

MODIFICAÇÕES NA ESTRUTURA TEMPORAL DO PULSO DE EXCITAÇÃO E NAS CARACTERÍSTICAS DO PULSO DE RADIAÇÃO ESTIMULADA GERADO EM UM LASER DE N_2 , EM FUNÇÃO DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO SISTEMA +.

N. Mendes Alves⁺⁺, A. Dias Tavares Jr, H. da Silva Reis⁺⁺⁺, Z. Moreira Gomes e C. A. Massone

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

+ Trabalho parcialmente financiado por FINEP, CNPq e OEA.

++ Bolsista de mestrado do CNPq

+++ Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Construíram-se vários lasers de N_2 de baixa pressão nos quais, de um modelo para o outro, foram modificadas somente as características geométricas do canal de descarga (perfil e distância intereletródica) e o posicionamento relativo de alguns componentes.

Analisaram-se as características do pulso de radiação estimulada e do pulso de excitação, obtendo-se daí uma indicação de como variar estes parâmetros para, dentro de um certo campo de variação, modificar as características do laser.

Laser de N_2 , Estrutura, Temporal, Geometria.

INTRODUÇÃO

Publicou-se recentemente um trabalho sobre lasers de nitrogênio molecular de baixa pressão (1) no qual, através de uma cuidadosa seleção dos valores dos elementos do circuito de excitação, pode-se obter valores de potência de pico e largura temporal do pulso laser semelhantes as de modelos de lasers de N_2 funcionando a pressão atmosférica.

Este sistema é interessante porque é significativamente mais simples controlar as características de funcionamento de um laser quando em seu

regime de operação temos pressões menores que 200 mbar.

O presente trabalho é uma continuação da publicação citada, onde - uma vez alcançadas características semelhantes às de lasers de pressão atmosférica - realizaram-se modificações nas características geométricas dos eletrodos (perfil e distância intereletródica) e posicionamento da câmara de disparo em relação ao canal de descarga laser.

Mediu-se a potência, energia e largura temporal do pulso de radiação, bem como a forma do pulso elétrico de excitação, separadamente para cada caso.

A combinação destas medidas permitiu estabelecer um mapa completo das características geométricas requeridas pelo sistema para favorecer algum parametro particular do pulso de radiação. Por outro lado, detectou-se a relação crítica existente entre as características do pulso de excitação e o tempo que o pulso de excitação leva para produzir a "ruptura" elétrica na massa do gás.

MONTAGEM EXPERIMENTAL

O modelo de laser utilizado, já foi descrito exaustivamente em (1), razão pela qual não nos deteremos nele (Ver Fig. 1).

Foram construídos 4 lasers baseados neste modelo, cada um deles com alguma característica diferente. A Tabela I apresenta as características mencionadas de distância intereletródica, perfil dos eletrodos e posicionamento de câmara de disparo em relação ao tubo de descarga laser.

O sistema foi sempre analisado quando emitindo de forma superradiante, ou seja emissão sem auxílio de espelho refletor.

Para todos os modelos testados, os capacitores de carga e da linha de transmissão foram mantidos a um valor constante de 10×10^{-9} F.

A radiação estimulada foi analisada a) em potência com um detector fotovoltaico EGG SGD 040 acoplado a um osciloscópio Tektronix 7904; b) em energia com um calorímetro de disco Scientech 37-0002.

Para atenuar a potência incidente sobre o detector foram usados filtros neutros (0,25% e 0,16% de transmitância) calibrados usando um espectrofotômetro UV-VIS. O detector fotovoltaico bem como o calorímetro de disco foram calibrados usando um laser de N_2 comercial de potência e energia conhecidas.

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

A Fig. 2 mostra o comportamento da potência de pico de emissão em função da variação da pressão de N_2 , para uma tensão de carga $V = \text{constante} = 10$ kV, para cada caso mencionado na Tabela I.

A Fig. 3 nos dá uma indicação de como se desloca o ponto de funcio

Fig. 1 : Circuito do laser. C=capacitor de carga; L=indutância; C'=linha de transmissão; SG= Spark-gap; T= tubo de descarga laser.

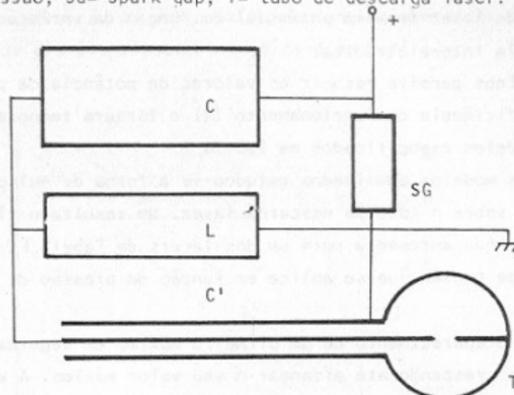
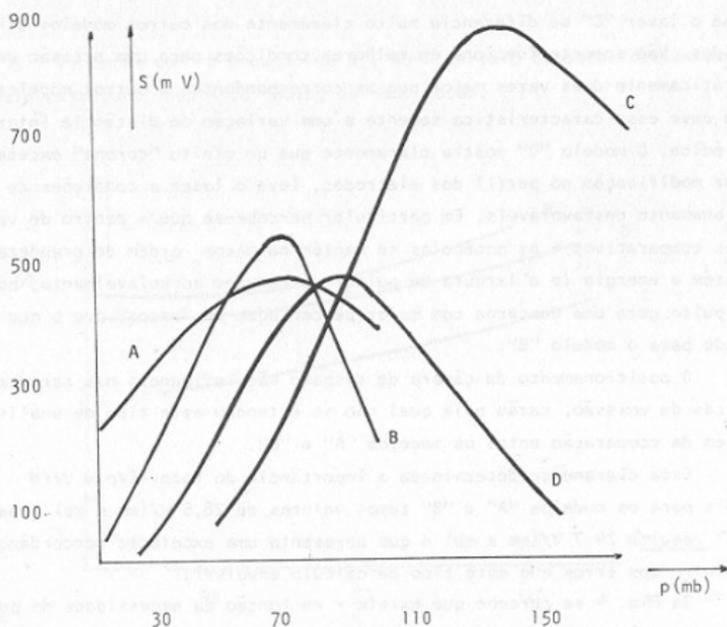


Fig. 2 : Potência de emissão dos lasers (unidades arbitrárias) em função da pressão de N_2 .



namento ótimo do laser (máxima potência) em função da variação de perfil e/ou da distância intereletródica.

A Tabela II nos permite resumir os valores de potência de pico (kW), energia (μJ), eficiência de funcionamento (%) e largura temporal do pulso (ns) para os modelos especificados na Tabela I.

Em todos os modelos analisados estudou-se a forma do pulso de tensão que se aplicava sobre o tubo de descarga laser. Um resultado típico é mostrado na Fig. 4, que apresenta para um dos lasers da Tabela I, como se modifica o pulso de tensão que se aplica em função da pressão de N_2 dentro do tubo laser.

Percebe-se o aparecimento de um primeiro máximo em seguida ao qual o pulso continua crescendo até alcançar o seu valor máximo. A variação do intervalo entre ambos os máximos, em função da pressão, está mostrado na Fig. 5.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Em primeiro lugar, resulta claramente ser de grande importância um estudo cuidadoso das dimensões geométricas do sistema a empregar, a fim de maximizar determinadas características. Fica claro da Fig 2 e da Tabela II que o laser "C" se diferencia muito claramente dos outros modelos utilizados. Não somente funciona em melhores condições para uma pressão de N_2 praticamente duas vezes maior que as correspondentes a outros modelos, como deve essa característica somente a uma variação de distância intereletródica. O modelo "D" mostra claramente que um efeito "corona" excessivo por modificação no perfil dos eletrodos, leva o laser a condições de funcionamento desfavoráveis. Em particular percebe-se que - dentro de valores comparativos - as potências se mantêm na mesma ordem de grandeza porém a energia (e a largura de pulso) se reduzem apreciavelmente, pois o pulso gera uma descarga com maior porcentagem de "arcos" que o que sucede para o modelo "B".

O posicionamento da câmara de disparo não influencia nas características de emissão, razão pela qual não se estendeu este tipo de análise além da comparação entre os modelos "A" e "B".

Está claramente determinada a importância do fator $E/p = V/(d \cdot p)$ pois para os modelos "A" e "B" temos valores de 28,6 V/(mm x mb) e para "C" resulta 24,7 V/(mm x mb) o que apresenta uma excelente concordância (dentro dos erros que este tipo de cálculo envolve).

Da Fig. 4 se percebe que existe - em função da necessidade do pulso de excitação de gerar a "ruptura" no gás - um intervalo, variável com a pressão, entre os dois máximos apresentados pelo pulso de tensão. Este in-

Fig. 3 : Localização do ponto ótimo de funcionamento dos modelos B, C e D em função da distância intereletrônica e/ou perfil

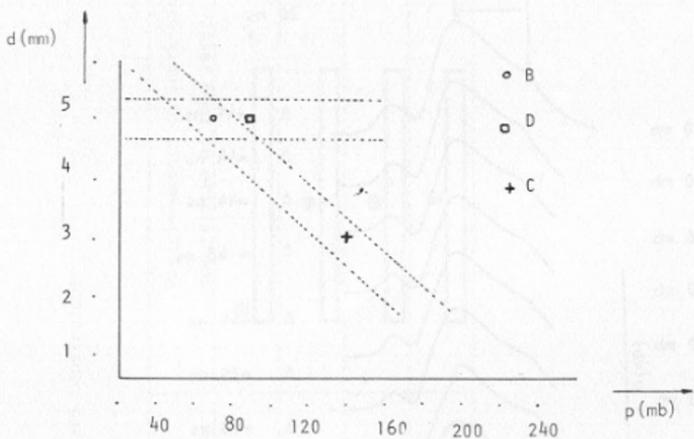


Fig. 5 : Variação com a pressão de N_2 , do intervalo temporal determinada pela estrutura dupla do pulso de excitação.

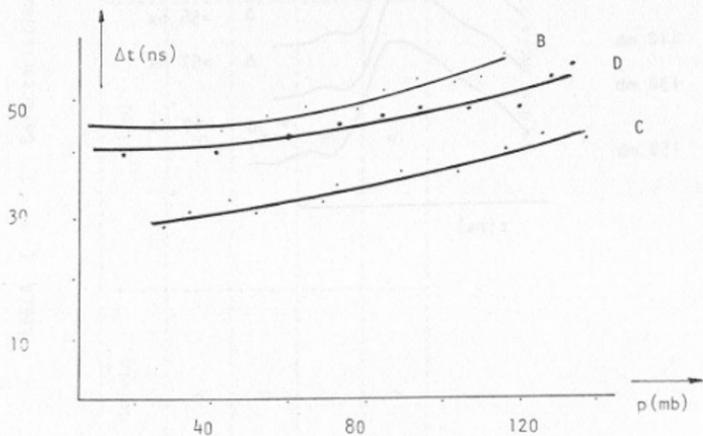


Fig. 4 : Modificações na estrutura temporal do pulso de excitação com a pressão de $e-N_2$ (Laser de N_2 modelo B)

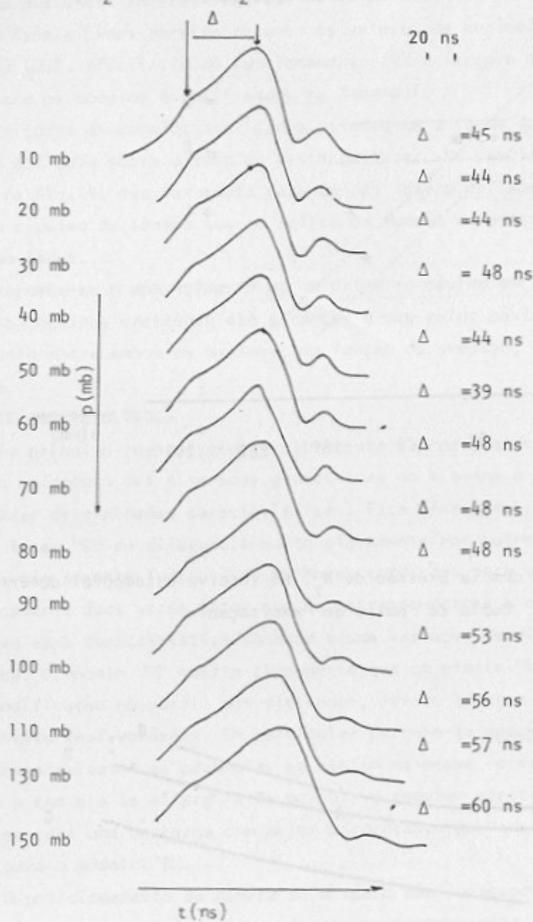


TABELA I Características geométricas dos lasers construídos

Modelo	d (mm)	Perfil dos eletrodos	Posicionamento do spark-gap com relação ao tubo laser
A	5	 ○ ∨	
B	5	 ○ ∨	
C	3	 ○ ∨	
D	5	 ∧ ∨	

d = distância intereletródica.

TABELA II Características do pulso de emissão estimulada gerado em cada modelo de laser construído

Modelo	P (kW)	E (uJ)	ϵ (%)	$\Delta \tau$ (ns)
A	650	670,4	0,134	1,03
B	650	611	0,122	0,94
C	910	525	0,105	0,577
D	500	366	0,07	0,732

tervalo aumenta com o aumento da pressão, resultado lógico considerando o aumento correspondente na impedância do tubo de descarga.

Torna-se importante assim estudar a Fig. 5 onde se percebe que, para qualquer valor de $p(N_2)$ dentro da faixa analisada, o intervalo entre pulsos correspondentes ao modelo "C" é sempre mínimo, quando comparado com aqueles dos outros modelos.

Chega-se então à conclusão de que as modificações geométricas perturbam significativamente a estrutura temporal do pulso de excitação o qual por sua vez gera modificações nas características de potência, energia e largura temporal do pulso laser.

CONCLUSÕES

Neste trabalho mostra-se a importância dos eletrodos (geometria e distância s intereletródicas) nas características de emissão de um laser de N_2 de baixa pressão.

Relacionam-se estes parâmetros com as modificações na estrutura temporal do pulso de excitação e se prova experimentalmente a relação entre estas características do pulso de excitação e as condições que maximizam o funcionamento do laser.

Atualmente estão sendo desenvolvidos sistemas de maiores dimensões para um estudo centrado no incremento dos valores de energia do pulso de radiação.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- H. da Silva Reis, A. Dias Tavares Jr., C. A. Massone e M. S. Z. Chaghtai; Aceito para sua publicação no Journal of Physics E:Scientific Instruments (1986)