

Título em Português: DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO LED RGB PARA MICROSCÓPIO HOLOGRÁFICO SEM LENTES

Título em Inglês: DEVELOPMENT OF RGB LED SYSTEM FOR LENSLESS HOLOGRAPHIC MICROSCOPE

Autor: Cesar Yudi Kuramoto

Instituição: Universidade de São Paulo

Unidade: Instituto de Física de São Carlos

Orientador: Sebastião Prata Vieira

Área de Pesquisa / SubÁrea: Áreas Clássicas de Fenomenologia e suas Aplicações

Agência Financiadora: USP - Programa Unificado de Bolsas

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO *LED RGB* PARA MICROSCÓPIO HOLOGRÁFICO SEM LENTES

Cesar Y. Kuramoto²

Camila D. P. D'Almeida¹

Sebastião Pratavieira¹, Marlon R. Garcia¹

¹Instituto de Física de São Carlos, ²Escola de Engenharia de São Carlos

cesaryk@usp.br, camila.paula.almeida@usp.br, prata@ifsc.usp.br, marlongarcia@usp.br

Objetivos

O microscópio é um instrumento óptico de grande importância para o campo científico. Dentre as suas variedades, destaca-se o microscópio sem lentes, o qual tem possibilitado o desenvolvimento de sistemas de aquisição de imagem compactos e com amplo campo de visão, sem comprometer a resolução do sistema.^[1,2] O objetivo, portanto, é desenvolver um sistema de iluminação *LED* multiespectral para o instrumento óptico. Inclui-se a alteração da estrutura física do sistema de iluminação, implementação do controle desse sistema por meio de um *software*, redução do custo e dimensão, e a garantia da intensidade de luz adequada para obter as imagens das amostras eficientemente e ampliar as possibilidades de amostras e condições de observação.

Métodos e Procedimentos

A estrutura física do sistema de iluminação multiespectral consiste em: Computador, Microcontrolador, Três Circuitos de Controle de Corrente e *LED RGB* de alta potência. O computador é responsável por controlar o microcontrolador via *USB* com auxílio do *software Spyder*, cuja linguagem de programação é o *Python*. O microcontrolador estabelece a conexão entre o circuito controlador de corrente e o computador. Para

acender ou apagar os *LEDs*, faz-se necessário a presença de um *firmware* no microcontrolador, o qual irá controlar os *LEDs* por meio de sinais *PWM (Pulse Width Modulation)*. O microcontrolador empregado foi o pro micro ATmega32u4 e foi utilizado os *softwares* Arduino e *Spyder* para desenvolver o *firmware* a ser implementado no microcontrolador.

A modulação de onda *PWM* permite variar a corrente fornecida aos *LEDs* e, consequentemente, seus brilhos. Uma modulação igual a 100% do ciclo resulta em 100% da intensidade de corrente entregue ao *LED*. Na modulação igual a 50%, metade da corrente alimentará o componente, o qual representa a metade do brilho total do *LED*. No projeto, foi utilizado 100% da modulação com função liga/desliga para controlar o sistema de iluminação.

O circuito integrado utilizado na placa controladora de corrente foi o TPS54200 (*Texas Instruments*, Dallas, EUA). Caracteriza-se por ser uma fonte chaveada com conversor *buck*, o qual fornece uma tensão de saída menor do que a aplicada na entrada, mantendo a corrente de saída constante. Assim, proporciona-se grande eficiência aos *LEDs* e gera maior estabilidade ao garantir constância da intensidade da corrente no componente.

Resultados

A dimensão da placa de controle de corrente obtida é 3,5 x 4,0 cm. A intensidade da corrente

fornecida de cada uma das placas para o *LED* foi, em média, igual a 0,84A. A média da tensão foi igual a 4,10V, resultando em uma potência igual a 3,44W.

O *LED* de alta potência aceso e a placa de controle de corrente são apresentados na figura 1. O *firmware* foi desenvolvido no *software* Arduino, utilizando a função monitor serial, e gravado no microcontrolador ATmega32u4. Para controlá-lo pelo computador, optou-se por usar o *software* *Spyder*, com a biblioteca *PySerial*.

A tabela 1 indica os custos estimados do microcontrolador, da placa controladora de corrente e do *LED RGB* utilizados no projeto.



Figura 1: *LED* vermelho de alta potência em funcionamento

Componente	Preço
Microcontrolador	\$9,95
3x Placas de corrente	\$37,64
<i>LED RGB</i>	\$1,82
Custo Total	
\$49,41	

Tabela 1: Custo do sistema de iluminação multiespectral do microscópio

igual a \$296,50. Com a reestruturação desse sistema, foi possível obter novo custo igual a \$49,41. Isso representa uma economia igual a 83,34%, ou \$247,09, do custo do sistema atual. A intensidade do brilho do *LED* se mostrou adequada para a obtenção das amostras. O desenvolvimento do *firmware* permitiu o controle adequado do sistema de iluminação pelo computador, via *USB*.

Como perspectiva futura, espera-se implementar o novo sistema de iluminação no microscópio holográfico sem lentes e desenvolver uma nova placa do *LED RGB*, para possibilitar o controle multiespectral.

Referências Bibliográficas

- [1] KIM, S. B. et al. **Lens-Free Imaging for Biological Applications**. Journal of Laboratory Automation, 2012.
- [2] D'ALMEIDA C. D. P.; PRATAVIEIRA, S. **Desenvolvimento e caracterização de um microscópio óptico holográfico sem lentes in-line**. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, 2018.

Conclusões

O sistema de iluminação atual do microscópio holográfico sem lentes possui um custo total

DEVELOPMENT OF RGB LED SYSTEM FOR LENSLESS HOLOGRAPHIC MICROSCOPE

Cesar Y. Kuramoto²

Camila D. P. D'Almeida¹

Sebastião Pratavieira¹, Marlon R. Garcia¹

¹São Carlos Institute of Physics, ²São Carlos School of Engineering

cesaryk@usp.br, camila.paula.almeida@usp.br, prata@ifsc.usp.br, marlongarcia@usp.br

Objectives

Microscope is an optical instrument of great importance for the scientific field. Among its varieties, the lensless microscope stands out, which has enabled the development of compact image acquisition systems with a wide field of view, without compromising the system's resolution.^[1,2] The objective, therefore, is to develop a multispectral LED lighting system for the optical instrument. It includes changing the physical structure of the lighting system, implementing software control of this system, reducing cost and dimension, and ensuring adequate light intensity to efficiently obtain sample images and expand possibilities of conditions of observation.

Materials and Methods

The physical structure of the multispectral lighting system consists of: Computer, Microcontroller, Three Current Control Circuits and high power RGB LED.

The computer is responsible for controlling the microcontroller via USB with the aid of Spyder software, which programming language is Python. The microcontroller establishes the connection between the current controller circuit and computer. To turn the LEDs on or off, it is necessary to develop a firmware in the microcontroller, which will control the LEDs through PWM (Pulse Width Modulation) signals.

The microcontroller used is ATmega32u4. The software Arduino was used to develop the firmware to be implemented in the microcontroller, and Spyder to control it via USB.

PWM signals allow to vary the LEDs current and, consequently, their brightness. A modulation equal to 100% of the cycle results in 100% of the current intensity delivered to the LED. At 50% modulation, half of the current will feed the component, which represents half of the LED's total brightness. In the project, 100% of the modulation with on/off function was used to control the lighting system.

The integrated circuit used in the current controller board was TPS54200 (Texas Instruments, Dallas, USA). It is characterized by being a switching power supply with a buck converter, which provides a lower output voltage than that applied to the input, keeping the output current constant. Thus, it provides great efficiency to the LEDs and generates greater stability by ensuring constant current intensity in the component.

Results

The dimension of the current control board obtained is 3,5 x 4,0 cm. The intensity of the current supplied from each of the boards to the LED was, on average, equal to 0,84A. The average voltage was equal to 4,10V, resulting in a power equal to 3,44W.

The high power LED and current control board are shown in figure 1. The firmware was

developed in Arduino software, using serial monitor function, and uploaded to ATmega32u4 microcontroller. To control it from the computer, it was chosen to use Spyder, with PySerial library.

Table 1 indicates the estimated costs of the microcontroller, current controller board and RGB LED used in the project.



Picture 1: High power LED on

Component	Price
Microcontroller	\$9,95
3x Current board	\$37,64
RGB LED	\$1,82
Total Cost	
\$49,41	

Tabela 1: Custo do sistema de iluminação multiespectral do microscópio

Conclusions

The current lensless holographic microscope lighting system has a total cost of \$296,50. Restructuring this system, it was possible to obtain a new cost equal to \$49,41. This represents savings equal to 83,34%, or \$247,09, of the current system cost.

The intensity of the LED brightness proved to be adequate for obtaining the samples. Firmware development allowed proper control of the lighting system from the computer via USB.

As a future perspective, it is expected to implement the new illumination system in the lensless holographic microscope and develop a new RGB LED board, to enable multispectral control.

References

- [1] KIM, S. B. et al. **Lens-Free Imaging for Biological Applications**. Journal of Laboratory Automation, 2012.
- [2] D'ALMEIDA C. D. P.; PRATAVIEIRA, S. **Desenvolvimento e caracterização de um microscópio óptico holográfico sem lentes in-line**. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, 2018.