

# CONSTRUCCION DE UN LASER DE CO<sub>2</sub> TEA

D. Petillo\*, J. Codnia, M. L. Azcárate

CENTRO DE INVESTIGACION EN LASERES Y APLICACIONES CEILAP (CITEFA-CONICET)  
ZUFRIATEGUI 4380 - (1603) - VILLA MARTELLI - BUENOS AIRES - ARGENTINA  
e-mail : [azcarate@udceilap.edu.ar](mailto:azcarate@udceilap.edu.ar), [codnia@udceilap.edu.ar](mailto:codnia@udceilap.edu.ar)

En el CEILAP se han desarrollado desde 1976 láseres de CO<sub>2</sub> continuos y pulsados que han sido luego utilizados en diferentes aplicaciones. En particular, en nuestro laboratorio se han construido tres láseres de CO<sub>2</sub> TEA para el estudio de la excitación y disociación multifotónica de diferentes clorofluorocarbonos así como del ozono. Continuamente se van optimizando los diseños a fin de obtener mayor energía, mejor calidad de modo y menor consumo de gases. En este trabajo se presenta el último prototipo de láser de CO<sub>2</sub> TEA desarrollado en nuestro laboratorio.

Since 1976 continuous and pulsed CO<sub>2</sub> lasers for different kinds of applications have been developed at CEILAP. Particularly in our laboratory three TEA CO<sub>2</sub> lasers have been built for the study of multiple-photon excitation and dissociation of ozone and different clorofluorocarbons. The designs are continuously being optimized in order to obtain higher energies, better mode quality and less gas consumption. In this paper we present the last TEA CO<sub>2</sub> laser prototype performed at our laboratory.

## I. INTRODUCCION

En el CEILAP se han desarrollado desde el año 1976 láseres de CO<sub>2</sub> continuos y pulsados para diferentes aplicaciones<sup>1</sup>.

En particular, en nuestro laboratorio los láseres de CO<sub>2</sub> TEA se utilizan como fuentes para :

1- la excitación vibracional de moléculas en estudios de relajación vibracional y de transferencia de energía.

2- la producción de radicales a partir de la disociación multifotónica de diferentes clorofluorocarbonos en mezclas con O<sub>2</sub> / O<sub>3</sub> y N<sub>2</sub>, para el estudio de velocidades de reacción de interés atmosférico.

Se construyó un láser de CO<sub>2</sub> TEA, sintonizable, pulsado mediante una válvula Thyatron, y con un medio activo estanco.

El objetivo de ello fue :

1- disminuir el costo de operación del mismo evitando el flujo de gases.

2- eliminar el *jitter* del *spark-gap* pudiendo así sincronizar el disparo del láser con los sistemas de detección de diferentes experiencias.

3- tener una fuente de emisión láser en 11 μm mediante la utilización de <sup>13</sup>CO<sub>2</sub>.

Se parametrizó la mezcla de gases y la tensión de alimentación.

La emisión se sintonizó mediante una red de difracción y se obtuvo la curva de ganancia relativa de las líneas rotacionales de la banda de 10,6 μm.

Se caracterizó la energía de salida y el perfil temporal y espacial del pulso.

## II. PARTE EXPERIMENTAL

En la Figura 1 se muestra un esquema simplificado del circuito eléctrico. El medio activo compuesto por una mezcla de gases: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y He, se encuentra en un tubo de vidrio pyrex de 64,5 cm de largo, con un diámetro interno de 18,95 cm. El mismo se encuentra sellado en ambos extremos con tapas de acrílico con ventanas rectangulares de SeZn colocadas en ángulo de *Brewster*.

Debido a que el volúmen del tubo es 60 veces superior al volúmen excitado el láser no necesita la recirculación de los gases operando así de forma estanca<sup>2</sup>.

En el interior del tubo se encuentran enfrentados dos electrodos de aluminio con perfil de Rogowski de 60,5 cm de largo, 5,1 cm de ancho y 2,7 cm de espesor y una separación de 2,15 cm.

Entre los electrodos se produce la descarga principal. A ambos lados de cada electrodo hay una hilera de 10 capacitores, de 4,7 nF cada uno, con una varilla de punta cónica, para producir una preionización. La separación entre las puntas de las hileras superior e inferior es de 0,5 cm.

Como elemento de conmutación se utilizó una válvula Thyatron, EG&G HY-3202, la cual se cierra mediante la aplicación en el cátodo de un pulso negativo de 700 V y 200 ns de tiempo de trepada y 3 μs de ancho a mitad de altura.

La cavidad está conformada por un espejo cóncavo parcialmente reflector (60%) de 10 m de radio de curvatura y una red de difracción de 150 líneas/mm con ángulo de *blaze* para 10 μm en montaje *Littrow* separados por una distancia de 1,25m.

\* Estudiante de la Licenciatura en Ciencias Físicas de la FCE y N de la UBA

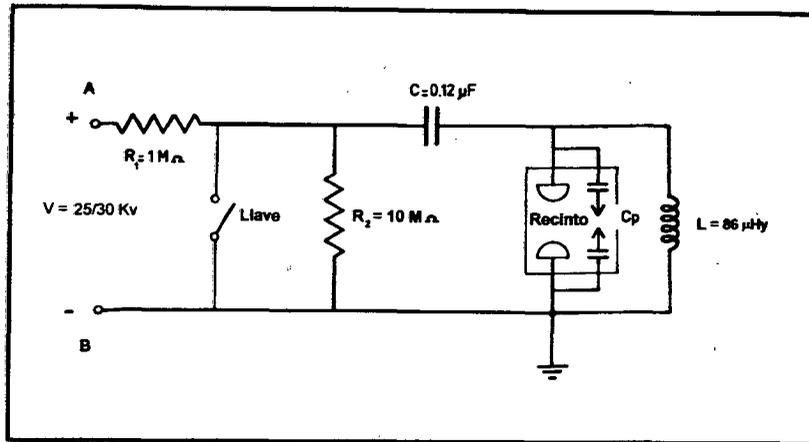


Figura 1

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se muestra el esquema eléctrico del láser construido. Se tuvo especial cuidado en el diseño del circuito de descarga del capacitor sobre los electrodos reduciendo la inductancia distribuida de manera de obtener la descarga lo más rápidamente posible. La mezcla de gases se parametrizó variando las presiones parciales de los mismos hasta optimizar la energía de salida de la línea 10P(20).

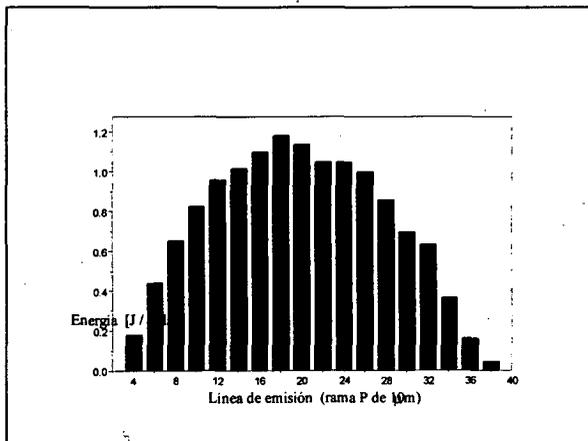


Figura 2

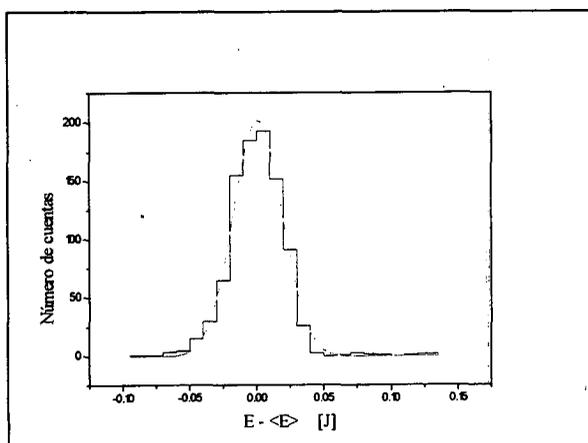


Figura 3

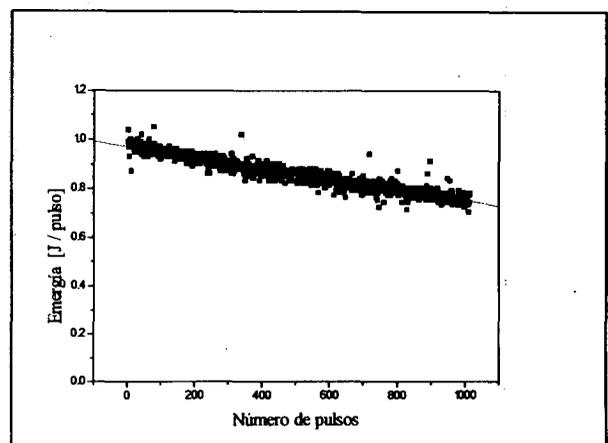


Figura 4

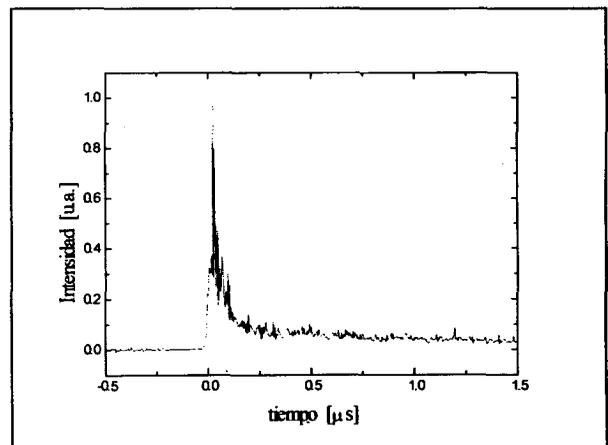


Figura 5

Dicha parametrización se realizó a una presión total de 300 torr, para una mezcla  $(\text{CO}_2 : \text{N}_2 : \text{He}) = (1 : 1 : 0,8)$  para una tensión de alimentación de 33 KV minimizando el número de arcos. Las líneas rotacionales de emisión se determinaron mediante un analizador de espectros de  $\text{CO}_2$ , Optical Engineering.

La Fig. 2 muestra la energía emitida por pulso para cada una de las líneas rotacionales de la banda de emisión de 10,6  $\mu\text{m}$ . Con la óptica utilizada se obtuvo

emisión entre las líneas P(4) y P(38). La energía del pulso se midió con un detector piroeléctrico GENTEC ED-500, obteniéndose en la 10P(20)  $1.0 \pm 0.025$  J/pulso.

En la Fig. 3 se muestra la dispersión del valor medio de la energía durante 1000 pulsos. Si bien la estabilidad pulso a pulso es muy buena, la energía disminuye un 20% al cabo de media hora como se muestra en la Fig. 4. Registrando el valor de la energía de 1000 pulsos a 0,5 Hz y a 1 Hz, pudo determinarse que esta disminución se debe a pérdida de vacío y no a un deterioro de la mezcla. Efectivamente, se comprobó que hay una pérdida de 1 torr/min en el sellado de las ventanas de SeZn debido al diseño de los ángulos de Brewster para aprovechar al máximo el ancho de las mismas y maximizar el volumen activo.

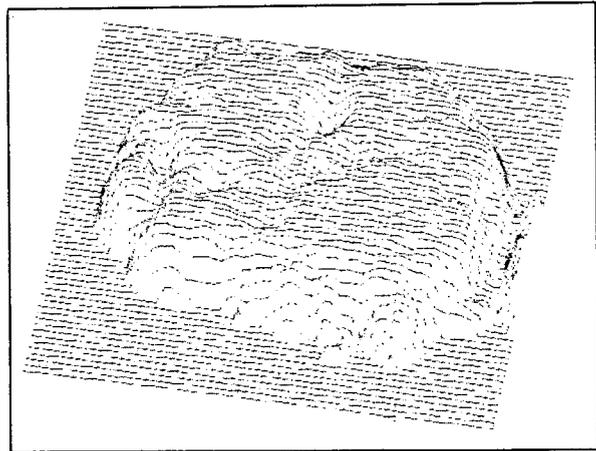


Figura 7a

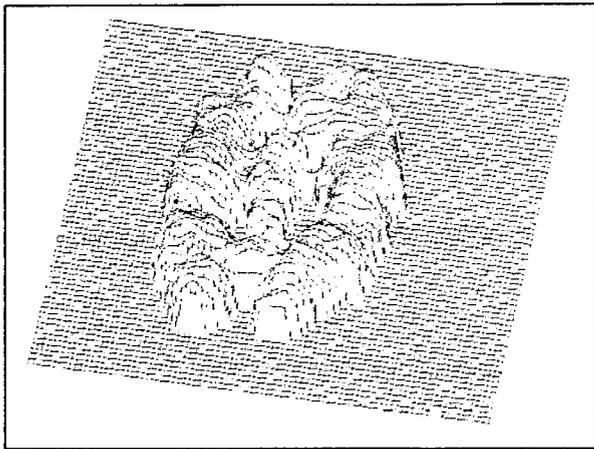


Figura 6a

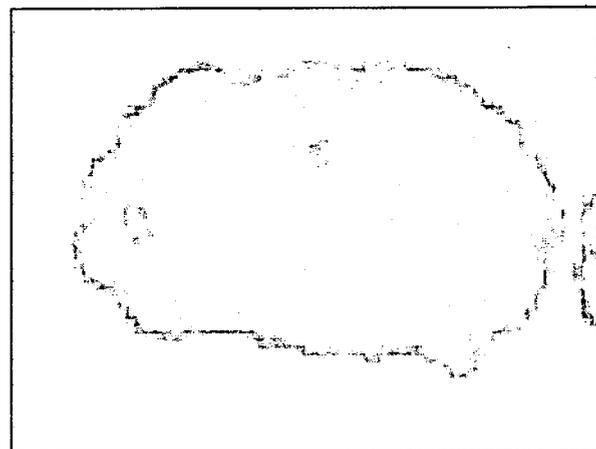


Figura 7b

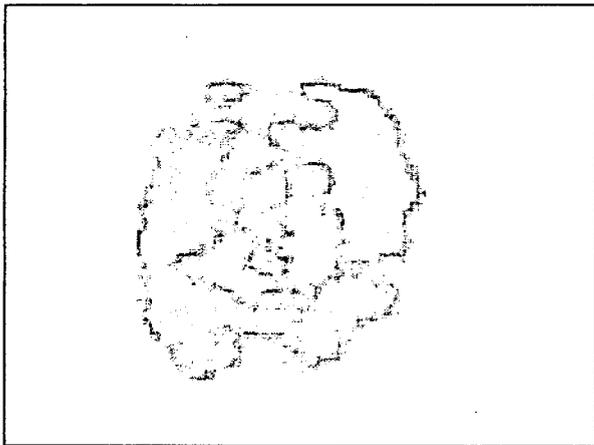


Figura 6b

Las Figs. 6a, 6b, 7a y 7b muestran el perfil espacial del pulso, para 1 y 10 pulsos, respectivamente. Este se obtuvo registrando los pulsos en papel termosensible y luego digitalizando la imagen producida utilizando una cámara CCD, EDC-1000 con interfase a CPU386. Pese a la apariencia complicada del modo se observa que no presenta zonas de muy alta densidad de energía, que reproduce su forma pulso a pulso y que puede ser considerado uniforme del tipo *top-hat*.

#### IV. CONCLUSIONES

Se logró el principal objetivo: construir un láser de CO<sub>2</sub> TEA, sintonizable, pulsado mediante una válvula Thyatron, y con un medio activo estanco. En el futuro próximo se realizarán las siguientes mejoras:

- 1- se eliminará la pérdida de vacío de las ventanas reemplazando los soportes de las ventanas.
- 2- se cambiará el espejo de salida de la cavidad por uno de mayor reflectividad con el fin de aumentar la ganancia de las líneas más lejanas (> 10P(40))
- 3- se cambiará el medio activo utilizando <sup>13</sup>CO<sub>2</sub> para obtener emisión láser en 11 μm.

#### REFERENCIAS

1. J. A. Poppi. **Desarrollo de un láser TEA CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub>:He**. Tesis de Licenciatura en Ciencias Físicas de la UBA. (1977).
2. W. J. Witteman. **The CO<sub>2</sub> Laser**. Springer Series in Optical Science. Springer Verlag, Berlin (1987).