



# ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,  
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

## **AUTOMAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS PARA O EXPERIMENTO DE POLARIMETRIA**

Claudio Yamamoto Morassuti<sup>1</sup>; Luis Humberto da Cunha Andrade<sup>2</sup>; Sandro Marcio Lima<sup>3</sup>; Fabio Alencar dos Santos<sup>4</sup>; Luis Antônio de Oliveira Nunes<sup>5</sup>.

Bolsista de pós-graduação UEMS <sup>1</sup>. <sup>2</sup>Orientador, Professor PGRN- UEMS. <sup>3</sup>Professor PGRN- UEMS, <sup>4</sup>Co-orientador, Professor UFGD, <sup>5</sup> Professor IFSC- USP.

### **R E S U M O**

O objetivo deste estudo foi à automação do experimento denominado Polarimetria (ou Método Polarimétrico), cuja função é coletar dados que irão fornecer parâmetros para determinar a birrefringência óptica de materiais que possuem a propriedade de anisotropia óptica. Os materiais escolhidos para estudo foram os vidros a base de TeO<sub>2</sub> tratados termoeletricamente com o intuito da indução da propriedade citada acima, que posteriormente, poderão ser usados como materiais alternativos para a construção de dispositivos ópticos. Para que tal objetivo fosse alcançado foi necessário o uso do microcontrolador Basic Stamp, modelo BSII-IC, sensores fotoelétricos, e atuadores de baixo custo na automação do experimento. O estudo traz também um aprofundamento teórico sobre os fenômenos ópticos referentes a birrefringência e a polarização da luz. Para automação do experimento. Foram desenvolvidos programas em linguagem de programação BASIC para o controle e aquisição de dados. O programa compilador FreeBasic foi utilizado para o desenvolvimento da interface, o mesmo permite a comunicação serial com o chip BSII-IC. Através do experimento foi possível determinar a birrefringência óptica das amostras pura (TLiNbO-40 A) e dopada com prata (Ag4TL).

Palavras Chave: birrefringência, automação, polarização.

## INTRODUÇÃO

Segundo Rojas (2005), a polarização termoelétrica de amostras vítreas vem sendo estudadas desde a década de 90 com o intuito de promover a geração de segundo harmônico (GSH). Este efeito é de grande importância para a construção de instrumentos fotônicos, usados em redes de telecomunicações, como fibras ópticas, chaveadores, dobradores de frequência, etc.

Murai et. al. (2011) afirma que o campo elétrico induzido pela polarização termoelétrica cria um efeito eletro-óptico nos índices de refração paralelos e perpendiculares da amostra, tornando-os diferentes paralelamente e perpendicularmente, ou seja, o vidro torna-se opticamente birrefringente com eixo óptico paralelo ao campo elétrico interno da amostra polarizada.

Gerthsen (1998) afirma que um dos experimentos mais rápidos e mais utilizados para detecção de materiais que possuem birrefringência óptica é o experimento denominado polarimetria ou método polarimétrico. Murai *et. al.* (2011) apresentam uma equação na qual os dados experimentais da polarimetria para amostras de vidros teluritos polarizados termoeletricamente podem ser ajustados:  $\xi = A \text{sen}\{2\Phi + B + 2m\pi\} + \theta$ . Onde  $A$  e  $B$  são parâmetros do ajuste.  $A$  é o ângulo máximo de rotação quando o plano de polarização da luz incidente coincide com o bissetor de dois eixos,  $B$  é o ângulo azimute do eixo da birrefringência. O parâmetro  $A$  se relaciona com a birrefringência por,  $2A = 2\pi\Delta nd/\lambda$ . Onde  $d$  é a espessura da amostra e  $\Delta n$  é a birrefringência óptica induzida na amostra.

### Linguagem BASIC e ciência

O compilador FreeBasic é um compilador BASIC muito utilizado no desenvolvimento de programas científicos, como por exemplo o estudo de Herbert et al. (2010) intitulado como: “Simulação Monte Carlo no ensino de luminescência e cinética de decaimento de estados excitados” onde se faz o uso deste compilador para programar as simulações de decaimento de estados excitados de íons, como o  $\text{Eu}^{3+}$ . Também se destaca o estudo de Batista e Camargo (2011) intitulado “Simulação Monte Carlo de mecanismo de transferência de energia de excitação eletrônica: modelo de Perrin para a

supressão estática da luminescência”. Este estudo apresenta a simulação pelo FreeBasic do decaimento dos estados excitados das moléculas luminescentes.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Composição das amostras

A composição das amostras investigadas neste estudo está descrita na tabela abaixo:

Tabela 1. Composição das amostras deste estudo

Amostra	Composição (mol%)		
	TeO <sub>2</sub>	LiNbO <sub>3</sub>	AgNO
Ag2TL	58,8	39,2	2
Ag4TL	57,6	38,4	4
TLiNbO <sub>3</sub> -40-A	60,0	40,0	0

### Indução da Anisotropia

Para a polarização Termoelétrica foi utilizado um aparato denominado forno de polarização termoelétrica. Os parâmetros de polarização são mostrados na tabela abaixo.

Tabela 2. Parâmetros da polarização termoelétrica na temperatura de 290 °C das amostras estudadas

Amostra	Tempo de polarização (min.)	Tensão (kV)
Ag2TL- A	60	3,70
Ag4TL- A	60	3,10
Ag4TL-A2	60	3,10
TLiNbO <sub>3</sub> -40-A	20	0,95

## Método polarimétrico

O experimento consiste em um laser de Hélio-Neônio ( $\lambda=543,5\text{nm}$ ), ao qual faz se incidir seu feixe sobre um polarizador, em seguida, passa pela amostra polarizada presa a um suporte e por fim o feixe polarizado, defasado em um ângulo  $\phi$  em relação à polarização de entrada, encontra analisador preso a um goniômetro ligado a um motor de passo controlado por um driver Toshiba TB6560. O motor ira rotacionar o analisador em um ângulo de 0 a 360°, por fim, o feixe encontra o detector (fotodiodo) que medirá a intensidade da luz e converte-la em sinal elétrico interpretado pelo microcontrolador Basic Stamp BS2-IC, que controla o sistema de aquisição de dados, os dados serão enviados pela porta serial ao software desenvolvido pelo compilador FreeBasic.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da automação do sistema de aquisição de dados apresentam os circuitos e programas desenvolvidos, que estão divididos nos tópicos denominados Hardware e Software respectivamente. A figura abaixo apresenta alguns dos circuitos desenvolvidos.

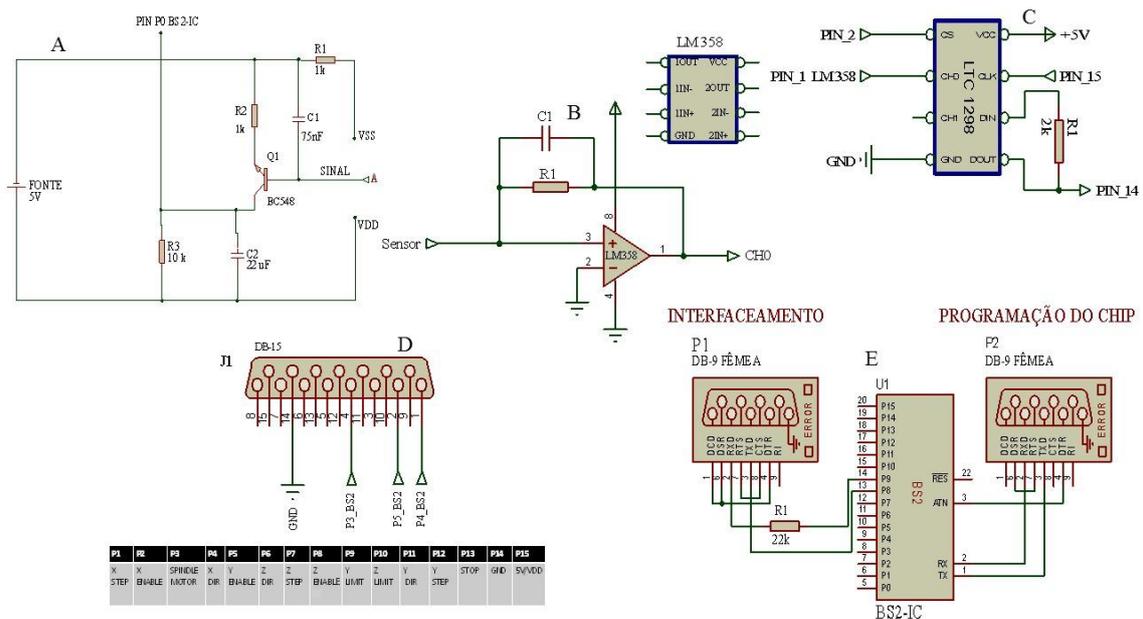


Figura 1. Circuitos utilizados na automação do experimento

O circuito A é utilizado para o fotodiodo de posicionamento do ponto inicial de medidas, em B, é mostrado o circuito amplificador de sinal do sensor de aquisição de dados, C é um conversor A/D para transformar o sinal analógico dos dados em digitais, D é a pinagem de entrada do driver Toshiba TB 6560, E é o microcontrolador Basic Stamp II (BS2-IC) com as respectivas portas seriais de programação e interface do chip.

Com a automação do sistema de aquisição de dados do experimento de polarimetria (ou método polarimétrico) foi possível analisar as amostras termoelectricamente tratadas para a indução da birrefringência óptica. Utilizando o parâmetro A da equação de Murai et al.(2011) foi possível calcular o valor da birrefringência óptica. A tabela a seguir apresenta os resultados obtidos.

Tabela 3. Resultados obtidos para as amostras TLiNbO<sub>3</sub>-40-A e Ag4TL-A

<i>Amostra</i>	$\Delta n$	<i>d (mm)</i>	<i>A</i>
TLiNbO <sub>3</sub> -40A	3,34. 10 <sup>-4</sup>	0,95	1,83°
Ag4TL-A	3,60 10 <sup>-4</sup>	1,05	2,19°

Podemos perceber que a curva da amostra TLiNbO<sub>3</sub>-40-A dobra a frequência em relação à curva da amostra Ag4TL-A o que nos indica segundo a literatura que os dípolos do material se orientaram formando um ângulo com plano da superfície da amostra, o que causa este efeito (S Murai et. al.).

Os resultados nos revelam que a adição da prata na matriz TeO<sub>2</sub>-LiNbO<sub>3</sub> não influenciou no valor da birrefringência induzida por polarização termoeétrica. Tal fato colabora para com resultados de absorção óptica e microscopia eletrônica de varredura apresentados por Santos (2013). Santos em sua tese de doutoramento, na qual indica que a prata surge na superfície do vidro após o tratamento, no entanto, não é de tamanho nanométrico o que influencia nos valores obtidos de birrefringência. De outro modo, vale destacar que as curvas obtidas apresentam diferentes períodos, que pode estar relacionado à diferença de orientação dos dipolos da superfície tratada.

## CONCLUSÕES

Com a automação do experimento foi possível a análise das amostras de vidros telúrios polarizados termoeletricamente, revelando o valor da birrefringência óptica e comprovando a eficiência da mesma. Este estudo também traz em sua forma completa (disponível no acervo de monografias da UEMS) toda a instrumentação, eletrônica e programação que pode ser usado como base para a criação de novos experimentos com aquisição de dados automatizada.

## REFERÊNCIAS

GERTHSEN, C. VOGEL, H. KNESER. **Física 2**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1998. 954 p.

MURAI, S; HATTORI, R; MATOBA, T; FIJITA, K; TANAKA, K. Enhancement of Optical Birefringence in Tellurite Glasses Containing Silver Nanoparticles Induced Via Thermal Poling. **Journal of Non-Crystalline Solids**, v.357 p. 2259 – 2263, 2011.

ROJÁS, G. **Polarização termoeleétrica de vidros e fibras ópticas**. 2005. 247 f. Tese (doutorado em física). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

BATISTA, J M. N; CAMARGO, L, D. J. Simulação Monte Carlo de mecanismo de transferência de energia de excitação eletrônica: modelo de Perrin para a supressão estática da luminescência. **Química Nova**. v. 34, n°4, p. 707-709,2011.

SANTOS, F. A. **Geração de Segundo Harmônico em Vidros Teluritos TeO<sub>2</sub> - LiNbO<sub>3</sub>**. 2013.43 f. Tese (Pós-graduação em Ciência dos Materiais) - Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, 2013.