

1.05.99 - Física.

AUTOMAÇÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS DE UM EXPERIMENTO DE POLARIZAÇÃO DE RADIAÇÃO LASER ATRAVÉS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO COM BASE NA PLATAFORMA ARDUINO, O AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS LABVIEW.

Dannyyella de A. Santos^{1*}, Welliton L. da Silva², Liliana Y. A. Davila³, Nilo M. Sotomayor⁴.

1. Estudante de IC do Curso de Licenciatura em Física da UFT
2. Estudante de IC do Curso de Licenciatura em Física da UFT
3. Pesquisadora do Curso de Licenciatura em Física da UFT
4. Pesquisador do Curso de Licenciatura em Física da UFT/Orientador.

Resumo:

Neste trabalho relata-se a automação da aquisição de dados de um experimento para determinar o ângulo de polarização de uma fonte de luz laser de He-Ne empregando-se recursos das tecnologias da informação e comunicação tais como módulos de comunicação via ondas de rádio (Xbee), a plataforma Arduino e o ambiente de desenvolvimento de sistemas Labview. Foi empregado como equipamento base um sistema experimental simples composto de uma fonte laser de gás He-Ne que emite luz de comprimento de onda de 632.8 nm, um suporte polarizador com rotação manual e um anteparo para visualização. O suporte rotatório manual do polarizador foi modificado para incluir rotação automática através de um mecanismo de engrenagens impulsionados por um motor de passo controlado remotamente por um código em Labview. O anteparo foi substituído por um módulo sensor de intensidade luminosa também com aquisição automática de dados via comunicação sem fio. O processo de aquisição de dados através de comunicação por rádio frequência é controlado pelo mesmo aplicativo que controla o motor do polarizador rotatório, ele foi desenvolvido na linguagem G do Labview. Duas placas Arduino Uno rev. 3 são empregadas, uma para controle do ângulo de rotação do suporte do polarizador e outra para a aquisição da intensidade relativa da luz laser que passa através do polarizador. O sistema experimental automático possibilita a realização do experimento em menor tempo, com a aquisição de maior número de dados, minimizando a introdução de erros e com armazenamento e visualização instantâneas dos resultados.

Palavras-chave: Xbee; Ondas eletromagnéticas; Microcontroladores.

Apoio financeiro: Instituto nacional de eletrônica Orgânica INEO; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq.

Introdução:

Atualmente as Tecnologias da informação e comunicação (TICs) tem se tornado ferramentas de apoio muito importantes para a pesquisa científica, o ensino e aprendizagem entre outras (CARDONA 2017; SANTOS 2014). As TICs referem-se à integração das telecomunicações (seja por fios, cabos óticos, ou sem fio), com todos os meios técnicos ou recursos tecnológicos usados para tratar a informação e auxiliar na comunicação, o que inclui computadores e diversos sistemas de hardware, software, middleware, armazenamento e audiovisuais, os quais possibilitam ao usuário o acesso, armazenamento, transmissão e manipulação da informação. Particularmente, no ensino da Física as TICs tem encontrado aplicação direta na didática das atividades experimentais, o uso de experimentos didáticos como prática educacional em laboratórios é uma importante ferramenta de apoio e motivação ao processo de ensino-aprendizagem. Contudo, o processo experimental relacionado à medição das grandezas físicas envolvidas em uma determinada experiência, o seu registro, visualização, análise e armazenamento como base de dados pode ser extremamente repetitivo, quando realizados manualmente, dilatando o tempo das experiências consideravelmente, contribuindo ao aumento da introdução de erros experimentais e assim, tornando-se uma desvantagem ao invés de uma ferramenta de apoio. Neste sentido, no presente trabalho relata-se possíveis usos das TICs direcionadas à automação, aquisição, armazenamento e apresentação de dados de experimentos didáticos. O experimento escolhido é a determinação da polarização de uma fonte de luz laser, o objetivo do trabalho é realizar o controle automático do ângulo de polarização e a aquisição automática do valor numérico desta grandeza juntamente com a intensidade relativa da luz laser que passa através do polarizador. O processo de controle do polarizador e aquisição de dados são realizados através de duas plataformas de hardware e software: A plataforma de prototipagem Arduino (BANZI 2011) e o Ambiente de desenvolvimento de sistemas Labview (TRAVIS 2002). Para a aquisição de dados foram empregados módulos de rádio compatíveis Xbee com alcance de até 45 km.

Metodologia:

Segundo o físico francês Étienne-Louis Malus quando um polarizador é colocado na frente de um feixe polarizado de luz, a intensidade, I , da luz que passa através do polarizador é dada por $I = I_0 \cos^2 \theta_i$ onde I_0 é a

intensidade inicial e θ_i é o ângulo entre a direção de polarização inicial da luz e o eixo do polarizador. O experimento consiste em fazer incidir a luz polarizada de uma fonte laser de gás hélio neônio sobre a superfície de um vidro polarizador. É usado um anteparo colocado de forma transversal ao feixe que sai do polarizador para observar a intensidade da luz laser. O polarizador deve ser girado manualmente entre 0° e 360° , e para cada valor de ângulo observa-se a intensidade da radiação laser que passou através do polarizador. Este é um experimento didático sem aquisição de dados que permite através da simples observação determinar como a intensidade do feixe polarizado pode ser maximizada ou atenuada em função do ângulo θ_i . Para poder obter de forma experimental a expressão matemática para I é necessário fazer aquisição de dados do ângulo de rotação do polarizador e da intensidade do feixe laser que passa pelo polarizador. O filme polarizador precisa ser rotacionado através de um suporte rotatório acionado por um motor de passo controlado remotamente por um programa de computador e o ângulo de rotação deve ser armazenado. Para cada ângulo de rotação deve ser medida e armazenada a intensidade da iluminação em relação à intensidade I_0 . Com esses dados é possível fazer um gráfico de $I(\theta_i)$ em tempo real. Para a construção do suporte rotatório do polarizador foi empregado um motor de passo NEMA 17 que funciona com tensões de 3-20 V, possui ângulo de passo de 1,8 graus e torque de 2,7 kg/cm. O motor com diâmetro de eixo de 5,0 mm foi acoplado ao suporte rotatório através de duas engrenagens plásticas de diâmetros diferentes. Para a detecção da intensidade da luz laser foi empregado um módulo sensor de luminosidade com base em um resistor dependente de luz (LDR) e um circuito integrado (LM393), composto de dois comparadores independentes de tensão (TEXAS INSTRUMENTS 2014). Este módulo é compatível com as placas Arduino, funciona com tensões de 3,0 V a 5,0 V, e a sensibilidade é ajustada através de um potenciômetro. Quando há luz, a resistência do LDR se tornará baixa de acordo com a intensidade da luz. Quanto maior a intensidade da luz, menor a resistência da LDR. O potenciômetro pode ser ajustado para alterar a sensibilidade do LDR em direção à luz. Para a conversão analógica-digital do sinal luminoso foi empregada uma placa Arduino Uno rev. 3, o sinal digital é transmitido até o computador empregando-se os módulos de rádio Xbee. O objetivo é aproveitar as novas capacidades de comunicação de longo alcance dos módulos de rádio com fator de forma da DigilInternational, juntamente com a sua compatibilidade com a família de placas de circuito impresso, com base em microcontroladores, Arduino e Shields compatíveis. Os principais componentes do sistema de rádio comunicação foram: dois módulos de radiofrequência XBee-PRO-900HP com alcance de 45 km, operando na banda eletromagnética de 900 MHz, duas antenas MU-00PI de 6,0 dBi, um shield Xbee, um adaptador Xbee-USB explorer e um sensor de temperatura de precisão TI-LM35.

Para o controle do motor de passo foi empregada uma outra placa Arduino Uno revisão 3 juntamente com um Motor Shield L293D compatível com a placa Arduino. A comunicação dos sistemas é serial. O processo de aquisição é controlado por um aplicativo redigido em Labview que usa o kit de ferramentas para interface com a plataforma Arduino (LIFA). O aplicativo em Labview conta com um painel frontal onde é possível selecionar as portas de comunicação com as placas Arduino, o tipo de comunicação serial que pode ser USB (universal serial bus) ou Xbee (comunicação sem fio através de ondas de rádio), o arquivo de armazenamento dos dados, o ângulo inicial e ângulo final, o número de passos, e controles para o início e fim do processo. Após posicionamento inicial do polarizador inicia-se o processo de aquisição de dados. Para cada variação de ângulo, são armazenados e mostrados graficamente em um display os valores do ângulo e o valor da intensidade relativa de iluminação.

Resultados e Discussão:

Os módulos Xbee empregados trabalham na faixa de radiofrequências de 902 a 928 MHz, com taxas de transmissão de 10 Kbps a 200 Kbps, possuem potência de 250 mW, e suportam os protocolos de comunicação padronizados IEEE 802.15.4, DigiMesh, ZigBee, ZigBeeSmart Energy, and Wi-Fi. O Labview é uma plataforma de desenho de sistemas e ambiente de desenvolvimento para a linguagem de programação visual G da empresa National Instruments, é normalmente empregada para aquisição de dados, controle de instrumentos e automação industrial sobre uma variedade de sistemas operacionais (NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION, 2001, pag. 1-1, TRAVIS e KRING, 2006, pag. 27). O kit de ferramentas para interface entre o ambiente Labview e a plataforma Arduino (LIFA) possibilita a programação do processo de aquisição de dados e controle do motor de passo diretamente do programa fonte em linguagem gráfica, para isto, os drivers ou interpretadores do LIFA devem ser gravados na memória da cada um dos microcontroladores ATmega328P das placas Arduino. A configuração da comunicação entre os dispositivos é realizada a través do emprego da ferramenta Virtual Instrument Software Architecture (VISA) do Labview. A comunicação é do tipo serial sendo que o principal parâmetro é o baud rate de 115200 bps. O valor do ângulo rotacionado é passado diretamente do instrumento virtual que controla a rotação do motor de passo para o armazenamento e visualização através de uma variável de programação global. O valor da intensidade de iluminação é detectado pelo LDR e o sinal analógico condicionado é enviado pelo módulo de luminosidade à entrada A0 de uma das placas Arduino. A placa Arduino Uno possui um conversor analógico digital de 10 bits de forma que o sinal de referência que é de 5,0 V é dividido em 1024 partes onde cada parte corresponde a um valor digital de intensidade. O módulo de luminosidade está conectado à tensão de 5,0 V de uma das placas Arduino Uno de forma que este é o maior valor de tensão de resposta do módulo de luminosidade. Quando realizado o experimento, o ângulo de polarização da fonte de luz laser é desconhecido. Situa-se o suporte rotatório do polarizador em uma posição

arbitrária à qual é atribuído o valor 0° , a partir daqui varia-se o valor do ângulo até 360° em intervalos periódicos. O aplicativo registra em arquivo e mostra de forma simultânea em um gráfico bidimensional em coordenadas cartesianas os valores do ângulo e da intensidade luminosa, esta última varia de um valor mínimo a um valor máximo seguindo a função cosseno quadrado. Para o valor de ângulo com a máxima intensidade de iluminação θ_i obtém-se o ângulo de polarização do feixe laser em relação à posição inicial do suporte rotatório.

Conclusões:

Em resumo, foi contruído um sistema automático de aquisição de dados, sem-fio e de longo alcance, para um experimento didático de determinação do ângulo de polarização de um feixe de luz laser de uma fonte de gás He-Ne. O sistema tem base no emprego de placas de circuito impresso compatíveis contendo módulos de rádio Xbee de baixa potência juntamente com a integração da plataforma de desenvolvimento de hardware e software, de acesso aberto Arduino e a plataforma de desenvolvimento de sistemas NI-Labview. A aquisição de dados é comandada por um aplicativo escrito na linguagem gráfica do Labview e permite a obtenção gráfica da intensidade de iluminação em função do ângulo entre a direção de polarização inicial da luz e o eixo do polarizador. Ambos os dados de intensidade de iluminação e ângulo de rotação são determinados com precisão, os dados numéricos são mostrados em um display de forma contínua e simultaneamente armazenados em um arquivo de texto. Os resultados estão em acordo com a Lei de Malus.

Referências bibliográficas

1. CARDONA, Mónica Eliana; LÓPEZ, Sonia; A literature review about data acquisition system in physics education in middle and high school levels, and in teacher training; Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 4, e4404 (2017).
2. SANTOS, Elio Molisani Ferreira; Arduino: uma ferramenta para aquisição de dados, controle e automação de experimentos de óptica em laboratório didático de física no ensino médio; Dissertação de Mestrado, Mestrado Profissional em Ensino de Física; Universidade Federal de Rio Grande do Sul; Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física; Porto Alegre 2014.
3. BANZI, Massimo; Getting Started with Arduino; Ed. O'Reilly Media, Inc. second edition; U.S.A. (2011).
4. TRAVIS, Jeffrey; LabVIEW for Everyone, V. 1; Ed. Prentice Hall; U.S.A. (2002).
5. TEXAS INSTRUMENTS; LMx93-N, LM2903-N Low-Power, Low-Offset Voltage, Dual Comparators; Datasheet, disponível em <<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm393-n.pdf>>, Janeiro 2018; U.S.A (2014).
6. NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION. Getting Started with LabVIEW. Worldwide Technical Support and Product Information, Nov. 2001 edition, 47 p. 2001.
7. TRAVIS, Jeffrey; KRING, Jim; LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Made Easy and Fun. 3th Edition, U.S.A., Prentice Hall; 2006.