

УДК 621.319

О. В. Бабенко, к. т. н.; А. В. Гадай, к. т. н.; О. М. Захарчук
АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ

Розроблено систему автоматичного керування штучним освітленням, яка забезпечує колірну температуру та яскравість освітлення, наближені до сонячного освітлення в реальному часі.

Ключові слова: штучне освітлення, автоматичне керування, колірна температура, RGB-світлодіоди.

Розгляд проблеми і постановка завдання

Природне світло має важливе значення для людини, для покращення її психофізичного стану й підвищення продуктивності праці. Зміна інтенсивності і спектрального складу світла, властива сонячному випромінюванню протягом дня, є природним регулятором життя людини. У денні години сонячне світло характеризується високою інтенсивністю, високою колірною температурою і значною часткою блакитного випромінювання. У вечірні години інтенсивність цих складників значно знижується. Люди адаптувалися до таких коливань світлових параметрів, і їхні біологічні ритми, від яких залежить зміна розумової та фізичної активності протягом доби, фактично визначаються трьома параметрами: інтенсивністю, колірною температурою і блакитним складником сонячного випромінювання [1, 2].

Метою цієї роботи є розробка автоматичної системи керування освітленням, що дозволяє відтворювати основні параметри природної світлової атмосфери – зміну колірної температури та яскравості освітлення – в реальному часі.

Обґрунтування результатів

На сьогодні практично неможливо повністю відтворити параметри природного освітлення, використовуючи наявні джерела світла. Пов'язано це з труднощами створення джерел світла зі спектром, аналогічним спектру природного світла. RGB-світлодіоди мають спектр, найбільш відповідний до чутливості людського ока, і дозволяють регулювати колірну температуру.

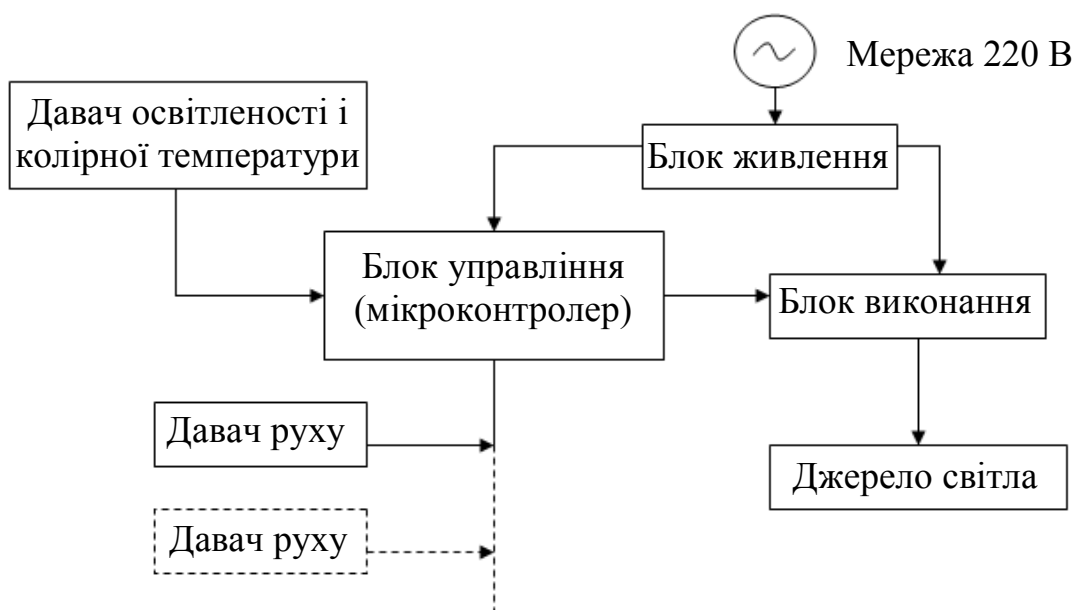


Рис. 1. Функціональна схема автоматичної системи керування освітленням

Принцип роботи системи такий (рис. 1). Присутність людини в приміщенні з установленою системою реєструє датчик руху, і дані про це відправляються на блок управління. Під час отримання цих даних мікроконтролер проводить зчитування інформації з датчика освітленості про рівень інтенсивності спектрів випромінювання червоного, зеленого та синього складників окремо та про сумарну величину рівня природної освітленості. Отримані значення порівнюють із заданим і за відсутності збігу пропорційно коригують величину інтенсивності кожного з кольорів. Це дозволяє за незмінної колірної температури, змінювати рівень освітленості. З мікроконтролера інформацію про інтенсивність свічення кожного кольору подають на блок виконання, який формує імпульси керування кристалами світлодіоду.

Розглянемо детальніше роботу кожного елемента системи.

Основою системи є блок управління на основі мікроконтролера ATmega16L-8PU фірми ATMEL [3] (рис. 2).

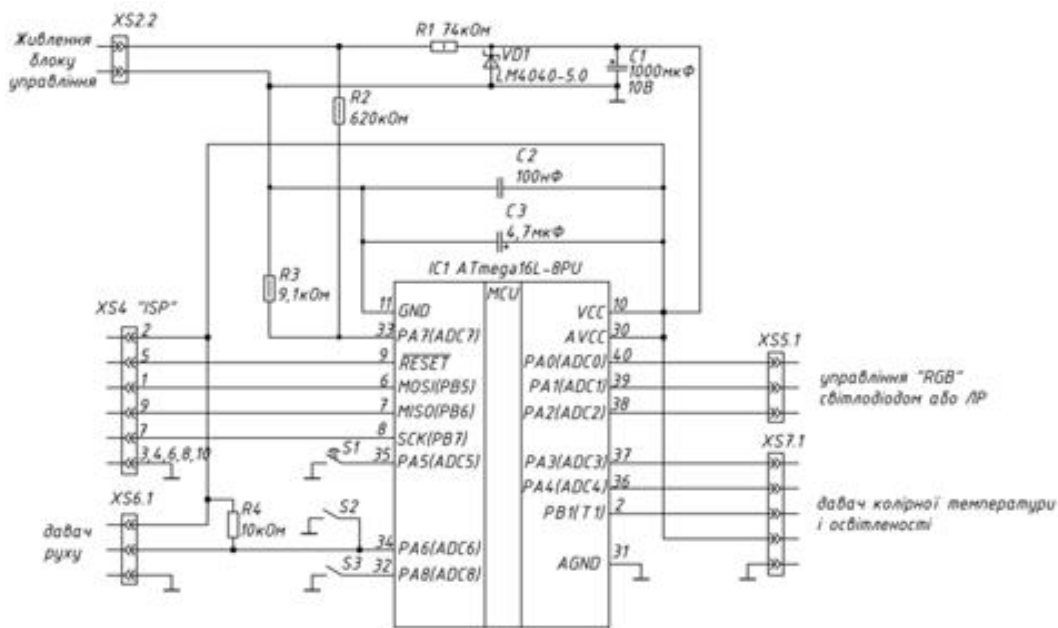


Рис. 2. Принципова схема мікроконтролерного блоку управління

Використання мікроконтролера в цій системі як пристрою керування дозволило програмно реалізувати обробку інформації, отриманої з датчиків, її порівняння з даними про необхідний рівень освітленості, корекцію світлових параметрів та створення керувальних імпульсів для управління джерелом світла.

Зміна колірної температури джерела світла стала технічно можливою тільки нещодавно, в завдяки розробці й упровадженню RGB-світлодіодів. Їхньою особливістю є розміщення трьох світловипромінювальних кристалів в одному корпусі з оптичною системою. Це дало можливість, змінюючи значення струму незалежно для кожного з кристалів, отримати всі можливі відтінки кольорів, що розрізняє людина. Для відтворення необхідної колірної температури достатньо мати числове значення двох координат на площині діаграми колірності (рис. 3). При цьому горизонтальна вісь діаграми характеризує насиченість того чи іншого кольору, а вертикальна – його тон.

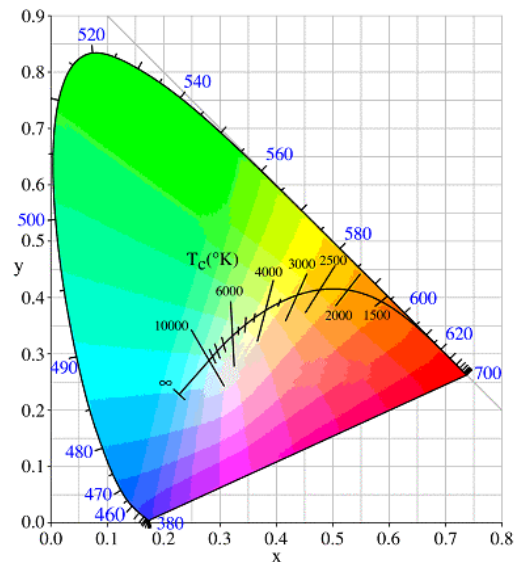


Рис. 3. Діаграма колірності в системі x, y

Основою принципової схеми (рис. 4) є світлодіодний драйвер HV9961, що дозволяє стабілізувати струм через світлодіод незалежно від дії зовнішніх чинників, таких як: коливання напруги мережі та зміна температури. Додатковою перевагою використання в системі світлодіода є його спектр випромінювання, що відповідає чутливості людського ока [4].

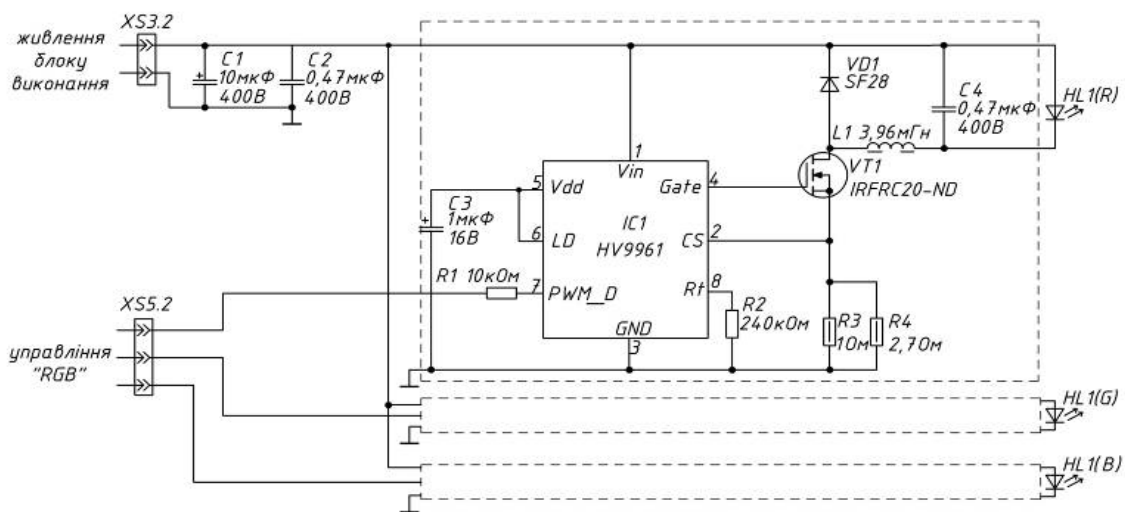


Рис. 4. Принципова схема блока виконання з використанням RGB-світлодіода

Зважаючи на значно вищу (порівняно з іншими джерелами світла) вартість світлодіодів, додатково був розроблений блок виконання для роботи з лампою розжарення (рис. 5). Програмна реалізація плавного увімкнення дозволяє значно збільшити термін служби лампи, що частково компенсує її незадовільні характеристики. Проте з використанням лампи розжарення втрачається основна перевага системи – регулювання колірної температури.

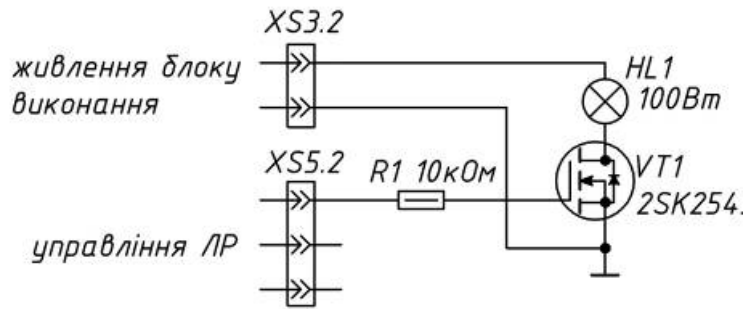


Рис. 5. Принципова схема блока виконання з використанням лампи розжарення

У якості датча кольірної температури й освітленості використовують мікросхему TCS3200 – перетворювач “освітленість – частота” (рис. 6 а). Вона складається з матриці фотодіодів 8 на 8 та операційного підсилювача, що перетворюють зміну освітленості в зміну частоти. Фотодіодна матриця складається із 16 фотодіодів із синім фільтром, із 16 – з червоним, із 16 – з зеленим та 16 фотодіодів без фільтра, які для мінімізації ефекту нерівномірності розташовані в шаховому порядку.

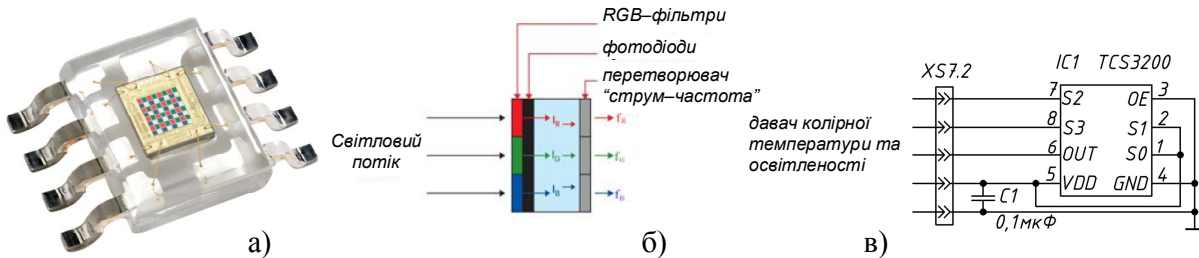


Рис. 6. Датч кольірної температури та освітленості TCS3200

Принцип роботи такий (рис. 6 б). RGB-фільтри розкладають світло, що падає, на червоний, зелений і синій складники. Фотодіод, що розміщений під відповідним фільтром, перетворює яскравість у струм, після чого операційні підсилювачі зі струмовим входом перетворюють зміну струму в зміну частоти. Принципову схему увімкнення зображено на рис. 6 в. Основними перевагами цієї мікросхеми є лінійна залежність частоти від освітленості (приблизно 1кГц на 1лк) і спектральна чутливість, наближена до чутливості людського ока.

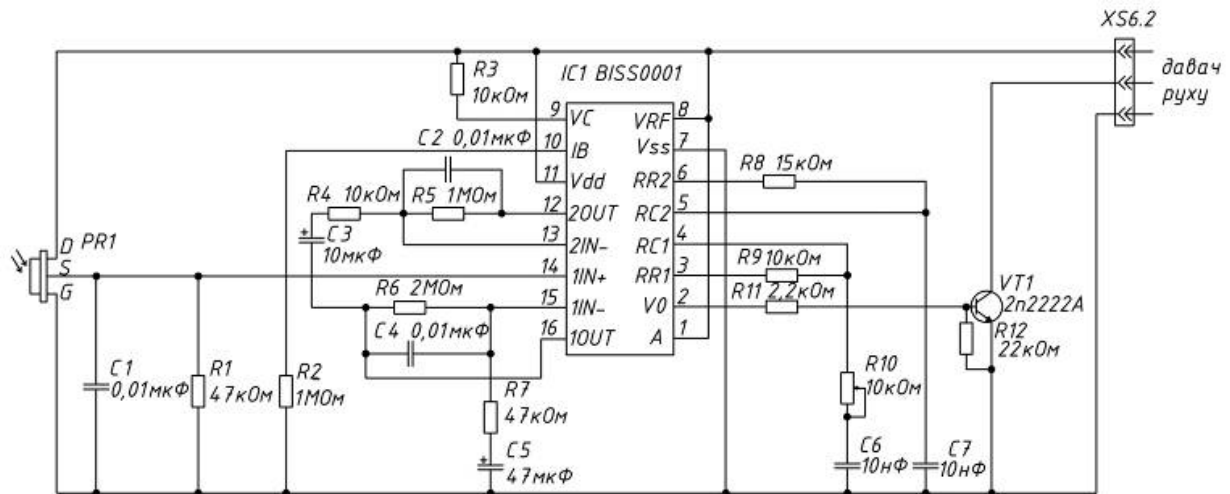


Рис. 7. Принципова схема вмикання датча руху

У якості детектора руху використовують пасивний інфрачервоний сенсор. Він складається

з трьох елементів:

- 1) оптичної системи, що формує діаграму направленості давача й визначає форму і вид просторової зони чутливості. У цій системі використовують лінзу Френеля;
- 2) піроелектричного сенсора, що реєструє теплове випромінювання людини;
- 3) блока обробки сигналів сенсора, що генерує сигнали, зумовлені рухом людини, на тлі перешкод природного та штучного походження [5]. Його схема наведена на рис. 7.

Сигнал від руху людини виникає на виході піроелемента в разі перетину людиною променя зони чутливості. Чутливість і вибірковість дії сенсора формують за допомогою лінз Френеля з різними діаграмами направленості.

Основними перевагами запропонованої системи керування освітленням є:

- зміна колірної температури світла протягом доби, відповідно до змін природного освітлення;
- точне підтримання заданого рівня освітленості;
- урахування присутності людей;
- наявність плавного вмикання джерела світла (за винятком світлодіодів);
- невеликі габарити та маса;
- модульна конструкція;
- низьке енергоспоживання.

Висновки

Ця система має широке практичне застосування, тому що її можна використовувати в усіх сферах діяльності людини, де є необхідність у створенні штучного освітлення протягом тривалого часу. Завдяки використанню сучасних енергоефективних технологій, крім позитивного впливу на продуктивність праці, на фізичну та розумову активність людини, вона дозволяє суттєво заощаджувати електричну енергію порівняно з наявними системами освітлення. Із розвитком світлодіодного виробництва можливе повне витіснення систем, побудованих на основі інших джерел світла, завдяки вищим експлуатаційним параметрам представленої системи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шуберт Ф. Светодиоды / Ф. Шуберт. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.
2. Light's Labours Lost – Fact Sheet // International energy agency [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/light_fact.pdf.
3. ATmega16 – User Guide / Atmel Corporation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>.
4. Four Great Reasons to Dim – Lutron Electronics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://europe.lutron.com/dim.htm>.
5. Андреев С. П. ИК – пассивные датчики охранной сигнализации / С. П. Андреев // Специальная техника. – 1998. – № 1. – С. 20 – 30.

Бабенко Олексій Вікторович — доцент кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту.

Вінницький національний технічний університет.

Гадай Андрій Валентинович – доцент кафедри електропостачання.

Луцький національний технічний університет.

Захарчук Олександр Михайлович – магістр.

Луцький національний технічний університет.