

КОНЦЕПЦИЯ ЗА СИСТЕМА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ И ИЗМЕРВАНЕ НА СВЕТОДИОДИ

Генади Михайлов*, Никола Драганов

Технически колеж – Ловеч

**Кореспондиращ автор: g.mihailov@tugab.bg*

CONCEPTION FOR LED INVESTIGATION MEASUREMENT SISTEM

Genadi Mihaylov*, Nikola Draganov

Technical college of Lovech

**Corresponding author: g.mihailov@tugab.bg*

Abstract

The wide application of LED indicator elements and in particular discrete LEDs necessitates their ever-deeper study. The article presents a concept for developing a laboratory measuring system for studying the light characteristics of discrete light sources. A block diagram and description of the individual components of the measuring system, its manufacturing method and purpose are proposed.

Keywords: LEDs; LED characteristics; investigations; Optoelectronic measurements; Propagation angle; luminous flux; Spectral analysis

ВЪВЕДЕНИЕ

Оптоелектронните елементи са обект на разглеждане от един голям дял на електрониката и по специално на функционалната електроника, а именно оптоелектрониката.

От край време светодиодите са представлявали интерес, както за изследователи в областта на сензорната техника, така и за инженери проектанкти, занимаващи се с разработката на различни оптоелектронни системи.

Известни и описани са различни сензорни принципи за преобразуване на електрични и неелектрични величини [1, 2, 3], на базата на оптоелектронни сензори [4, 5], съдържащи светодиоди.

Природата на светлината и нейните свойства, дават възможност за използването им за създаване на различни

сензорни техники за преобразуване на различни физични величини [1, 2, 3]. Но каквито и оптоелектронни сензори да се използват винаги обект на разглеждане е светлината, с която те работят и източникът, който я създава [1].

Светодиодните източници на светлина все по-широко навлизат в науката и технологичните разработки за кратко време [4,5,6,7,8].

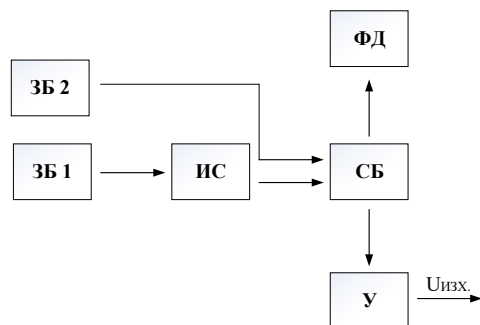
От създаването им до сега, светодиодите са претърпели голям шок в своето развитие. Модерните полупроводникови технологии позволяват създаването светодиодни източници на светлина с почти непрекъсваема спектрална характеристика. Въпреки всички познания за съвременните светодиоди все още се търсят методи и средства за експериментално получаване на техните характеристики,

което ще позволи тяхното математическо моделиране. Това от своя страна ще предостави възможност за изграждане на модели чрез, които да се проектират и реализират разнообразни оптоелектронни модели.

Въпреки това, докато светодиодните технологии стават все по-достъпни, съвременните средства за тяхното изследване остават финансово недостижими за много научно изследователски екипи. Тази разлика между достъпността на технологията и възможностите за нейното изследване подчертава необходимостта от търсенето на по-достъпни подходи за изследването на този тип оптоелектронни елементи.

Настоящият доклад има за цел да опише концепция за създаване на функционална измервателна система, която представлява съчетание от оптоелектронни компоненти и прецизно разработена механична конструкция. Разработката ще позволи и да се изследват оптичните характеристики на различни видове светодиоди.

ОПИСАНИЕ НА ИЗМЕРВАТЕЛНАТА СИСТЕМА



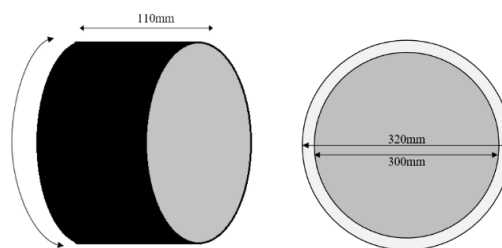
Фиг. 1. Блокова схема на системата

Блоковата схема на предлаганата системата е показана на фиг. 1. Тя включва два независими захранващи блока ЗБ 1 и ЗБ 2. ЗБ 1 захранва източника на светлина в случая изследвания светодиод, а ЗБ 2 осигурява захранване на сензорния блок СБ. Той се състои от фотодиод ФД, който преобразува светлинния поток и го превръща в електрически сигнал и усилвател У, който усилва този сигнал до ниво, подходящо за измерване. Крайният резултат е усилен изходен сигнал, $U_{изх.}$, който се

подава към измервателен уред или автоматизирана измервателна схема за анализ.

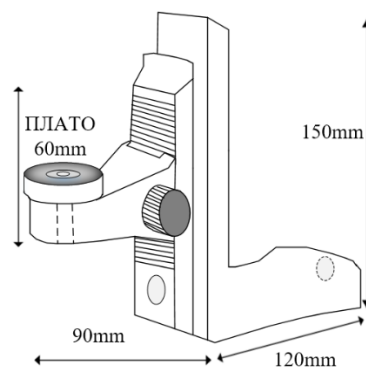
Механичната конструкция на предложената измервателна система се състои от две основни части, показани на фиг. 2 и фиг. 3.

На фиг. 2 е илюстрирана барабанна стойка, представляваща цилиндрична платформа с височина 320 mm и ширина 300 mm. Барабанът има възможност за въртене в двете посоки с прецизно позициониране. В горната централна част е монтиран конектор за закрепване на оптоелектронен сензор, който да преобразува сигнала от изследвания светодиод.



Фиг. 2. Цилиндрична въртяща част (барабан)

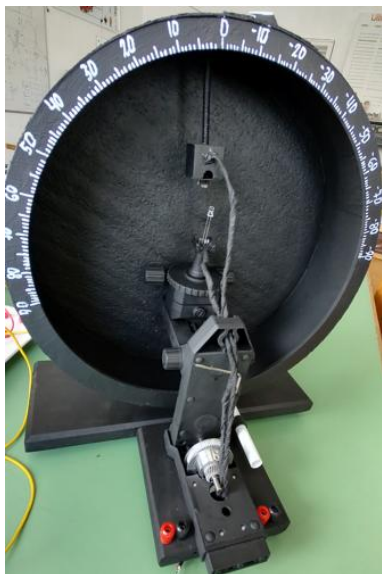
На фиг. 3 е показана втората част на системата. Това е специализирана стойка, предназначена за закрепване на различни видове светодиоди. Тази стойка осигурява стабилно фиксиране и разположение на изследваните източници на светлина по време на изследванията. Тя включва прецизен механизъм за вертикална регулировка, управляван чрез позиционер. Той позволява плавно позициониране на източника на светлина (светодиода) с обхват от 0 до 60 mm. Тази регулировъчна система позволява оптимално позициониране на светодиода спрямо приемника на светлина при провеждане на ъглови измервания на светлинния поток.



Фиг. 3. Позиционираща стойка

Двете части заедно формират цялостна измервателна система, която позволява точно позициониране както на източника на светлина, така и на сензорния елемент (фиг.4).

Позициониращата стойка е по такъв начин конфигурирана с цилиндричната въртяща част, че нейното плато навлиза в нея така, че се проектира в средата на нейната ширина.

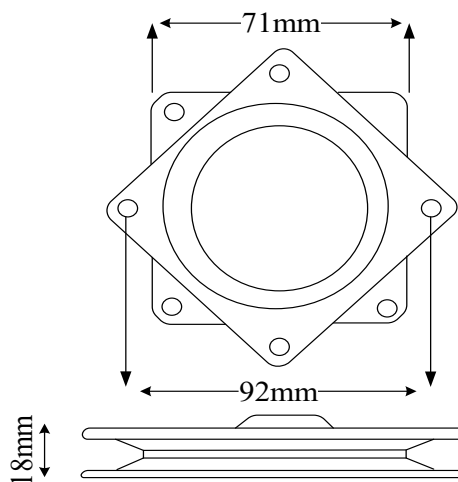


Фиг. 4. Снимка на описаната механика

За заснемане на светоразпределителните характеристики на светодиода, е необходимо той да се монтира на специален конектор върху платото на позициониращата стойка. Стойката със светодиода се фиксира в неподвижно положение, спрямо диаметъра на барабана, на чиято периферия е разположен приемникът на светлина. С помощта на скалата, нанесена по предния ръб на барабана, се определя ъгълът на светене на изследваният светодиод. Така при завъртане на барабана в едната или другата посока, скалата показва точно под какъв ъгъл спрямо централната ос се наблюдава осветяването.

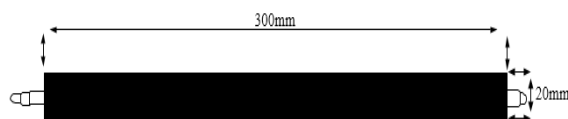
За осигуряване на плавно въртене, барабанът е закрепен към допълнителна вертикална стойката, посредством въртящ се лагер (фиг.5), който изпълнява две основни функции, да осигурява плавно и контролируемо въртене на цилиндъра в двете

посоки и да поддържа барабана стабилен и центриран по време на движенията. Това е от съществено значение за прецизността на измерванията.



Фиг. 5. Лагер стойка

Завъртането на барабана е осигурено от допълнителна гумена ролка с дължина 300mm (фиг.6) върху, която ляга самия барабан. Ролката е закрепена чрез метален щифт, преминаващ през нея. Краищата на щифта са фиксирани от двете страни. В единия край на металния щифт е поставен специален въртящ механизъм, който осигурява лесно и плавно ръчно завъртане на цилиндъра. Този дизайн гарантира, плавно и безинерционно въртене, стабилност при позициониране, отстраняване на възможни засечки и намаляване на вибрациите.



Фиг. 6. Гумена ролка за плавно въртене на цилиндъра

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

Разработен е лабораторен модел на описаната измервалена система за изследване на оптичните характеристики на светодиоди и дискретни полупроводникови фотоприемници. С цел доказване на нейната работоспособност на системата са проведени експериментални изследва-

ния на стандартни светодиоди с три различни цвята. Заснетите експериментални характеристики са представени на фиг. 7, фиг. 8 и фиг. 9. Те представят зависимостта на светлинния поток Φ , излъчен от изследвания светодиод от ъгъла на зрение φ ($\Phi=f(\varphi)$), при постоянен ток през светодиода I_F , равен на номиналната му стойност според каталожните данни [1].

Получените експериментални характеристики показват еднозначно светлинното разпределение на светлинното петно и ъгъла на светене на изследваните светодиоди. Анализът на характеристиките показва ясно изразен максимум при ъгъл на наблюдение $\varphi=0^\circ$, т. е. срещу светодиода. Доказателството за повторемостта на измерването е абсолютно припокриване на експерименталните характеристики $\Phi=f(\varphi)$ на всеки изследван светодиод при многократно провеждане на експерименталните изследвания. От резултатите представени в табл. 1, табл. 2 и табл. 3, могат да се определят грешките при измерване за трите светодиода.

Абсолютната грешка на разработената измервателна система може да се определи от следната зависимост:

$$\delta = \Phi - \Phi_{\Sigma}, \quad (1)$$

където: Φ – измерената стойност на светлинния поток,

Φ_{Σ} – средната стойност от направените измервания за Φ .

След обработка на данните за червения светодиод се получава абсолютна грешка, изменяща се от $\delta=0,1$ при $\varphi=0^\circ$ до $\delta=0,006$ при $\varphi=30^\circ$.

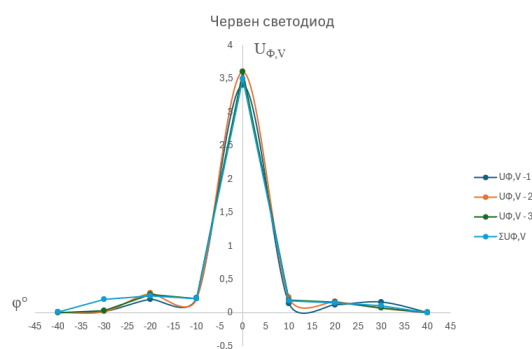
За синия светодиод абсолютната грешка се изменя от $\delta=0,18$ при $\varphi=0^\circ$ до $\delta=0,001$ при $\varphi=30^\circ$.

Аналогични резултати се получават и за зеления светодиод където абсолютната грешка се изменя от $\delta=0,1$ при $\varphi=0^\circ$ до $\delta=0,006$ при $\varphi=30^\circ$.

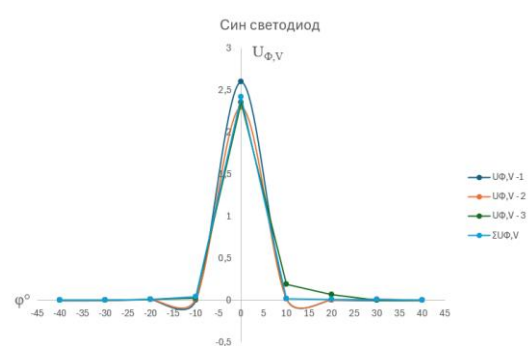
За относителната грешка може да се запише, че се получава от следната зависимост:

$$\delta_{\text{отн.}} = \frac{\delta}{\Phi} \cdot 100\% \quad (2)$$

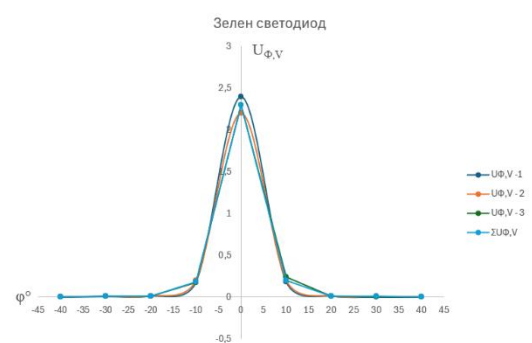
От представените таблични графични данни може да се изчисли, че относителната грешка на измервателната система при различните измервания са близки. Например за червения светодиод при насрещно измерване (0°) $\delta_{\text{отн.}0^\circ}=2,77\%$, а при ъгъл 30° $\delta_{\text{отн.}30^\circ}=3,75\%$. Аналогично за синия светодиод при насрещно измерване (0°) $\delta_{\text{отн.}0^\circ}=6,92\%$, а при ъгъл 30° $\delta_{\text{отн.}30^\circ}=6,66\%$. Най-голяма грешка се получава при зеления светодиод при насрещно измерване (0°) тя е $\delta_{\text{отн.}0^\circ}=4,16\%$, а при ъгъл 30° $\delta_{\text{отн.}30^\circ}=54,54\%$, което се дължи на дефект в лещата на светодиода.



Фиг. 7. Графика на излъчване на червен Светодиод



Фиг. 8. Графика на излъчване на син светодиод



Фиг. 9. Графика на излъчване на зелен светодиод

Таблица 1

OSR5SA511A									
α°	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
1 $U_{\Phi,v}$	0	0,001	0,012	0,02	2,6	0,023	0,006	0,001	0
2 $U_{\Phi,v}$	0	0,0011	0,012	0,018	2,3	0,2	0,03	0,014	0
3 $U_{\Phi,v}$	0	0,001	0,010	0,027	2,36	0,019	0,066	0,001	0
$\Sigma U_{\Phi,v}$	0	0,002	0,011	0,04	2,42	0,02	0,011	0,015	0

Таблица 2

OSB5SA5111A									
α°	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
1 $U_{\Phi,v}$	0,005	0,02	0,2	0,22	3,4	0,14	0,12	0,16	0,002
2 $U_{\Phi,v}$	0,007	0,02	0,29	0,21	3,6	0,23	0,169	0,07	0,005
3 $U_{\Phi,v}$	0,003	0,026	0,27	0,21	3,6	0,19	0,16	0,07	0,003
$\Sigma U_{\Phi,v}$	0,007	0,02	0,25	0,21	3,5	0,18	0,15	0,1	0,004

Таблица 3

OSXXXX5A31A									
α°	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
1 $U_{\Phi,v}$	0	0,007	0,015	0,179	2,4	0,183	0,015	0,001	0
2 $U_{\Phi,v}$	0	0,008	0,014	0,2	2,2	0,2	0,013	0,007	0
3 $U_{\Phi,v}$	0	0,008	0,013	0,17	2,3	0,24	0,015	0,003	0
$\Sigma U_{\Phi,v}$	0	0,009	0,014	0,183	2,43	0,2	0,014	0,011	0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направено е предложение за разработване на измервателна система, представяща възможност за експериментално заснемане на оптичните характеристики на светодиоди и дискретни полупроводникови фотоприемници.

Предложената система се състои от подвижна и неподвижна част, които позволяват прецизно позициониране на изследваните елементи.

Разработен е експериментален лабораторен модел на описаните измервателна система.

С цел да се докаже надеждната работоспособност на проведените реални изследвания на светоразпределителните характеристики на светодиоди, като от тях са определени абсолютната и относителната грешка

Докладът е във връзка с проект № НИП2025-3 на тема „Гама демонстрационни макети за фотофолтаични и ветрогенераторни електрически

системи“ към Университетски център за научно развитие и технологии в Технически университет – Габрово.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Draganov, N. Sensors. Principles, device, technologies, characteristics, parameters and applications. Part One. Publishing House EX-PRESS Gabrovo, 2014, ISBN: 978-954-490-435-7
- [2] Draganov, N. Sensors. Principles, device, technologies, characteristics, parameters and applications. Part Two. Publishing House EX-PRESS Gabrovo, 2016, ISBN: 978-954-490-503-3
- [3] Draganov, N. Sensors. Principles, device, technologies, characteristics, parameters and applications. Third part. Publishing house EKS-PRESS Gabrovo, 2014, ISBN: 978-954-490-550-7
- [4] Draganov, N., G. Mihailov, P. Velichkov. Infrared air visibility sensor system. Science Conference TechCo – 2024, June, 28, Lovech, Bulgaria, 2024, p: 60-64, ISSN 2535-079x
- [5] Mihaylov, G., N. Draganov. Reserch of the volt-ampere characteristic of leds. IX-th

National Science Conference TechCo - 2025, June, 27, Lovech, Bulgaria, 2025, p-p: 58, ISSN 2535-079x

[6] Draganov, N., D. Dacheva. G. Mihaylov. Laboratory Bench for Studying the Electrical Characteristics of Standard Semiconductor Light Sources. IX-th National Science Conference TechCo - 2025, June, 27, Lovech, Bulgaria, 2025, p-p: 211 ISSN 2535-079x

[7] Mihaylov, G., N. Draganov. Optoelectronic sensor for measuring the thickness of paper. Science Conference TechCo - 2024, June, 28, Lovech, Bulgaria, 2024, p-p: 55-59, ISSN 2535-079x

[8] Mihaylov, G., N. Draganov, M. Stanchev. Demonstration model of wireless light transmission system. Science Conference TechCo - 2022, July, 1-2, Lovech, Bulgaria, 2022, p-p: 36-39, ISSN 2535-079.