

Бурхливий розвиток світлодіодних джерел світла потребує використання нових методів і засобів вимірювання їх світлотехнічних параметрів, оскільки класичні методи фотометрії в даному випадку не можуть бути застосовані. При цьому постає проблема забезпечення єдності і достовірності вимірювань. Розроблений еталонний приймач трап-детектор покликаний вирішити питання передачі одиниці від первинного еталонну до робочих засобів вимірювання світлодіодів.

УДК 621.313

Л. А. Назаренко, докт. техн. наук,
А. С. Литвиненко, канд. техн. наук,
Д. П. Зубков, асп.,
С. А. Рева, асп.

*Харківська національна академія
 міського господарства*

В. М. Сорокін, докт. техн. наук.
*Інститут фізики напівпровідників
 ім. В. Є. Лашкарьова НАН України*

ЕТАЛОННИЙ ТРАП-ДЕТЕКТОР

Вступ

Потужний світлодіод для систем освітлення, який з'явився лише на початку цього сторіччя, переживає в наш час, напевно, найбільш бурхливий період свого розвитку. Всього кілька років назад кількість виробників потужних світлодіодів нараховувалася буквально одиницями, а асортимент їх продукції нараховував максимум декілька десятків виробів. Зараз є десятки тисяч найменувань освітлювальних світлодіодів і ця кількість безперервно зростає. Асортимент однієї тільки компанії CREE в категорії потужних світлодіодів перевищує тисячу найменувань.

Цілком зрозуміло, що при такому широкому асортименті розробники зіштовхнулися з проблемою вимірювання світлотехнічних параметрів світлодіодів. З урахуванням актуальності проблеми світлодіодних вимірювань у США запущено програму «Energy Star», одним із завдань якої є досягнення достовірності вимірювань параметрів світлодіодів.

В Україні Національною академією наук виконується науково-технічна програма «Розробка і впровадження енергозберігаючих світлодіодних джерел світла та освітлювальних систем на їх основі». В рамках цієї програми створюється метрологічна лабораторія для калібрування світлодіодів та світлодіодних пристроїв. Рекомендації щодо стандартизації умов вимірювання характеристик світлодіодів були розроблені Міжнародною комісією з освітлення (МКО) [1] і запропоновані для використання при вимірюваннях у світлотехнічних лабораторіях. Але необхідно вирішити суттєву проблему передачі фотометричних і радіометричних одиниць від державного первинного еталону до робочих засобів вимірювання світлодіодів. Вирішення цієї проблеми, яку в англійській літературі називають traceability, забезпечить єдність і достовірність вимірювань.

Саме для забезпечення єдності і достовірності вимірювань був розроблений трап-детектор, який в якості еталонного засобу буде калібрований абсолютним криогенним радіометром і передаватиме одиницю робочим світлодіодним засобам вимірювання.

Очевидно, що такий детекторний підхід є більш універсальним і має більші потенційні можливості в точності вимірювання, ніж створення еталонних світлодіодів на кожний тип, оскільки різних типів світлодіодів, як ми бачимо, існує величезна кількість.

Опис та склад приладу

Еталонний приймач – трап-детектор, призначений для використання в якості еталонного засобу для передачі одиниці фотометричних величин від первинних державних еталонів до робочих засобів вимірювання світлодіодів. Трап-детектор дозволяє відтворити одиницю середньої потужності в діапазоні від $1 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ Вт у видимому діапазоні випромінювання.

До складу еталонного приймача (рис. 1) входить наступний комплекс апаратури (зліва направо): вольтметр, вимірювальний блок, перетворювач струм-напруга, блок терморегуляції, адаптер USB-RS485.

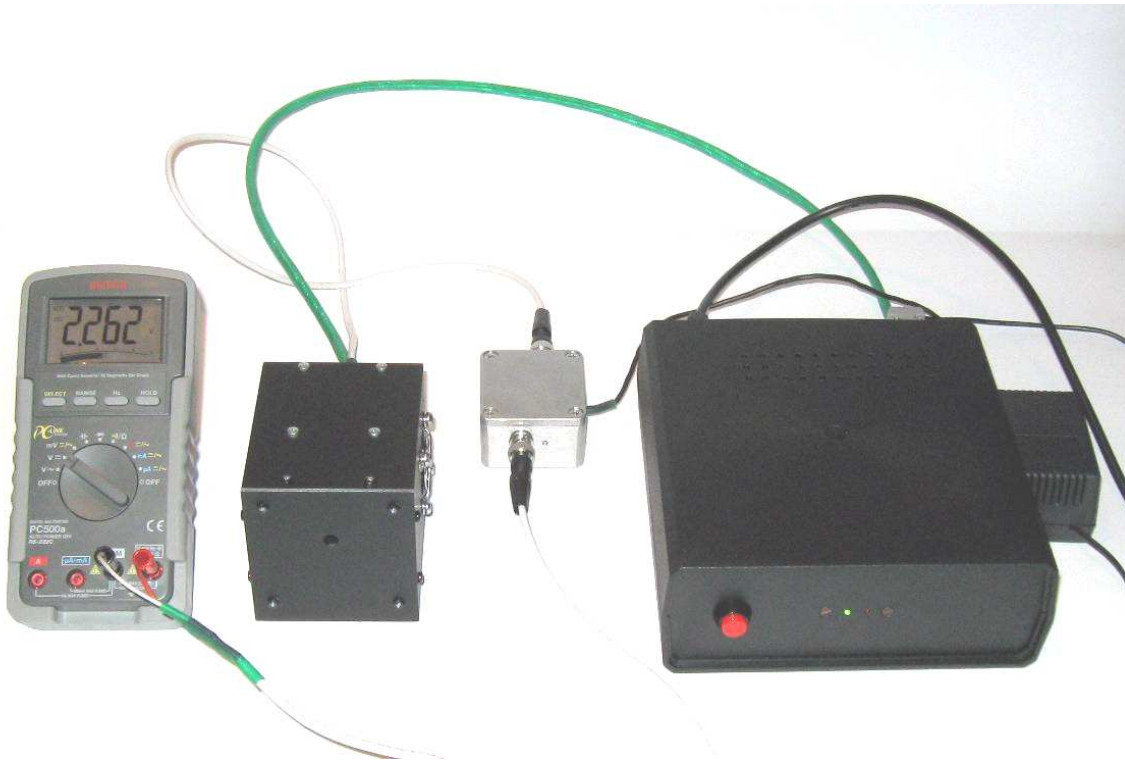


Рис. 1 - Загальний вигляд еталонного приймача трап-детектора.

Процедура передачі одиниці фотометричних величин від первинних державних еталонів до робочих засобів вимірювання світлодіодів полягає у вимірюванні відомого значення фотометричної величини трап-детектором і наступним калібруванням робочого засобу вимірювання методом заміщення.

Конструктивні особливості приладу

Вимірювальний блок еталонного приймача виконано в окремому світлоізолюваному корпусі, який може бути встановлений на оптичну лаву. В корпусі розташовані три фотодіоди S1337-1010BQ в просторовій конфігурації, яка забезпечує п'ятикратне відбиття від чутливих поверхонь датчиків [2] (рис. 2) та термостат. Окрім того, фотодіоди повернуті вздовж лінії ходу пучка променів на кут 90° відносно одне одного, що дозволяє усунути негативний вплив поляризації на вимірювання.

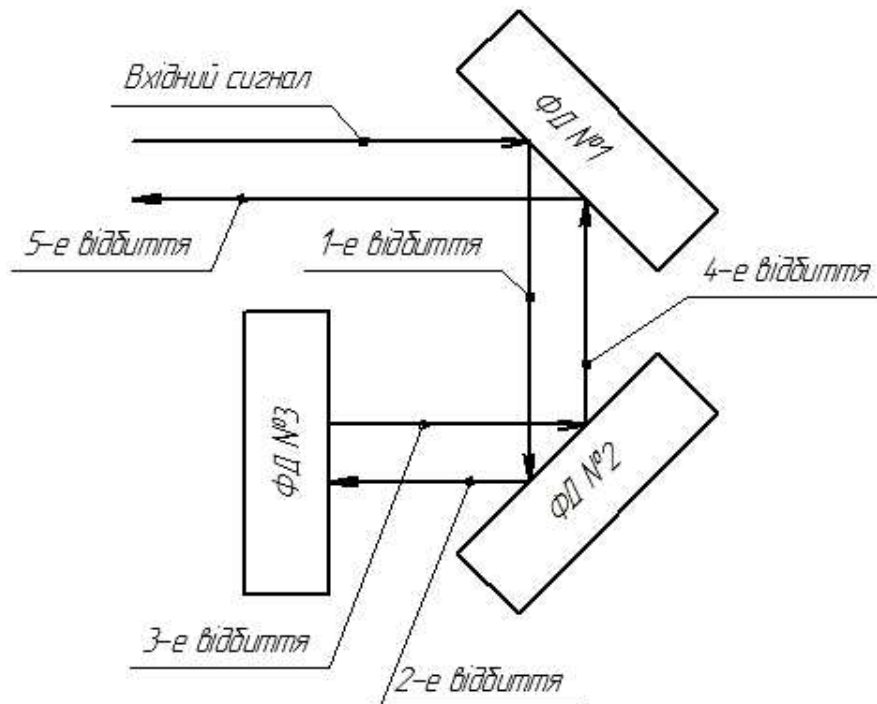


Рис. 2 - Оптична схема трап-детектора.

Використання фотодіодів S1337-1010BQ зумовлене їх високим квантовим виходом. Кількість відбиттів впливає на повноту поглинання вимірюваного випромінювання, що дає можливість досягти майже 100% квантового виходу, тим самим забезпечуючи високу точність вимірювань.

Оскільки значення температури чутливої поверхні фотодіодів під час вимірювань впливає на величину темного струму (і, тим самим, на достовірність вимірювань), постала необхідність забезпечення температурної стабілізації вимірювального блоку.

Вирішення цього питання забезпечується використанням елемента Пельтье з програмно керованим режимом роботи, завдяки чому під час проведення вимірювань приймачі весь час працюють при сталій температурі.

Програмне забезпечення

Для забезпечення автоматичної стабілізації температури фотодіодів під час вимірювань, використовується блок терморегуляції. Для моніторингу та контролю процесу з комп'ютера було розроблено спеціальне програмне забезпечення (рис. 3).

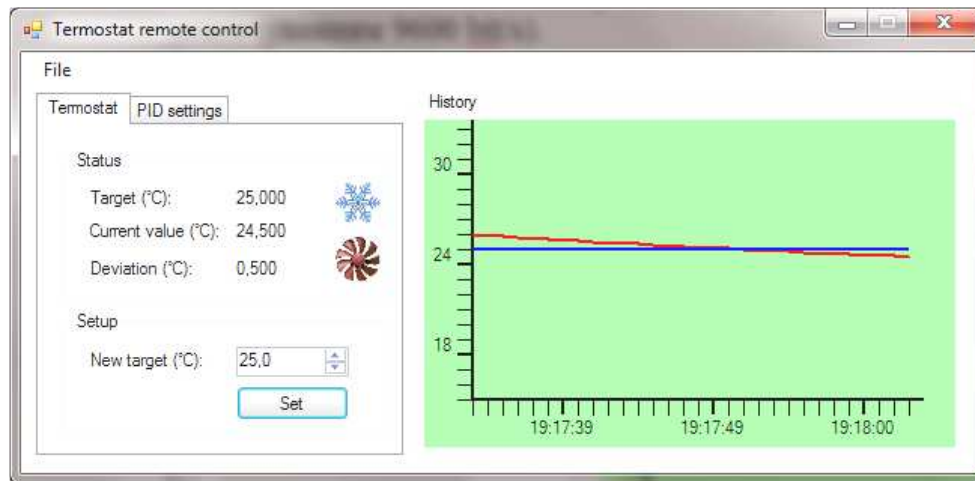


Рис. 3 - Робоче вікно програми термостабілізації

На робочій закладці «Termostat» користувачу надається інформація про поточний стан приладу, а саме – цільова та поточна температура на фотодіодах, режим дії термостату (нагрівання чи охолодження), величина відхилення від цільової температури та стан системи активного охолодження радіатора термостату.

В правій частині вікна програми знаходиться графік зміни температури з часом, що дозволяє постійно наглядно оцінювати стан процесу регулювання температури.

Перетворювач струм-напруга

Для вимірювання фотоструму діодів була обрана фотогальванічна схема включення з використанням перетворювача струм-напруга на базі прецизійного операційного підсилювача (ОП). Така схема підтримує потенціал зворотної напруги на фотодіоді близьким до нуля, що забезпечує низький рівень темного струму. Коефіцієнт перетворення підсилювача задається прецизійним резистором, номінал якого може становити десятки МОм. В перетворювачі передбачена можливість переключення між трьома можливими номіналами, для вибору оптимального коефіцієнту перетворення.

Монтаж перетворювача виконано на фторопластовій пластині. Це необхідно для забезпечення мінімальних поверхневих струмів, які істотно впливають на результат при вимірюванні низьких рівнів фотоструму. Вся конструкція виконана в металевому корпусі який забезпечує екранування від зовнішніх перешкод. Сигнал від датчиків і вихідний сигнал подаються через екрановані роз'єми типу BNC. Блок живлення перетворювача розміщено в окремому корпусі.

Висновки

Зважаючи на актуальність розвитку світлодіодного освітлення та зростаючу необхідність в засобах вимірювання фотометричних та радіометричних характеристик світлодіодів, виникає потреба в високоточних засобах передачі одиниці потужності випромінювання від первинного еталону до робочих засобів вимірювання. Розроблений трап-детектор дозволяє вирішити цю проблему з високою точністю, тим самим забезпечуючи високу якість світлодіодної продукції, а отже і освітлення в цілому.

Література:

1. CIE, 2007. CIE 127-2007. Measurement of LEDs, 2007.
2. N.P. Fox. Trap Detectors and their Properties. Metrologia - 1991, 28, 197-202

ЭТАЛОННЫЙ ТРАП - ДЕТЕКТОР

Л. А. Назаренко, А. С. Литвиненко, Д. П. Зубков, С. А. Рева, В. М. Сорокин

Бурное развитие светодиодных источников света требует применения новых методов и средств измерений их светотехнических параметров, поскольку классические методы фотометрии в данном случае не могут быть применены. При этом возникает проблема обеспечения единства и достоверности измерений. Разработанный эталонный приемник трап-детектор призван разрешить вопрос передачи единицы от первичного эталона к рабочим средствам измерения светодиодов.

REFERENCE TRAP - DETECTOR

L.A. Nazarenko, A.S. Litvinenko, D.P. Zubkov, S.A. Reva, V.M. Sorokin

The rapid development of LED light sources require the use of new methods and measurements of their lighting properties, since the classical methods of photometry in this case cannot be applied. This raises the problem of unity and reliability of measurement. Developed a reference trap-detector is designed to resolve the issue of transfer scale from the primary standard to working tools of measurement LEDs.