



DESENVOLVIMENTO DE UM EMISSOR DE ESPECTRO DE CORPO NEGRO COM TEMPERATURA CONTROLADA



Eduardo Henrique de Toledo Poldi

Orientadores: Dr. Narcizo Marques Souza Neto
Dr. Fábio Machado Ardito

**Este relatório está em versão final
porém possui omissão de informações
sigilosas.**

Campinas, 18 de Julho de 2016

Sumário

1	Introdução	2
2	Estabilidade na Temperatura	2
3	Isolamento Térmico e Elétrico	3
	Comentário do Orientador	4
	Agradecimentos	4
	Referências	4

1 Introdução

Esse projeto está sendo desenvolvido no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) e se enquadra na forte tendência de pesquisa nas fontes de luz síncrotron em todo o mundo: experimentos envolvendo temperatura e pressão extremas. Neste contexto, como o Laboratório de Altas Pressões do LNLS está em vias de implantação de um sistema de aquecimento por laser de infravermelho, o presente projeto visa implementar uma fonte que permita calibrar o subsistema de termometria. Tal calibração se dará incidindo num espectrômetro a luz proveniente da fonte, que possuirá temperatura ajustável e bem determinada. Assim, depois de calibrado o espectrômetro, este equipamento lerá o comprimento de onda emitido pela amostra aquecida e associará a uma determinada temperatura.

Para se desenvolver a fonte, que emitirá um espectro de corpo negro numa faixa de comprimento de onda específica, serão utilizados apenas os materiais e equipamentos disponíveis no laboratório. A confecção de uma espécie de lâmpada ou forno em miniatura que atingisse cerca de 2500 K foi proposta no projeto como a solução para tal fonte. Para tanto, foram estudados o isolamento térmico na lâmpada, os meios de transmissão de calor e meios de se estabilizar a temperatura do tungstênio, de modo a se escolher os materiais ideais, dentre as opções disponíveis no laboratório, para a manufatura da lâmpada.

2 Estabilidade na Temperatura

Para se obter maior precisão na aferição da temperatura no interior da lâmpada, pesquisou-se a respeito de circuitos que estabilizassem a temperatura em lâmpadas de tungstênio. Foi encontrado um artigo (1) que considerava o fato de que a resistividade do tungstênio varia com a temperatura.

O funcionamento do circuito é simples: basicamente formado por uma seção responsável pela potência que será dissipada na resistência e outra responsável pela lógica do circuito. Os componentes da primeira são um amplificador e três transistores, enquanto a segunda forma uma ponte de Wheatstone balanceada entre a lâmpada, um potenciômetro e duas resistências fixas. Quando a resistência do potenciômetro varia, a ponte tende a ser balanceada variando a resistência do tungstênio na lâmpada, alterando, por tabela, sua temperatura.

O circuito foi montado conforme indica o artigo (1) e testado com uma lâmpada comum, mas ainda não foi utilizado em conjunto com o forno em miniatura que está sendo desenvolvido. Ele pode ser visto na figura 1 a seguir e também parcialmente ao fundo da figura 2 .

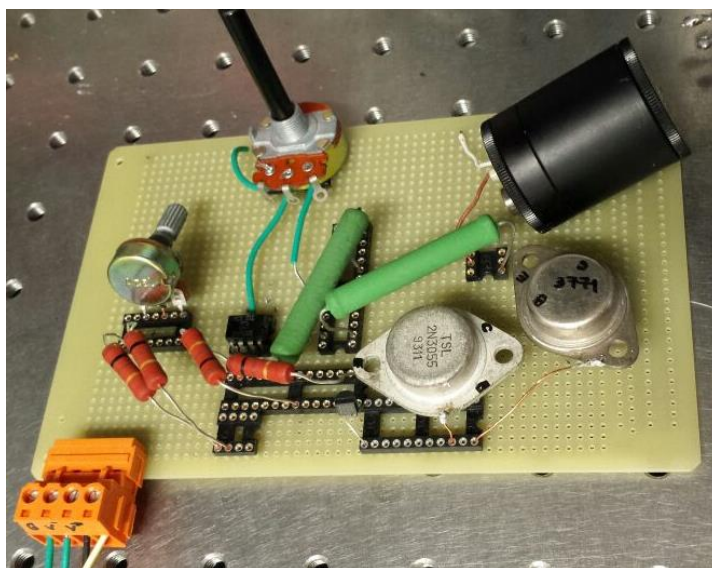


Figura 1: Circuito utilizado na estabilização da temperatura do filamento de tungstênio.

3 Isolamento Térmico e Elétrico

O protótipo para a lâmpada de calibração inicialmente proposto no projeto consistia apenas de uma carcaça cilíndrica, com eletrodos em seu interior sustentando um núcleo envolto numa resistência de tungstênio. Para aferir a temperatura, um termopar será utilizado.

Para a carcaça, foi utilizado um tubo de alumínio anodizado, frequentemente empregado em experimentos de óptica, portanto bastante comum no LNLS. Esse tubo foi fechado com rosca em ambas as extremidades por tampos feitos do mesmo material. Foi feito um furo num dos tampos, por onde é emitida a luz. Uma lâmina de material transparente foi colada na superfície deste tampo. Na outra extremidade, o tampo foi inicialmente furado em dois locais para a passagem dos eletrodos e do termopar.

Após consultar os profissionais da área da confecção de fornos do LNLS, houve recomendações para que a lâmpada fosse melhor isolada termicamente. Assim, foi empregado um isolante térmico na parede interna do tubo de alumínio. Além disso, como não há transmissão de calor por condução ou convecção no vácuo, também foi decidido diminuir a pressão no interior da lâmpada, o que é também importante para a preservação do filamento de tungstênio, que oxida e se rompe na presença de oxigênio em alta temperatura. Portanto, no mesmo tampo em que foram passados os eletrodos, foi feita outra abertura para a conexão de uma bomba de vácuo. Esse vácuo, sob o qual a lâmpada será submetida, torna a irradiação o meio crítico de transmissão de calor. Dessa maneira, foi inserido no interior do tubo de alumínio um cilindro oco de material refletivo aberto em ambas as extremidades e coaxial à carcaça. Esse cilindro também serviu para impedir que o isolante entrasse em contato direto com a resistência, já que seu ponto de fusão é inferior ao atingido com a resistência.

Foi notado durante as tentativas que o vácuo é fundamental para o isolamento térmico e que o tungstênio não é a melhor escolha de material para a resistência, então é provável que o circuito tratado na seção anterior seja descartado. O projeto ainda não está finalizado por estarem sendo feitos testes com filamentos de outros materiais para a resistência e para os eletrodos. Os eletrodos, após vários testes, serão mantidos de cobre e um material possível para a resistência é de uma liga de níquel-cromo. A temperatura atingida com esses materiais deixou a cerâmica incandescente e uma estimativa da temperatura atingida é de 1000 K, pois o termopar necessário para a aquisição da temperatura com precisão ainda não foi comprado. Os resultados obtidos até o momento estão mostrados na figura 2.

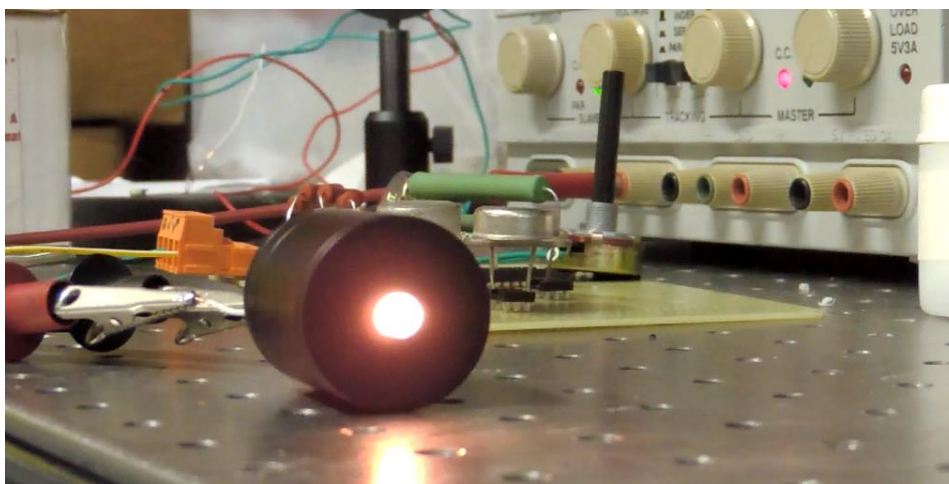


Figura 2: Momento em que a lâmpada acende.

Comentário do Orientador

Meu orientador concorda com o expressado neste relatório final e deu a seguinte opinião:

O aluno desenvolveu um projeto que se mostrou de difícil execução e encontrou diversas dificuldades, muitas delas de solução complexa. Entretanto, o aluno se mostrou muito motivado em resolver tais problemas, conseguindo soluções muito boas para quase todos os obstáculos encontrados. Pode-se dizer que o projeto se encontra em fase muito avançada, faltando apenas alguns detalhes a serem elucidados antes da implementação final no nosso sistema de aquecimento a laser.

Agradecimentos

Agradeço imensamente ao Jairo, que esteve presente durante todas as etapas desse projeto, pois sem sua ajuda não teria sido possível concluir a fabricação da lâmpada dentro do previsto.

Agradeço ao Fábio e ao Vinícius do Grupo de Ambiente de Amostras, que me forneceram vários materiais, informações e dicas para superar os limites entre ideias e realidade.

Não sei quem mais teria lapidado quartzo por mim se não o Luizão do grupo de Microfabricação. Sou grato a ele e a todo o grupo.

Agradeço a todos integrantes do Grupo de Apoio em Eletrônica do LNLS, especialmente ao Thiago, que acompanhou a montagem do circuito e aturou minha ignorância em eletrônica do começo ao fim.

Sou grato ao coordenador do curso, professor Jose Joaquín Lunazzi, que nos horários de consulta sempre me proporcionou aprendizado e contribuiu para a melhor apresentação dos resultados obtidos com esse trabalho.

Finalmente, agradeço aos meus orientadores nessa empreitada, Fábio e Narcizo, principalmente por todos os problemas dados para eu resolver e pelas horas semanais dedicadas a mim.

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - Fapesp pela bolsa.

Referências

1 MASI, C. G. Temperature control of a tungsten incandescent lamp. *Review of Scientific Instruments*, v. 50, n. 2, p. 257–258, 1979. ISSN 00346748.