

Automação de sistemas de aquisição de dados para a técnica de lente térmica

Automation of data acquisition systems for the thermal lens technique

RESUMO

A espectroscopia de Lente Térmica é uma técnica óptica utilizada na caracterização de materiais sólidos, líquidos e gasosos. Por meio de sua utilização é possível obter propriedades como a difusividade térmica e o coeficiente de absorção óptica de materiais semitransparentes. O objetivo desse trabalho é automatizar a técnica de Lente Térmica, de tal forma que todo o processo seja rápido e de fácil utilização. Para realizar a aquisição, tratamento e visualização dos dados foi utilizado o software LabVIEW. A comunicação foi estabelecida entre computador, obturador e osciloscópio. Após o programa receber o sinal do osciloscópio, o ajuste teórico dos dados experimentais é realizado para obtenção dos parâmetros relacionados as propriedades físicas da amostra.

PALAVRAS-CHAVE: Espectroscopia. Lente Térmica. LabVIEW.

Bruno Felipe Maihach
bfmaihach@outlook.com.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Gustavo Vinicius Bassi Lukasiwicz
gustavov@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

Thermal Lens Spectroscopy is an optical technique used to characterize solid, liquid and gaseous materials. Through its use it is possible to obtain properties such as thermal diffusivity and optical absorption coefficient of semitransparent materials. The objective of this work is to automate the Thermal Lens technique, so that the whole process is quick and easy to use. To perform the data acquisition, treatment and visualization of the data was used the software LabVIEW. The communication was established between computer, shutter and the oscilloscope. After the software receives the oscilloscope signal, the theoretical fit of the experimental data is performed to obtain the parameters related to the physical properties of the sample.

KEYWORDS: Spectroscopy. Thermal Lens. LabVIEW.

INTRODUÇÃO

A espectroscopia de Lente Térmica (LT) é uma técnica óptica utilizada na caracterização de materiais sólidos, líquidos e gases. Por meio de sua utilização é possível obter propriedades como a difusividade térmica e o coeficiente de absorção óptica de materiais semitransparentes. O efeito de LT surge devido a absorção da luz pela matéria. A energia absorvida de um feixe laser induz um gradiente de temperatura na amostra, que por sua vez altera a densidade e conseqüentemente o índice de refração. Ou seja, a variação do estado térmico da amostra faz com que o material se comporte como uma lente, desviando o feixe laser [1-3].

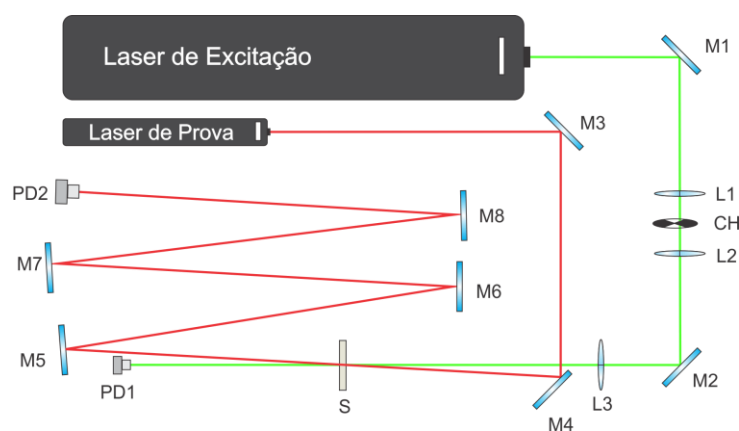
O aparato experimental da LT pode ser configurado de diferentes maneiras. Métodos mais simples envolvem apenas um feixe laser, enquanto que, uma sensibilidade maior pode ser obtida utilizando dois feixes lasers (feixe de excitação e feixe de prova). No caso de dois lasers, o monitoramento se torna independente da excitação, resolvendo a limitação do feixe simples.

O objetivo desse trabalho é automatizar o experimento de LT, de tal forma que todo o processo seja rápido e de fácil utilização, tornando o procedimento viável. Para realizar a aquisição, tratamento e visualização dos dados foi utilizado o software LabVIEW.

MATERIAL E MÉTODOS

Para compreensão do programa de aquisição de dados é necessário entender o funcionamento do experimento de LT. A Figura 1 ilustra a configuração experimental. Os elementos PD1 e PD2 indicam os fotodiodos responsáveis por capturar parte da intensidade do feixe de excitação e a parte central do feixe de prova (sinal de lente térmica). O elemento S representa a amostra e CH o obturador, responsável pelo controle do tempo de exposição do feixe de excitação na amostra. Os elementos L representam as lentes e M os espelhos.

Figura 1 – Esquema do experimento de Lente Térmica [2].



Fonte: Autoria própria (2011).

Além dos equipamentos acima citados também é necessário o uso do osciloscópio, que faz a leitura do sinal elétrico relacionado a intensidade luminosa

no fotodetector e transfere para o computador os dados obtidos. A comunicação é feita através da serial e faz necessário o uso de um driver chamado TekVISA para que a comunicação com o LabVIEW ocorra de forma adequada. O modelo do osciloscópio usado é o modelo TBS 1062B da Tektronix.

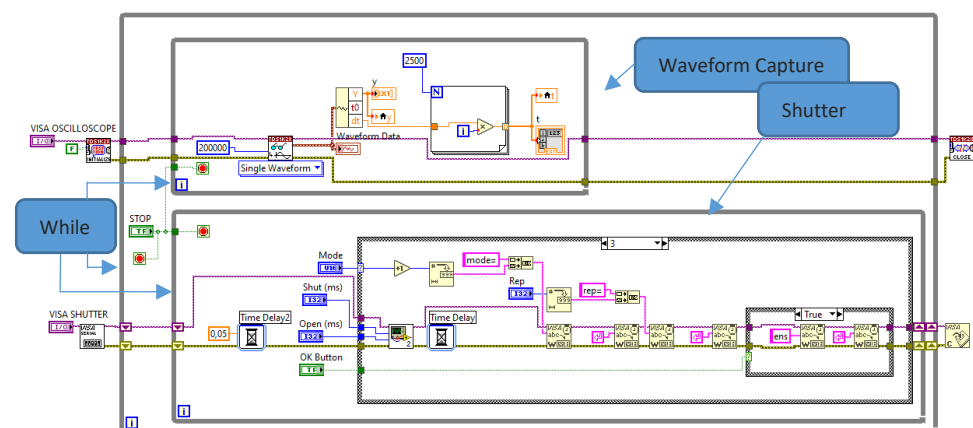
O obturador utilizado foi da marca ThorLabs (modelo SH05/M) com o respectivo controlador (modelo SC10), esse equipamento pode ser controlado por comunicação serial e possui cinco modos de funcionamento, onde todos os parâmetros podem ser estabelecidos pelo LabVIEW.

Os primeiros parâmetros a serem definidos são a porta para a comunicação e como padrão o *Baud Rate* em 9600 conforme indicado no manual. Em seguida, o modo de operação e o intervalo de tempo em que o obturador fica aberto e fechado é definido. Por fim, ao pressionar o botão de controle para iniciar a operação, os parâmetros são enviados ao controlador e o obturador acionado. Na Figura 2 é apresentado o diagrama de blocos elaborado para controle do obturador.

A cada ciclo de operação do obturador, o laser de excitação incide em um dos fotodiodos que funciona como *trigger* e dispara a gravação do sinal elétrico do fotodiodo do feixe de prova, registrando assim uma nova curva no osciloscópio. Após o término do procedimento, o osciloscópio transfere para o computador o transiente salvo na tela do osciloscópio, que representa a média das várias medidas realizadas. O código responsável por importar a curva e controlar o tempo de incidência do laser na amostra está apresentado na Figura 2 no bloco *Waveform Capture e Shutter*.

Esses blocos representam laços de repetição do tipo *while*, responsável por repetir o código afim de verificar se algum comando foi executado no painel de controle ou alguma dado foi recebido pela serial, interrompendo o programa assim que o botão *stop* é pressionado.

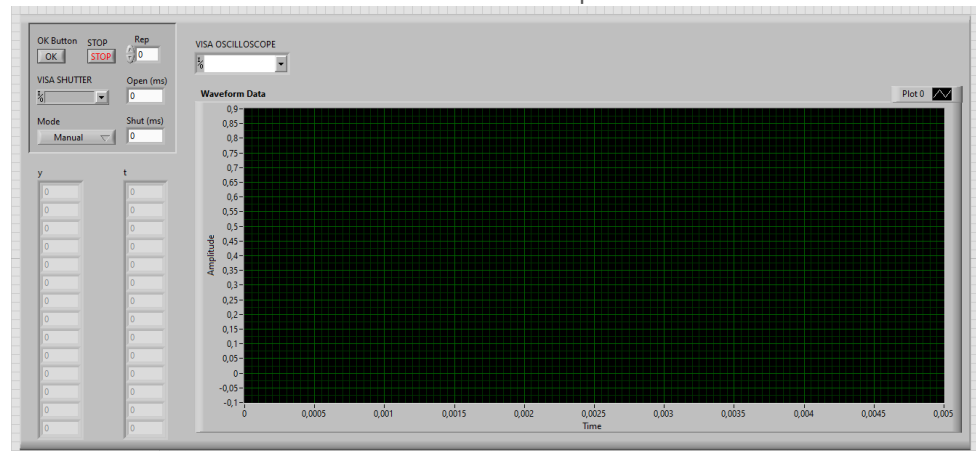
Figura 2 – Programa para controle do obturador e aquisição do sinal do osciloscópio.



Fonte: Autoria própria (2019).

Para facilitar a visualização foi inserido o gráfico no painel central juntamente com o controle do Shutter.

Figura 3 – Painel frontal para regulagem do obturador e visualização da curva obtida do osciloscópio.



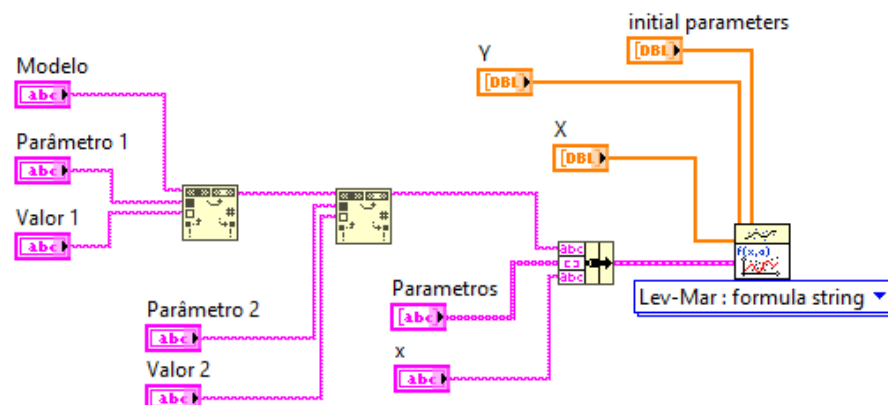
Fonte: Autoria própria (2019).

Após aquisição dos dados do osciloscópio é realizado o ajuste teórico dos dados experimentais com a função da intensidade luminosa do centro do feixe luminoso no plano do fotodetector [1]

$$I(t) = I(0) \left[1 - \frac{\theta}{2} \tan^{-1} \left(\frac{2mV}{[(1+2m)^2 + V^2](t_c/2t) + 1 + 2m + V^2} \right) \right]^2 \quad (1)$$

Os parâmetros m e V são característicos da montagem experimental, sendo parâmetros fixos pré-determinados. Os parâmetros θ e t_c são obtidos do ajuste teórico. Uma forma de definir esses parâmetros utilizando um controlador no Painel Frontal é usar uma paleta de busca e substituição na *string*. Dessa forma, ao localizar os parâmetros “ m ” e “ V ”, os mesmos seriam substituídos por seus respectivos valores. Para isso, o primeiro passo foi abrir o “*model description*” do ajuste em três controles, “*model*”, “*parametros*” e “*x*”.

Figura 4 – Diagrama de Bloco para definição dos parâmetros “ m ” e “ V ” com controle no Painel Frontal.

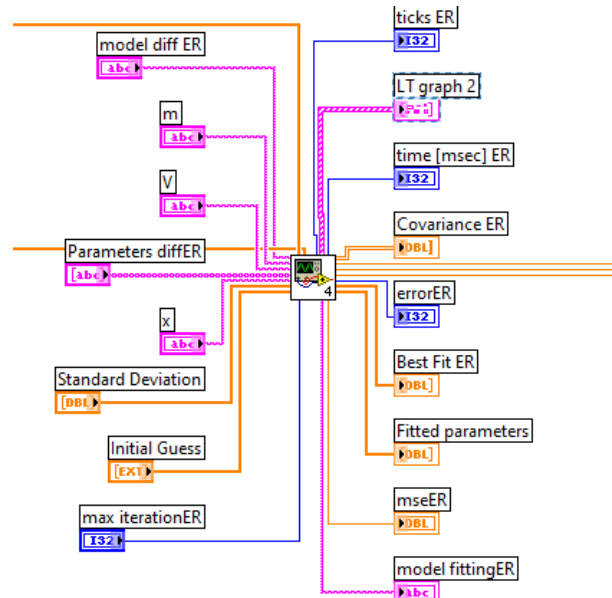


Fonte: Autoria própria (2019).

Uma segunda possibilidade para ajuste teórico do sinal de LT é utilizar um SubVI já implementado para o ajuste onde todos os parâmetros são informados diretamente nele.

As linhas laranjas da esquerda é o sinal armazenado em matrizes e as linhas da direita são as três variáveis do ajuste com os melhores valores encontrados. Com essa informação, é possível construir o gráfico com os dados experimentais e com a função ajustada para verificar se são coincidentes, como apresentado na Figura 5.

Figura 5 – SubVI responsável pelo ajuste teórico com suas entradas e saídas.

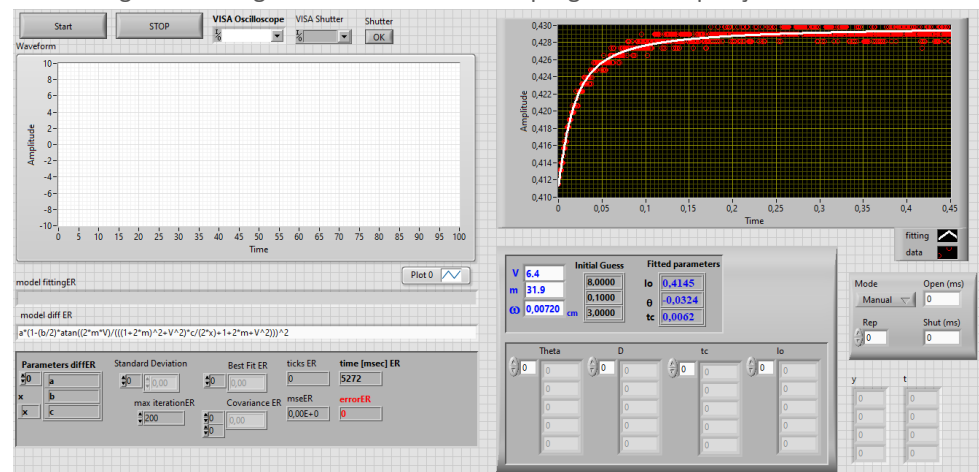


Fonte: Autoria própria (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A rotina elaborada é capaz de controlar o obturador, adquirir os dados do osciloscópio e realizar o ajuste dos dados experimentais com o modelo teórico. Na Figura 6 é apresentada uma imagem com a versão final da interface do programa elaborado.

Figura 6 – Imagem do Painel Frontal do programa de aquisição elaborado.



Fonte: Autoria própria (2019).

O gráfico com o fundo preto apresenta os dados experimentais em vermelho e a curva de ajuste em branco. Os demais elementos estão relacionados a comunicação, ajuste teórico e controle da rotina.

CONCLUSÃO

Neste projeto foi desenvolvido um sistema de aquisição de dados para a técnica de Lente Térmica. Para o desenvolvimento do trabalho foi necessário elaborar um sistema de controle da abertura do obturador, adquirir os dados do osciloscópio, adequar a rotina de ajuste de curva e, por fim, sincronizar todos os processos da medida experimental. Dessa forma, a técnica de Lente Térmica foi automatizada e pode ser utilizada na caracterização de diferentes materiais. Em todas essas etapas foram exigidas a busca por conhecimentos extracurriculares que possibilitaram não somente o entendimento sobre o LabVIEW e a Espectroscopia de Lente Térmica, mas também conhecimentos obtidos em diversas áreas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq e da UTFPR. Agradeço ao professor Leandro Herculano da Silva pela contribuição na realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] PEDREIRA, P.R.B. Desenvolvimento de um protótipo de lente térmica resolvida no tempo para estudos de líquidos em condições transitórias em tempo real. 2005. Tese (Doutorado em Física) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005. p. 3-48.
- [2] LUKASIEVICZ, G. V. B. Modelo teórico das técnicas de lente térmica e espelho térmico com acoplamento térmico Amostra-Fluido. 2011. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.
- [3] TURCHIELLO R.F.; GÓMEZ, S.L. Efeito de Lente Térmica: uma demonstração de baixo custo para laboratórios de ensino sobre a capacidade da luz em modificar o índice de refração de um meio. REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA. Ponta Grossa, v. 38, n. 3, p 1-5, 2016.
- [4] BAPTISTA, Maurício S. Métodos analíticos ultrassensíveis: lente térmica e técnicas correlatas. Química Nova. vol.22. n.4. São Paulo. 1999.