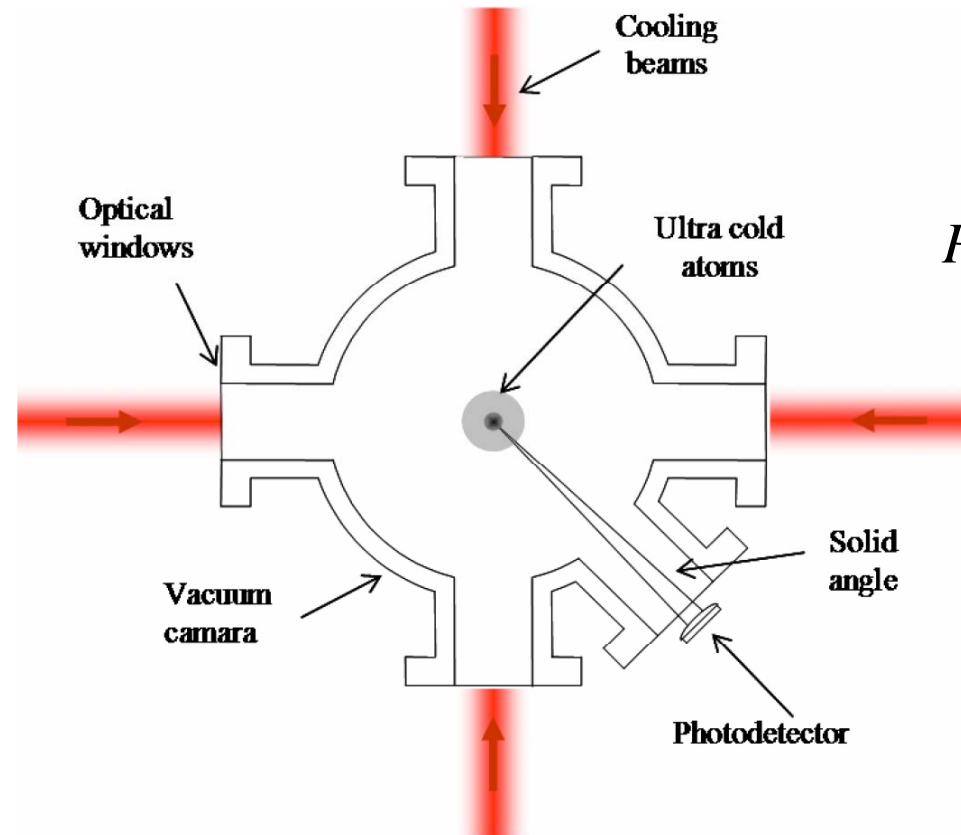
Dos bobina en configuración anti-Helmholtz, 15 cm de radio, 2 A.



Tiempo y Frecuencia

CENAM CsF-1: Trampa Magneto Óptica

Caracterización: Número de átomos atrapados



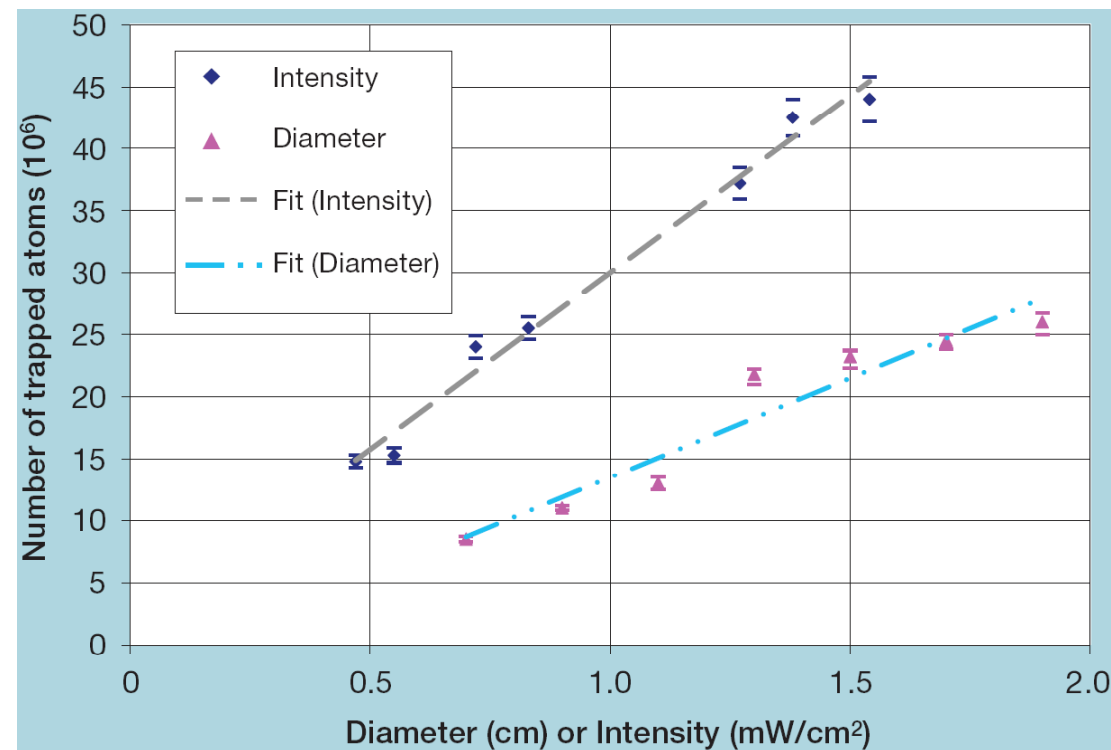
$$P = \Omega N r h \nu$$



Tiempo y Frecuencia

CENAM CsF-1: Trampa Magneto Óptica

Caracterización: Número de átomos atrapados

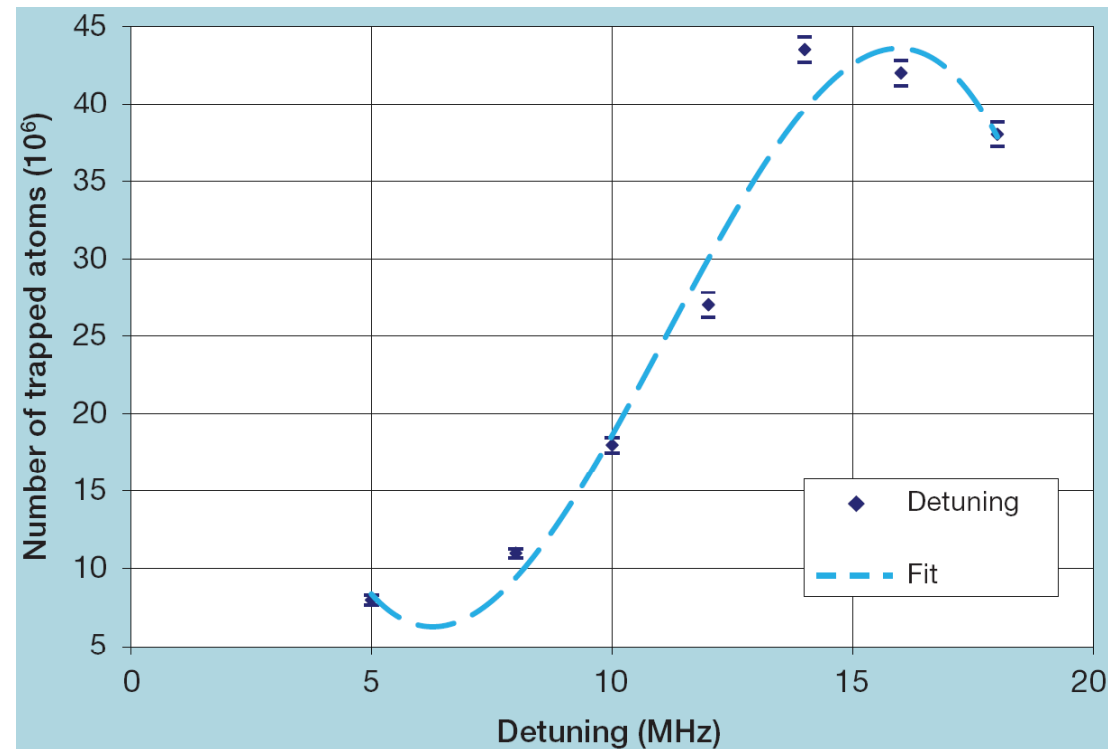




Tiempo y Frecuencia

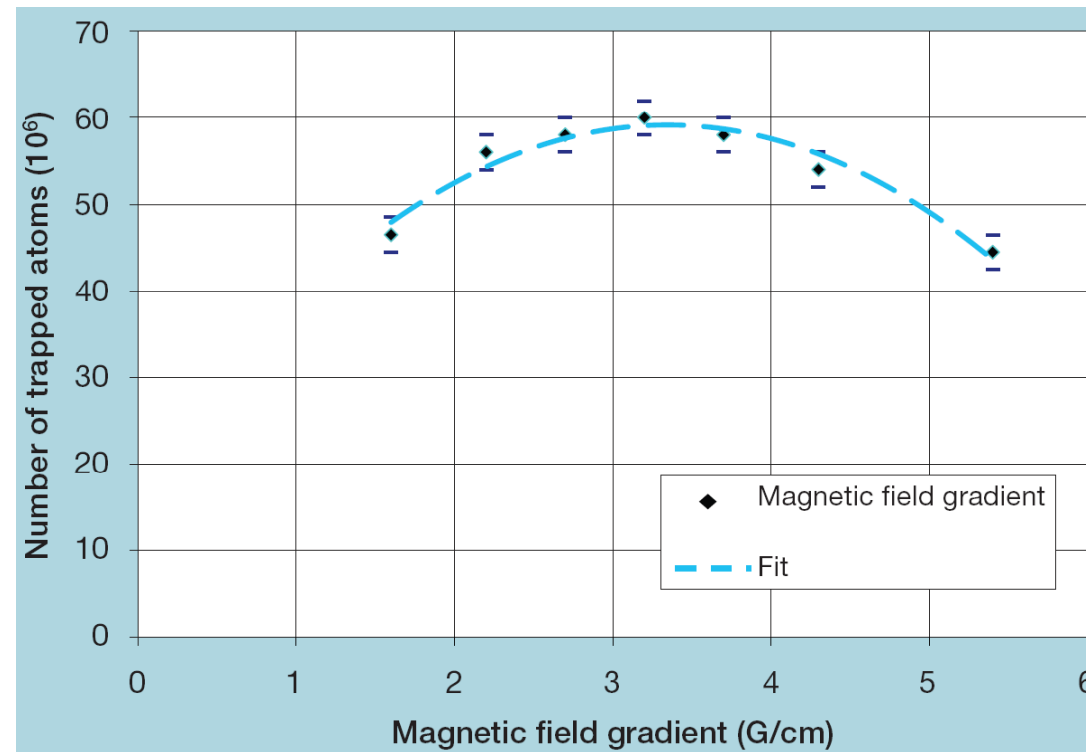
CENAM CsF-1: Trampa Magneto Óptica

Caracterización: Número de átomos atrapados



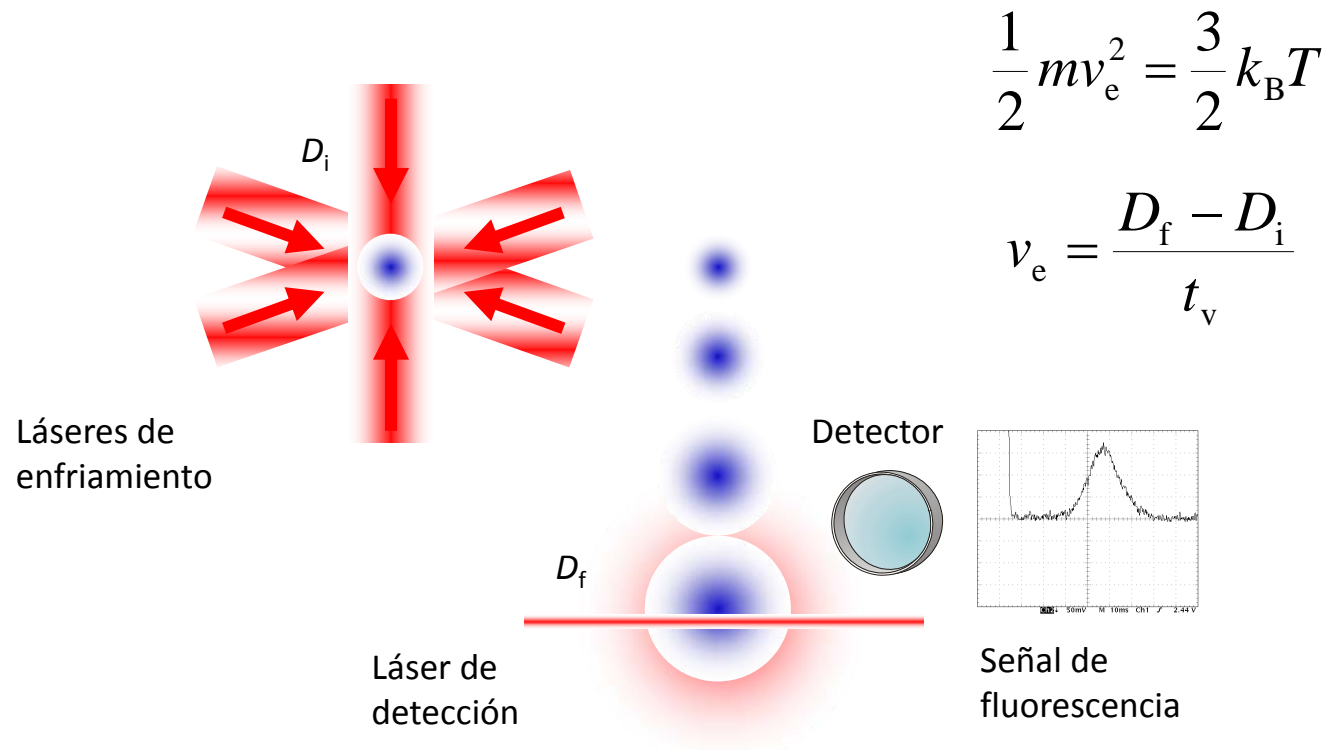
CENAM CsF-1: Trampa Magneto Óptica

Caracterización: Número de átomos atrapados



CENAM CsF-1: Trampa Magneto Óptica

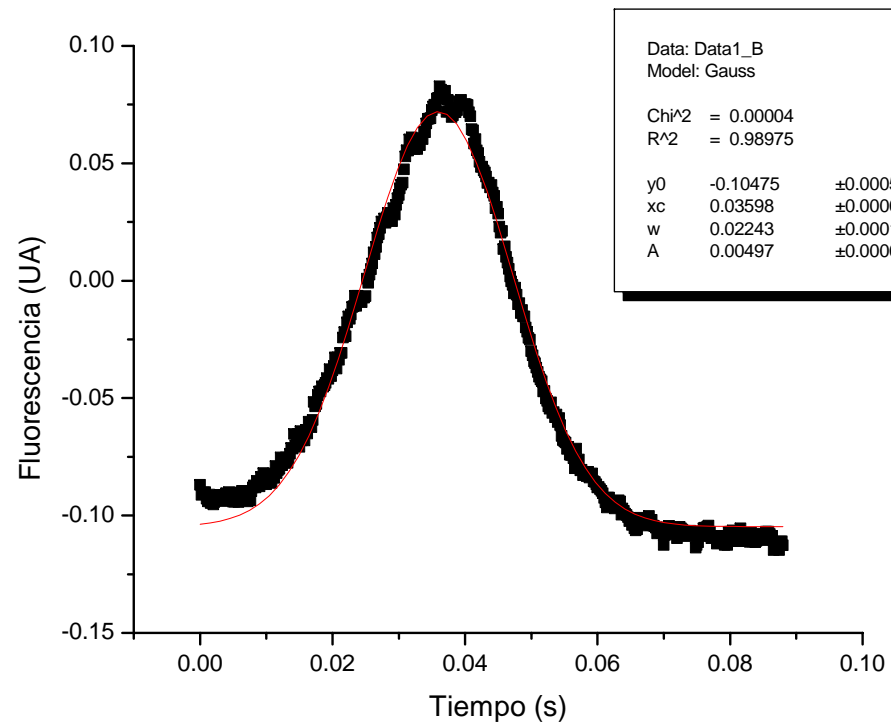
Caracterización: Temperatura Nube Atómica





CENAM CsF-1: Trampa Magneto Óptica

Caracterización: Temperatura Nube Atómica



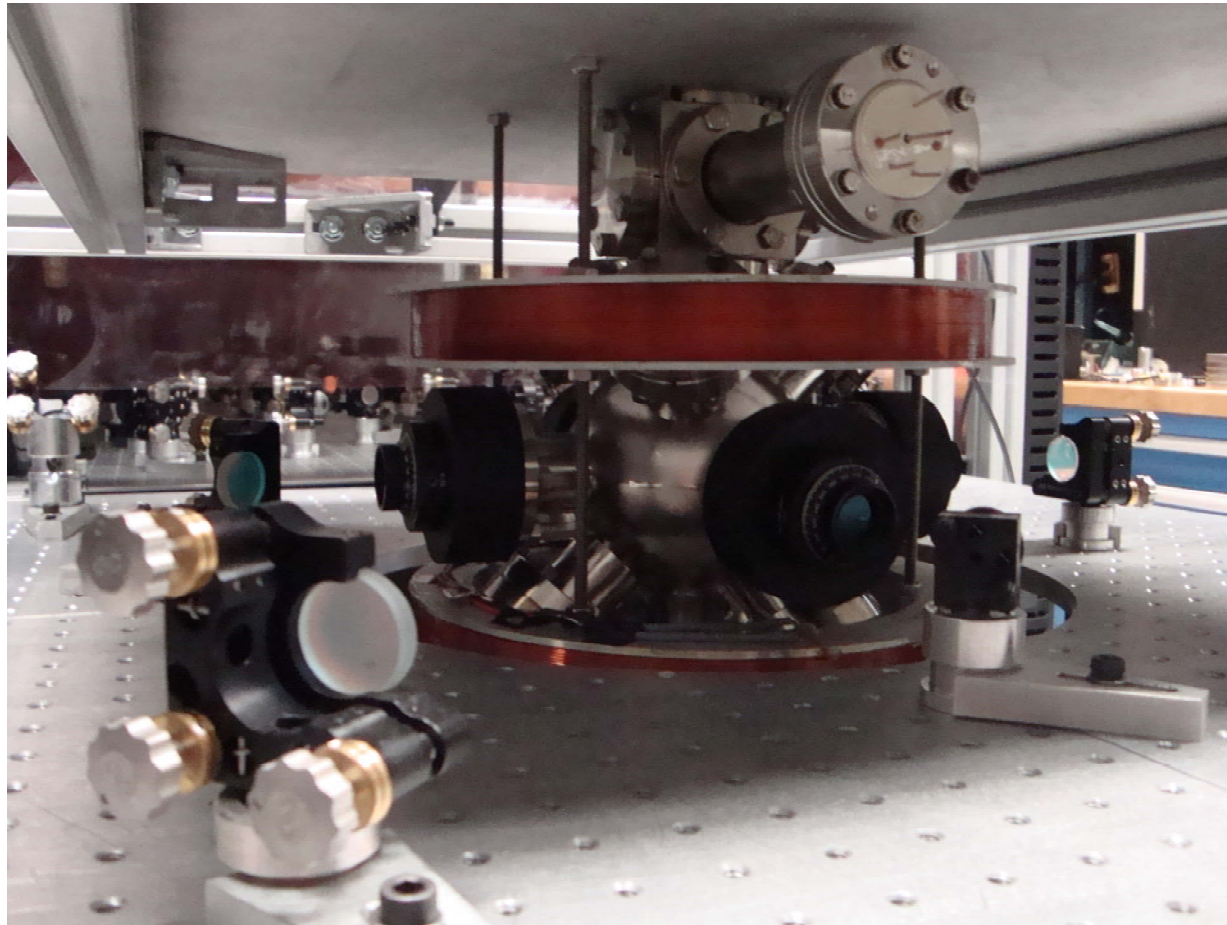
$$v_e \approx 12 \text{ cm/s}$$

$$T \approx 80 \mu\text{K}$$

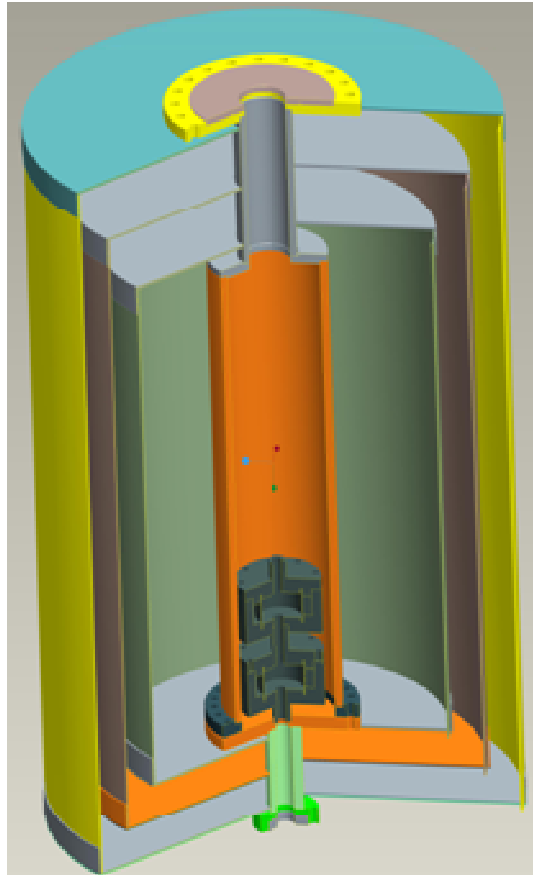


Tiempo y Frecuencia

CENAM CsF-1: Trampa Magneto Óptica



CENAM CsF-1: Región de Vuelo



Características:

Contenedor cilíndrico de cobre (tubo de vuelo) de 0.5 m de longitud y 0.13 m de diámetro.

Tres cilindros concéntricos de μ -metal (blindaje magnético). Dimensiones del cilindro interno 0.34 m de diámetro por 0.656 m de altura

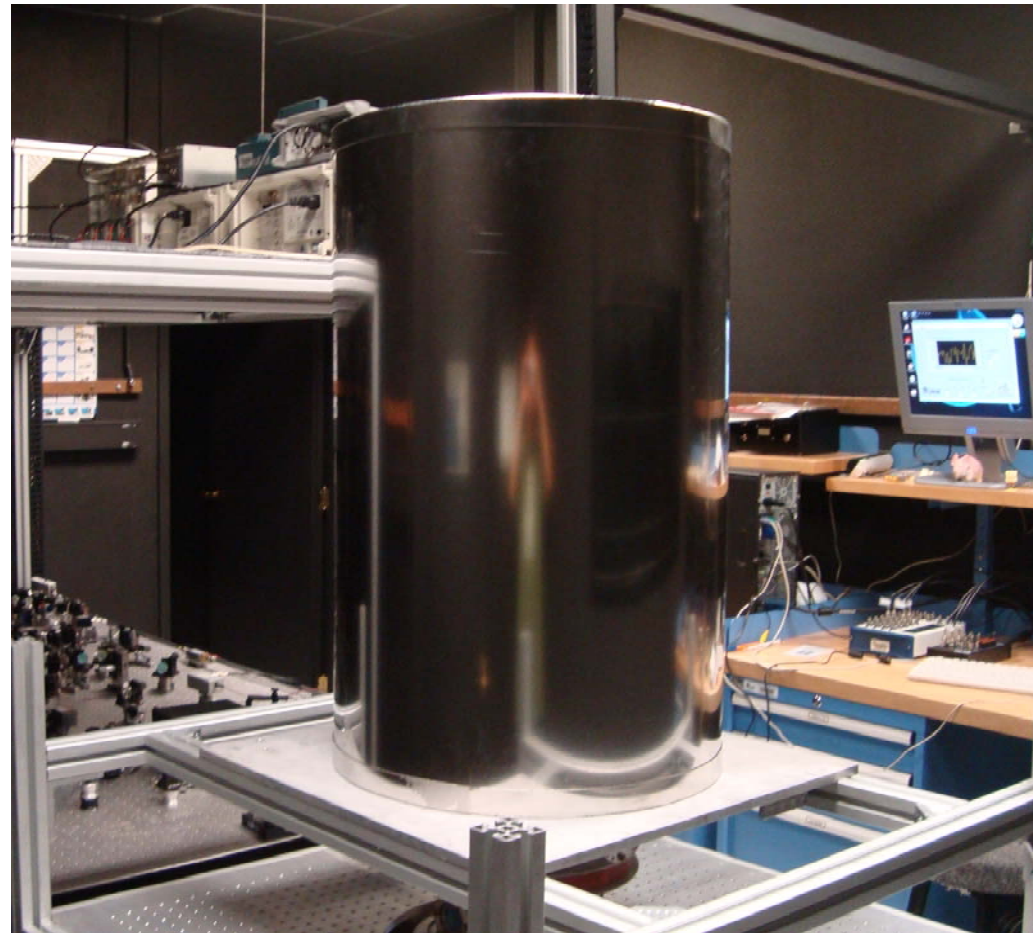
Dos cavidades de microondas cilíndricas de cobre.

Una bobina de 15 cm de diámetro fuera del tubo de vuelo.

CENAM CsF-1: Región de Vuelo



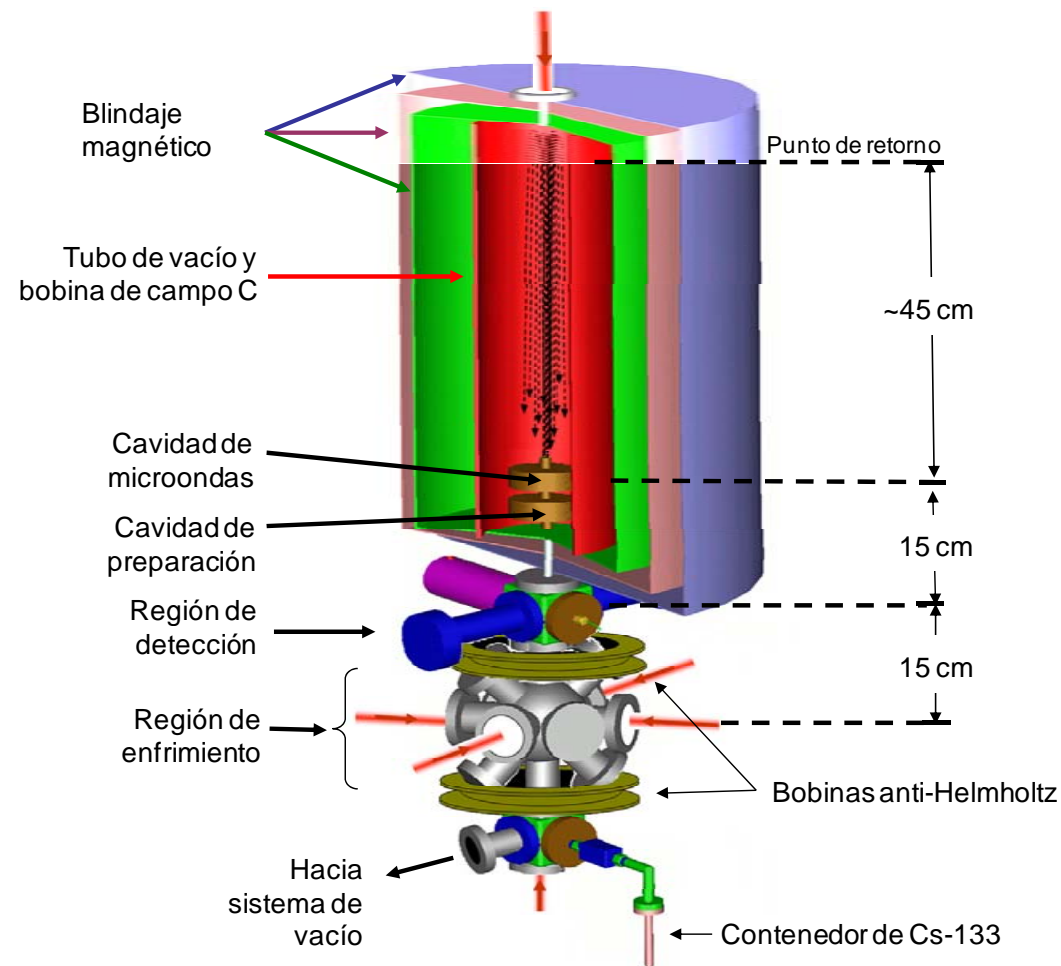
Tiempo y Frecuencia



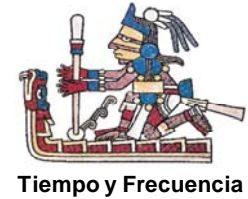


Tiempo y Frecuencia

CENAM CsF-1: Región de Vuelo



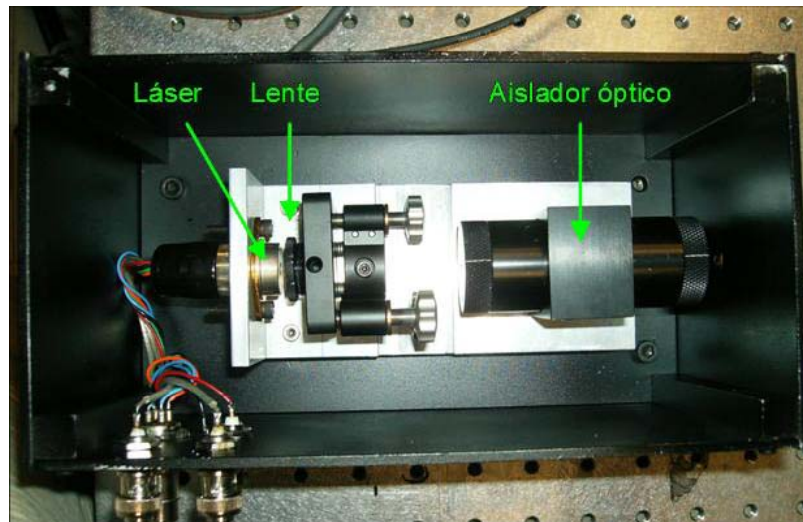
CENAM CsF-1: Sistema Óptico



Fuentes de Luz



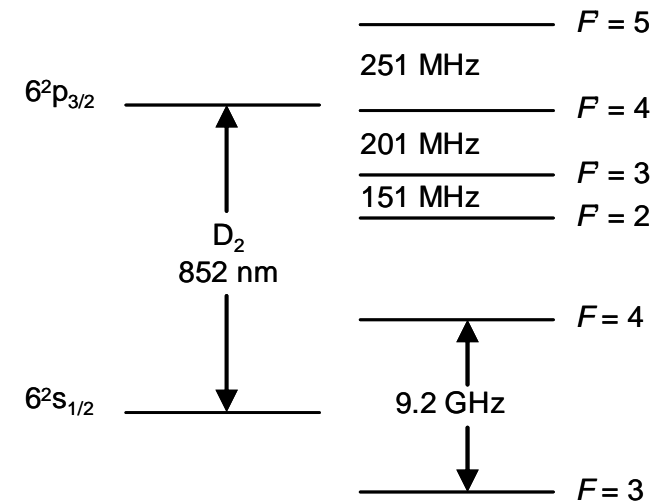
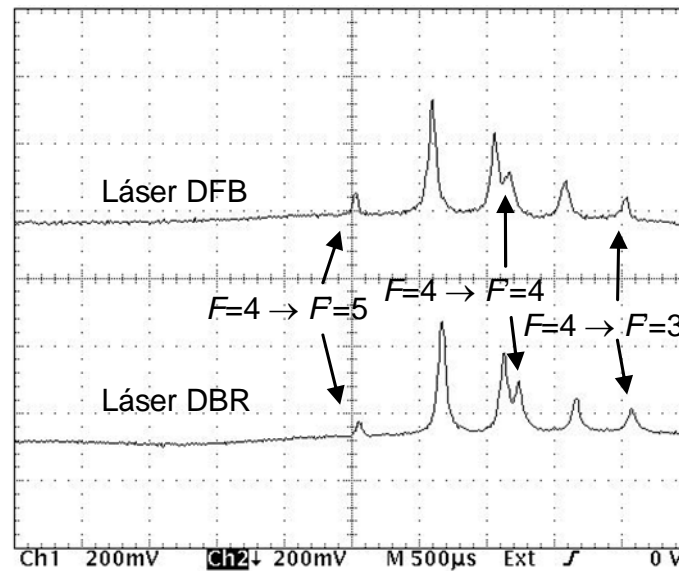
Láser DFB Eagleyard
EYP-DFB-0852-00150-1500-TOC03-0000



Longitud de onda 852 nm
150 mW de potencia
Termistor y TEC incluido

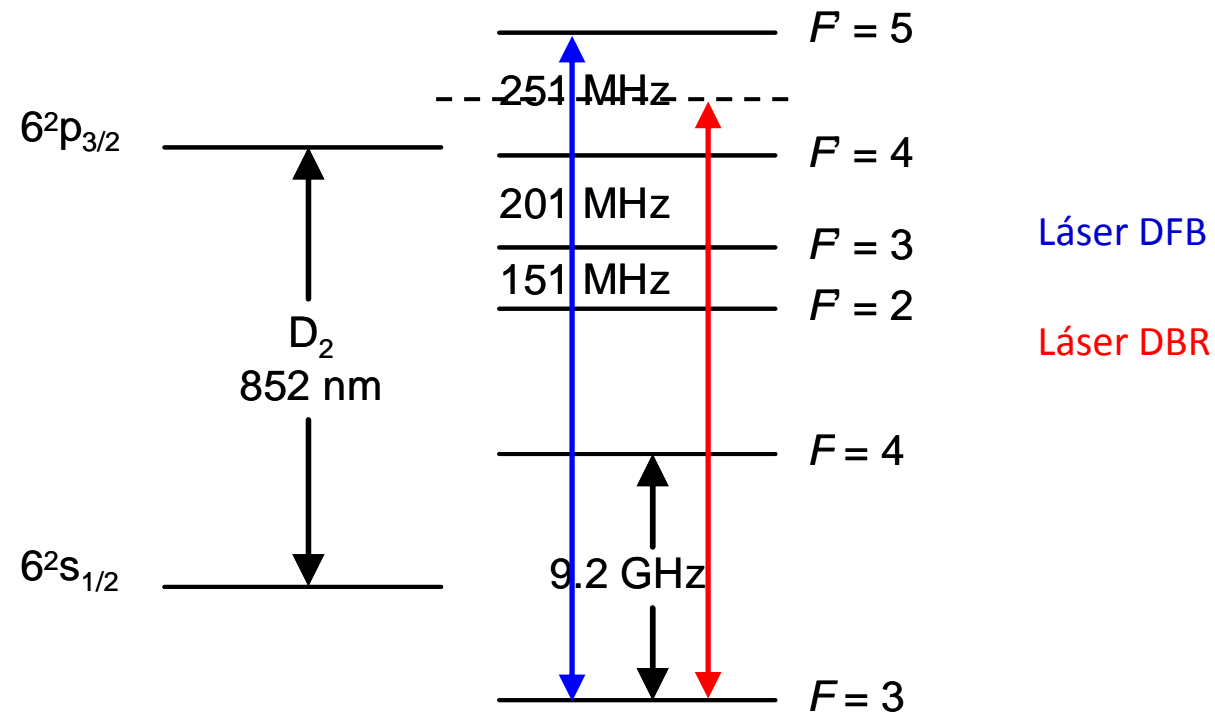
CENAM CsF-1: Sistema Óptico

Fuentes de Luz: Características espectrales



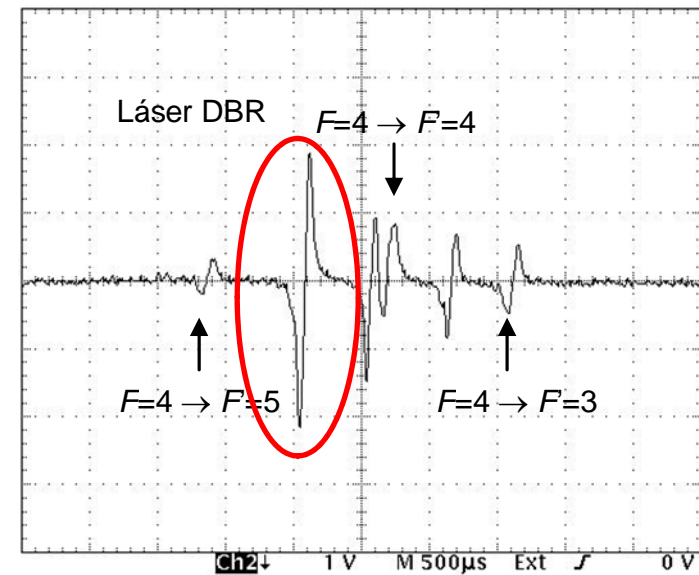
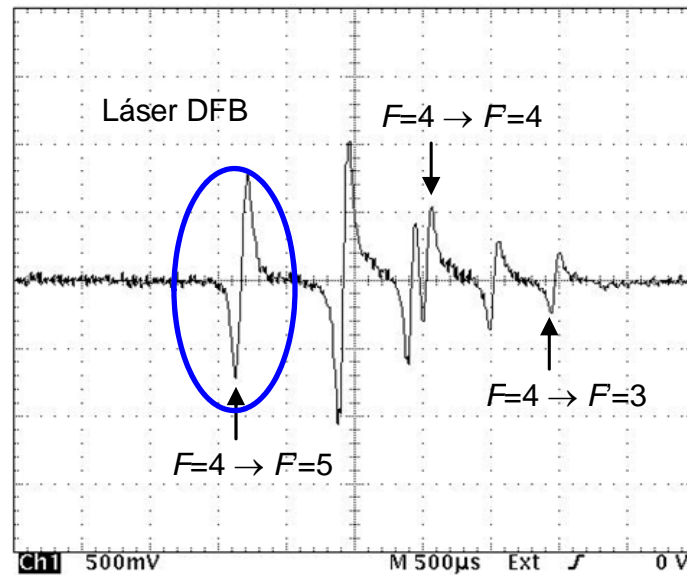
CENAM CsF-1: Sistema Óptico

Fuentes de Luz: Características espectrales



CENAM CsF-1: Sistema Óptico

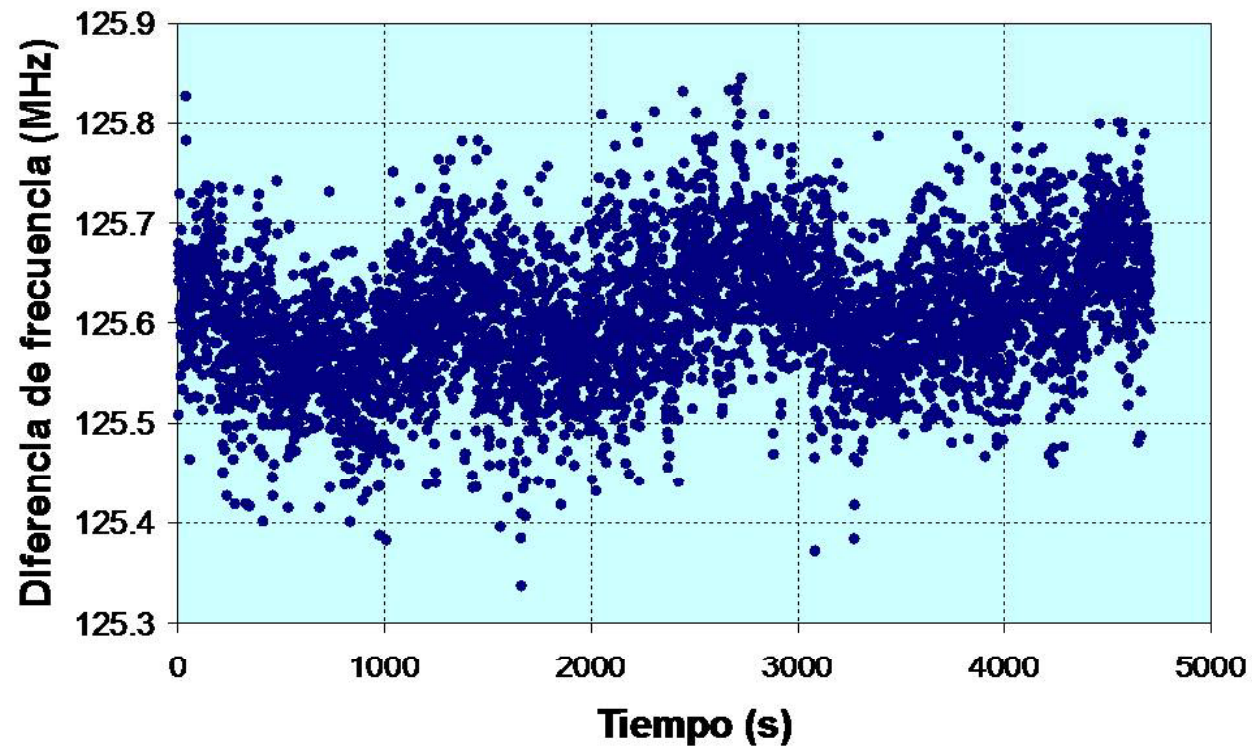
Fuentes de Luz: Características espectrales





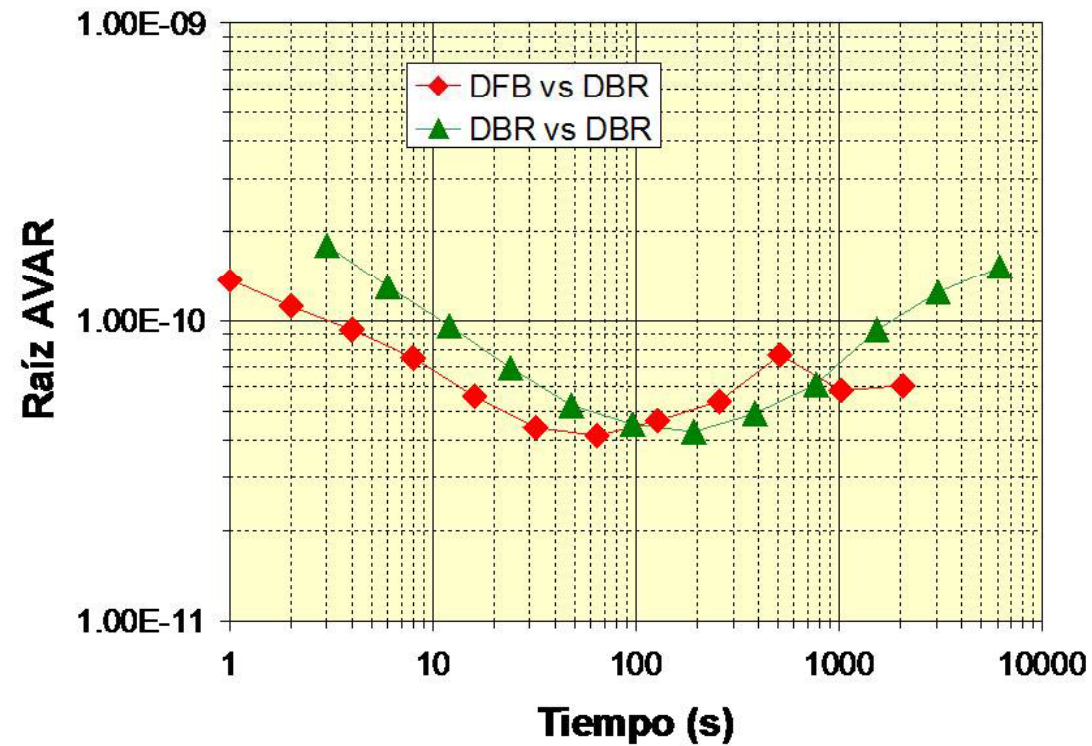
CENAM CsF-1: Sistema Óptico

Fuentes de Luz: Características espectrales



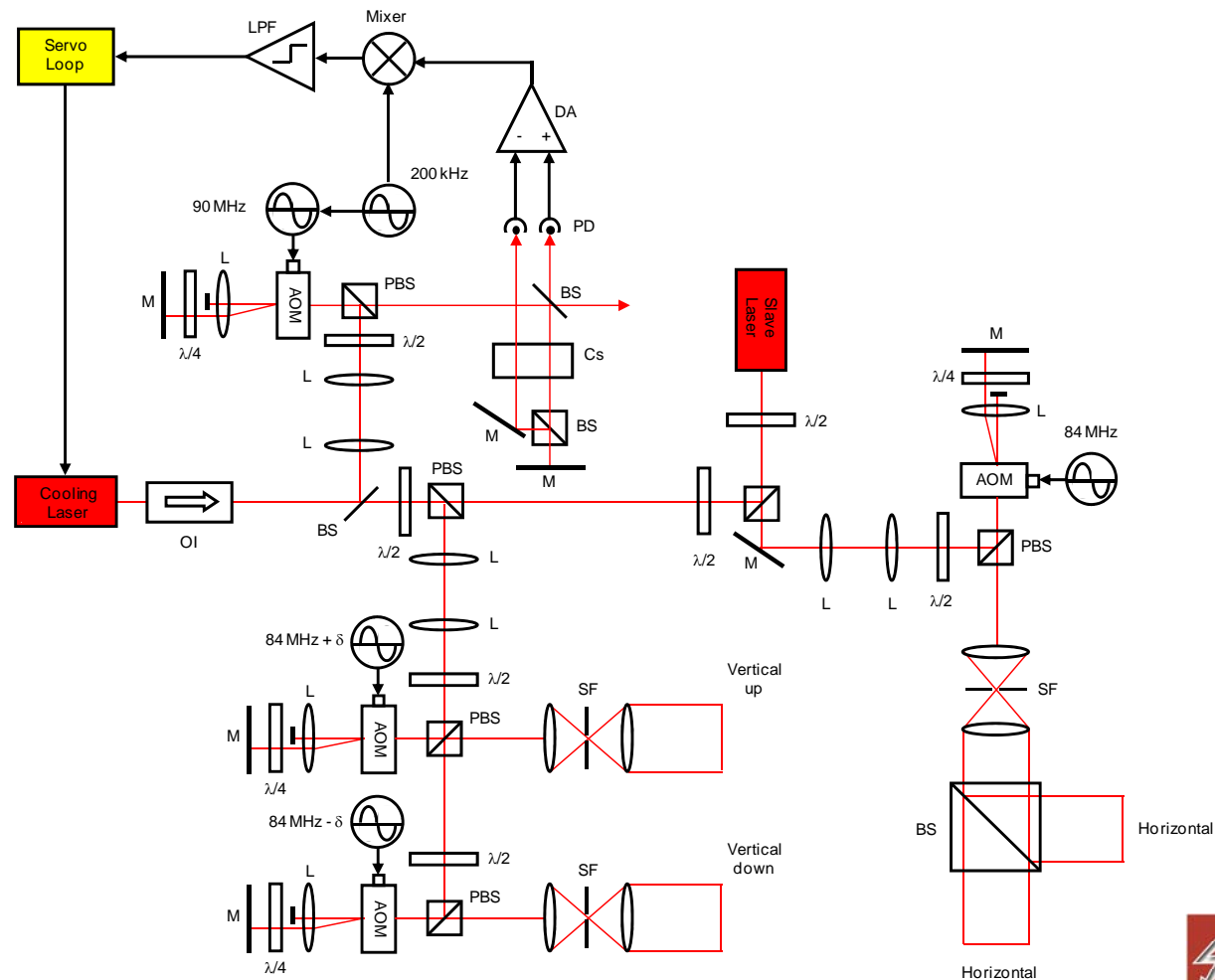
CENAM CsF-1: Sistema Óptico

Fuentes de Luz: Características espectrales

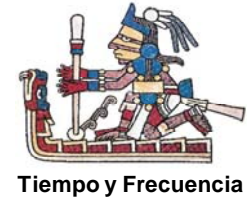


CENAM CsF-1: Sistema Óptico

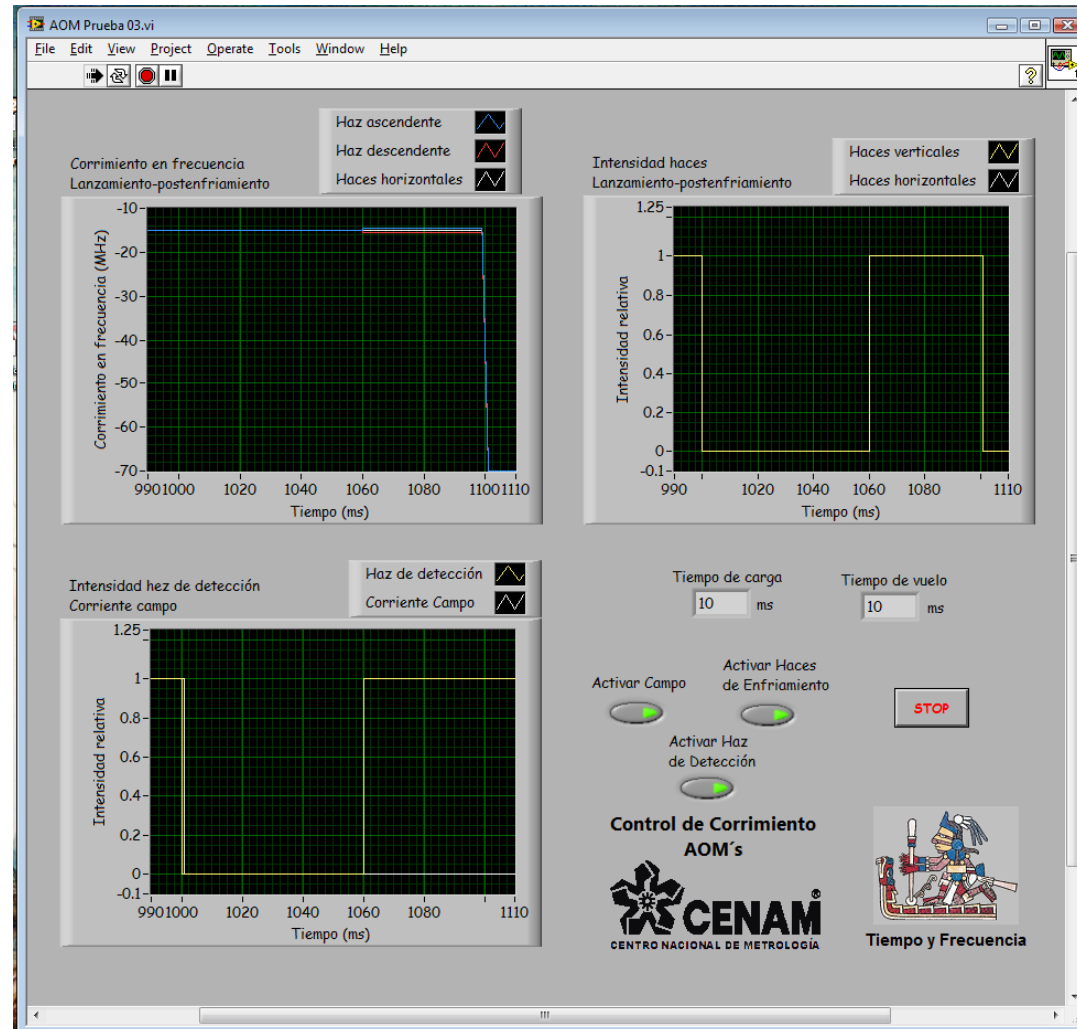
Arreglo óptico láseres de enfriamiento



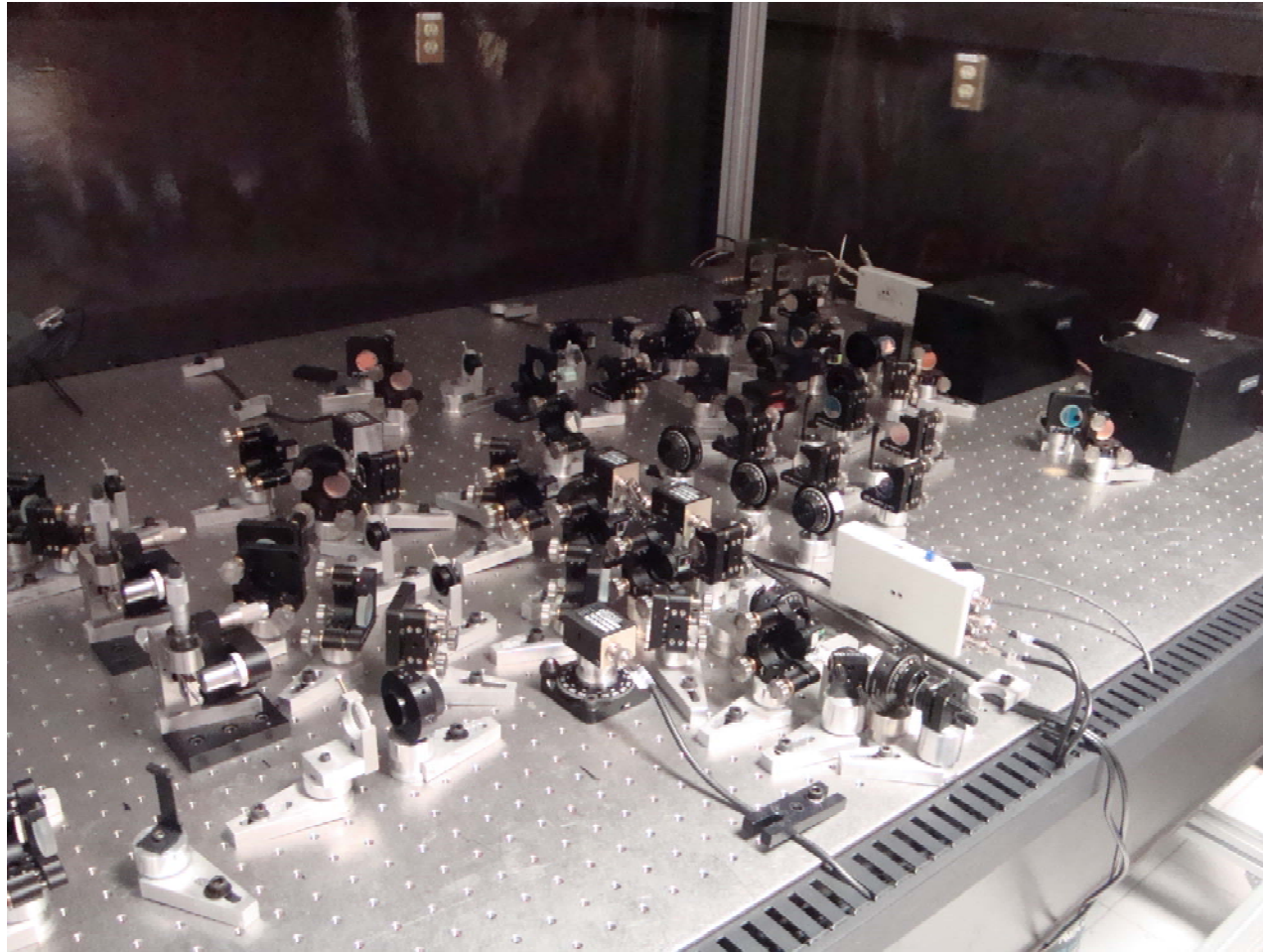
CENAM CsF-1: Sistema Óptico



Sistema de adquisición de datos



CENAM CsF-1: Sistema Óptico

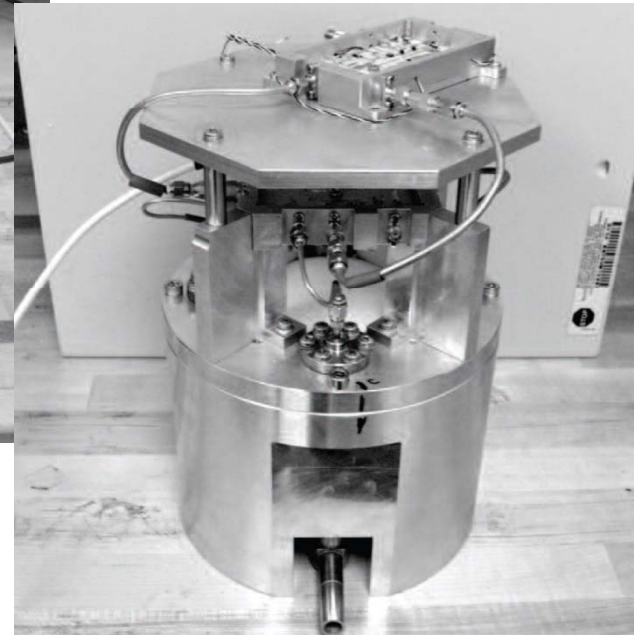
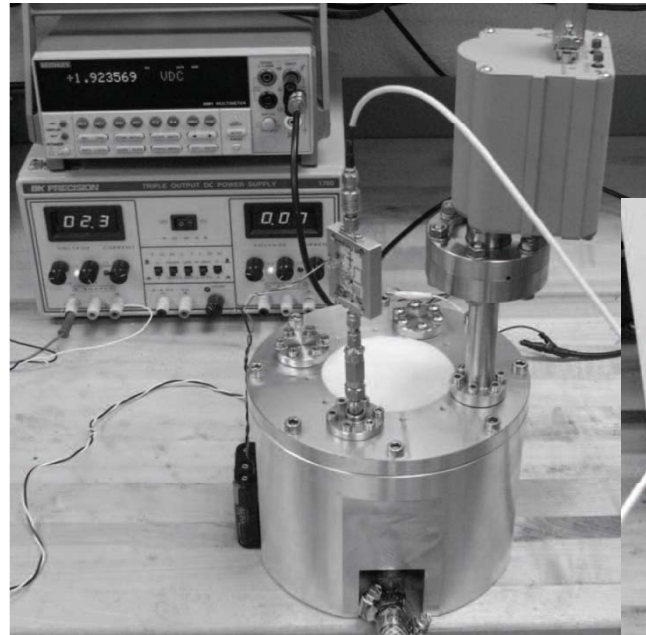


CENAM CsF-1: Sistema Óptico

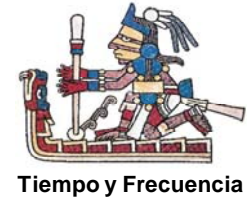


CENAM CsF-1: Oscilador Local

Osciladores de Zafiro de ultra bajo ruido de fase



Conclusiones



El CENAM CsF-1 se encuentra en las etapas finales de construcción.

Se están empezando a realizar las primeras pruebas de post-enfriamiento y lanzamiento de la nube atómica.

En los próximos meses se espera obtener los primeros espectros de Ramsey.

Después del análisis de errores sistemáticos se espera alcanzar una exactitud en la reproducción del segundo del orden de 10^{-15} o mejor.

