

GERAÇÃO DE PULSOS LASER MULTIPLOS NO CO_2 A
PARTIR DE UMA DESCARGA DO TIPO "HOLLOW
CATHODE"

R. de Macedo Mendes*, J.L. de Souza Oliva*
e C. A. Massone

Laboratório de Espectroscopia e Laser, Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense, CP 296, Niterói, 24210 RJ.

RESUMO: Analizando a emissão estimulada no CO_2 a partir de uma descarga do tipo "hollow cathode" como descrita em (1), pulsos laser multiplos foram observados a partir de um unico pulso de excitação. Com diferentes misturas gasosas ($\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}$) e diferentes energias de excitação, o comportamento temporal destes pulsos multiplos foi analisada como uma função da pressão. Uma família de curvas foi determinada e, a partir destas, foi possível estabelecer experimentalmente a relação $\text{CO}_2:\text{N}_2$ que otimiza a transferência de energia ressonante.

Laser gasoso, laser de CO_2 , "hollow cathode"

Uma análise da geração de pulsos laser multiplos no CO_2 (10,6 μm) a partir de um único pulso de excitação é apresentada. Uma estrutura de catodo ôco (HCD) similar a utilizada por C.S.Willett (1) foi usada para gerar radiação laser, sendo que o modelo empregado por Willett amplificava a radiação em regime DC enquanto que o presente trabalho reporta radiação laser sob excitação pulsada.

Um tubo refrigerado a água com 19,0 mm de diametro inter

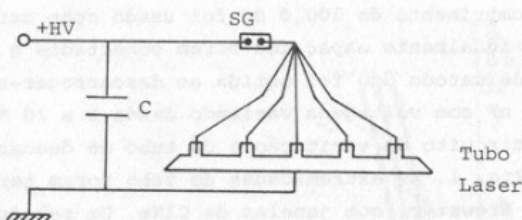


Figura 1: Diagrama do circuito de excitação. Diâmetro do tubo laser: 19,0 mm; SG:Spark-Gap; C:Capacitor; HV: Alta voltagem.

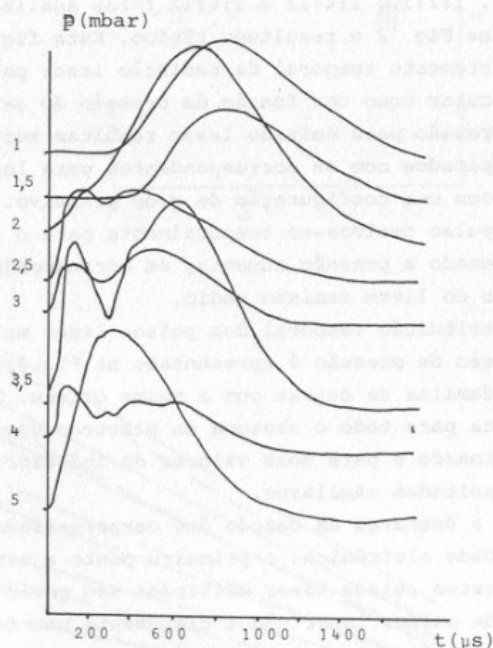


Figura 2: Estrutura temporal da radiação laser para diferentes pressões. Relação da mistura ($\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}$) 1:6:12 ; $C = 150 \text{ nF}$; $V = 8,9 \text{ kV}$; $E = 5,94 \text{ J}$.

no e um comprimento de 100,0 cm foi usado como catodo. Cinco anodos igualmente espaçados foram conectados a este tubo. Descarga de catodo ôco foi obtida ao descarregar-se 25, 50, 100 e 150 nF com voltagens variando desde 5 a 10 KV. O diagrama do circuito de excitação e do tubo de descarga é mostrado na Fig. 1. As extremidades do tubo foram terminadas em angulo de Brewster, com janelas de ClNa . Um par de espelhos com 2" de diametro (100% e 85%, 5 m de raio de curvatura e plano, respectivamente) foram utilizados como cavidade ressonante. A radiação laser foi detetada com um detetor piroeletrico Molelectron PL-10H conectado a um osciloscópio Tektronix 7904.

A emissão laser a partir das misturas gasosas ($\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}$) 1:0:12, 1:2:12, 1:4:12 e 1:6:12 foram analisadas, sendo ilustrado na Fig. 2 o resultado típico. Esta figura apresenta o comportamento temporal da radiação laser para uma mistura particular como uma função da pressão do gas. Os intervalos de pressão para emissão laser resultam muito reduzidos quando comparados com os correspondentes para lasers de CO_2 excitados com uma configuração de glow positivo. E claro também que o pulso desloca-se temporalmente para o início da descarga quando a pressão aumenta, em correspondência com um menor valor do livre caminho medio.

A distribuição temporal dos pulsos laser múltiplos como uma função da pressão é apresentado na Fig.3, dando origem a uma família de curvas com a mesma origem. Esta análise foi feita para todo o sistema de misturas gasosas previamente mencionado e para dois valores de indutância do circuito, com resultados similares.

Sendo a descarga de catodo ôco caracterizada por uma alta densidade eletrônica, o primeiro ponto a ser considerado é como estes pulsos laser múltiplos são gerados. O número máximo de pulsos laser não é claramente uma função do número de partes de N_2 na mistura gasosa por causa dos resultados obtidos como os apresentados na Figura 3. Similarmente o número máximo de pulsos laser para diferentes partes de N_2 sugere fortemente que eletrons colidem com cada molécula de N_2 , sendo que a cada colisão gera-se uma interação $\text{N}_2\text{-CO}_2$ responsável pela geração de um pulso laser. A Tabela I mos-

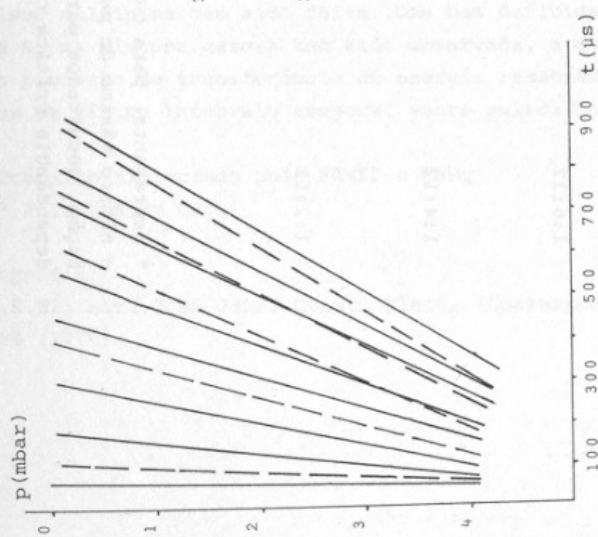


Figura 3: Modificação temporal de cada pulso laser como função da pressão. Mistura $\text{CO}_2:\text{N}_2$: He) 1:2:12, $E=3,96$ J. —Baixa (---Alta) indutância

pressão parcial
de CO_2 (mbar)

- | | |
|---|-------|
| 1 | 0,08 |
| 2 | 0,133 |
| 3 | 0,2 |

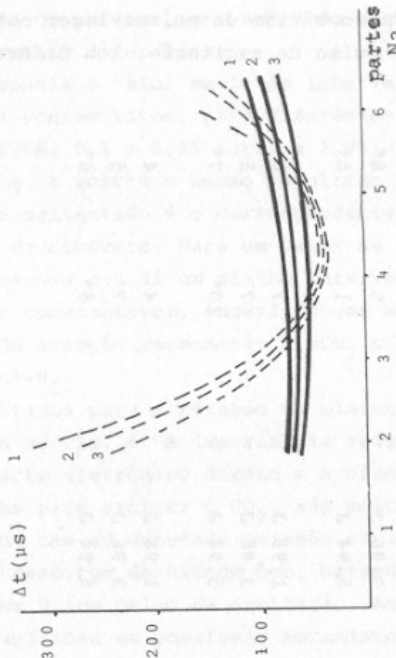


Figura 4: Modificações do valor médio de N_2 intervalo temporal (entre pulsos consecutivos) como função das partes de N_2 . $E=1,98$ J.
— Baixa (--- Alta) Indutância.

TABELA I: Número máximo de pulsos laser obtidos para um único pulso de excitação, sob diferentes condições.

Mistura Gasosa	Energia de Excitação	Nº pulsos	
		Baixa L	Alta L
1:6:12	1,98 J	7*	5
	3,96 J	5	8*
	5,94 J	1	8*
1:4:12	1,98 J	7	6
	3,96 J	7	5
	5,94 J	10*	7*
1:2:12	1,98 J	4	4
	3,96 J	7	5
	5,94 J	8*	6*

* representa, para cada mistura gasosa e valor de indutância, o número máximo de pulsos laser para um único pulso de excitação. Resultados para 1:6:12, 1:4:12 e 1:2:12 não mostram dependência crítica com o número de partes de N_2 na mistura.

tra o número máximo de pulsos laser sob todo o sistema de condições experimentais diferentes.

A Fig. 4 apresenta o valor medio do intervalo temporal entre pulsos laser consecutivos, para diferentes pressões parciais de CO_2 (0,06; 0,1 e 0,15 torr) e 1,98 J de energia de excitação. A Fig. 5 mostra o mesmo resultado para 5,94 J. Um resultado a ser salientado é o correspondente a alto valor de indutância do circuito. Para um valor de 4,5 partes de N_2 na mistura gasosa nos dá um mínimo intervalo temporal entre pulsos laser consecutivos, sugerindo uma mais eficiente transferência de energia ressonante N_2^*-CO_2 e/ou mais eficiente interação $e^*-\text{N}_2$.

Resultados obtidos para a relação de mistura gasosa 1:0:12 é apresentada na Fig. 6. A importância reduzida de processos como o impacto eletrônico direto e a dissociação do CO_2 como um caminho para excitar o CO_2 , são mostrados.

Em conclusão, tem-se detectado emissão estimulada no CO_2 empregando uma descarga de catodo ôco, obtendo-se varios pulsos laser com um único pulso de excitação. Análisis preliminares para clarificar os possíveis mecanismos de geração de pulsos multiplos tem sido feita. Uma bem definida proporção de N_2 na mistura gasosa tem sido observada, a qual maximiza o processo de transferência de energia ressonante para dar-nos um mínimo intervalo temporal entre pulsos laser.

Trabalho financiado pela FINEP e CNPq

* Bolsista do CNPq

Bibliografia:

- 1.- C.S.Willett, IEEE Jour. Quant. Elect. (Correspondence) 568 (1970)

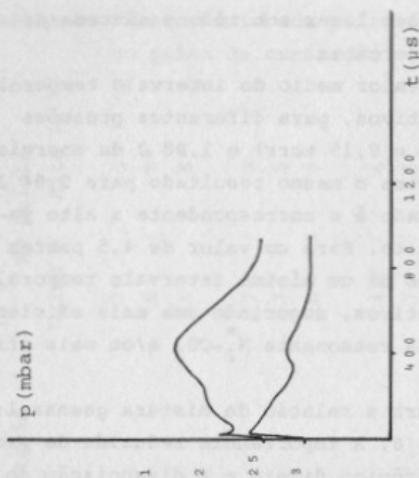


Figura 6: Estrutura temporal da radiação laser para diferentes pressões. Mistura ($CO_2:N_2:He$) 1:0:12; $C=150$ nF; $V=8,9$ kV; $E= 3,96$ J.

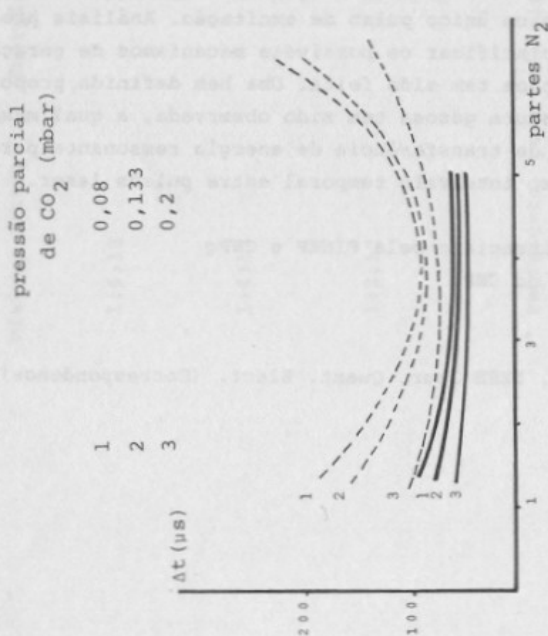


Figura 5: Modificações do valor médio de intervalo temporal (entre pulsos laser consecutivos) como função do número de partes de N_2 na mistura. $E=5,94$ J
— Baixa (---- Alta) Indutância.