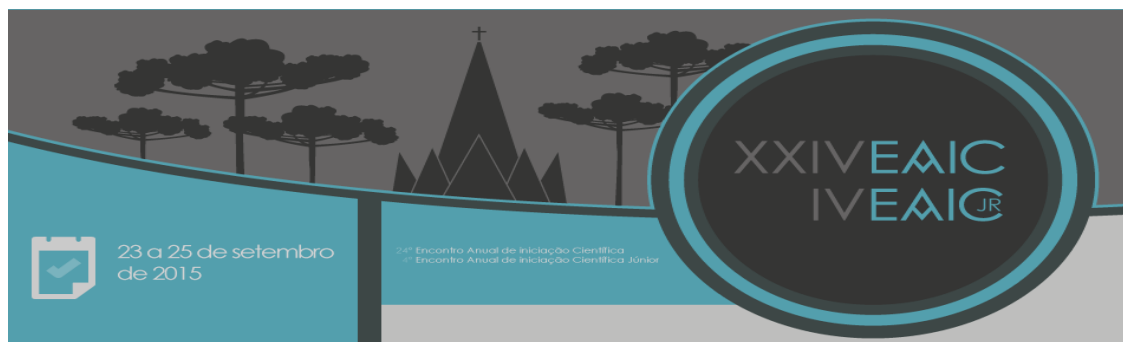




DESENVOLVIMENTO E TESTE DE UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO PARA LASER ISOTÓPICO DE $^{14}\text{CO}_2$

Renato Leandro Kovalski (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Ronaldo Celso Viscovini (Orientador), e-mail: viscovin@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas / Maringá, PR

Área: Ciências Exatas e da Terra **Subárea:** Física

Palavras-chave: Refrigeração, laser CO_2 , terahertz.

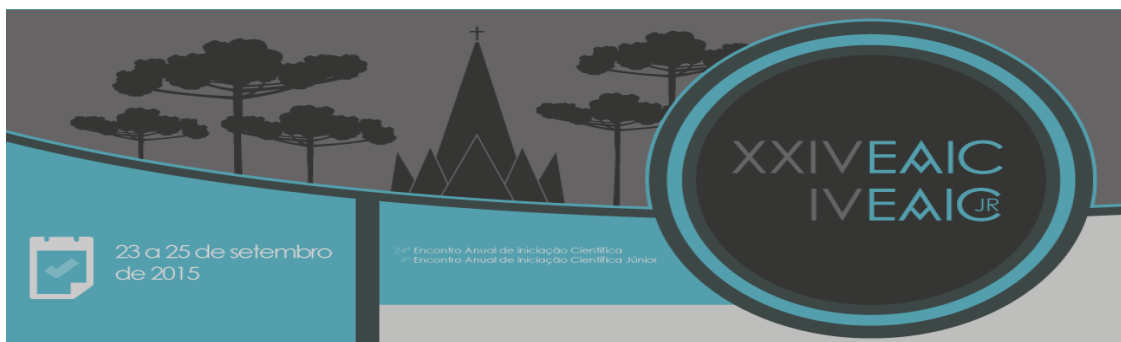
Resumo:

O intervalo espectral entre 0,1 e 10,0 THz é costumeiramente denominado de região do infravermelho longínquo, (IVL). Radiações altamente coerentes podem ser geradas nessa região espectral através da oscilação laser de moléculas polares excitadas por bombeamento óptico, onde a radiação laser infravermelha emitida pelo laser de CO_2 (cavidade de bombeio) é absorvida pelo gás contido na cavidade ressonante. O gás, geralmente metanol e seus isótopos, é excitado opticamente, criando uma inversão de população de níveis torção-rotovibracionais neste meio material. Com a inversão de população, o meio torna-se amplificador, e dentro de uma cavidade ressonante composta por espelhos confocais pode produzir emissões lasers na região do Terahertz. Em baixas temperaturas, em torno de -10°C , a eficiência do laser emitido pela cavidade de bombeio é melhorada permitindo assim a sintonia de linhas espectrais mais afastadas. Este projeto tem como objetivo desenvolver e testar um sistema de um sistema de refrigeração para laser isotópico de $^{14}\text{CO}_2$.

Introdução

Radiações altamente coerentes podem ser geradas na região espectral do Terahertz através da oscilação laser de moléculas polares excitadas por bombeamento óptico, desde que exista estrutura laboratorial necessária. Apesar das dificuldades na geração, as fontes de radiação de terahertz têm se tornado cada vez mais importantes para as áreas científicas, tecnológicas e médicas, entre as quais destacamos:

- Na área científica, esta região abre um campo novo espectroscópico para estudo de materiais, especialmente moléculas de cadeias muito longas,



como polímeros e compostos orgânicos (proteínas, DNA, RNA) (GLOBUS, 2003);

- Na área tecnológica, osciladores de alta precisão de Terahertz, além de servirem ondas portadoras de largo espectro (KLEINE-OSTMANN, 2004), são cruciais para sincronização de transmissões e recepções de sinais digitais de banda ultra-larga (terabits/s), seja em fibras ópticas como em espaço aberto.

- Na área médica, ondas de Terahertz (T-Ray) têm se mostrado muito promissoras para obtenção de imagens médicas de alta penetrabilidade, podendo no futuro substituir as radiações ionizantes (raios X) e ondas mecânicas (ultra-som) (ZANDONELLA, 2004).

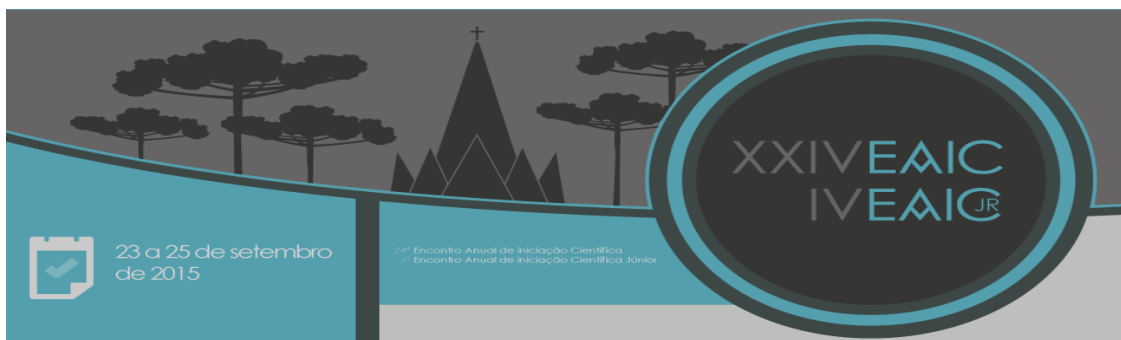
Radiações altamente coerentes podem ser geradas na região do terahertz através da oscilação laser de moléculas polares excitadas por bombeamento óptico, onde a radiação laser infravermelha emitida pelo laser de CO₂ (cavidade de bombeio) é absorvida pelo gás contido na cavidade ressonante. Lasers de CO₂ usados para bombeamento óptico normalmente possuem tubos de pirex (vidro-borosilicatado) que resistem à razoável amplitude térmica sem danificar sua integridade estrutural. No interior do tubo central uma mistura de gases composta por 80% He, 10% N₂ e 10% CO₂ é submetida a uma diferença de potencial de aproximadamente 30kV permitindo que uma corrente elétrica de 10mA circule pelo sistema ionizando-a, o que o faz emitir radiação laser com diversos espectros, sendo o espectro mais irradiado para esse tipo de laser, o infravermelho.

No entanto a maior parte da energia cedida ao gás é dissipada pelo sistema na forma de calor, calor este que reduz a eficiência do laser, pois minimiza o efeito de perdas térmicas na inversão de população do gás.

Materiais e métodos

Visando melhorar a estabilidade e a eficiência do laser foi construído um sistema de refrigeração que consiste em abaixar a temperatura de um fluido para -10°C à -15°C por meio de um compressor industrial frigorífico dotado de um motor de 1HP e um condensador que se localizam externamente ao laboratório a fim de evitar ruído sonoro e aumento da temperatura interna do laboratório. Dutos plásticos com isolamento térmico conduzem os tubos de cobre que carrega os gases de refrigeração ainda parcialmente no estado líquido a baixas temperaturas até canos de cobre de maior diâmetro que funcionam como evaporador onde serpentinas trocam calor com o fluido que refrigerara o dentro do reservatório térmico.

Composto por água, propileno glicol e nitratos anti-oxidantes este fluido tem seu ponto de congelamento inferior a -15°C e moderada viscosidade em baixas temperaturas, ao passo que se apenas fosse utilizado o propileno glicol puro, em baixas temperaturas seriam encontradas dificuldades no seu



bombeamento devida a sua alta viscosidade por isso optou-se pela adição de água, os nitratos antioxidantes que são adicionados tem como função evitar a corrosão das estruturas que tem contato direto a ele. Este fluido é bombeado por uma bomba que fica imersa em um reservatório térmico e por meio de dutos plásticos segue até a cavidade do tubo laser formada entre o tubo que contém a mistura gasosa ionizável e o tubo de maior diâmetro que o cerca, o liquido que trocou calor com a mistura gasosa ionizada retorna pela outra extremidade do tubo de maior diâmetro e retorna ao recipiente térmico por meio de dutos plásticos fechando o ciclo. Na Figura 1 tem-se a imagem do tanque refrigerador com o isolamento lateral e a tampa de fechamento de aço inox.



Figura 1 - Tanque de refrigeração.

Resultados e Discussão

Depois de realizadas medições de temperaturas constatou-se que o sistema apresentava problemas com o isolamento térmico do tanque de fluido e com a homogeneização térmica no interior do tanque. Na Figura 2 têm-se imagens térmicas mostrando a variação da temperatura de $-28,1^{\circ}\text{C}$ na superfície da serpentina até $-9,7^{\circ}\text{C}$ no fluido circundante.

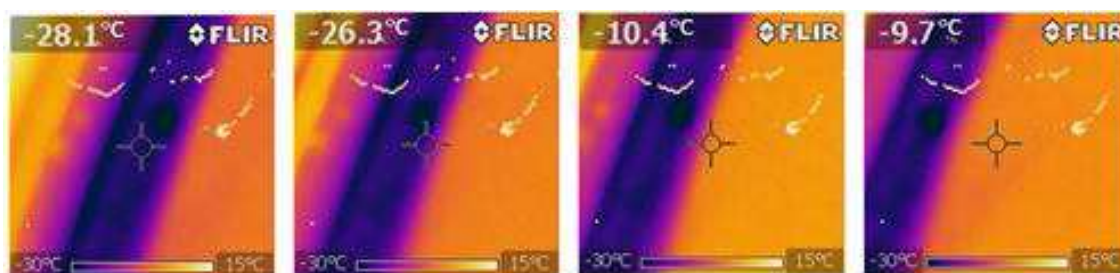
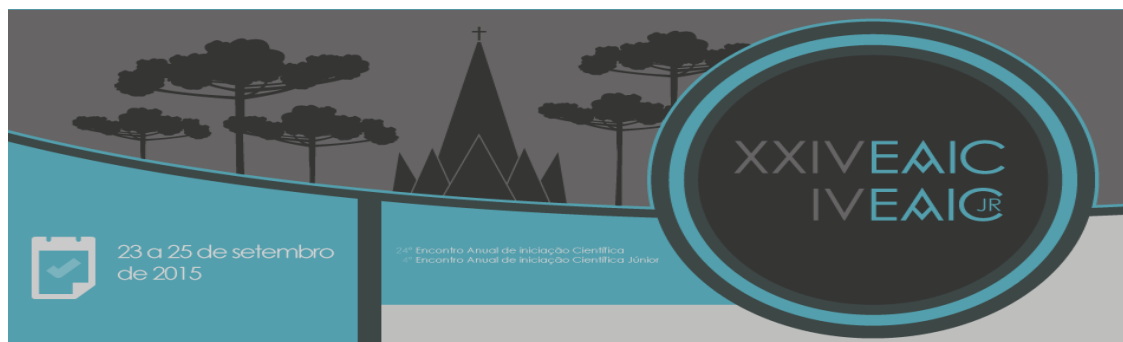


Figura 2 - Distribuição de temperatura dentro da cuba.



Para aumentar o isolamento térmico a tampa do tanque de fluido deverá ser modificada criando-se nela uma segunda parede de material isolante ajudando a evitar a perda por condução térmica.

Para aumentar a homogeneização térmica no interior do tanque deverá ser adicionado um agitador mecânico. Para melhorar o controle de temperatura do fluido será adicionado um sistema de controle ativo de temperatura baseado numa plataforma padrão arduino, juntamente com os drivers que controlarão o funcionamento do compressor da unidade de refrigeração.

Conclusões

Apesar do sistema de refrigeração ter funcionado, este precisa ser aprimorado para garantir maior eficiência e controle de temperatura para atender as exigências do laser. Para tanto deverão ser efetuadas as seguintes modificações: melhorar o isolamento da tampa do reservatório, adicionar um agitador mecânico e um controle inteligente de temperatura por microcontroladores.

Agradecimentos

Agradecemos à Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação (PPG) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) ao seu Programa de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPQ-FA-UEM).

Referências

GLOBUS T.R.; WOOLARD, D.L.; KHROMOVA, T.; CROWE T.W.; BYKHOVSKAIA M.; GELMONT B.L.; HESLER J.; SAMUELS A.C. - THz-spectroscopy of biological molecules, **Journal of Biological Physics**, vol. 29, n.2, p. 89-100, 2003.

KLEINE-OSTMANN, T., PIERZ K., HEIN G., DAWSON P., KOCH M. - Audio signal transmission over THz communication channel using semiconductor modulator, **Electronics Letters**, vol. 40 n. 2, p.124-126, 2004.

ZANDONELLA C. - Terahertz imaging: T-ray specs, **Nature**, vol. 424, p. 721-722, 2003.